

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 24 年度）

平成 25 年 3 月

 株式会社三菱総合研究所

目次

第1章 調査概要.....	1
第1節 調査目的.....	1
第2節 調査内容.....	1
第2章 概況調査.....	7
第1節 本事業における研究目的.....	7
第2節 事業終了後の研究状況.....	10
第3節 研究・技術開発成果の波及効果.....	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.....	26
第1節 北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発.....	27
第2節 農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発.....	51
第3節 チオレドキシンを応用した機能性食品の開発.....	68
第4節 希少なキノコ新規栽培法の開発.....	89
第4章 総合とりまとめ.....	109
第1節 研究成果の概要.....	109
第2節 成果の普及・活用状況.....	110
第3節 外部資金の獲得状況.....	114
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.....	116
第5章 資料編.....	117
第1節 北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発.....	117
第2節 農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発.....	130
第3節 天敵の行動制御による中山間地(京都府美山町)における減農薬害虫防除技術の開発.....	134
第4節 チオレドキシンを応用した機能性食品の開発.....	142
第5節 希少なキノコ新規栽培法の開発.....	157
第6節 GLP-1 発現米の糖尿病予防食品としての研究開発.....	160
第7節 消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発.....	162
第8節 ダイオキシシン類モニタリング用植物の実用化.....	166

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」と表記）の異分野融合研究支援事業は、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の促進につながる画期的な技術開発を推進する研究を支援している。このような研究については、その終了後一定期間を経過した時点で社会経済的あるいは学術的にどのような成果を上げ、または波及したかを把握し、事業運営の参考とするとともに、その結果を広く公表し、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（異分野融合研究開発型／起業化促進型）」の追跡調査を行った。

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 18 年度に終了した全課題、総数 8 課題を対象とした。それぞれの課題は、技術コーディネーターおよび中課題の研究分担者から構成されている。調査対象の課題名、技術コーディネーターの氏名と終了時の所属の一覧を下表に示す。

表 1-1 調査対象課題

事業	タイプ	課題名	技術コーディネーター(事業当時所属機関)
生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業	異分野融合研究開発型	北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セロブシド発酵生産技術の開発	大西 正男(帯広畜産大学) 小田 有二 (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター)
		農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発	三輪 章志 (石川県農業総合研究センター)
		天敵の行動制御による中山間地(京都府美山町)における減農薬害虫防除技術の開発	高林 純示 (京大大学生態学研究センター)
		チオレドキシンを応用した機能性食品の開発	淀井 淳司 (京都大学ウイルス研究所)
	起業化促進型	希少なキノコ新規栽培法の開発	大賀 祥治 (九州大学大学院農学研究院)
		GLP-1発現米の糖尿病予防食品としての研究開発	城森 孝仁 (株式会社三和化学研究所)
		消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発	浅野 行蔵 (北海道大学大学院農学研究院)
		ダイオキシン類モニタリング用植物の実用化	大川 秀郎 (福山大学グリーンサイエンス研究センター)

(2) 調査項目

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

(3) 調査の種類

- 概況調査（アンケート調査） 全8課題
- 詳細調査（文献等検索） 全8課題
- 詳細調査（とりまとめ） 4課題
- 外部有識者からの意見聴取 4課題
- 総合とりまとめ 本年度調査結果の分析・考察

2. 調査の手順・方法

本調査は、事前準備、概況調査、詳細調査、外部有識者コメントの各段階を追って進めた。各段階における調査内容を以下に示す

(1) 第0段階 追跡調査の事前準備

追跡調査の事前準備として、追跡調査対象である「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（異分野融合研究開発型／起業化促進型）」について、「第1段階 概況調査」におけるアンケート調査の対象者を明確化することを目的として、各課題の研究実施体制に記されている参画研究者（36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18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
- 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、一覧表とした
- 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（例：科学研究費補助金DB¹、助成団体データベース）や国からの委託事業を調査し、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1段階 概況調査

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発展状況
- 研究の継続、研究発展状況
- 研究期間終了後の研究成果
- 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）
- 副次的にもたらされた効果・成果
- 異分野融合研究支援事業に対する意見・要望

(3) 第2段階 詳細調査（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 1%論文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 18 年以降の論文を母集団とした研究者および研究機関のランキングを調査し、調査対象研究者および当該研究者の所属機関の位置づけを明確化した。研究領域の設定に当たっては、Web of Science の分類やキーワードの組み合わせにより、論文リストとのマッチング状況が良く なるように設定した。

(4) 第3段階 詳細調査（とりまとめ）

生研センターより、顕著な成果として指定のあった 4 課題を対象に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
北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発	大西 正男	帯広畜産大学	教授
農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発	三輪 章志	石川県農林総合研究センター 農業試験場 資源加工研究部流通加工グループ	主任研究員 兼グループリーダー
チオレドキシンを応用した機能性食品の開発	淀井 淳司	京都大学	名誉教授
希少なキノコ新規栽培法の開発	大賀 祥治	九州大学大学院 農学研究 院・環境農学部門	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。下線は、ヒアリング時に特に重点的に伺った項目を示している。

- 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、社会的波及効果等）
 - 波及効果を裏付ける定量的なデータ等
 - 事業がなかった（または採択されなかった）場合に想定された状況（当該事業の意義）

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

〔調査事項〕

- 技術コーディネーターから補足的なヒアリング調査

- 対象課題の研究の深化・発展、研究成果の産業化、各種波及効果等について具体的な事例を用いたとりまとめ

(5) 第4段階 外部有識者からの意見聴取

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

- 選考・評価委員会委員（採択時、中間評価時、事後評価時）
- ワーキンググループ専門委員
- 詳細調査対象課題に対する専門性

表 1-3 外部有識者の一覧（50音順、敬称略）

課題名	有識者	所属
北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発	吉田 茂男	横浜市立大学木原生物学研究所 所長
農水産物の脂溶性機能性成分CD ラップを用いた新規食品の開発	桑田 有	人間総合科学大学大学院人間総合科学研究科 教授
チオレドキシンを応用した機能性食品の開発	矢ヶ崎 一三	東京農工大学大学院農学研究院 教授
希少なキノコ新規栽培法の開発	宇多川 隆	福井県立大学生物資源学部長／教授

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

(6) 第5段階 総合とりまとめ

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

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

〔調査事項〕

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

(7) 第6段階 追跡調査報告書の作成

以上の調査結果から、追跡調査結果報告書(10部)および追跡調査結果のエッセンス(概要パンフレット)(500部)をとりまとめた。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8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8課題それぞれの技術コーディネーター及び研究者、合計36名のうち、研究者34名（全技術コーディネーター8名を含む）からの回答を得た。アンケートでは、研究の成果や波及効果についての設問ごとに「当てはまらない（1）」から「よく当てはまる（5）」までの5段階の回答を得た。以下、各設問の回答の数値の平均値（スコア平均）と回答数の代表的な結果を紹介する。

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。

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、すべての課題が「①新しい製品を開発する」に当てはまると回答しており、スコア平均は4.67となった。次いで「③生物関連産業で利用可能な新しい技術を創出する」が4.13、「②農林水産業で利用できる新しい技術を開発する」と「④生物関連研究における研究基盤を整備する」がそれぞれ3.71となり、本事業の研究目的として、実用化に重点が置かれていることがうかがえる。

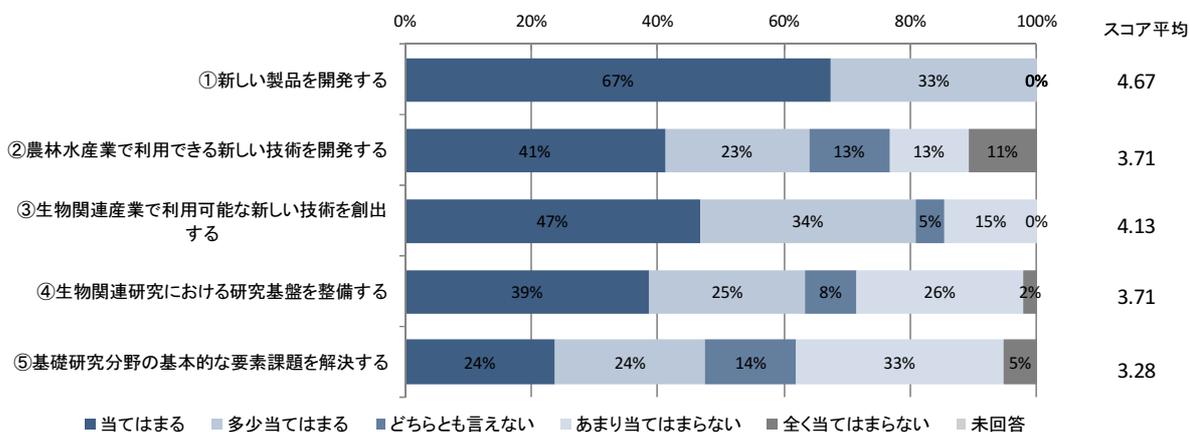


図 2-1 当初の研究目的の方向性

2. 事業応募時の状況

応募時の状況として、研究資金制度の魅力について尋ねたところ、「①事業の資金総額」のスコア平均が3.93、「②事業の期間」が4.35であり、後者が前者と比べ「重視した」および「やや重視した」の割合も上回ることから、事業の期間に対する魅力が資金総額よりも高いことがうかがえる。

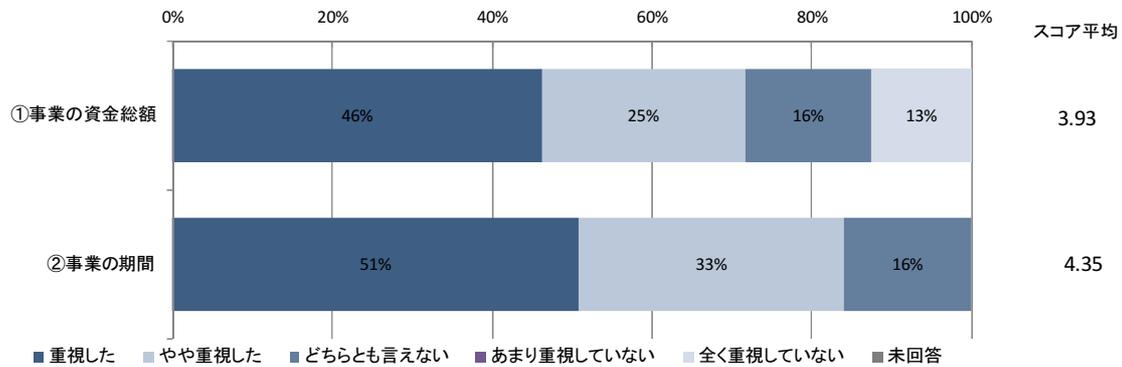


図 2-2 事業応募時の状況

3. 応募を検討した研究資金

応募を検討した研究資金としては、「①他の農林水産・関連機関（生研センターを含む）の制度について応募を検討した」との回答が8件であり、全ての課題が当てはまる結果となった。次いで文部科学省、経済産業省、厚生労働省と続く。

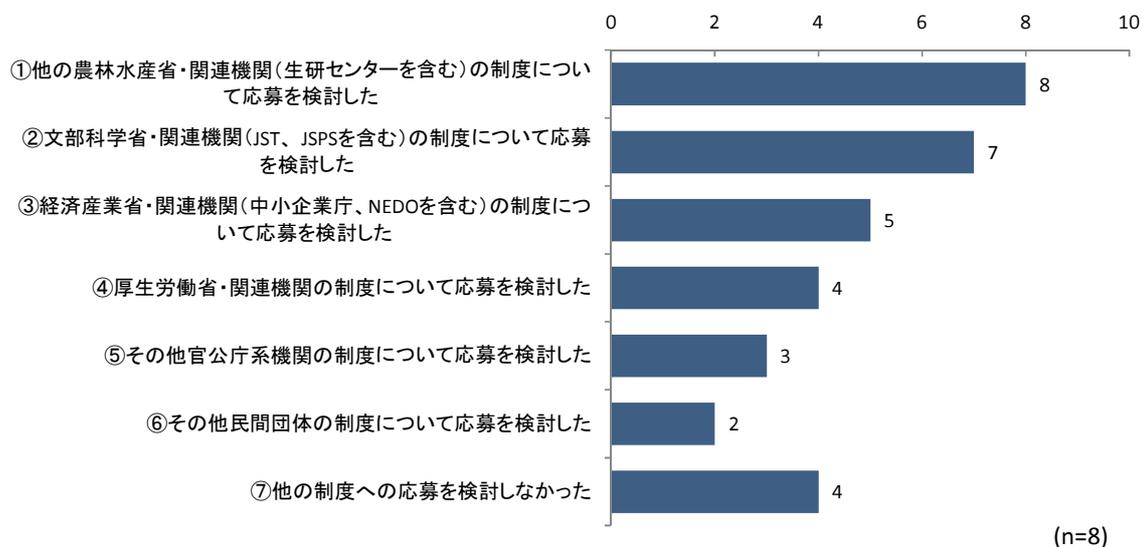


図 2-3 応募を検討した研究資金

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

- 共同研究リーダー 帯広畜産大学大西教授などの方針による。
- 資金総額および事業期間において当該制度がもっとも適していたから。
- 生研センターへの応募が最初であった。
- 該当するものがなかったため。
- コーディネーターの意向による。
- 参画機関の意向に従ったため、他の制度への応募は検討しなかった。
- 技術コーディネーター意向に沿って応募に対応していたため。
- 京都大学からの要請で応募したと聞いています。
- 本製品が農林水産省管轄であったため。
- 本プロジェクトの基礎的な知見を生研センターの競争的資金をもちいたプロジェクトで行っていたため。

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、「②関連分野に研究・技術開発が拡大・発展している」のスコア平均が 3.50、次いで「③新しい成果が得られ、研究・技術開発が深化している」が 3.41 となり、あてはまるとの回答が 5 割を超えていることから、半数以上の研究が継続的に発展していると推測される。

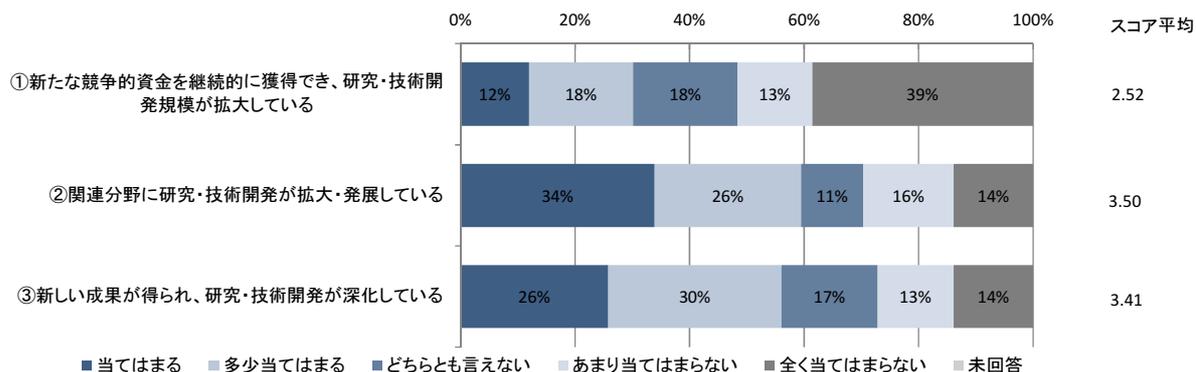


図 2-4 研究の継続・発展状況

2. 研究・技術開発チームの状況

研究・技術開発チームの状況は、「②参画者には、同一の研究機関内で異動・昇進している者が多い」のスコア平均が 3.66 で最も高い。次いで、「⑥研究・技術開発チーム内の研究者との交流は、他の課題についても活発な情報交換や共同研究で発展している」が 3.17、「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 3.16 と続き、多くの研究・技術開発チームが事業後も協力関係にあることが明らかとなった。また「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」で当てはまるとの回答が 5 割程度であることから、約半数の研究が継続されていることがうかがえる。

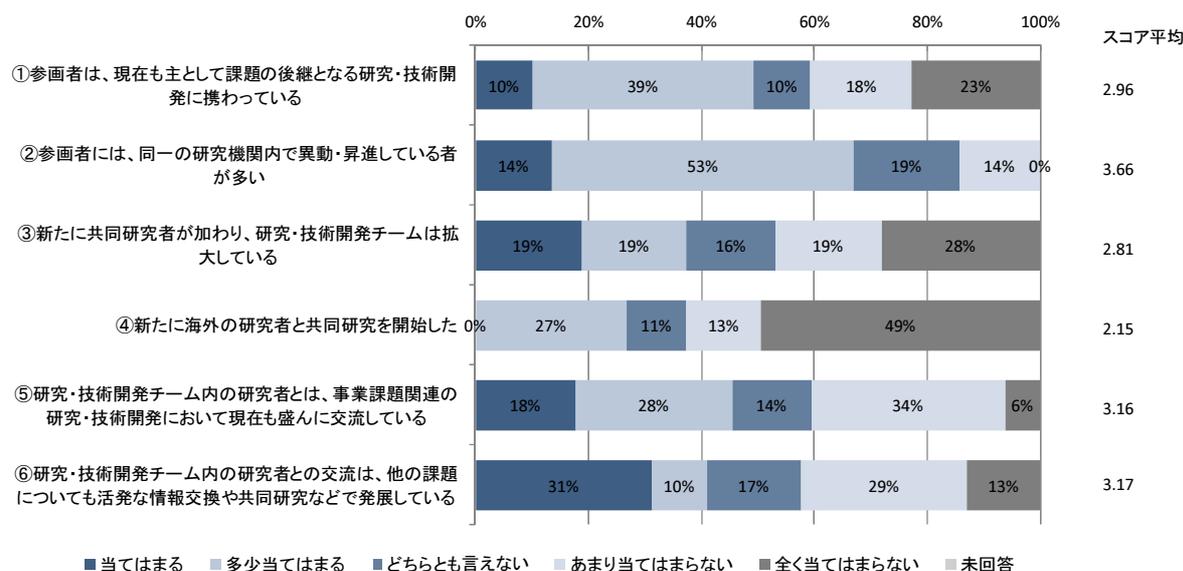


図 2-5 研究・技術開発チームの状況

3. 事業終了以降の主な研究・技術成果

研究成果について、「③生物関連産業に応用可能な技術・手法を開発した」のスコア平均が 3.96 で最も高く、次いで「①新市場創出につながる製品や技術を開発した」が 3.67、「④生物関連研究における研究基盤を整備した」が 3.65 と続いた。事業終了後 5 年の経過で実用化につながる成果が多く出ていることが示されている。

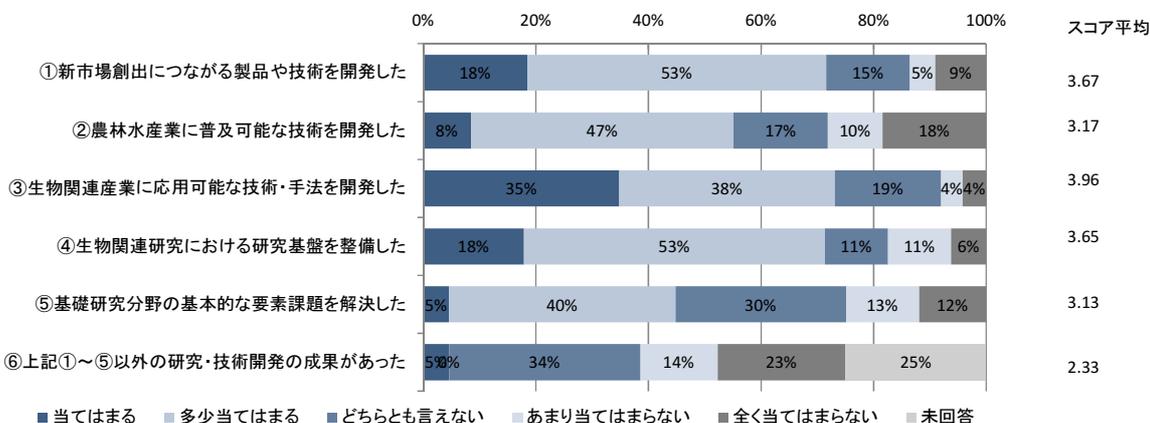


図 2-6 事業終了以降の主な研究・技術成果

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

- 本研究における別のグループの北海道農業試験場十勝農業試験場の小田氏（現帯広畜産大学地域協働センター長）らのグループが本事業で選抜されたセレブロシド蓄積能のある *kluveromyces lactis* から、珍しい脂肪分子種を発見した。
- 地域に生息する土着天敵の発生様相についての知見
- 例えば、シミュレーションなどの検討により、屋外での有機物の濃度勾配などについて知見

が得られた。

- 副作用のあるステロイド剤や免疫抑制剤、NSAIDs [非ステロイド性抗炎症薬] を補完・代替する 安全で新しい抗炎症剤の創出に繋がった。

実用化された製品・事業は以下の通りである。

- 抹茶糖質ラップ素材（水溶性が向上し、加熱や光による退色を抑制できる抹茶粉末）、抹茶糖質ラップを使用した抹茶水羊羹。
- 植物の香りを利用し、天敵寄生蜂を農業ハウス内に誘引するための天敵誘引剤。誘引した天敵寄生蜂に餌を与え長生きさせるための天敵給餌装置。これらの資材を利用した土着天敵寄生蜂コナガコマユバチの誘引技術、ならびにアブラナ科作物害虫コナガの防除技術。これらの防除資材については、その販売・利用が農薬登録許可後に行われるため、京都大学を中心に農薬登録のための委託試験等を実施中である。
- 生研センター民間実用化研究促進事業（平成 19～21 年度） 抗ストレス蛋白チオレドキシシン高含有清酒及び素材の生産技術開発。
- 酵母チオレドキシシンモノクローナル抗体、チオレドキシシン含有酵母エキス

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、「③生物関連産業に応用可能な技術・手法を開発する」のスコア平均が 3.65、次いで「①新市場創出につながる製品や技術を開発する」が 3.64 となっており、5 割以上が「当てはまる」と回答していることから、今後の製品化・事業化に意欲的であることがうかがえる。

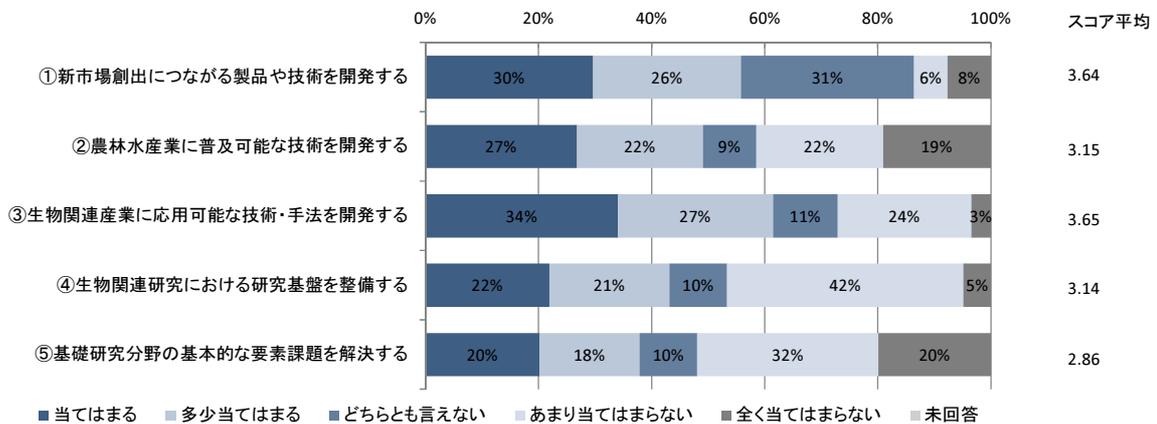


図 2-7 今後の研究の方向性

第3節 研究・技術開発成果の波及効果

1. 科学技術的波及効果

科学技術的波及効果として、「①本研究・技術開発の成果がきっかけとなり、関連分野で新たな発見や成果が得られた」がスコア平均 3.82 で最も高く、当てはまるとの回答が 6 割となった。次いで「③他分野との連携により、新しい研究領域の創出につながった」が 3.44 と続いた。本事業が各研究・技術開発の深化や発展に寄与したことがうかがえる。

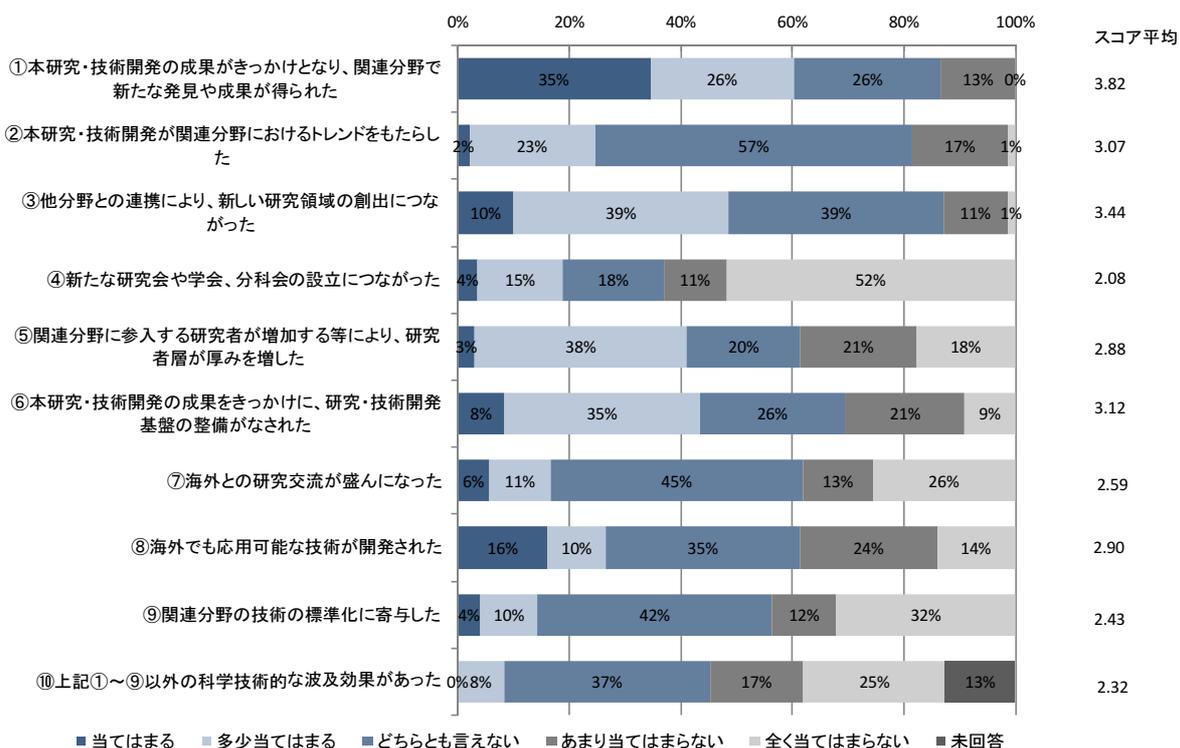


図 2-8 科学技術的波及効果

2. 経済産業的波及効果

経済産業的波及効果では、「①本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結び付いた」がスコア平均 3.49 で最も高く、次いで「③生物関連産業に応用可能な新技術・手法等の開発・普及につながった」が 3.42 と続き、いずれも回答の半数が当てはまるとしていることから、半数以上の課題で製品化・実用化に波及効果があったことがうかがえる。

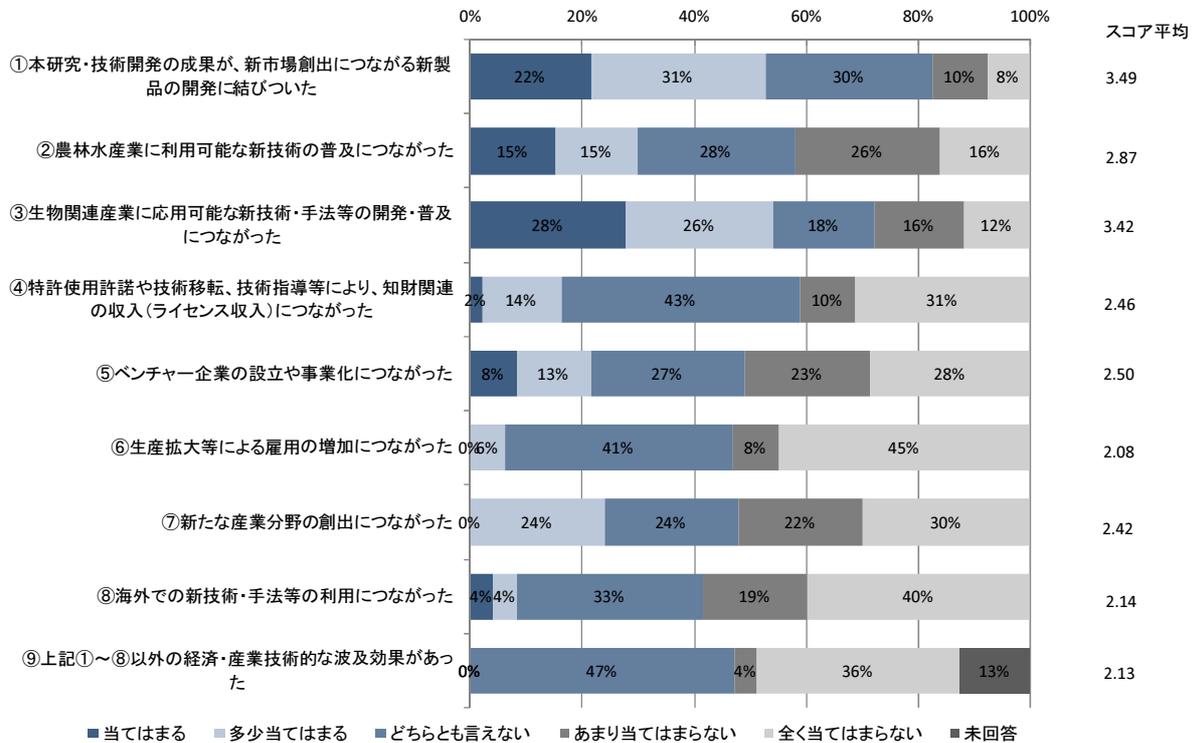


図 2-9 経済産業的波及効果

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2.84で最も高く、次いで「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」が2.73、「②農業・農村問題解決への貢献につながった」が2.38と続いたが、全体的に波及効果が低い結果となった。前述の2. 経済産業的波及効果で、半数以上が新製品の開発につながっているといるが、社会的波及効果を与えるほどのトレンドには至っていないことがうかがえる。

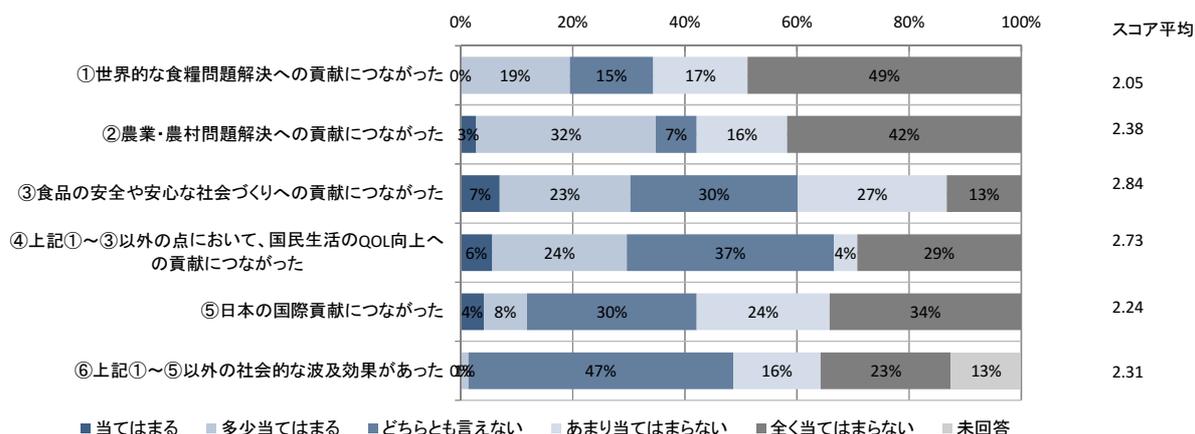


図 2-10 社会的波及効果

「その他の社会的な効果があった」について、以下のような回答があった。

- コンソーシアムに参加することにより、注目を受け、食の安心・安全を注目していることを消費者に示すことが出来た。
- 化学農薬に過度に依存せず、害虫を抑制する土着の天敵昆虫の働きを高めるための新たな技術開発（天敵誘引剤、天敵給餌装置）を世界に先駆けて実施したことから、農業生産者や一般消費者などから関心を得ている。
- 冬虫夏草の科学的研究の模範にはなったと考えている。

4. 人材育成効果

人材育成的波及効果では、「①本事業によって若手研究・技術開発者が大きく成長した」のスコア平均が 4.22 で最も高く、次いで「②本事業の研究・技術開発により、参画者の研究機関や学会等での評価が高まった」が 3.89、「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 3.63 で続き、人材育成効果が非常に高いことが示された。ただし、海外留学生や外国人研究員・学生の受け入れについては効果が少ない結果となった。

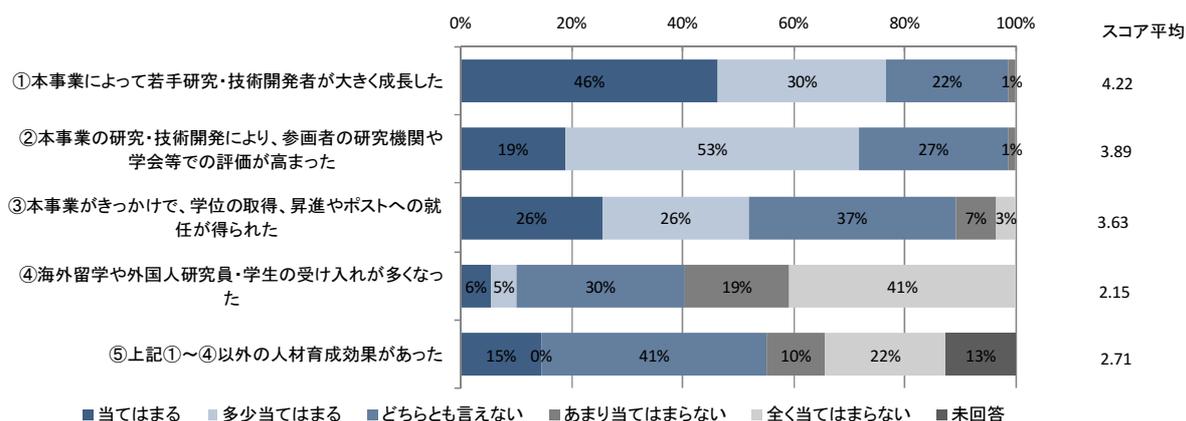


図 2-11 人材育成効果

第4節 事業がなかった場合の影響

1. 事業に採択されなかった場合の研究課題

事業に採択されなかった場合の研究課題について尋ねたところ、「②採択課題は停滞し、ほとんど発展しなかったと思われる」が40%、「①採択課題の実施は困難になり、中止された可能性が高い」が38%、「④他の資金を獲得し、採択課題を実施したと思われる」が22%となり、所属機関の予算内で研究を実施するだけでは発展せず、相応の研究資金が必要であったと推測される。

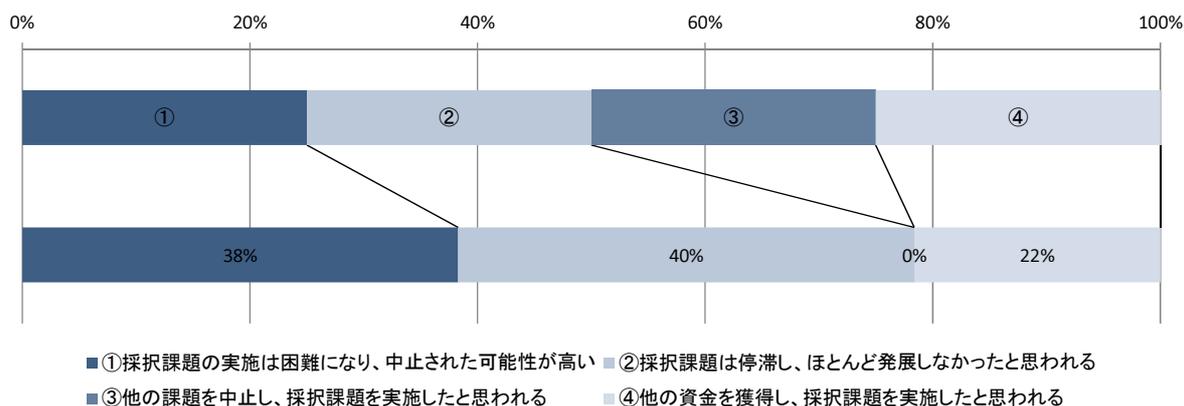
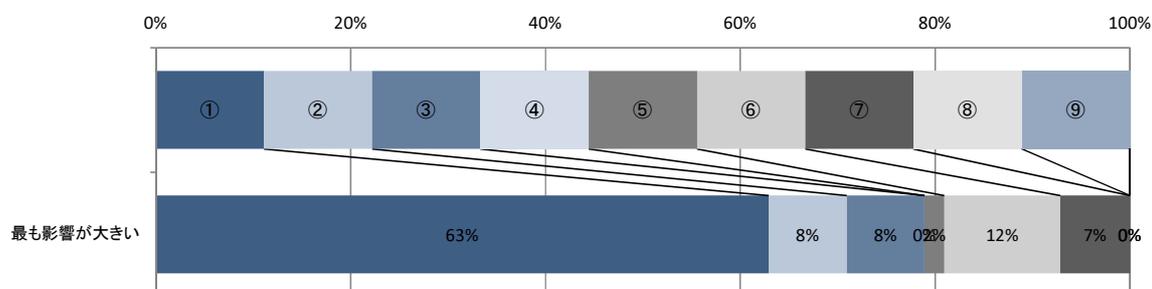


図 2-12 事業に採択されなかった場合の研究課題

2. 科学技術的成果および波及効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、科学技術的成果および波及効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「①本研究・技術開発の成果がきっかけとなり、関連分野で新たな発見や成果が得られた」が63%となり、半数以上に達した。



- 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

図 2-13 科学技術的成果および波及効果へのマイナス影響

3. 経済産業的波及効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、経済産業的波及効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「①本研究・技術開発の成果が、新市場創出につながる新製品の開発に結び付いた」が 42%で最も大きく、次いで「③生物関連産業に応用可能な新技術・手法等の開発・普及につながった」が 36%との回答が多かった。

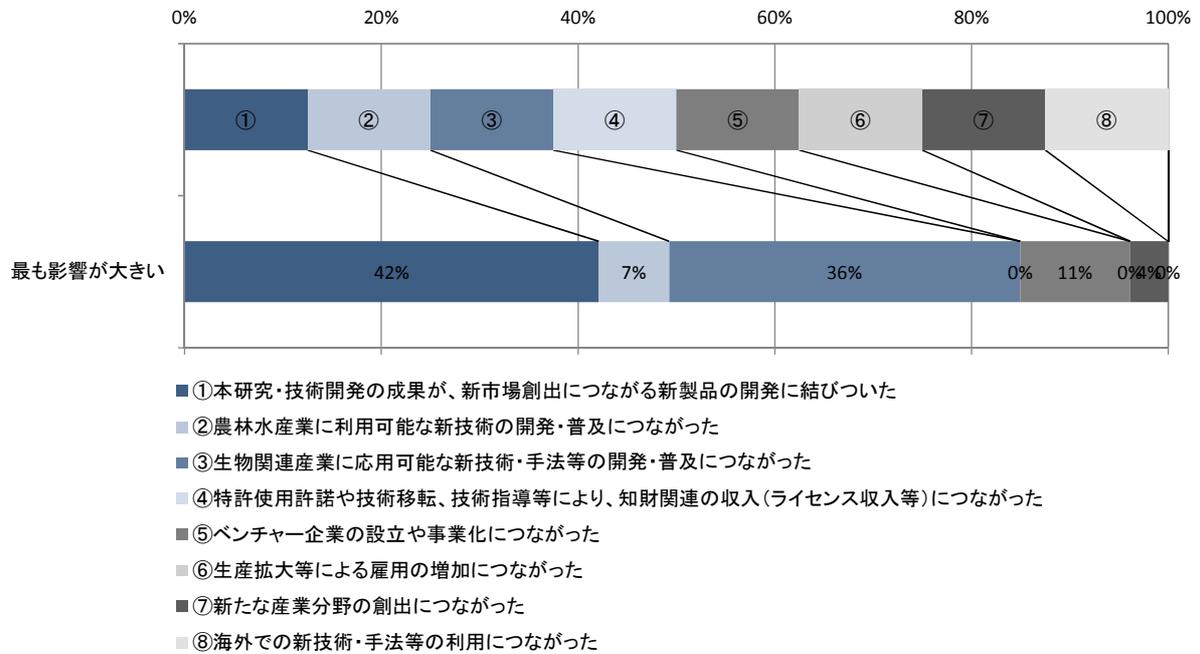


図 2-14 経済産業的波及効果へのマイナス影響

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、「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」との回答が42%で最も多く、次いで「③食品の安全や安心な社会づくりへの貢献につながった」が40%と続いた。

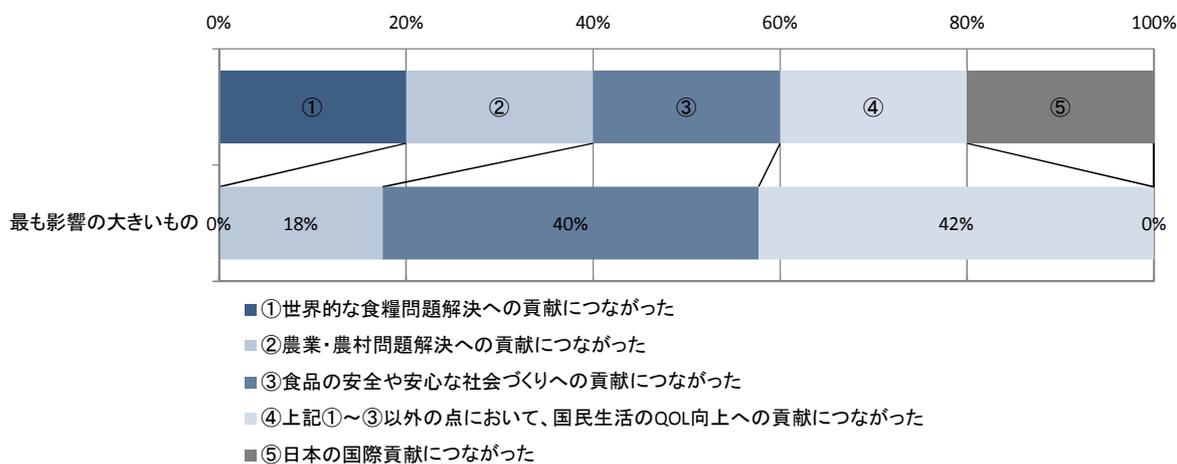


図 2-15 社会的波及効果へのマイナス影響

5. 人材育成効果へのマイナス影響

事業がなかった場合の影響として、人材育成効果に関して最もマイナス影響が大きい項目としては、「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54%で最も多い結果となった。

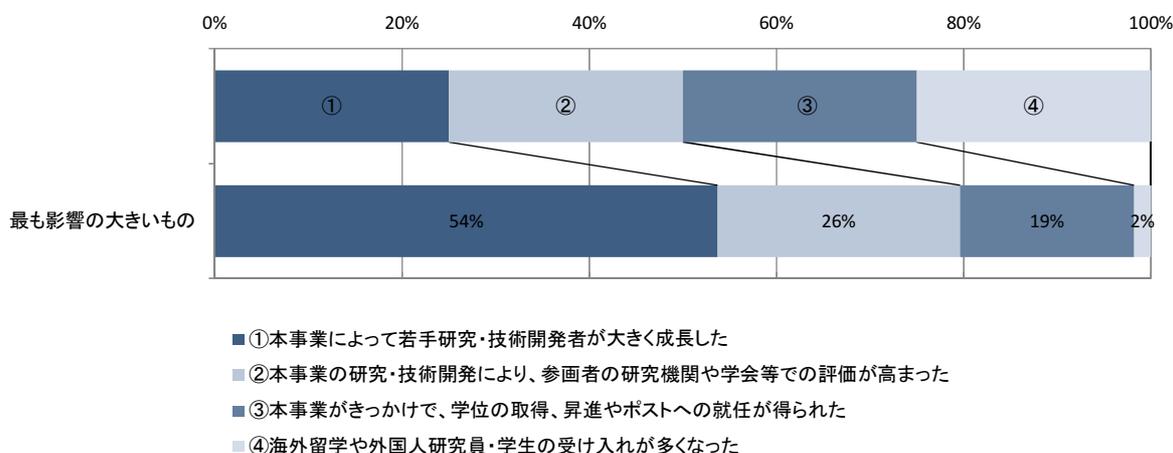


図 2-16 人材育成効果へのマイナス影響

6. 目的の成果・波及効果が得られた／得られなかった要因

目的の成果・波及効果が得られた要因として、「②適切な体制が構築され、体制に応じた資金配分がなされた」のスコア平均が4.57で最も高く、次いで「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4.53、「⑦生研センターからの適切な支援があった」が4.49、「④適切な進捗管理および外部環境変化への対応がなされた」が4.34、「③リーダーシップが発揮された」が4.33と続いた。研究・技術開発チームの体制構築および運営について、生研センターからの支援を受けながら、各チームで極めて効果的に実施されていたことがうかがえる。

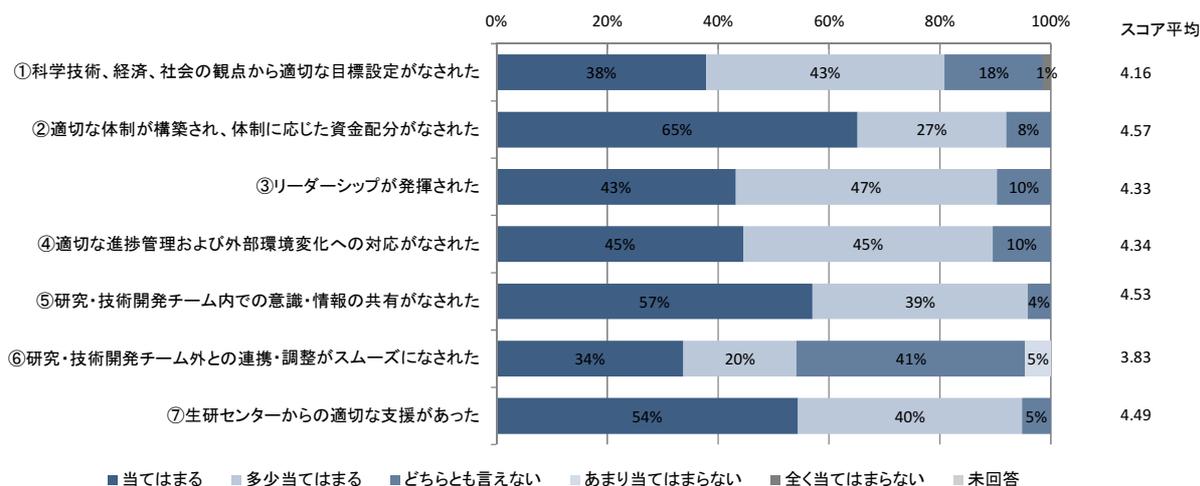


図 2-17 目的の成果・波及効果が得られた／得られなかった要因

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

- セレブロシド高蓄積菌株の選抜において、世界各地の発酵乳を収集して 2000 菌株異常を分離し、その蓄積能を解析したが、当初予測していただけた高蓄積株を入手することができなかったことが、1 番大きな原因だったと思われる。このことがプロジェクト全体の進捗状況を悪くしたと考えている。
- 研究体制・環境は整ったものの、菌体の生産性を商業レベルまで高めることが困難であったことが、実用化が遅い原因である。
- 目的の成果が得られなかった要因としては、目標設定が、不十分であったと考えられる。
- 植物の香りを利用した天敵誘引剤の開発、および害虫防除に世界に先駆けて成功し、日本の科学技術成果を国外にアピールする目的を果たせた。天敵誘引剤および天敵給餌装置の波及効果については、数年以内の農薬登録完了後に明らかになると思われるが、すでにブラジルなど海外の研究者からの問い合わせがあるなど、海外での利用という波及効果もあると思われる。
- 私の担当課題ではなく、プロジェクト全体に関して言えば、コンソーシアムという形態がよくなかったと感じる。また、技術コーディネーターの役割が不明であったため、私の担当課題で得られた成果のコンソーシアム参画企業への適切な技術移転が図られなかったように思う。そのことが、中間評価での適切な評価の妨げの要因になったと思う。
- その後の成果等につきましては、私の担当した分野は一部であり、主体研究機関にお問い合わせください。
- まず組換え米という規制のハードルがあった。後は、食品か特定保健食になるのか医薬品になるのかが問題となって許認可の窓口が明確化されなかった。
- 提案内容が野心的に過ぎたため、実用化レベルの商品を開発したり、事業開始には至らなかった。

第5節 事業の制度設計について

1. 事業規模

事業規模については、「①事業の資金は、研究・技術開発を推進するにあたり必要十分なものであった」のスコア平均が 4.07、「②事業の期間は、研究・技術開発を推進するにあたり必要十分なものであった」は 3.85 であり、研究者からは研究資金の額に対する評価が高かった。

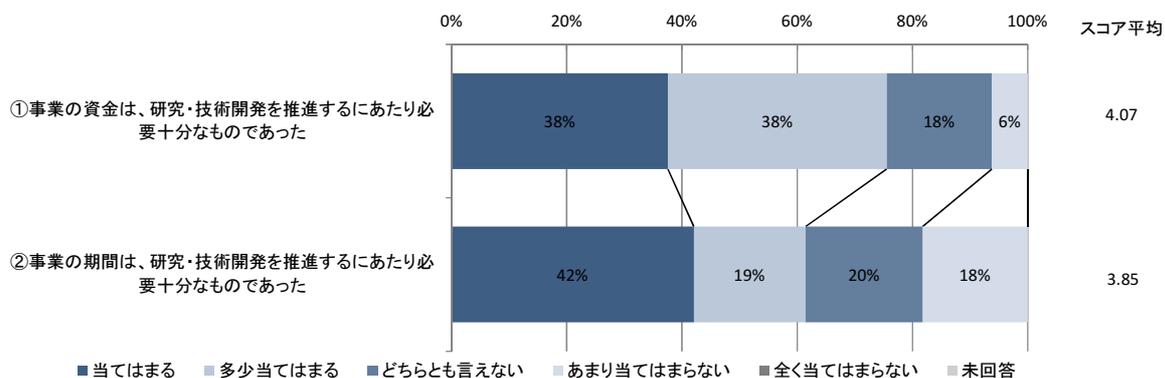


図 2-18 事業規模

2. 課題評価

課題評価については、「①中間評価の内容は、適切かつ納得できるものであった」のスコア平均が 4.20、「②事後評価の内容は、適切かつ納得できるものであった」が 4.23 といずれも高く、課題評価に対する納得性は高かった。

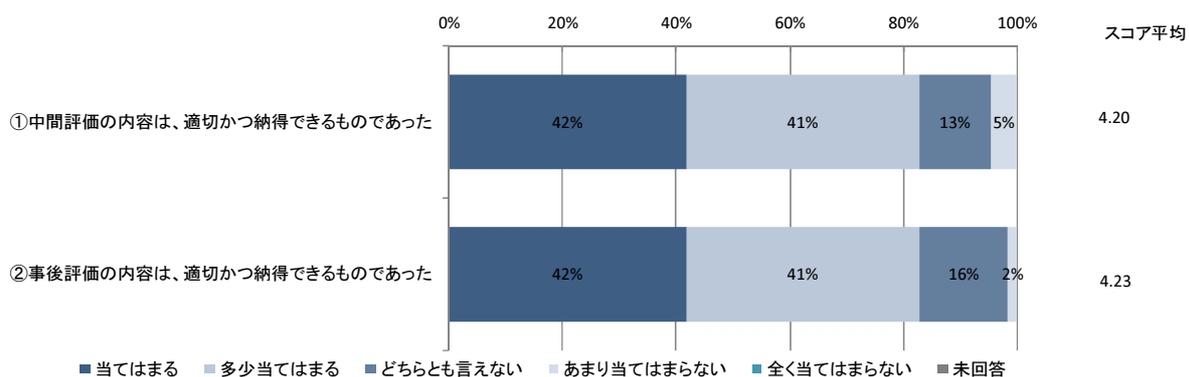


図 2-19 課題評価

3. ご意見・ご要望

事業の制度設計について、回答者より以下のようなご意見・ご要望を頂いた。

- (本事業は、帯広畜産大学を核として 5 分野の協力で実施し、相互の連携は良かったと考えている。生研センターのヒアリングにおけるアドバイスも適切であり、事業推進に役立ちました。前述のとおり、目的とする菌株を入手できなかったことが、その後が開発された他の手法によるセレブロシド生産と比べて、経済的な魅力を失った最大の原因になったと思います。) 生研センターの研究推進に関する支援について、現在の方法で研究実施者へのアドバイスなどは十分行われていると感じています。
- 研究サポートを戴いた事は大変感謝しております。実用化には繋がっておりませんが、学位の取得や研究参画各社との繋がりは継続しており、人的ネットワークは有効に機能しております。
- 生研センターの研究推進事業は農業、食品産業分野における研究活動の支援に大きな貢献をしていると思います。生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業においては、大学、他社との共同研究による貴重な経験を得て基礎的研究による製品開発というリスクの高い課題に挑戦できました。遺憾にも、当社においては分担分野における直接の製品につながる実用化ができませんでしたが、事業全体で見ると評価できる成果が得られたと思います。
- 課題の提案から、時間経過とともに研究開発が進み、提案時の範囲から外れる成果も得られることがあるが、このような成果は課題から外れるから評価できないとされることが理解でき、課題研究は範囲の中でまとめることの重要性を学ぶことができた。ありがとうございました。
- 今後も民間企業を含めたかたちで、各般にわたる支援をお願い致します。
- 本事業での研究成果(天敵誘引剤、天敵給餌装置)については、農薬登録を済ませてからでないと販売・利用ができないことから、成果の実用化や普及に至るまでに時間がかかるのはやむを得ないと思われまます。1-2年以内に農薬登録許可がおりると思われまますので、近い将来に成果の普及や波及効果を大きく取り上げることができると考えております。
- 本プロジェクトについて一言申し上げたいと存じます。ある種の害虫に被害された植物にその害虫の天敵が集まるという現象から、植物の発散する匂い成分を明らかにし天敵誘引剤を開発しようとした発想は非常に興味深く、研究心を掻き立てるものでした。しかし、実際に取り組んでみると、植物由来の誘引成分として同定された物質の有引力は想像を遥かに下回る非常に弱いもので、とても実用に供するような状況にはありませんでした。率直に申し上げて、残念ではありますが当初のもくろみは完全な失敗に終わったと言わざるを得ません。その原因として考えられることの第一は、本プロジェクトの基本となった三者系研究者の当初の考えに間違いがあった可能性を疑わざるを得ないということです。即ち「害虫の被害を受けた植物がボディーガード(害虫の天敵)を呼ぶ!」といった植物が主体となる華々しい現象では決してなく、天敵の側の能動的な行動を含めたもっと複雑な自然現象として捉え直す必要があるように思いました。実用化に資するようなデータは得られませんでした。特に若手研究者に対して今後の研究の新たな方向性を指し示すデータが得られたという点では意義のある成果があったものと考えております。
- 本事業は「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」として、京都大学のほか、民間企業 3 社でコンソーシアムを形成し、プロジェクト全体では「チオレドキシンを応用した

機能性食品の開発」という研究課題名で行われました。しかし、全体のプロジェクトの中で、各参画機関が個別に研究課題を設定し、個々の課題を行ったという経緯があります。京都大学からは、ウイルス研究所の淀井先生を中心としたグループと、農学研究科の私のグループが参加しましたが、それぞれが機関代表という形で参画しております。今回のアンケートの回答は、私の担当課題「メチルグリオキサールによるチオレドキシシン誘導機構の解明と応用」についての回答であって、コンソーシアム全体についての回答ではないことをご承知置きください。

- 本事業を進めるうえで、生研センター様には大変お世話になりました。御礼申し上げます。
- 事業の推進についての相談窓口があっても良かった。
- 社内ではできなかったことを共同研究先とともに挑戦できたことは有意義であり感謝している。このような制度が今後も継続されるとありがたい。一方で、税金を使っている以上、成果も出すべきであるというのも理解できるので、成果が出なかったことを反省している。

第3章 詳細調査

以下の4課題について、詳細に調査を行った

タイプ	課題名	技術コーディネーター(事業当時所属機関)
異分野 融合研 究開発 型	北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発	大西 正男(帯広畜産大学) 小田 有二(独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター)
	農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発	三輪 章志 (石川県農業総合研究センター)
	チオレドキシンを応用した機能性食品の開発	淀井 淳司 (京都大学ウイルス研究所)
起業化 促進型	希少なキノコ新規栽培法の開発	大賀 祥治 (九州大学大学院農学研究院)

第1節 北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（異分野融合研究開発型：平成14年度－18年度）
 技術コーディネーター：大西 正男（帯広畜産大学）・小田 有二（(独)農業・食品産業技術研究機構北海道農業研究センター〔事業当時〕）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① 酵母セレブロシドの構造解析及び生理機能の解明	帯広畜産大学	大西 正男
② ビートモラセスを原料としたセレブロシド高蓄積酵母培養技術の開発	日本甜菜製糖（株）	田村 雅彦
③ チーズホエーを原料としたセレブロシド高蓄積酵母培養技術の開発	よつ葉乳業（株）	元島 英雅
④ セレブロシド高蓄積乳酵母の探索及びセレブロシド分子種の解析	帯広畜産大学	荒井 威吉
⑤ セレブロシド及び関連脂質高蓄積酵母の分子育種による作出	(独)農業・食品産業技術研究機構北海道農業研究センター	小田 有二、高桑 直也
⑥ 酵母菌体からのセレブロシドの抽出・精製方法の開発並びにセレブロシド高蓄積酵母の食品素材への利用性の検討	日本製粉（株）	小野 治三郎、間 和彦

ヒアリング協力者：大西正男（帯広畜産大学〔現所属〕）

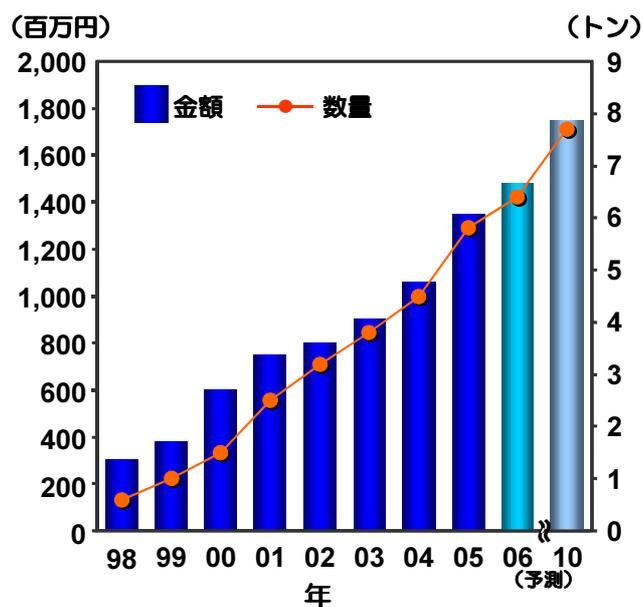
ヒアリング実施日：平成24年12月20日

1. 研究の背景と位置づけ

(1) 開始時の研究分野や社会の動向

2000年前後から、花王などを中心に合成セラミド（疑似セラミド）を配合した化粧品が数多く商品化され、欧州においても糖セラミド（グルコシルセラミド）入りの食べる化粧品が販売されるなど、セラミド（スフィンゴ脂質）の需要が高まっていた。当時セラミドについてはポーラや日油（日本油脂）、ユニチカ、オリザ油化、日本製粉などが様々な原料を元に研究開発を実施していたが、市場で優位性を持っていたのは日油であった。日油のセラミドは含有量4%の原料が1kgあたり40万円程度とかなり高価で、価格の低下が求められていた。

また、ちょうどそのころBSEの問題が生じ、牛の脳からセラミド（セレブロシド）を分離することができなくなり、植物由来のセラミド（スフィンゴ脂質）が求められるようになっていた。



(出所) 帯広畜産大学提供資料

図3-1 「セラミド」素材の市場規模

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

前項に述べた状況の中、植物由来で低価格なセラミドを開発するために、生研センター事業への応募を検討した。帯広畜産大学と農業・食品産業技術研究機構北海道農業研究センターの小田氏に十分な知見と有用な特許が存在していたため、応募に踏み切った。その他の農林水産省の制度や経済産業省の制度への応募も当初検討していたが、生研センター事業を受託できたため、実際の応募はしなかった。

(3) 当該事業の意義

当該事業の受託を契機として、生研センターの「民間実用化研究促進事業」や、農林水産省「産学官連携による食料産業等活性化のための新技術開発事業」の受託につながるなど、研究として大きく発展することができた。当該事業を受託するまでは、競争的研究資金の敷居が高いと感じており、情報も十分に入ってこなかったが、一つの事業を受託することにより大きく道が開かれた。

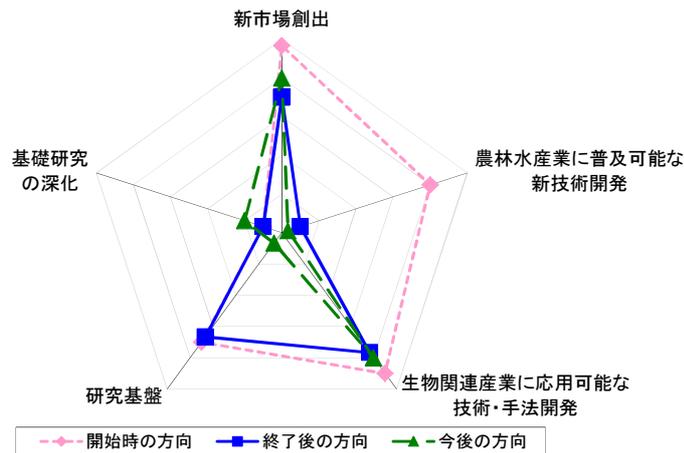
当該事業がなかった場合、採択課題は停滞し、ほとんど発展しなかったと思われる。

(4) 研究の狙い

上述のように、当該研究は低価格でセラミド（グルコシルセラミド）を生産する技術を開発することを狙いとして実施された。具体的には、当該研究チームが保有する酵母培養技術を利用し、安価な原料である北海道東部の農畜産加工副産物（ビートモラセス（廃糖蜜）とチーズホエー（乳清））を活用することにより低コスト化を実現しようとした。

2. 研究の展開

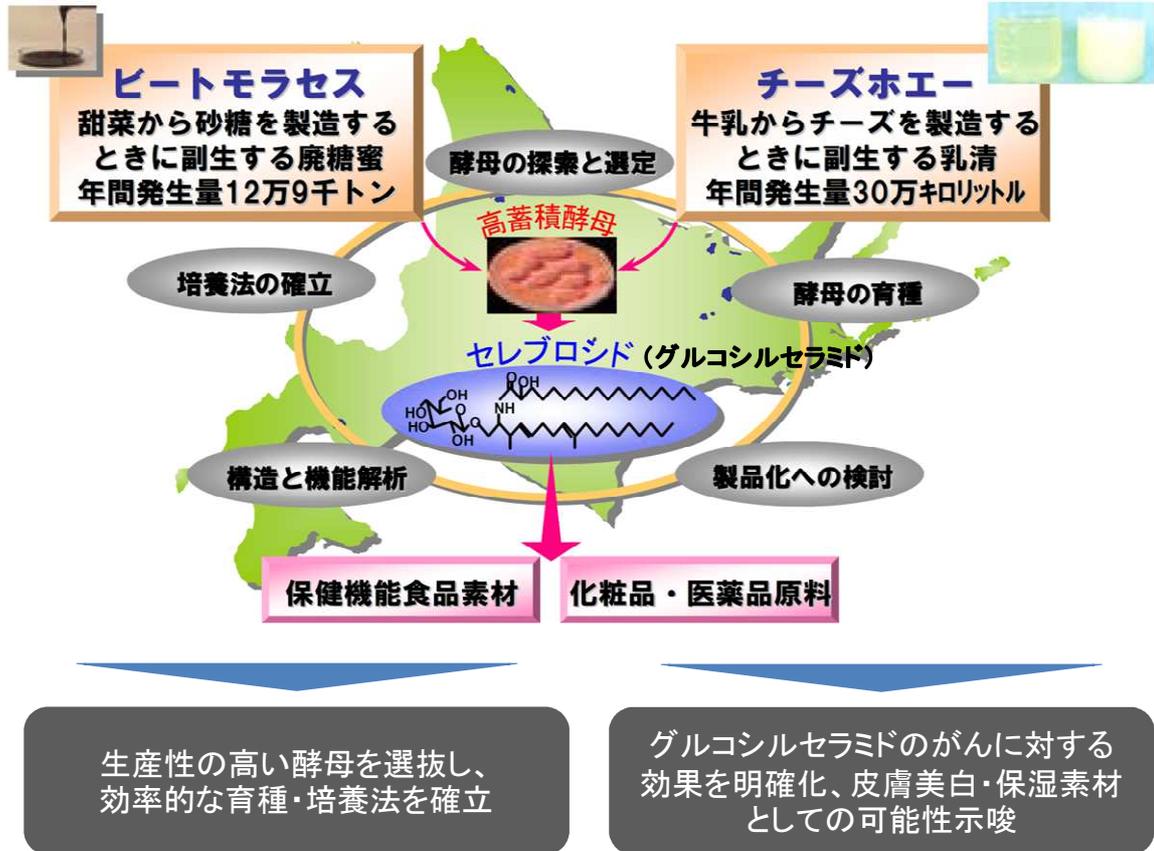
研究者へのアンケートおよびヒアリングの調査の結果（「当てはまる」「多少当てはまる」「どちらとも言えない」「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」の5つの回答）をスコア化し、事業の開始時、終了時、今後の研究の方向性をレーダー図で示した。なお、未回答は、「どちらとも言えない」として集計した。



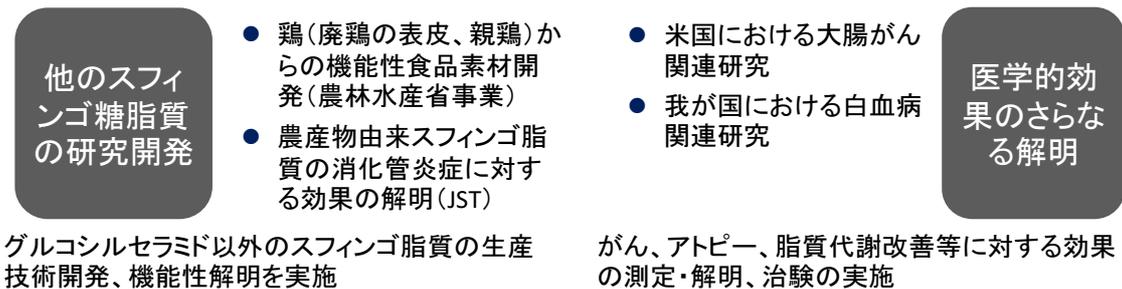
本研究課題は、事業開始前は「新市場創出」や「農林水産業に普及可能な新技術開発」を目的として実施されたが、市場環境の変化に伴い事業終業後ではそれらの方向に研究を進展させることは難しいとの認識になっている。今後の方向性としては「生物関連産業に応用可能な技術・手法開発」に最も焦点が当てられている。

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



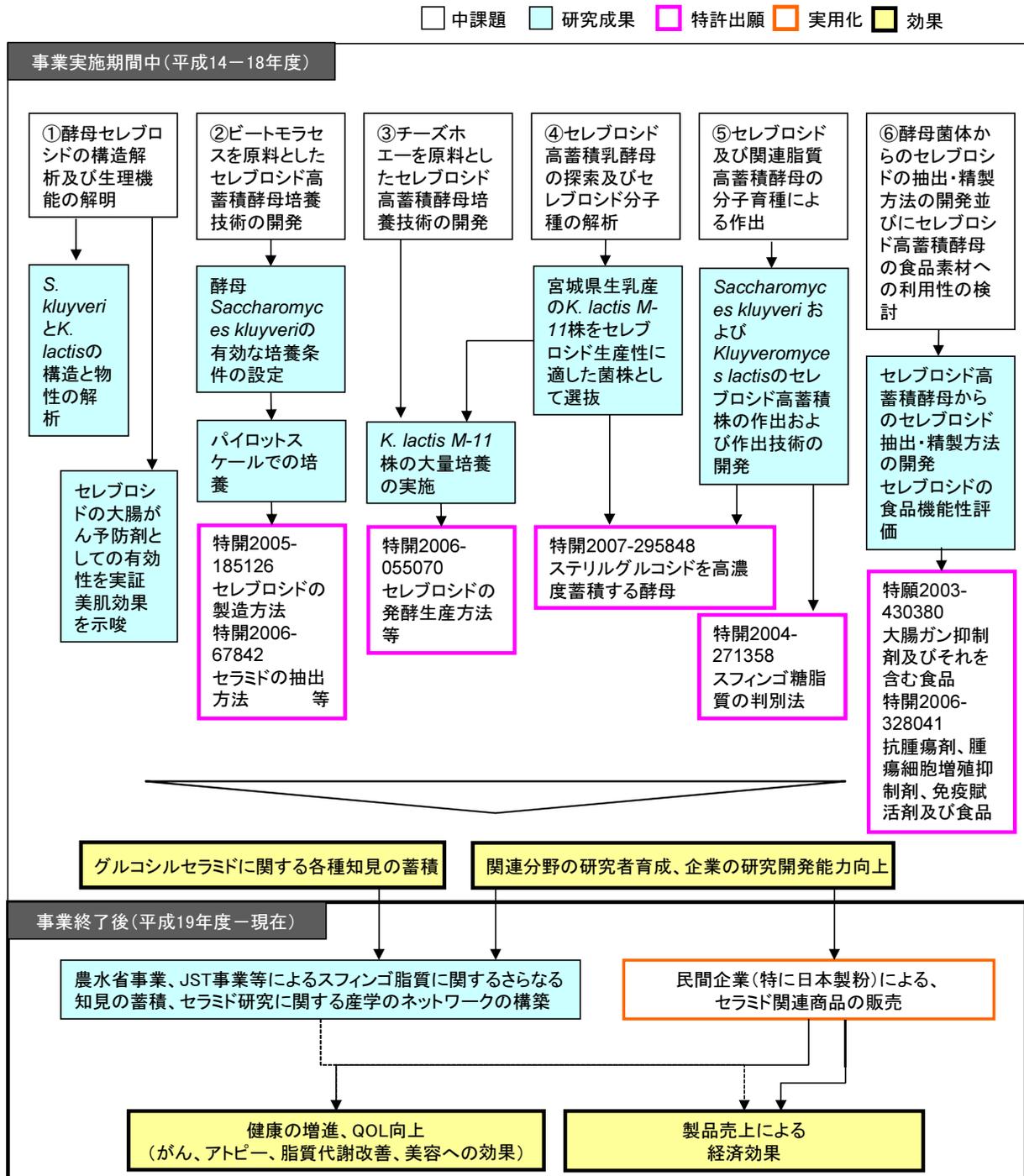
その後の展開



今後の展開



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。



※図中で枠線が点線のものは、将来的に実現する内容であることを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

本研究の目的は、北海道東部の基幹畑作物のひとつである甜菜（ビート）から砂糖を製造するときに副生するビートモラセス（廃糖蜜）および牛乳からチーズを製造するときに副生するチーズホエー（乳清）を原料としてセレブロシド[グルコセレブロシド（グルコシルセラミド）]蓄積株である、*Saccharomyces kluyveri*および *Kluyveromyces lactis* を培養して付加価値の高い糖脂質セレブロシドを低コストで製造するための技術開発を行い、北海道における新事業創出および地域経済の活性化を目指すことである。

本研究によって、発がん予防、アトピー性皮膚炎緩和などに有効なセレブロシドを蓄積した酵母菌体を生産できれば、酵母から抽出したセレブロシドを新しい機能性を備えた付加価値の高い食品素材あるいは化粧品および医薬品の原料として使用できる。

(2) 研究内容

本研究は6つのサブテーマで実施された。

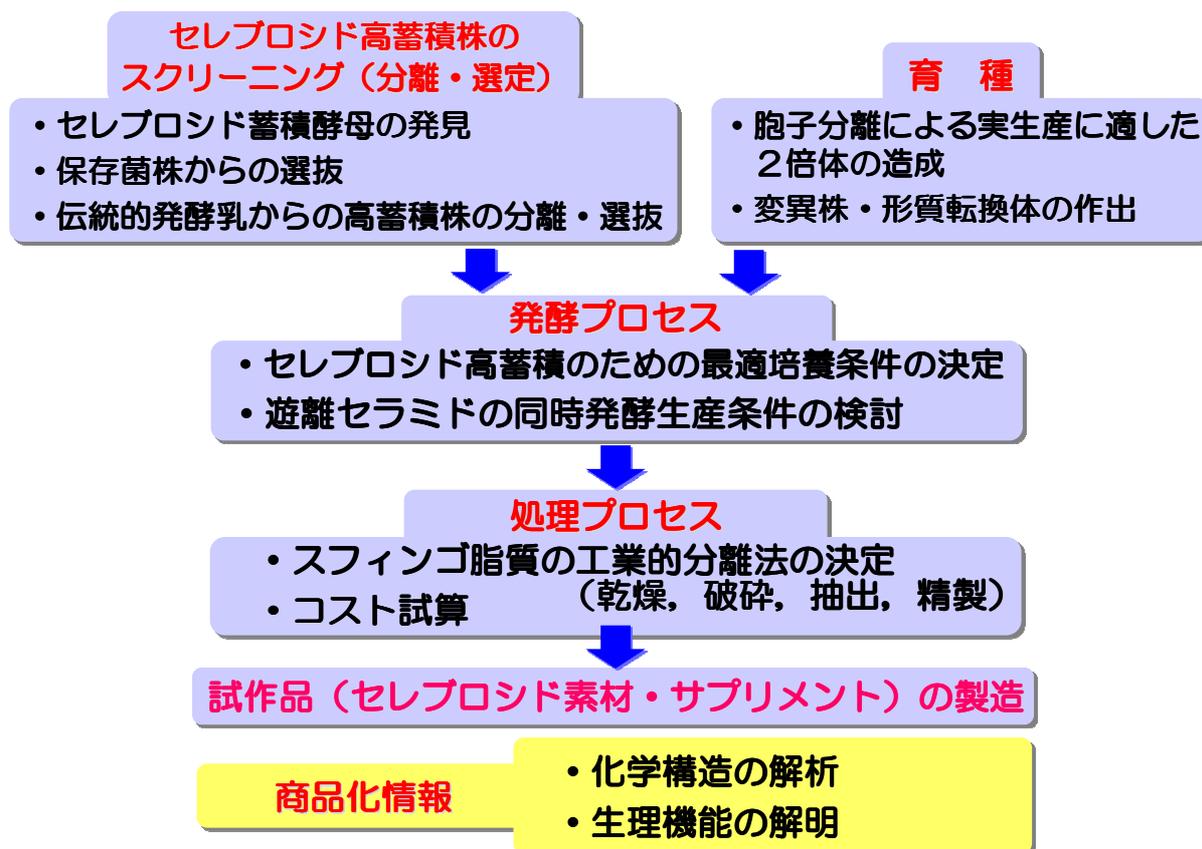


図3-2 研究開発の流れ

プロジェクト前半では研究機関保存菌株の中からセレブロシド生産性の高い菌株を選定し、工業生産における最低の目標値（酵母中のセレブロシド含量を乾燥菌体 1g 当たり 3mg 以上）を実現できる培養条件を明確にした。同時に、自然発酵乳を分離源とする乳酵母からセレブロシド高蓄積株の選抜・同定を行うとともに、薬剤耐性変異株の作製や胞子分離などの手法で育種を行い、セレブロシド高蓄積株の作出を実施した。その他、酵母セレブロシドの成分特性の解明、免疫学的な手法によるセレブロシド分析法の確立、セレブロシドの大腸がん予防効果の実証、酵母セレブロシド濃縮物の安全性評価などを実施した。

プロジェクト後半では、工業生産に有望な選抜株を用いて安定生産に向けた条件を明確にするとともに、酸性スフィンゴ脂質の分解による遊離セラミドとの同時発酵生産技術の確立を目指した。その後、選抜株や改良株を用いた大量培養を実施して酵母セレブロシド素材品を製造し、その急性毒性や変異原性などの安全性の確認を行うとともに、新規な機能性が期待される飲料、菓子、化粧品などの応用製品の試作を行った。

その他、セレブロシドの生理機能については、アトピー性皮膚炎モデルマウスを用いた症状緩和効果、細胞系でのセレブロシドの美白効果、セレブロシドの消化管保護作用などを実証した。同時に、これまでのセレブロシドと遊離セラミドを中心にした分析に加えて、酵母中に見出される酸性スフィンゴ脂質を含めた全スフィンゴ脂質の網羅的解析を進め、機能性脂質群の化学的実体を明らかにした。

(3) 研究体制

研究は帯広畜産大学と北海道農業研究センターの2つの地域の研究機関に地元企業を加えた地域密着型のコンソーシアムが形成された。コンソーシアムの生成は帯広畜産大学の西大氏と北海道農業研究センターの小田氏が中心となって行った。

具体的な役割分担としては、セレブロシド高蓄積酵母の探索はもともと国内外の乳製品から多くの乳糖資化性酵母（乳酵母）を分離・保有していた帯広畜産大学の荒井研究室が実施し、分子育種による作出は北海道農業研究センターの小田氏が実施した。酵母培養技術については、各原料を有する企業が担当し、ビートモラセスは日本甜菜製糖、チーズホエーはよつ葉乳業が実施した。生理機能の解明は帯広畜産大学の西大研究室、食品素材への利用性の検討は日本製粉で行われた。

研究は基本的には各機関による分散型であったが、同一地域で近距離に立地していることもあり、頻繁にプロジェクトミーティング等の情報交換をしながら実施された。

(4) 研究成果

主要な研究成果は以下の通りである。

- ① *S. kluyveri* については、研究機関保存株の中からビートモラセスで培養したときにセレブロシド（グルコシルセラミド）を高蓄積する菌株を選抜した。また、*K. lactis* については、国内外の乳製品から分離される乳糖資化性酵母（主に *K. lactis*）を探索し、宮城県産乳より分離した *K. lactis* M-11 株をチーズホエーを用いたセレブロシドの発酵生産に適した菌株として選抜した。

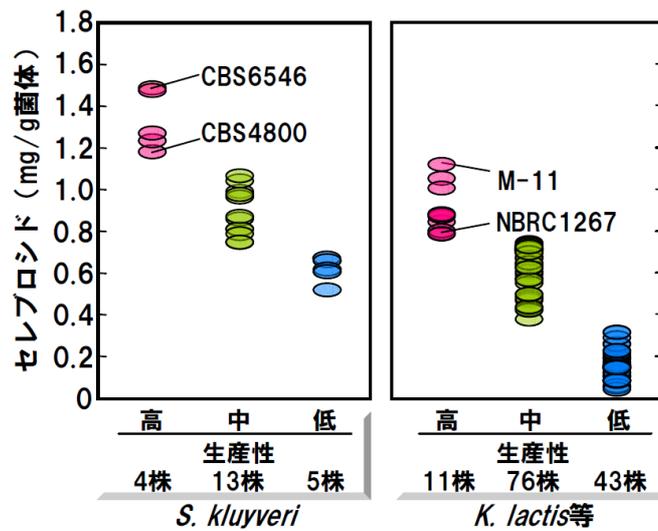


図3-3 酵母菌株によるセレブロシド生産性の検討

- ② セレブロシド高蓄積株の *S. kluyveri* CBS6546 については、ビートモラセスを含んだ培地で、また、*K. lactis* NBRC1267 については、チーズホエーを含んだ培地で、それぞれ培養法の最適化を検討した結果、CBS6546 については糖欠乏による栄養制限下での培養で、NBRC1267 についてはクエン酸と硫酸の添加で、セレブロシドがビートモラセスまたはチーズホエーのみで培養した場合と比較してそれぞれ約 2~3 倍増加した。

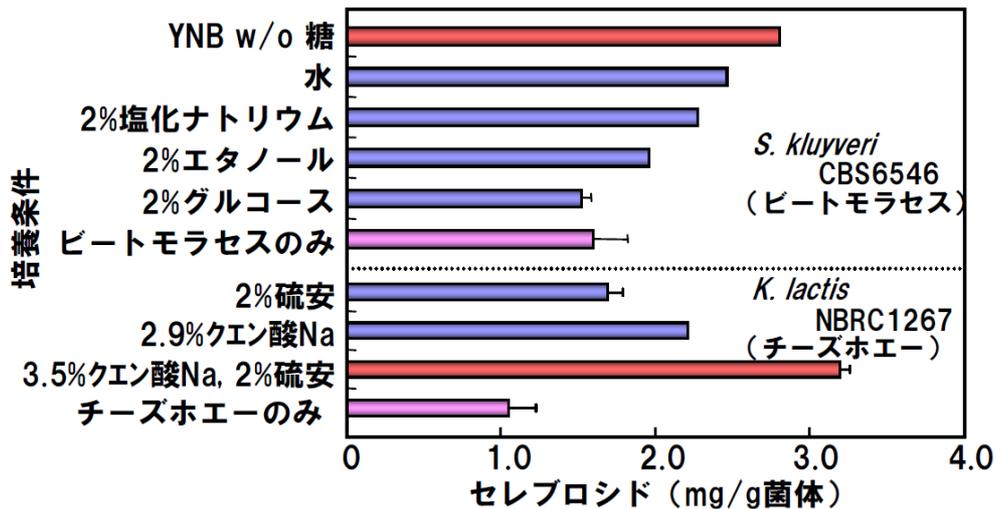


図3-4 ビートモラセスとチーズホエーを用いた培養条件によるセレブロシド含量の違い

- ③ セレブロシド含量と菌体収量のバランスが良い *S. kluyveri* CBS4800 (四倍体) の半数体(二倍体) を計 30 株分離し、この中から培養液当りのセレブロシド含量 (セレブロシド収量) がより高い

SP-25 株を実用菌株として選択し、ビートモラセスを用いたセレブロシドの発酵生産に使用することとした。

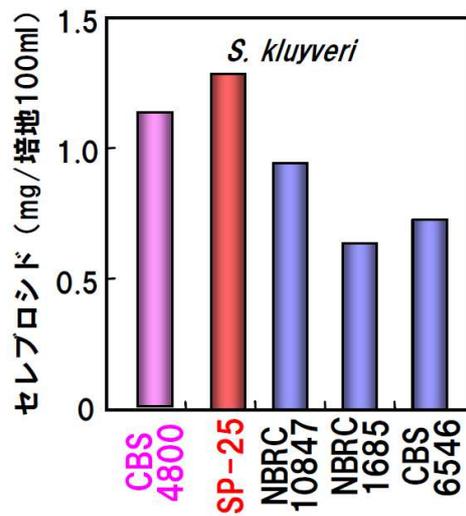
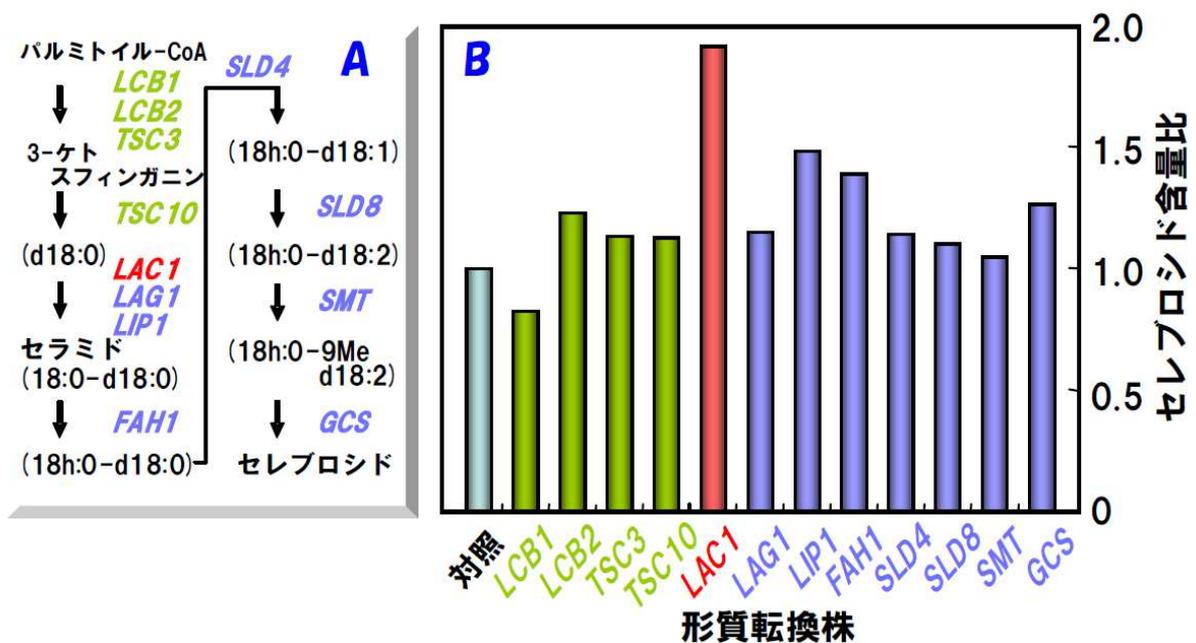


図 3-5 孢子分離により得られた実用菌 (SP-25 株) と研究機関保存株のセレブロシド収量

- ④ セレブロシド合成に係るすべての酵素遺伝子群をクローニングし、各遺伝子の過剰発現株を作製してそれぞれのセレブロシド含量を測定したところ、セラミド合成酵素遺伝子 (LAC1) を過剰発現することによってセレブロシドが対照群 (ベクターのみの群) と比較して倍増することを見出した。



A, セレブロシド合成経路と代謝関連遺伝子
B, 各遺伝子過剰発現株のセレブロシド含量

図 3-6 セレブロシド高生産性 *K. lactis* 形質転換株の造成

- ⑤ セレブロシド構造を精査した結果、構成スフィンゴイド塩基において特徴的な真菌型セレブロシド(9-メチルスフィンガジエニン含有型)を蓄積する酵母の他に、植物型セレブロシドを蓄積する乳酵母(*K. marxianus*) および両者の中間を示す酵母を見出した。また、嫌気培養では中間型の *K. thermotolerans* がヒト型のセレブロシドを生産した。

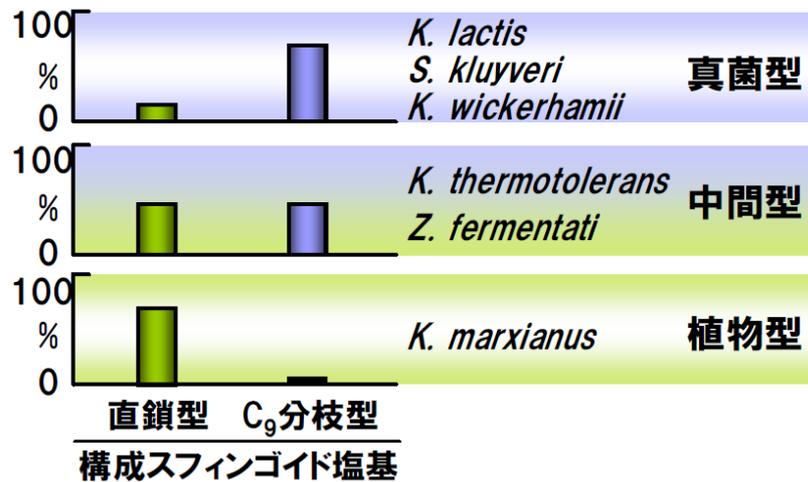


図 3-7 酵母が生産するセレブロシドのタイプ

- ⑥ セレブロシドのがんに対する機能を検討し、酵母セレブロシドより精製した 9-メチルスフィンガジエニン(9-Me d18:2^{4t,8t})を含めたすべての構成スフィンゴイド塩基が大腸がん細胞 (Caco-2) へのアポトーシス誘導作用を有することを確認した (図 3-8)。また、ジメチルヒドラジン投与による大腸腺腫(ポリープ) 誘発マウスにおいて、食餌性セレブロシドが大腸腺腫の発症を抑制することを見出し、酵母セレブロシドのがん予防効果を細胞および実験動物レベルで実証した (図 3-9)。

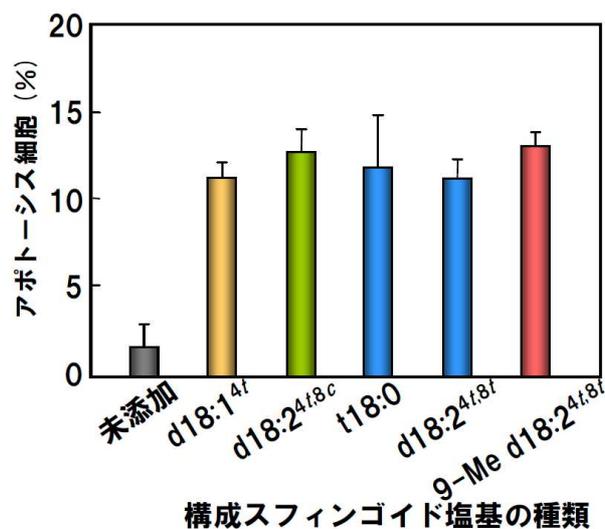


図 3-8 各種スフィンゴイド塩基によるヒト結腸がん (Caco-2) 細胞へのアポトーシス誘導

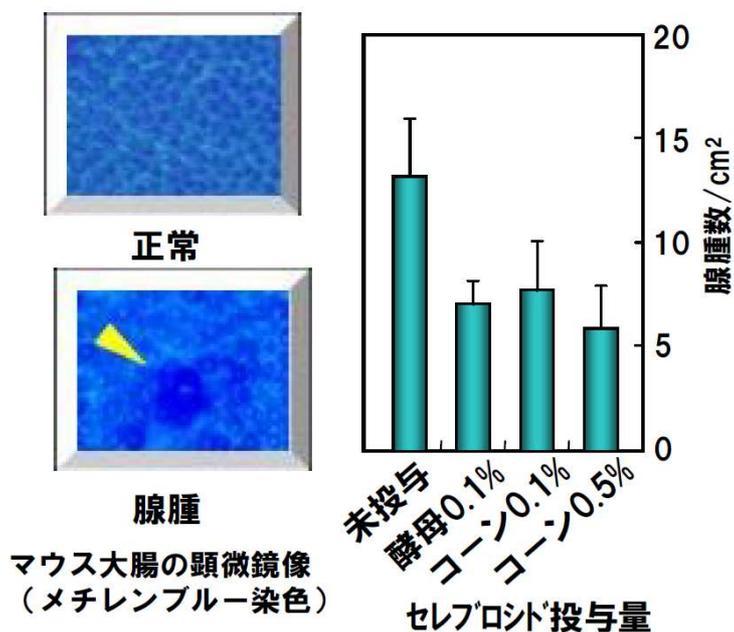
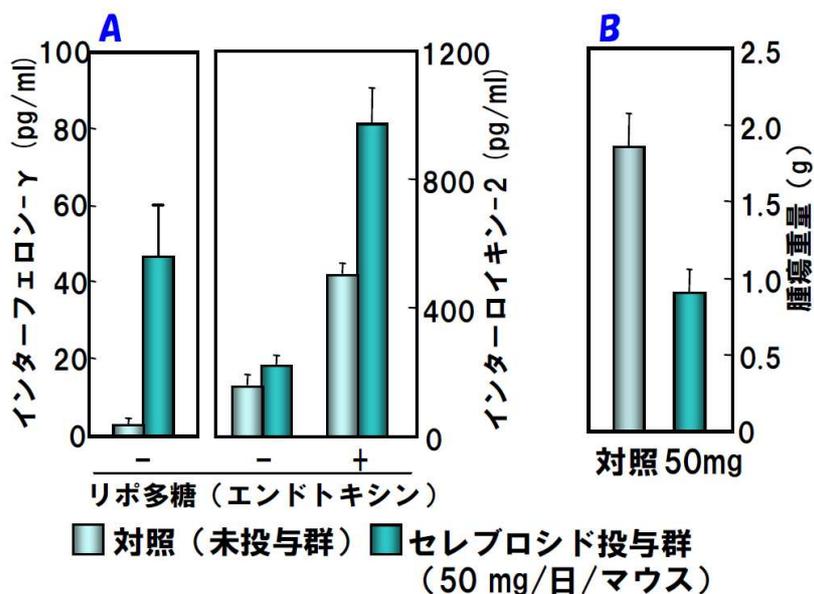


図3-9 大腸腺腫(ポリープ)誘発マウスにおける食餌性セレブロシドの腺腫発症抑制効果(大腸がん予防効果の実証)

⑦ 胆癌マウスでは、セレブロシドの経口投与によって脾細胞でのサイトカイン(インターフェロン-γとインターロイキン-2)の誘導促進が認められ、免疫賦活効果を有することが明らかとなった(下図A)。また、皮膚移植腫瘍細胞の縮小効果が観察された(下図B)。



A, 脾細胞でのサイトカイン誘導促進能、B, 皮膚への移植腫瘍細胞の縮小効果

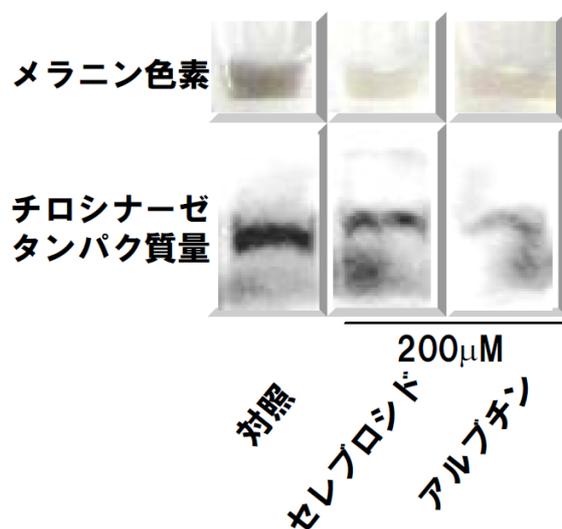
図3-10 経口摂取によるセレブロシドの免疫賦活作用

- ⑧ ビートモラセスおよびチーズホエーを用いて培養した酵母菌体から、エタノール抽出、アルカリ分解、濃縮・精製などを行ってセレブロシド素材（10%含有の粉末とソフトカプセル）を生産する技術を確認するとともに、セレブロシド蓄積乾燥酵母の製剤化技術も確立した。



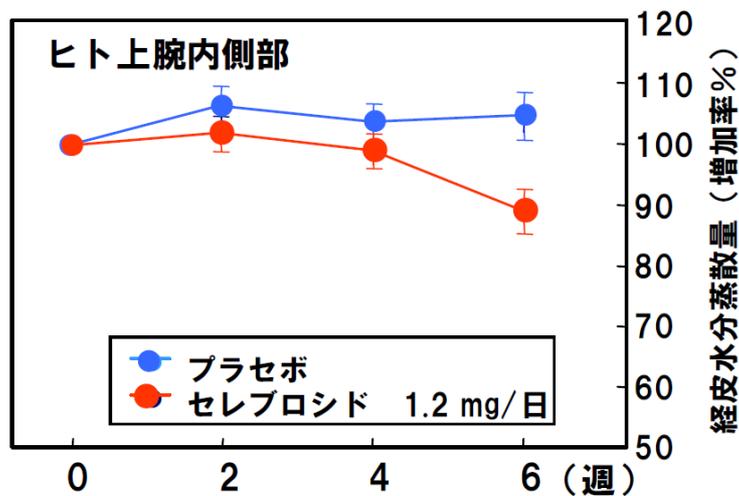
図 3-11 酵母菌体からのセレブロシドの分離精製法

- ⑨ 皮膚に対する生理機能として、B16 メラノーマ細胞におけるセレブロシドのメラニン生成抑制効果を実証した（図 3-12）。また、セレブロシド摂取によるヒト皮膚での保湿性向上（図 3-13）ならびにアトピー性皮膚炎モデルマウス(NC マウス)での血漿 IgE の低下などを明らかにした。



アルブチン：チロシナーゼの発現抑制剤

図 3-12 B16 メラノーマ細胞における酵母セレブロシド のメラニン生成抑制効果（美白効果）



プラセボ: セレブロシドを含まず、賦形剤等のみ

図 3-13 経口摂取によるセレブロシドの皮膚保湿効果

- ⑩ このように、本研究によって、ビートモラセスおよびチーズホエーを用いたセレブロシド高蓄積酵母培養技術を開発した。また、セレブロシドのがんに対する効果を明らかにするとともに、皮膚美白・保湿素材としての実用化の可能性を提示した。

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

当該事業は、上述したように数多くの研究成果を創出し、研究計画当初の目標の多くを達成したが、5年間の研究期間の間に民間企業ベースの取組みにより、セラミドの価格が1/10にまで低下してしまい、結果として量産コストを達成することはできなかった。よって、研究の発展は酵母を利用した糖脂質セレブロシドの発酵生産とは異なる方向に進展した。

研究実施者は、当該事業をスフィンゴ脂質に関する一連の研究として考えており、継続的な類似研究として以下のプロジェクトを実施した。

プロジェクト名	事業名	期間	実施機関
廃鶏の表皮からのヒト型スフィンゴ脂質とプラズマローゲンの機能性食品素材化技術の開発	産学官連携による食料産業等活性化のための新技術開発事業（農林水産省）	H17～ H18年度	株式会社レオロジー機能食品研究所、帯広畜産大学、南薩食鳥株式会社、有限会社梅田事務所

親鶏由来の機能性リン脂質群の分離とその含有食品の製造	民間実用化研究促進事業（生研センター）	H19～ H21 年度	丸大食品株式会社、株式会社レオロジー機能食品研究所、農事組合法人エヌチキン、帯広畜産大学
農産物由来スフィンゴ脂質による消化管炎症に対する効果に関する研究	地域イノベーション創出総合支援事業（独立行政法人 科学技術振興機構）	H20 年度	帯広畜産大学

(2) 新たな研究成果

上述の3つのプロジェクトでは、以下のような研究成果が得られた。

1) 廃鶏の表皮からのヒト型スフィンゴ脂質とプラズマローゲンの機能性食品素材化技術の開発

廃鶏表皮からの機能性複合脂質素材調製法について、以下の一連の成果を得た。

- ① 廃鶏の温屠体を用いることによって、表皮を人力でも効率的に剥ぎ取ることが可能であった。
- ② hi-LOHS-R を新規に開発し、脂質成分の酸化分解を起こすことなく表皮を殺菌・脱脂できることを明らかにし、その後、凍結乾燥処理によりそのまま機能性食品素材として実用化できることを提示した。
- ③ LOHS 処理した表皮をヘキサン脱脂してからエタノール抽出、あるいはエタノール抽出物をヘキサンで分配することによって、廃鶏表皮複合脂質を濃縮することがラポレベルで達成された。

その他、アトピー性皮膚炎(AD) モデルマウスに対するスフィンゴミエリン (SM)精製物の塗布効果を検証し、SM 塗布は Th1 型細胞産生性のインタフェロンガンマ(IFN- γ)および誘導性一酸化窒素生成酵素(iNOS)による免疫反応をいずれも抑制することを実証した。

2) 親鶏由来の機能性リン脂質群の分離とその含有食品の製造

当該プロジェクトでは、以下のような代表的成果が得られた。

- ① 鶏皮に含まれるスフィンゴミエリン (SM) に着目した高機能性食品を開発し、糖尿病、高脂血症、アトピーに対して抗疾病性機能を有することを確認した。
- ② ムネ肉に含まれるプラズマローゲン (pIPC/pIPE) に着目した高機能性食品を開発した。
- ③ 脱油鶏皮乾燥粉末を用いて食品素材として取り扱える濃縮スフィンゴミエリン(SM 約 3%含有)を開発した。さらに、濃縮スフィンゴミエリンから高純度スフィンゴミエリン (SM 約 90%含有) を大量調製できる技術を開発し、商業レベルでの生産体制も確立した。
- ④ 親鶏ムネ肉粉末を原料として食品素材として取り扱える濃縮プラズマローゲン (pIPC/pIPE 約 10%含有)を開発した。さらに、濃縮プラズマローゲンから高純度プラズマローゲン (pIPC/pIPE 約 90%含有) を大量調製できる技術を開発し、商業レベルでの生産体制も確立した。

3) 農産物由来スフィンゴ脂質による消化管炎症に対する効果に関する研究

当該プロジェクトでは、農産物より得られる機能性脂質であるスフィンゴ脂質（セラミド、グルコ

シルセラミドなど)の消化管に与える影響について、特に消化器官への抗炎症、実際の疾病として潰瘍性大腸炎に対する効能について、薬剤投与による実験動物系を用いて研究し、健康機能性を解明した。

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

当該研究および一連の周辺研究が発展することにより、2008年に北海道大学大学院先端生命科学研究院の五十嵐靖之教授を中心として「セラミド研究会」が設立された。「セラミド研究会」は、セラミドやセラミド関連脂質(セラミドが修飾された化合物や代謝産物も含む)に関する研究などを推進するとともに、国内の研究者の交流・情報交換の場として、年1回程度学術集会を開催している。大学等の研究者に加え、15社のセラミド関連企業も参画して、活動が行われている。

2) 経済産業的波及効果

セラミド市場は堅調に増加しており、現在はユニチカが市場トップとなっている。セラミドは1日2mgの摂取で効果が得られるため、g単位で摂取しなければならないコラーゲンと比して摂取しやすく、健康食品・化粧品材料として優れている。

本事業の成果を直接活用しているわけではないが、事業参画企業である日本製粉が近年大きくシェアを伸ばしている。日本製粉は、ニップンセラミドシリーズで、2012年に日本食糧新聞社より第一五回「日食優秀食品 機械資材・素材賞」を受賞している。

3) 社会的波及効果

社会的波及効果としては、セラミド(スフィンゴ脂質)の医学的な効果があげられる。当該事業においても、アトピー性皮膚炎への効果や大腸がん抑制効果が見出されている。

また、医学的な効果については近年さらに注目が集まっており、国内外で研究が盛んに行われている。米国では大腸がんに対する研究、国内では白血病に対する治験などが実施されている。それを受けて、「スフィンゴ・セラピー研究会」も立ち上げられた。

さらに、皮膚保湿や美白作用によるQOL向上も波及的な効果としてとらえることができる。

4) 人材育成的波及効果

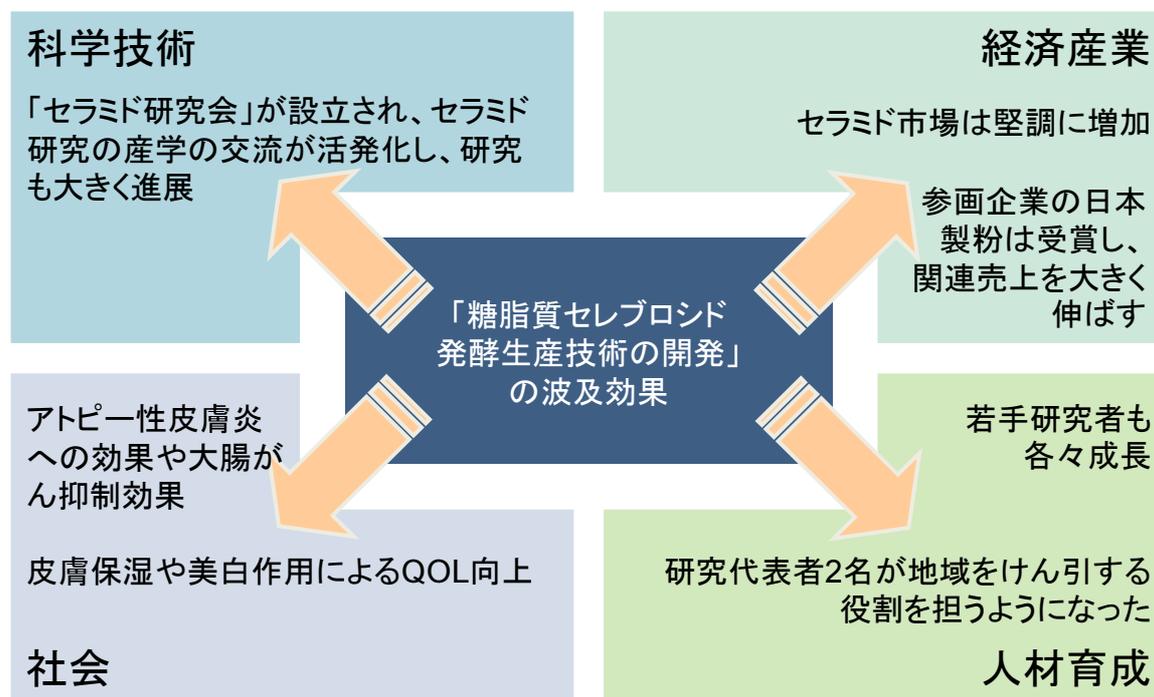
これら一連の事業を通じて、社会人博士を中心に8名が博士を取得し、当該分野の研究開発および企業での事業化進展に寄与している。

参画研究者に関しては、技術コーディネーターの大西氏は、当該事業を契機として数々の競争的研究資金の代表者を務め、当該地域が実施した都市エリア産学官連携促進事業の研究統括も務めた。十勝地域の都市エリア産学官連携促進事業は発展型に進展するなど、一定の成功を収めている。北海道農業研究センターの小田氏は、現在帯広畜産大学に籍を移し、副学長・理事となっている。

若手研究者も各々成長し、北海道農業研究センターの高桑氏、帯広畜産大学の木下准教授、(株)ジェヌイン(元丸大食品)の柚木氏などがめざましい活躍をしている。

(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。



当該事業と当該事業の成果を活用した民間企業の取組みにより、セラミド関連の研究開発および事業化は大きく進展した。人材育成効果も高く、参画した研究者はいずれもその後継続して成果を上げている。特に2名の技術コーディネーターは地域をけん引する立場となった。

今後はその医学的な性質が明らかになり、治験等が進むことにより、社会的な効果が大きく実現することが期待される。

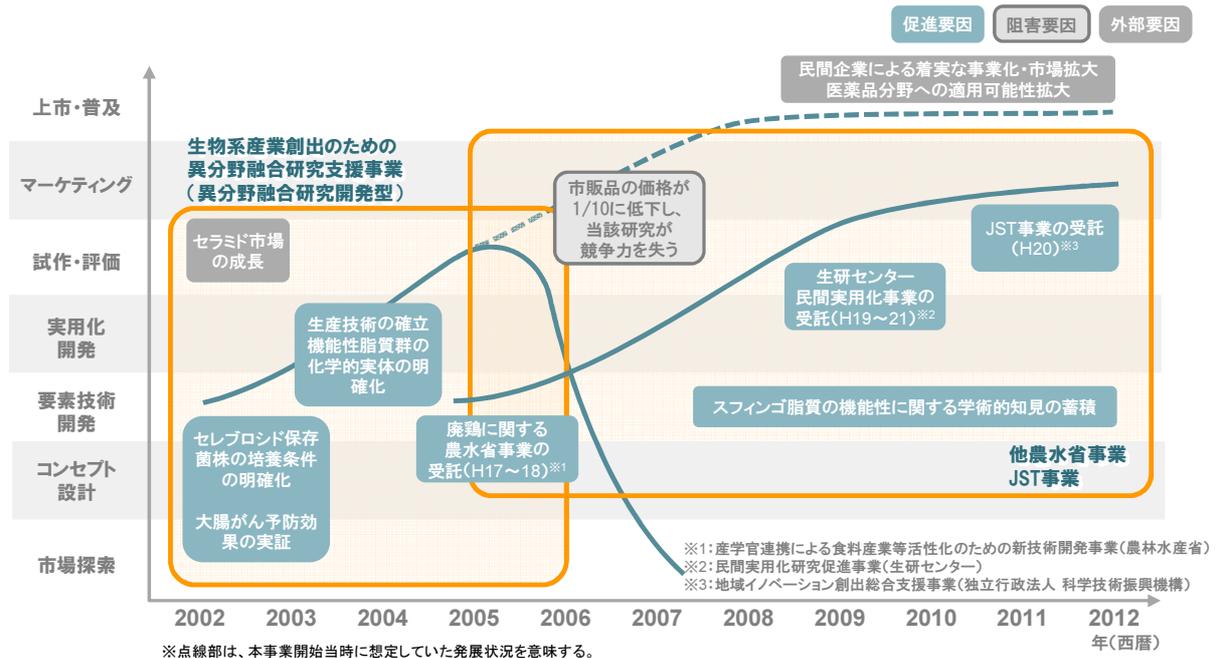
(5) 追跡チャート

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。

本事業はセラミド市場が急拡大する中で、低コストな生産プロセスの開発という明確な産業化テーマのもとに研究開発が始められた。事業期間中の研究開発は順調に進んだものの、民間企業によるセラミド（スフィンゴ脂質）材料の低価格化が想定以上に進み、本事業の技術を生かした産業化は、プロジェクト終了時点で見極められることとなった。

他のスフィンゴ脂質に関する研究開発は様々な競争的研究資金を使って行われ、現在も産業化に向けた取り組みが進展中である。

本事業の直接の成果ではないが、民間企業によるセラミドの産業化（健康食品、化粧品）は順調に進展しており、今後は医薬品分野への展開が期待されている。



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

スフィンゴ糖脂質の多くは動物細胞に存在し多様な生理現象に関わっていると考えられているが、細胞内での存在量が極微量であるため非常に高価であり、同じ生体成分であるリン脂質などに比べて研究が立ち後れてきた。そこで、本課題では低価格で高品質なセラミドを生産する技術の開発を主要な目的として研究計画を吟味し分担研究者が選択されている。

しかしながら、全体の方向性を示す大課題が「北海道の農畜産加工副産物を原料とすること」と「糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発」という二つの限定条件を掲げて、セレブロシドに焦点を当てて行われた点は留意が必要である。つまり、セレブロシドに関連する様々な物質のうち、食品や化粧品および医薬品などの生理効果や応用に関する情報が高度に集積しているものはセラミドであり、セレブロシドの直接効果に関する知見はむしろ少ない。

実際、本研究ではセレブロシドに関する各種知見が得られ、本事業の実施期間中によって中課題の目標に即した研究成果は着実に得られ特許出願等により知財化されているが、文献データベースで解析してもその後にセラミド関連商品開発への明確な研究の流れが派生しているようには認められない。

(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

スフィンゴ糖脂質やセラミドが難病疾患の治療法開発に寄与する可能性や、機能性食品および化粧品材料として大きく成長する可能性を持った重要物質であることを示したことは本課題研究の大きな成果であるといえる。

2) 経済産業的波及効果の評価

研究成果は着実に得られ特許出願等により知財化されているが、その後にセラミド関連商品開発への明確な研究の流れが派生しているようには認められない。また、事業終了後に、実用化されているセラミド関連商品は、同時並行的に開発されていたイネやトウモロコシ由来の植物性セラミドであり、酵母培養を軸とした本課題との関連性が高いとは言えない。

3) 社会的波及効果の評価

セラミド等の生理機能に対する期待感は健康食品業界や化粧品業界で年々高まっているが、その背景には着実に成果を積み重ねている先端的医科学研究の貢献が大きいものと考えられる。本課題研究の遂行体制は生産技術の開発に向けられたものであるため、生物種を超えたセラミド資源の重要性などについての情報発信や啓蒙が期待されているのではないだろうか。

4) 人材育成効果の評価

本事業を通じて8名の若手研究者が博士号を取得したことは、優れた教育成果として高く評価できる。しかし、それらの博士取得者がその後着実に能力を発揮して独立した研究者になることが人材育成効果の最終的な評価となる。また、報告書に述べられているような技術コーディネーターや研究分担者は既に独立した研究人格を備えており、ここで言う人材育成の対象にはならない。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

スフィンゴ糖脂質とも呼ばれるセラブロシドは、主として神経組織に存在するガラクトセラブロシドとその他の組織に存在するグルコセラブロシドに大別できる。これらセラブロシドから糖が脱離した化合物はセラミドあるいはスフィンゴ脂質などとして、肌を潤すクリームや化粧水の重要成分として消費者の人気を集めている。また、セラミドはスフィンゴシンという長鎖アミノアルコールが長鎖脂肪酸とアミド結合した化合物であるともいえる。これらの定義や用語についてはあいまいに取り扱われることが多いため、当該分野の研究開発および事業化を進めるためにも、一般人が理解しやすい表現法を用いて啓蒙を重ねる事が、先駆的に技術開発事業を行った研究者達の責務と考えられる。

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
1	ISLAM SS	44
2	CONVERTI A	22
2	OHNISHI M	22
4	CERDAN ME	21
4	MONDAL S	21
6	DOMINGUEZ JM	19
6	TEIXEIRA JA	19
8	PASSOS FML	18
9	MAITI TK	17
9	XUE CH	17
11	LEE JH	16
12	BONNARME P	15
12	DAS D	15
12	DOMINGUES L	15
12	JESPERSEN L	15
12	LECLERCQ-PERLAT M	15
12	ODA Y	15
12	WANG HX	15
19	AVILOV SA	13
19	CORRIEU G	13
19	SPINNLER HE	13

順位	機関名	論文数
1	CSIC	59
2	INRA	53
3	VIDYASAGAR UNIV	44
4	UNIV MINHO	35
5	UNIV FED VICOSA	34
6	CHINESE ACAD SCI	31
6	UNIV SAO PAULO	31
8	OBIHIRO UNIV AGR VET MED	29
9	UNIV ESTADUAL CAMPINAS	28
10	CHINESE UNIV HONG KONG	27
10	UNIV GENOA	27
12	OCEAN UNIV CHINA	26
12	UNIV ROMA LA SAPIENZA	26
12	USDA ARS	26
15	CHINA AGR UNIV	25
16	RUSSIAN ACAD SCI	24
17	UNIV MILAN	21
17	UNIV VIGO	21
17	UNIV WISCONSIN	21
20	UNIV EXTREMADURA	19
20	UNIV LAVAL	19
20	UNIV NAACL AUTONOMA MEXICO	19
20	UNIV PARMA	19

(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。

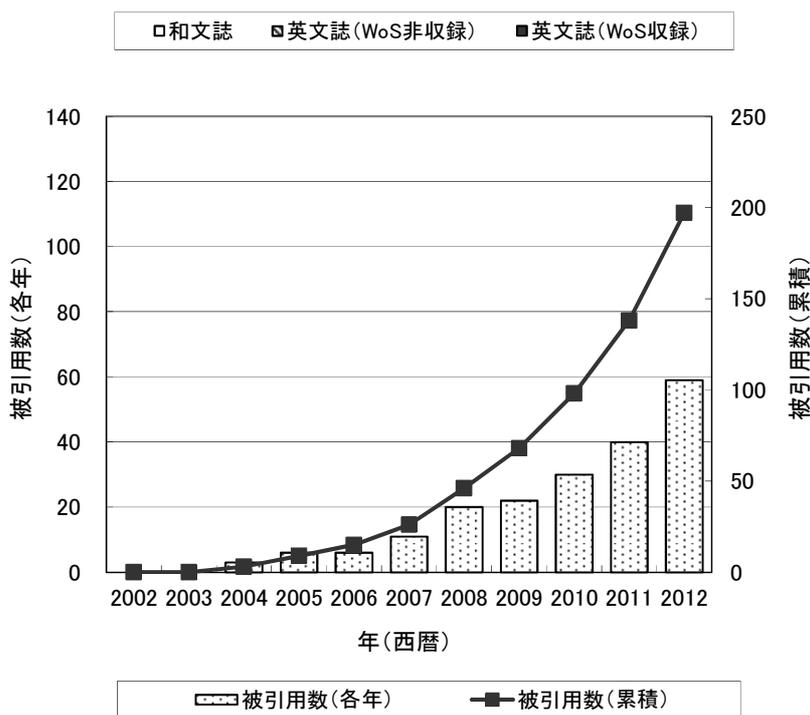
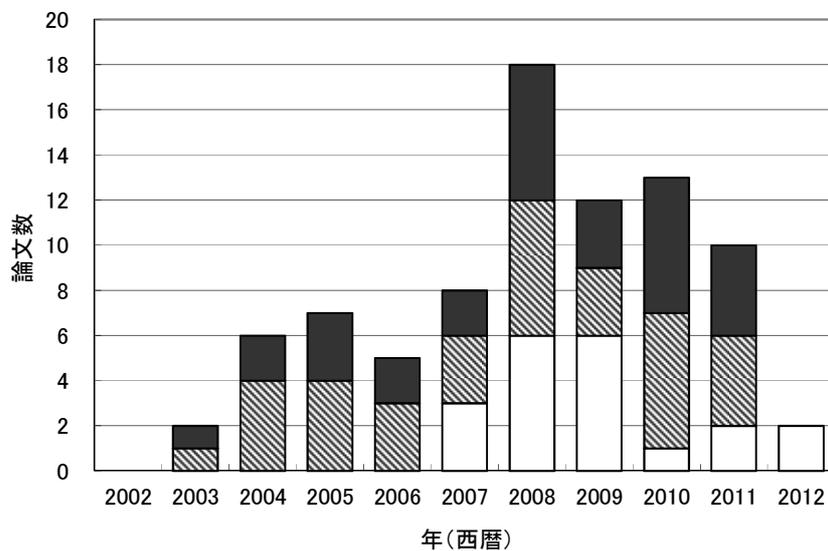
条件 1 : 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年~2013 年
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY CHEMISTRY APPLIED BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY
条件 3 : タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	HPLC (High performance liquid chromatography) transglucosylation complex lipids liquid chromatography-ion trap mass spectrometry chicken skin single spore sphingoid base Sphingoid bases DNFB sphingolipid synthesis plasmalogens cell-wall degradation Mx1 Grifola frondosa cerebroside ceramide synthase melibiose natural killer T cell Zucker rat

	Debaryomyces hansenii beta-cryptoxanthin Sea cucumber cheese whey edible mushroom lactation period marine mammal Kluyveromyces lactis glucosylceramide
検索論文数	2,840 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 8²であった。

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

(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
21	Digestion of maize sphingolipids in rats and uptake of sphingadienine by Caco-2 cells	Sugawara, T; Kinoshita, M; Ohnishi, M; Nagata, J; Saito, M	JOURNAL OF NUTRITION, 133, 2777-2782	2003	36
24	Determination of glucosylceramide contents in crop tissues and by-products from their processing	Takakuwa, N; Saito, K; Ohnishi, M; Oda, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 96, 1089-1092	2005	19
27	Presence of glucosylceramide in yeast and its relation to alkali tolerance of yeast	Saito, K; Takakuwa, N; Ohnishi, M; Oda, Y	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 71, 515-521	2006	17
23	Efflux of sphingoid bases by P-glycoprotein in human intestinal Caco-2 cells	Sugawara, T; Kinoshita, M; Ohnishi, M; Tsuzuki, T; Miyazawa, T; Nagata, J; Hirata, T; Saito, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 68, 2541-2546	2004	17
44	Analysis of Glucosylceramides from Various Sources by Liquid Chromatography-Ion Trap Mass Spectrometry	Sugawara, T; Aida, K; Duan, JJ; Hirata, T	JOURNAL OF OLEO SCIENCE, 59, 387-394	2010	16
36	Effect of Dietary Wine Pomace Extract and Oleanolic Acid on Plasma Lipids in Rats Fed High-Fat Diet and Its DNA Microarray Analysis	Yunoki, K; Sasaki, G; Tokuji, Y; Kinoshita, M; Naito, A; Aida, K; Ohnishi, M	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 56, 12052-12058	2008	12
43	Intestinal absorption of dietary maize glucosylceramide in lymphatic duct cannulated rats	Sugawara, T; Tsuduki, T; Yano, S; Hirose, M; Duan, JJ; Aida, K; Ikeda, I; Hirata, T	JOURNAL OF LIPID RESEARCH, 51, 1761-1769	2010	11
31	Analysis of sphingolipid classes and their contents in meals	Yunoki, K; Ogawa, T; Ono, J; Miyashita, R; Aida, K; Oda, Y; Ohnishi, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 72, 222-225	2008	10
41	Identification of Glucosylceramides Containing Sphingatrienine in Maize and Rice Using Ion Trap Mass Spectrometry	Sugawara, T; Duan, JJ; Aida, K; Tsuduki, T; Hirata, T	LIPIDS, 45, 451-455	2010	6
38	EFFECTS OF DIETARY PLANT CEREBROSIDE ON GENE EXPRESSION IN THE LARGE INTESTINE OF 1,2-DIMETHYLHYDRAZINE (DMH)-TREATED MICE DETERMINED BY DNA MICROARRAY ANALYSIS	Kinoshita, M; Aida, K; Tokuji, Y; Sugawara, T; Ohnishi, M	JOURNAL OF FOOD LIPIDS, 16, 200-208	2009	6
45	Effects of dietary glucosylceramide on dermatitis in atopic dermatitis model mice	Ono, J; Kinoshita, M; Aida, K; Tamura, M; Ohnishi, M	EUROPEAN JOURNAL OF LIPID SCIENCE AND TECHNOLOGY, 112, 708-711	2010	5
48	Mechanism of Visceral Fat Reduction in Tsumura Suzuki Obese, Diabetes (TSOD) Mice Orally Administered beta-Cryptoxanthin from Satsuma Mandarin Oranges (Citrus unshiu Marc)	Takayanagi, K; Morimoto, S; Shirakura, Y; Mukai, K; Sugiyama, T; Tokuji, Y; Ohnishi, M	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 59, 12342-12351	2011	4
46	Oral Glucosylceramide Reduces 2,4-Dinitrofluorobenzene Induced Inflammatory Response in Mice by Reducing TNF-Alpha Levels and Leukocyte Infiltration	Duan, JJ; Sugawara, T; Sakai, S; Aida, K; Hirata, T	LIPIDS, 46, 505-512	2011	4
35	Glycosylceramides Obtain from the Starfish Asterias amurensis Lutken	Shah, AKMA; Kinoshita, M; Kurihara, H; Ohnishi, M; Takahashi, K	JOURNAL OF OLEO SCIENCE, 57, 477-484	2008	4
32	Chemical properties of epidermal lipids, especially sphingolipids, of the Antarctic minke whale	Yunoki, K; Ishikawa, H; Fukui, Y; Ohnishi, M	LIPIDS, 43, 151-159	2008	4
22	Content and chemical compositions of cerebrosides in lactose-assimilating yeasts	Tanji, M; Namimatsu, K; Kinoshita, M; Motoshima, H; Oda, Y; Ohnishi, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 68, 2205-2208	2004	4
40	Invariant V alpha 14 Natural Killer T Cell Activation by Edible Mushroom Acidic Glycosphingolipids	Nozaki, H; Itonori, S; Sugita, M; Nakamura, K; Ohba, K; Ohnishi, M; Imai, K; Igarashi, Y; Suzuki, A; Kushi, Y	BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 33, 580-584	2010	3
34	Significance of the KILAC1 gene in glucosylceramide production by Kluyveromyces lactis	Takakuwa, N; Ohnishi, M; Oda, Y	FEMS YEAST RESEARCH, 8, 839-845	2008	3
30	Selection of lactic yeast producing glucosylceramide from cheese whey	Sugai, M; Takakuwa, N; Ohnishi, M; Arai, I; Urashima, T; Oda, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 98, 3643-3646	2007	3
28	Simultaneous production of sphingolipids and ethanol by Kluyveromyces thermotolerans	Tamura, M; Kimura, K; Yunoki, K; Matsumoto, O; Takakuwa, N; Oda, Y; Ohnishi, M	FOLIA MICROBIOLOGICA, 51, 191-195	2006	3

(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2006-055070	セレブロシドの発酵生産方法	よつ葉乳業株式会社 国立大学法人帯広畜産大学	山根 正樹 角田 有希子 丹治 幹男 大西 正男 元島 英雅	2004.08.20	
特開2006-055071	クリヴェロマイセス・マルキシアナスによる4-trans, 8-trans-sphingadienineを主要なスフィンゴイド塩基として持つセレブロシドの製造法	よつ葉乳業株式会社 国立大学法人帯広畜産大学	山根 正樹 角田 有希子 元島 英雅 大西 正男	2004.08.20	
特開2006-067842	セラミドの抽出方法	日本甜菜製糖株式会社 国立大学法人帯広畜産大学	田村 雅彦 松本 收 大西 正男 木村 幸史	2004.08.31	特許4660650
特開2006-232967	複合脂質画分、それから分離されたヒト型スフィンゴミエリンとプラズマローゲンならびにこれらを含む機能性食品素材、医薬品素材および化粧品素材	有限会社梅田事務所 国立大学法人帯広畜産大学 株式会社レオロジー機能食品研究所	梅田 圭司 名達 義剛 藤野 武彦 大西 正男	2005.02.24	特許5062873
特開2009-029748	ナガイモを用いた大腸ガン抑制剤	国立大学法人帯広畜産大学 財団法人十勝圏振興機構	木下 幹朗 柚木 恵太 得字 圭彦 弘中 和憲 大西 正男 川原 美香 大庭 潔	2007.07.27	
特開2011-173813	PPAR α 発現促進剤	国立大学法人帯広畜産大学 丸大食品株式会社	柚木 恵太 大西 正男 木下 幹朗 杉山 雅昭 小玉 芳郎 府中 英孝	2010.02.23	
特開2004-089047	セレブロシドを蓄積した酵母菌体	独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構	小田 有二 大西 正男	2002.08.30	
特開2004-271358	スフィンゴ糖脂質の判別法	独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構	斎藤 勝一 小田 有二 高桑 直也	2003.03.10	特許3796527
特開2007-295848	ステリルグルコシドを高濃度蓄積する酵母	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 国立大学法人帯広畜産大学	高桑 直也 小田 有二 荒井 威吉 大西 正男 浦島 匡	2006.04.28	
特開2009-225769	脂肪酸エステル生産性酵母	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構	高桑 直也 松村 哲夫 齋藤 勝一 篠田 満	2008.03.25	

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2009-225770	トリグリセリド生産性酵母	独立行政法人 農業・食品産 業技術総合研 究機構	高桑 直也	2008.03.25	
特開2005-185126	セレブロシドの製造方法	日本甜菜製糖 株式会社	田村 雅彦 松本 收 大 西 正男 木 村 幸史	2003.12.24	特許4246056
特開2005-187391	大腸ガン抑制剤及びそれを 含む食品	日本製粉株式 会社	間 和彦 木 下 幹朗 大 西 正男 小 野 治三郎	2003.12.25	特許4783550
特開2006-275648	ヒト血液型試薬	国立大学法人 滋賀大学 国立 大学法人帯広 畜産大学 日本 製粉株式会社 コスモ食品株 式会社 財団法 人十勝圏振興 機構	杉田 陸海 糸乗 前 榑 泰典 石井 達 大西 正 男 木下 幹 男 小野 治 三郎 福光 聡 間 和彦 小林 洋一 山口 昭博 大庭 潔 四 宮 紀之	2005.03.28	特許4484151
特開2005-187392	大腸ガン抑制剤及びそれを 含む食品	日本製粉株式 会社 日本甜菜 製糖株式会社	間 和彦 木 下 幹朗 大 西 正男 小 野 治三郎 田村 雅彦	2003.12.25	特許4776163
特開2006-328041	抗腫瘍剤、腫瘍細胞増殖抑 制剤、免疫賦活剤及び食品	日本製粉株式 会社 国立大学 法人帯広畜産 大学	間 和彦 木 下 幹朗 大 西 正男 小 野 治三郎	2005.09.29	特許4962754
特開2006-328041	抗腫瘍剤、腫瘍細胞増殖抑 制剤及び食品	日本製粉株式 会社 国立大学 法人帯広畜産 大学	間 和彦 木 下 幹朗 大 西 正男 小 野 治三郎	2005.04.25	特許4962754
特開2011-246350	ブドウから抽出物を得る方 法、食品の製造方法及び化 粧料の製造方法	日本製粉株式 会社 池田町	小西 俊成 間 和彦 大 淵 秀樹 内 藤 彰彦	2010.05.21	

(2) 実用化例

本研究から直接実用化に至った事例は存在しない。ただし、現在商品化されている数多くのセラミド関連の健康食品の開発に様々な影響を与えていると考えられる。

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発」研究成果報告書（平成 19 年 3 月）
- 社団法人食品需給研究センター「平成 18 年度産学官連携による食料産業等活性化のための新技術開発事業成果報告会成果概要集」（平成 19 年 2 月）
- 生研センター「民間実用化研究促進事業（平成 19～21 年度）研究成果の概要」
- 生研センターHP (http://www.naro.affrc.go.jp/brain/ibunya/files/2006_1sereburoshido.pdf)

第2節 農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発

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 14 年度－18 年度）

技術コーディネーター：三輪章志（石川県農業総合研究センター）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① 農水産物脂溶性機能性成分の検索およびそれに応じた CD ラップ製造法の開発	石川県農業総合研究センター	三輪 章志
② 市販酵素による脂溶性機能性成分 CD ラップ製造および利用技術の開発	国立大学法人岩手大学農学部	三浦 靖
③ 脂溶性機能性成分 CD ラップ製造技術の実用化	塩水港精糖（株）	三國 克彦
④ 水産物起源脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた加工技術及び新規食品開発	（株）スギヨ	野田 文雄
⑤ 農産物起源脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた加工技術及び新規食品開発	（株）柴舟小出	高橋 明

ヒアリング協力者：石川県農林総合研究センター 農業試験場 資源加工研究部流通加工グループ
主任研究員兼グループリーダー 三輪章志

ヒアリング実施日：平成 24 年 12 月 21 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

日本における過去 40 年間の食生活のトレンドをみると、中食や外食の比率は上昇傾向にあり、1970 年に 54.5%であった加工食品・外食比率は 2009 年には 72.0%と約 2 割増加している。加工食品や外食においては、一般的に油が多く使用されている。これに伴い、1 日当たりの脂質摂取量も 1965 年の 44.3g から 2007 年には 81.7g と約 2 倍増となっている。

健康志向や品質重視などの高まりの中、食品についても本物を求める動きの高まりもあった。

このような状況で、疎水性機能性成分（各種ビタミン、カロテノイド、脂肪酸）や疎水性色素成分の食品への添加も検討された。しかしながら、疎水性成分を利用する場合、水に溶けず食品原料として利用しにくい、光照射や加熱によって酸化し成分の分解・異臭の発生・色素が退色してしまうといった問題があった。従来は、乳化剤で乳化して使用したり、マイクロカプセル化したり、配糖体化して使用したりしていたが、それぞれ、添加物（乳化剤）を食品から回避する志向があること、食品加工利用への制限があること、製造工程が煩雑になることといった課題がある。また、より簡便で汎用性のある、疎水性機能性成分の可溶化・安定化する低コストの技術への食品業界のニーズもあった。

そこで、上記の問題・課題を解消する手段として、サイクロデキストリン（CD）合成酵素を活用した疎水性機能性成分の可溶化及び安定化を目指し、本事業に応募し採択された。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

本事業は、技術シーズを保有した段階での応募が条件であった。平成 12 年・13 年頃に技術シーズである CD ラップの技術の基礎の部分で、石川県の予算で、本事業の技術コーディネーターである三輪主任研究員単独で開発済みであった。そもそも、米の用途開発の要請を石川県から受けての研究であ

ったが、三輪主任研究員として、玄米から得られるすべての成分を使おうと考えた。米ぬかにはビタミンEが含まれているが、抽出するだけでは不安定で使いにくい。

上記以前の平成2・3年に、本事業の技術コーディネーターは農林水産省食品総合研究所においてCDの研究をしていた。当時のテーマは、農林水産省の新形質米プロジェクトの一課題で、各種の新形質米のCD生産原料としての適性を評価するものであった。しかし、このテーマでは、米の胚乳部分のみの検討であり米ぬかの利用は、含まれていなかった。また、他の研究者の報告からビタミンEは大きすぎてCDの環状の中に入らないことが報告されていた。

そこで、これを解決する方法としてデンプンを酵素で反応させてCDを作るが、ここに疎水性成分を始めから入れることで、入らないものでもCDが絡みつき、それを酵素で切断すれば可溶性等が得られるのではないかと考えた。

上記の仮説に基づき研究を進め、玄米について成功裏に進んだため、他の成分でも展開可能ではないかと考え、本事業への応募となった。

応募に際しては、事業期間が5年間と単年度ではない点及び事業の資金総額も非常に重視された。

(3) 当該事業の意義

石川県には水産総合センターがあるため、なぜ農林総合研究センターが水産加工食品メーカーである(株)スギヨと共同研究なのか、と問われた時期もあった。本事業というきっかけがなければ、(株)スギヨと研究開発の側面で農林総合研究センターが関係性を持つことはなかったであろう。

他方、分析装置や試作機など、多くの設備機器を本事業で購入できた。例えば、味・香りなど官能的な要素を客観的に評価する装置など、全国でも数多く存在しない装置も含まれており、当該分野の測定や分析などを他の機関と役割分担することができるようになった。

また、同様に本事業で導入したスプレードライヤーや乳化機など、素材化の研究開発に有用な設備も、その後の開発に有効活用できているが、これらが無ければ、素材化の研究開発の進捗は大きく遅れていたと考えられる。

また、制度の目的としていた「若手研究者育成」に関しても実施者をはじめとして、その目的を達していると思われる。

(4) 研究の狙い

これまであまり利用されることのなかった地域の農水産物や食品産業の廃棄物等を利用した付加価値の高い新規加工食品の開発を行う。

このため、余剰米麦(デンプン)を含む農水産物や食品産業の廃棄物等から水溶性で安定な各種の脂溶性機能性成分等のサイクロデキストリン(CD)包接物(CDラップと命名(注))を簡便・安価に製造する技術を開発する。そして、これらの技術の適用によって、付加価値の高い新規加工食品を開発する。

(注)CDラップ:CDは構造上疎水性の空洞を持ち、脂溶性の成分を取り込んで複合体を形成する。本課題の基本技術により従来取り込めなかった高分子成分や脂溶性成分なども取り込むことが可能となった。この状態のものをCDラップという。

具体的には以下の研究を行った。

- 原料に応じたCDラップの製造法の開発と新規食品の機能性確認
(石川県農業総合研究センター)
- CDラップのより簡便な製造技術の開発

- (岩手大学農学部)
- CD ラップのプラントレベルでの製造技術の確立
(塩水港精糖 (株))
 - 水産物を起源とする CD ラップを用いた水産練り製品等の新規食品の開発
(株) スギヨ
 - 農産物を起源とする CD ラップを用いた和菓子等の新規食品の開発
(株) 柴舟小出

未利用農水産物や産業廃棄物に含まれる脂溶性有効成分等を水溶化して新しい機能性食品を開発し、農林水産業需要拡大と食品、化粧品、医薬品企業の新産業創出に貢献する。

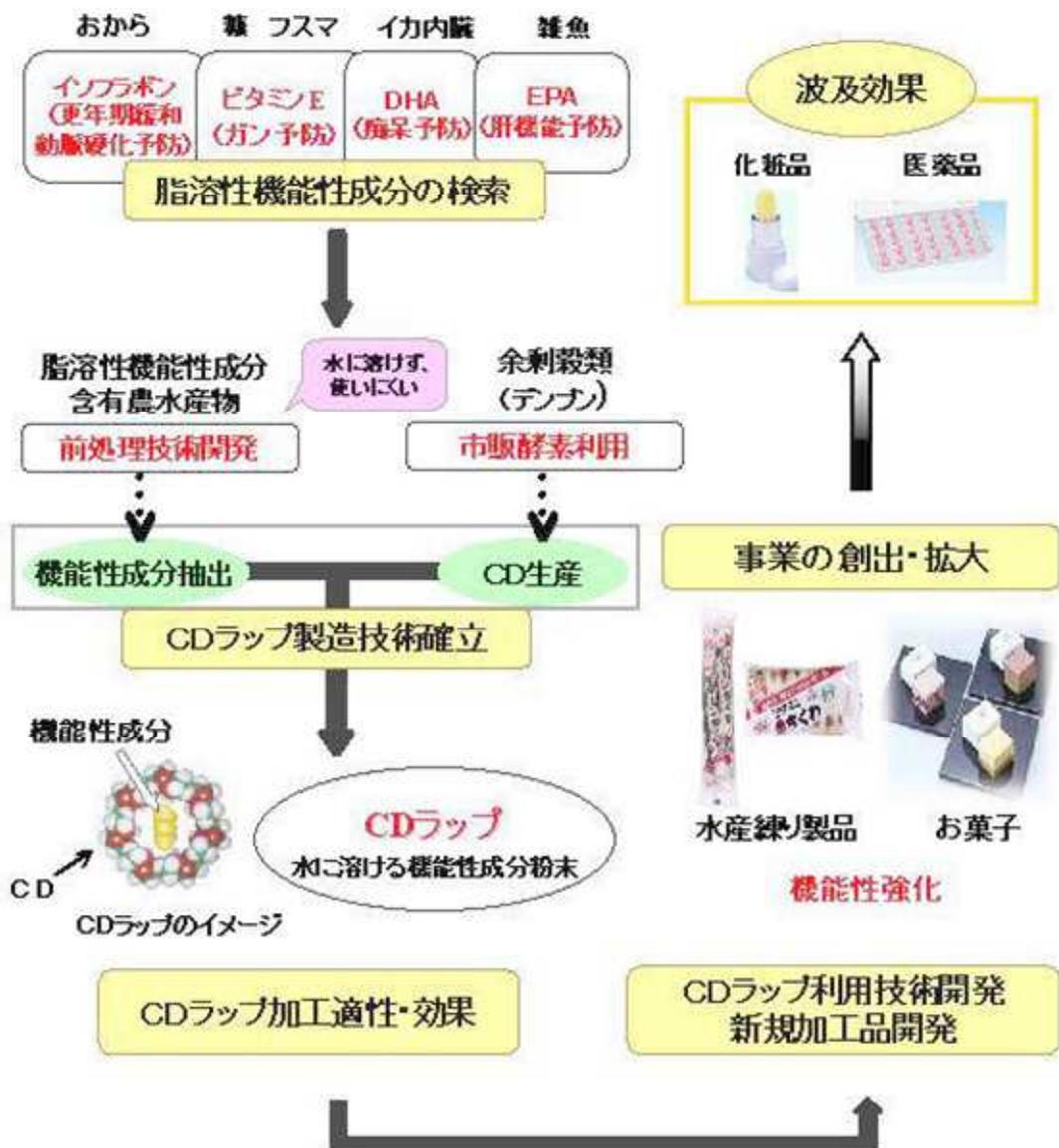
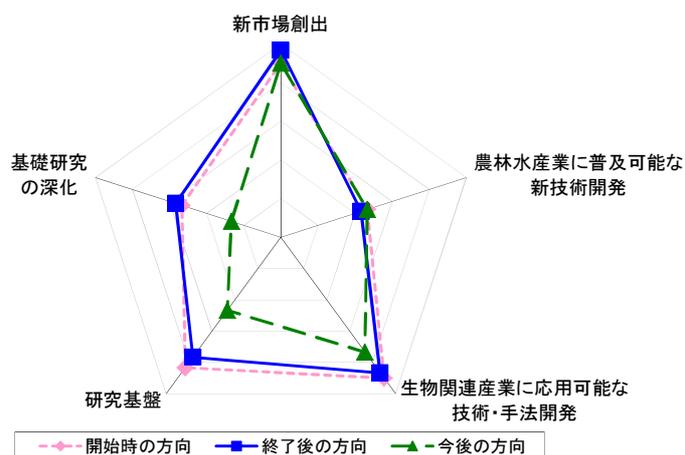


図 3-14 研究のイメージ

2. 研究の展開

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



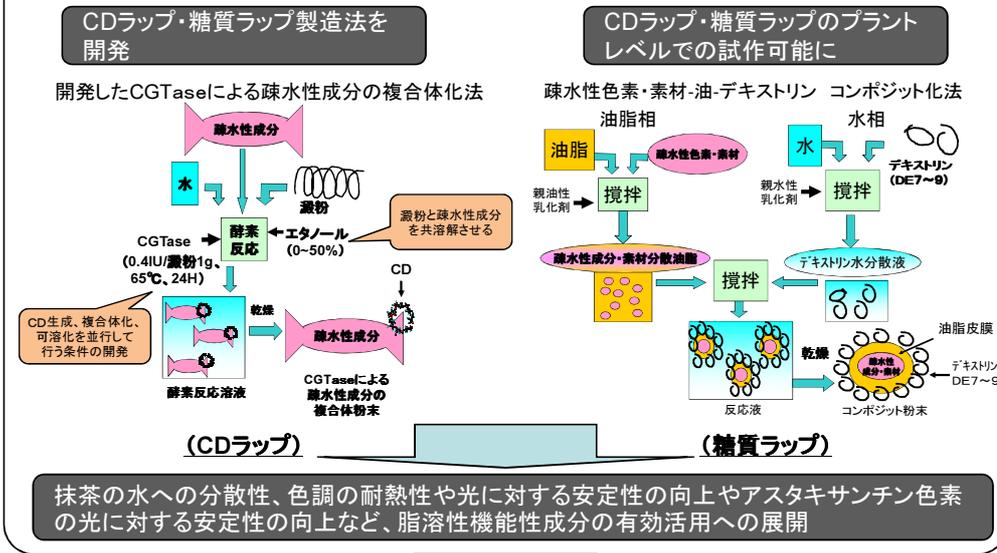
本事業で実施された研究課題は、開始時の方向は「新しい製品を開発する」および「生物関連産業で利用可能な新しい技術を創出する」の要素が強かった。終了後の方向もほぼ同様である。

一方で、「農林水産業で利用できる新しい技術を開発する」の要素は弱かった。

今後は、「生物関連研究における研究基盤を整備する」、「基礎研究分野の基本的な要素課題を解決する」といった研究基盤的な方向が相対的に弱まっている。実用化フェーズに移行しつつある証左ととらえることもできる。

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



その後の展開

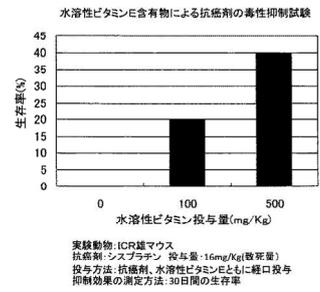
色調保持期間が約3倍に延長できる抹茶水羊羹の製品化

見た目の劣化を抑え、賞味期限を延長でき、廃棄ロスの低減を実現



医療分野の研究へ本事業の成果を活用したビタミンE糖質ラップを適用

抗がん剤による副作用(脾細胞の損傷、頭髮の脱毛など)を防御する効果があるビタミンEに高い水溶性を付与したことで、効果的な投与が可能に



食品分野のみならず、医療分野へも研究成果の活用領域拡大

今後の展開

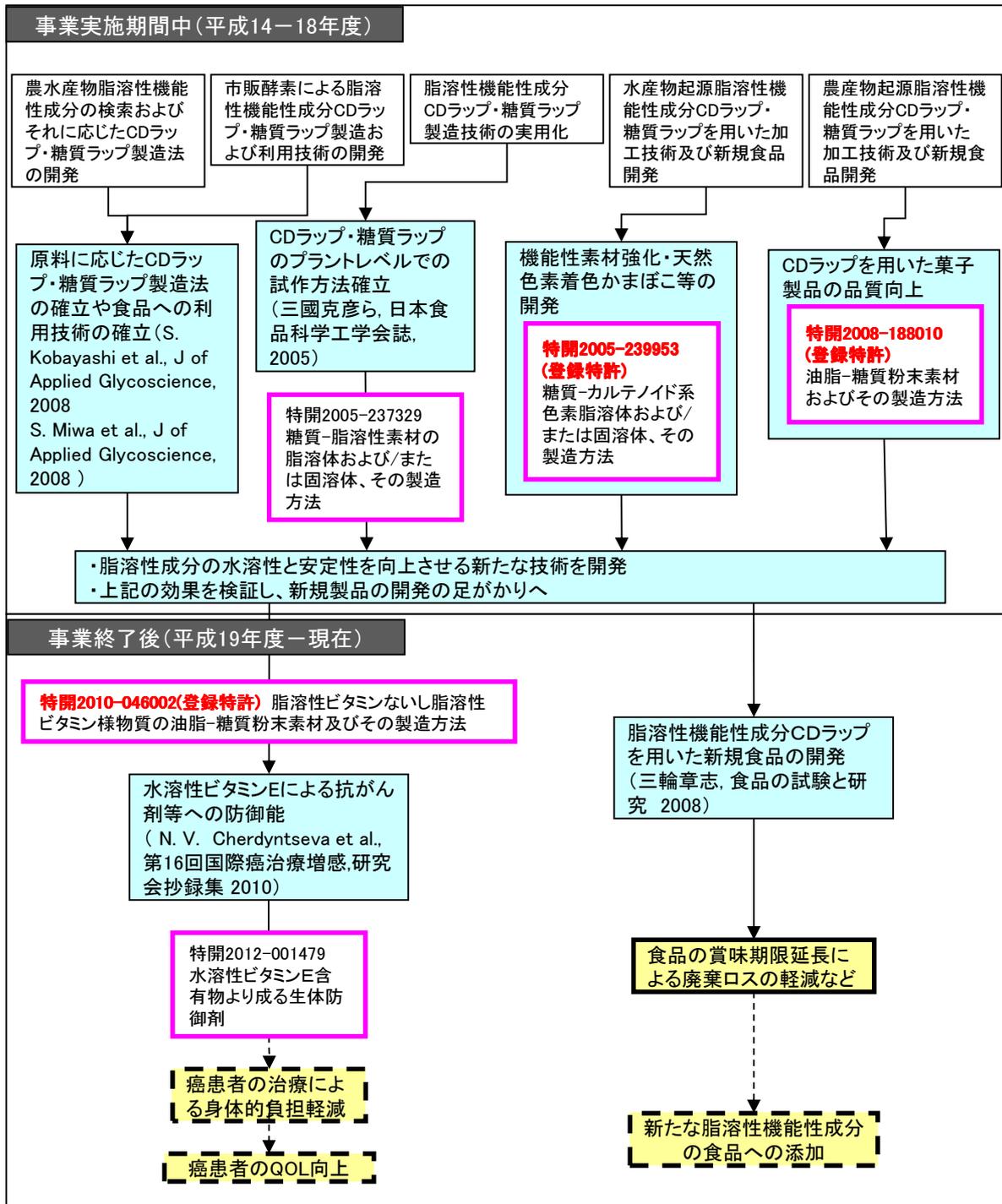


- CD・糖質ラップ技術の利活用アプリケーションの探索、適用用途開発
- CD・糖質ラップの構造など基礎的領域の解明など

食品分野、医療分野に次ぐ、新たな領域への展開

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



※図中で枠線が点線のものは、将来的に実現する内容であることを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

食品に含まれる脂溶性成分（ビタミン、風味成分、色素成分、脂肪酸）は、生体調節機能、栄養機能、嗜好機能を有しており人体で重要な役割を果たしている。しかし、ビタミン D3 製剤、DHA・EPA 製剤、アスタキサンチン製剤などの脂溶性成分や脂溶性成分を含んだ脂溶性素材（米糠：ビタミン E、ショウガ：ジンゲロール・ショウガオール、抹茶：クロロフィル）は、水に溶けにくく、また、酸化によって変質し易い。そこで、サイクロデキストリン（CD）を用いて、脂溶性成分の水溶性と安定性を向上させる新たな技術を開発するとともに、その効果を検証し、新規製品を開発した。

(2) 研究内容

1) 農水産物脂溶性機能性成分の検索およびそれに応じた CD ラップ製造法の開発

- 農水産物脂溶性機能性成分の検索
- 原料に応じた CD ラップ製造法の開発
- CD ラップの効果および加工適性の確認
- CD ラップを用いた新規食品の機能性効果の確認

2) 市販酵素による脂溶性機能性成分 CD ラップ製造および利用技術の開発

- CD ラップ反応促進技術の開発
- 色素 CD ラップ形成法の確立

3) 脂溶性機能性成分 CD ラップ製造技術の実用化

- 米糠 CD ラップ
- ショウガ CD ラップ
- オキアミアスタキサンチン製剤および抹茶糖質ラップ
- DHA・EPA 製剤 CD ラップ

4) 水産物起源脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた加工技術及び新規食品開発

- DHA・EPA 強化ちくわの開発
- 天然色素着色蒲鉾の開発

5) 農産物を起源とする CD ラップを用いた和菓子等の新規食品の開発

- 抹茶の水羊羹の色調保持効果向上技術
- ショウガ水
- 米糠焼き菓子

(3) 研究体制

疎水性機能成分の可溶化・安定化については、企業でもニーズがあったため、企業や大学に声をかけ、研究チームを構築した。新しいことを研究するためのファンディングについて、本事業の技術コーディネーターが探したところ、本事業を見つけた。本事業の採択がなされなければ、別のファンドを探していた。

本事業を選択したのは、以下の 2 つが大きな理由であった。①基礎ではなく、実用化を目指した内容で応募できること。②未だ米粉でうまくいっただけで、他の応用範囲への適用に加え、どのような

理屈・理論で可溶化などが実現しているのかなど、基礎的な研究による真理追求も併せて実施したかったが、これが可能なこと。

本事業の技術コーディネーターである三輪主任研究員が農林水産省食品総合研究所に所属した2年間、小林昭一氏（元岩手大学農学部教授）が上司であった。石川県の予算で本事業の前身となる研究を行っている間も、アドバイスを受けていた。米粉でうまくいった際にも、さらに相談をしていた。このような関係性から、アカデミックな部分については、岩手大学に依頼することにした。また、小林氏のCD製造技術を実用化した塩水港精糖（株）の紹介を受け、メンバーとした。

（株）スギヨについては、かまぼこの全国1、2位のメーカーであり、世界で初めて“カニかま”を製品化したことでも有名であった。面識はなかったが、開発本部長に三輪主任研究員の開発技術を紹介し、使い道がないか相談を持ちかけた。カニの色素であるアスタキサンチンを製品に使えていないため、当該技術によりそれが可能となるなら大歓迎ということとなり、本事業メンバーとなった。また、DHAやEPA、ビタミンなどの機能性成分を添加したちくわの開発アイデアも、本事業開始後持ち込まれた。

（株）柴舟小出はすでに石川県農業総合研究センターと共同研究の実績があった。本事業に関連する具体的な課題として、水羊羹に使われる抹茶の色素の安定性が悪く、色が変わってしまうため、見た目が悪くなり、賞味期限を2週間という短期間に設定せざるを得ない、というものがあつた。商品の味は1ヶ月程度大丈夫であるため、色素の安定性が確保できれば商品の賞味期限を延ばすことが可能となるということで、本事業メンバーとなった。

(4) 研究成果

- 従来のCD包接粉末製造法では、水にCDと脂溶性成分を添加して攪拌すると脂溶性成分がCDに包接される。一方、本研究で開発したCDラップ製造法では、デンプンと脂溶性成分・素材を添加した溶液にサイクロデキストリン合成酵素を反応させると、CDと脂溶性成分の一群の混合物が形成される（CDラップと称する）。脂溶性成分として δ -トコフェロールを用い、CD包接粉末製造法とCDラップ製造法で調製した試料のマススペクトルを解析したところ、CDラップの試料では α -CDと δ -トコフェロール、 β -CDと δ -トコフェロールの複合体ピークが確認できた。しかし、CD包接の試料では、このような複合体ピークはなかった。
- アスタキサンチン、抹茶の色調保持効果を向上させるために、脂溶性成分・素材を油脂に分散させた油脂相とデキストリンを水に分散させた水相を調製し、両者を混合攪拌して脂溶性成分・素材を油脂で被膜し、さらに、その周りをデキストリンで被膜する糖質ラップ製造法を開発した。ただし、抹茶の糖質ラップの場合は、抹茶そのものが油脂に被覆される。
- CDラップ製造法でDHA・EPA製剤、ビタミンD3製剤、ショウガ絞り粕、米糠のCDラップを調製したところ可溶性粉末が製造でき、一部の成分で耐熱性が向上した。また、糖質ラップ製造法でアスタキサンチン、抹茶の糖質ラップを調製したところ可溶性粉末が製造でき、光に対する色調保持効果が向上した。なお、抹茶で耐熱性も向上した。
- 開発したCDラップおよび糖質ラップは、プラントレベルで試作できるようになった。また、ショウガ絞り粕については、過熱水蒸気処理して殺菌後、微粉碎処理した材料を用いるとジンゲロール・ショウガオールのCDラップを作ることができた。
- 「ちくわ」を製造する時に行う焼成工程前後におけるDHA含量の変化を測定した。CDラップを使用した「ちくわ」のDHA含量は、あまり変化しなかった。DHA・EPA製剤を添加しない

無添加の「ちくわ」や DHA・EPA 製剤を直接添加した「ちくわ」では焼成後の DHA 量が極端に少なくなった。このように、DHA・EPA の CD ラップでは耐熱性が向上した。

- アスタキサンチンの糖質ラップと市販のアスタキサンチンを用いてカニ風味蒲鉾を着色し、色調保持効果を比較した。14 日間光照射したところ、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した「カニ風味蒲鉾」の方が色調保持効果が向上した。
- 抹茶の糖質ラップと市販の抹茶を使用した「水羊羹」の色調保持効果を比較した。市販の抹茶を使用した「水羊羹」は、製造後 6 日で色調商品限界値を維持できなかったが、抹茶の糖質ラップを使用した「水羊羹」は、製造後 15 日まで色調商品限界値以上の色調を保持できた。

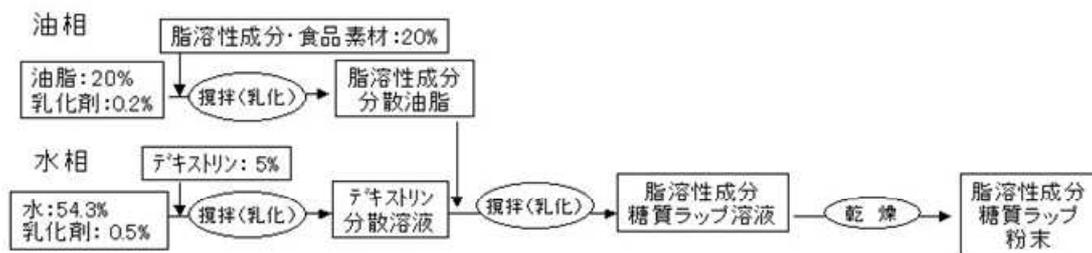


図 3-15 脂溶性成分糖質ラップ粉末の製造方法

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

1) 研究の継続・発展状況

本事業終了後、継続テーマでファンドのエントリーをしたが、採択されなかった。

過熱水蒸気でショウガを殺菌してから CD ラップする装置を塩水港精糖（株）が購入し、この装置を使った別の研究開発を展開している。具体的には、平成 18 年に、科学技術振興機構の地域イノベーション創出総合支援事業（シーズ発掘試験）に採択された。その後、平成 22 年から 3 年間、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」に採択され、米粉に乳化能を与える研究開発を実施した。空気に替えて過熱水蒸気で加熱すると酸素がない雰囲気となるため、加熱された食品などが酸化されにくく変質しにくくなる。

本事業の研究は、実用化フェーズへ移行したと考えており、継続的な研究はしていない。

一方で、水溶性ビタミン E が抗がん剤（シクロホスファミド）による脾細胞の損傷を防御するという京都大学鍵谷勤教授の研究に、本事業の成果であるビタミン E 糖質ラップが用いられた。本事業期間内から、鍵谷教授よりビタミン E 糖質ラップの提供など、共同研究の申し出があったが、本事業期間内においてはコンソーシアムメンバー以外との共同研究はできない制約があったため実現しなかった。平成 21 年頃、再度の申し出があり共同研究となった。

さらに、鍵谷教授は国際原子力機関（IAEA）の研究者もされていた頃の幅広い人脈があり、ロシアやインドなどの研究者にも、同サンプルが提供され、効果の検証などが行われた。

また、抗がん剤の治療の副作用として髪の毛が抜けるが、（株）毛髪クリニックリープ 21 が資金的な支援をし、この対応策の研究を鍵谷教授、三輪主任研究員にて実施し、特許の出願まで至った。

2) 研究・技術開発チームの状況

企業は営利目的で行動することが原則であり、他社への情報開示など、自社の利益につながらないことに対して拒否反応があるのが自然である。事実、本事業当初は自社のノウハウなどを外部へ提供したり開示したりすることに大きな抵抗があった。しかしながら、本事業を進めるにつれ、give & takeで研究が発展することで、相互の良好な関係が構築された。

本事業後、岩手大学・塩水港精糖（株）・石川県農林総合研究センターが共同で、（株）すかいらーくの予算により抗酸化能の研究開発を実施した。また、現在も、（独）農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所・（株）スギヨ・石川県農林総合研究センターが共同で、圧力処理による漬物製造時間の短縮化の研究開発を実施している。この研究には、協力機関としてフルーツの密漬けなどで、（株）柴舟小出が関わっている。これらは、本事業で培われた信頼関係・共同研究の有効性が活かされた事例である。

(2) 新たな研究成果

1) 事業終了以降の主な研究・技術成果

本事業では、抹茶の水羊羹の賞味期限延長に資する抹茶色素の糖質ラップの実用化が実現したが、糖質ラップされた抹茶色素の加熱時間が短くなるように、製造プロセスを工夫し、最後に抹茶を加えていた。抹茶糖質ラップ素材の分解等を防ぐためであった。

一方、本事業後、糖質ラップされた抹茶色素を活用した抹茶パンを実現した。抹茶パンにおいては、製造プロセスの初期の段階から糖質ラップされた抹茶色素を混合できた。より高温で水分の少ない環境にも耐える抹茶糖質ラップ素材を開発することで、これを実現した。

また、前述の癌治療の副作用抑制効果も新たな成果といえる。

2) 実用化された製品・事業

製品として実用化しているのは、本事業の実施期間中に実現した、塩水港精糖(株)の抹茶糖質ラップ素材と（株）柴舟小出の抹茶水羊羹のみである。

（株）スギヨにおいても、カニの色素成分であるアスタキサンチンを CD ラップした素材のかまぼこなどの製品への適用の検討がなされたが、食品に使えるアスタキサンチンは、南極オキアミから捕れたもののみという規制がかかって（食品衛生法）しまった。そのため、本事業当時 5 万円/kg であった南極オキアミ由来のアスタキサンチンが 25 万円/kg まで高騰し、断念せざるを得ない状況となった。

3) 今後の研究の方向性

CD ラップの技術はほぼ確立したと考えられる。今後は、その利活用アプリケーションの探索、適用用途開発など、当該技術の普及拡大を図っていくことが主題となる。

例えば、各種展示会で技術を披露し、抹茶・アスタキサンチン以外の被ラップ素材のオーダーを受け付けている。受け付けたオーダーについては、塩水港精糖（株）にて対応可能であり、石川県農林総合研究センターにおいて研究するテーマではない。

一方で、基礎的な部分についての裏付けなど、未だ不十分との認識である。CD ラップの構造など、岩手大学と共同で解明を進めていきたい。

また、他の成分をラップするときの条件変更などの際、塩水港精糖（株）のサポートも実施していく予定である。

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

本研究の成果そのものともいえるが、研究論文、特許等を多数出すことができた。これらにより、前述の癌治療の副作用抑制効果などへの研究への展開があったと考えられる。

また、口頭発表も多数実施され、一部は表彰も受けた（食品関係技術研究会賞「脂溶性色素の分散性および安定性を向上させる糖質ラップ製造法の開発とその利用」、日本食品工学会第10回(2009年度)年次大会優秀発表賞「抹茶の退色防止および分散性向上技術の開発」）。

2) 経済産業的波及効果

抹茶糖質ラップ素材（水溶性が向上し、加熱や光による退色を抑制できる抹茶粉末）、抹茶糖質ラップを使用した抹茶水羊羹を販売しており、従来商品に比べ色調の保持が改善されたため、賞味期限を従来品の2週間から1ヶ月に延長することが可能となり計画生産が容易となった。また、この商品の売り上げが実現している。売上規模については非公表で不明である。

3) 社会的波及効果

上記の水羊羹の実用化により、商品の品質安定に貢献し、従来の商品比で賞味期限の延長が実現した。これにより賞味期限切れ商品の廃棄物削減などにつながっている。

4) 人材育成的波及効果

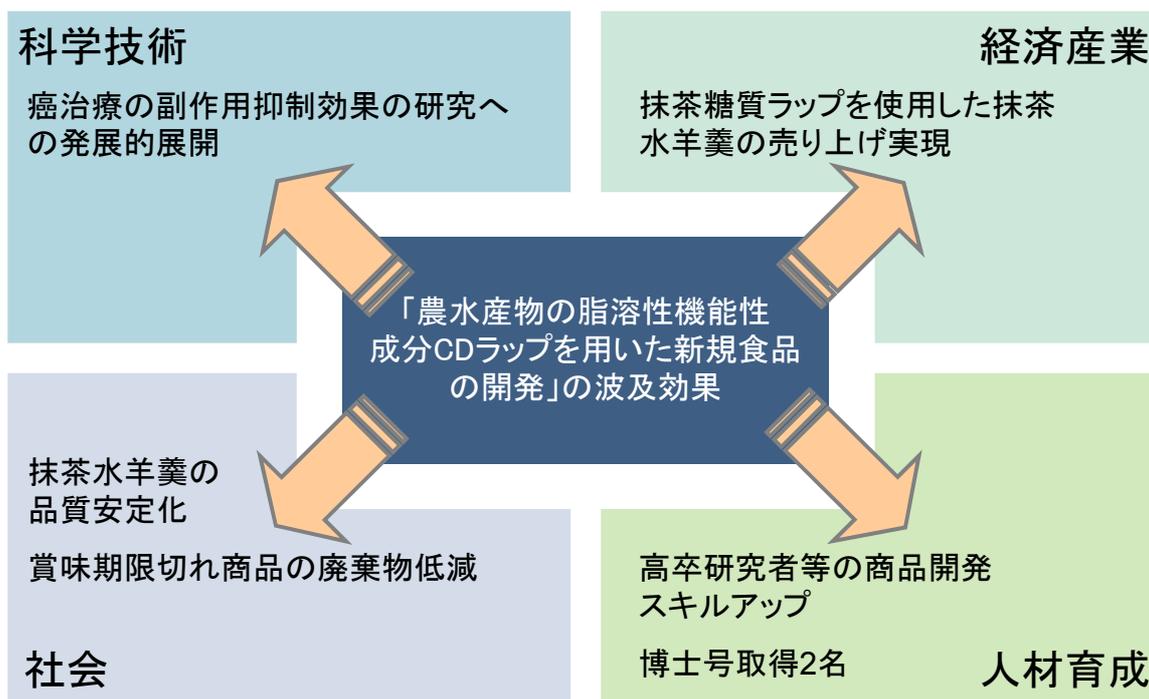
平成20年に塩水港精糖（株）の三國氏が、本事業の研究成果等も活用し、岩手大学にて博士号（農学）を取得した。また、平成25年に三輪主任研究員が東京農工大学で博士号（農学）を取得見込みである。

上記三國氏は、事業当時室長であったが、現在は取締役兼研究所長であり、当時の部下も副部長となっている。

（株）スギヨの研究者は、係長から研究開発部の次長になった。また、（株）柴舟小出の研究者は平社員から課長になった。この社員は、高校卒業で2年間、本事業で研究開発に従事したことで、研究に対する素養ができ、商品開発のスキルアップにつながった、という（株）柴舟小出社長の談がある。

(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。

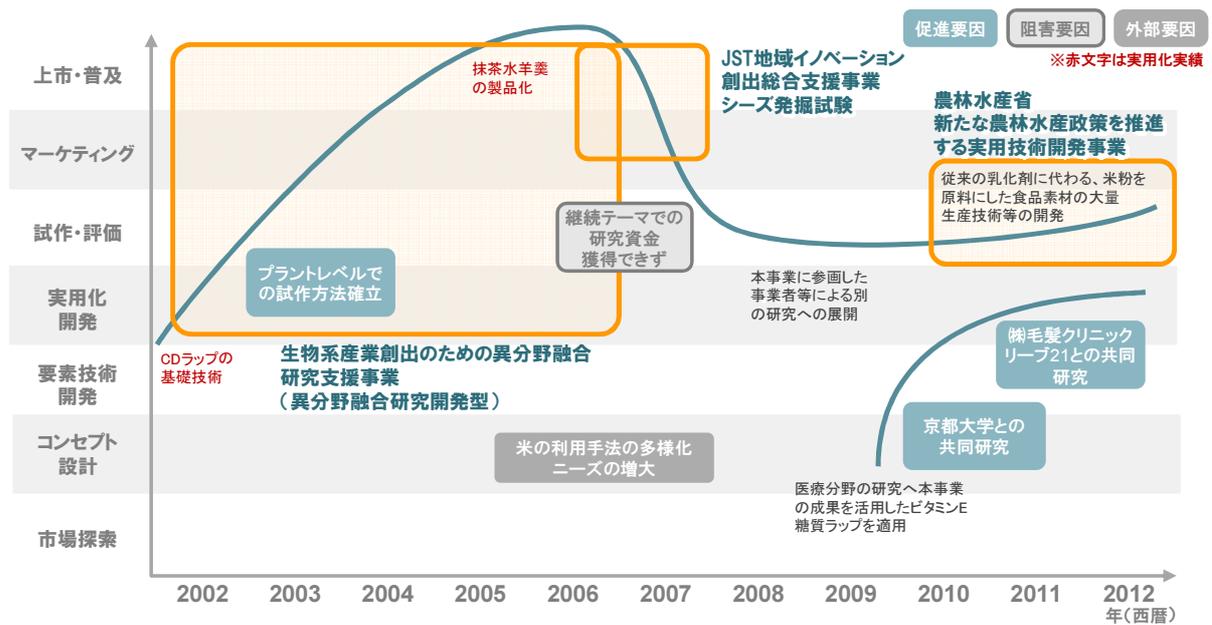


本事業の成果を論文等により公表したことで、他の領域の研究者の目にとまり、結果として癌治療の副作用抑制効果の研究へ、発展的に展開した。また、本事業で開発した成果の一部は、抹茶水羊羹として実用化し、売り上げがたっている。また、抹茶色素の安定性向上を通じた抹茶水羊羹の賞味期限延長に貢献し、廃棄物の削減にもつながっている。

なお、本事業を通じた研究者の人材育成も顕著な効果を挙げており、商品開発スキルの向上を社長に認められる事例もみられた。

(5) 追跡チャート

アンケートおよびヒアリング調査結果をもとにして、事業期間中から現在までの産業化に至る経緯をマッピングした図を作成した。



本事業による研究により、CD ラップ・糖質ラップのプラントレベルでの試作方法が確立し、脂溶性機能性成分等の水溶性と安定性を向上させる新たな技術を開発した。この技術は、塩水港精糖（株）の糖質ラップした抹茶色素素材とそれを活用した（株）柴舟小出の抹茶水羊羹として実用化している。

本事業終了後、本事業の継続となる研究領域では外部資金の獲得はできなかったが、本事業で組成した研究体制を拡充する形で、新たな研究領域での共同研究に発展し、米粉を原料とした新たな食品素材の開発などが実施され、今後の実用化が期待される。

また、本事業の成果を活用したビタミンE糖質ラップは、抗がん剤による脾細胞の損傷を防御するという京都大学鍵谷勤教授の研究に用いられた。

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

終了後の展開状況は十分とは言い難い。プラントレベルの CD ラップ、糖質ラップの試作を早め、サンプルを水産食品以外の領域にも提案し、それらの応用領域の探索が必要である。あわせて市販する場合のコスト試算が必要である。

(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

製造コストにもよるが、実用性の高い技術の育ちそうである。医薬品領域などより精緻な分野で応用研究が進みつつあるので製剤学でのドラッグデリバリーシステム（DDS）の評価系などを適用したエビデンスの集積で更に学術的な波及効果を高めることが可能であろう。

2) 経済産業的波及効果の評価

長期的な保存試験によるラップ効果の確認と試作品を使用しての他の分野での応用の可能性がみえれば経済的な波及効果は大きいものと推定される。当然日本の食品の海外展開にも有利である。

3) 社会的波及効果の評価

脂溶性の生理活性物質の機能を保持する技術、安定化する技術は応用展開の広い基幹技術であり、機能性食品、サプリメント等の食品、化粧品、農薬、医薬品などの分野で応用しうる可能性がある。

4) 人材育成効果の評価

科学的な研究はまだ継続中であるが、出口がある程度目処のついた研究課題なので、実用性の高い技術開発課題として、若手研究者に成功体験を経験させながら基礎的な研究にも取り組めるので、現時点より将来に向けて人材育成を計画できる。薬学部の製剤学の研究室と共同研究すると新規な領域が開拓できるかもしれない。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

水産物に限定せず、とにかく早くラップ剤を食品、化粧品企業、大学に提案して応用研究を加速することが大切である。一方、エンカプセル化される疎水性化合物の構造や機能の安定化の機能解析も進める必要がある。

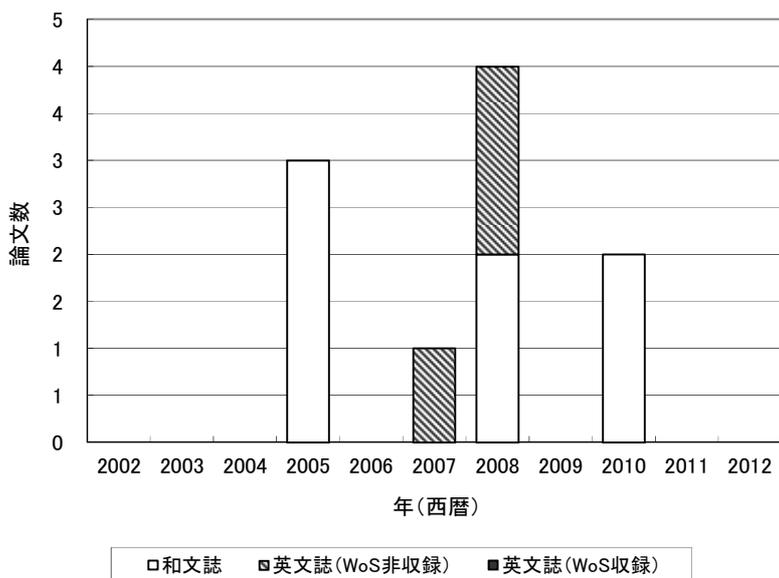
6. 成果論文

(1) 研究者・機関ランキング

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、Web of Science で特定された論文がなかったため、本分析は割愛する。

(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、論文数推移を以下に示す。なお、Web of Science で特定された論文がなかったため、被引用数については割愛する。



(注) 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。

(3) h-index

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、Web of Science で特定された論文がなか

ったため、本分析は割愛する。

(4) 被引用数上位論文

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、Web of Science で特定された論文がなかったため、本分析は割愛する。

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2003-261441	植物含有有効成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県	三輪 章志	2002.03.11	特許4528903
特開2004-051866	水・畜産物含有有効成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県	三輪 章志	2002.07.23	特許4203578
特開2005-080543	ショウガ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許3992670
特開2005-082667	ハーブ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許4288478
特開2005-82667	ショウガ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許3992670
特開2005-80543	ハーブ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許4288478
特開2005-127759	pH指示薬を利用した糖質の検出方法	株式会社横浜国際バイオ研究所	小林 昭一 三国 克彦 原 耕三 桑原 宣洋	2003.10.22	
特開2005-239953	糖質ーカロテノイド系色素脂溶性および／または固溶体の製造法	株式会社スギヨ 小林 昭一	小林 昭一 野田 文雄 中村 徹也	2004.02.27	特許4666932
特開2005-237329	糖質ー脂溶性素材の脂溶性および／または固溶体、その製造方法	株式会社横浜国際バイオ研究所 小林 昭一	小林 昭一 三国 克彦 中西 勝義 原 耕三	2004.02.27	
特開2007-244313	アブラナ科野菜のアンジオテンシン変換酵素阻害活性を高める方法	石川県	吉川 基世 三輪 章志	2006.03.17	特許4289626
特開2008-188010	油脂ー糖質粉末素材及びその製造方法	石川県 国立大学法人岩手大学 小林 昭一 塩水港精糖株式会社 株式会社スギヨ 株式会社柴舟小出	三輪 章志 三浦 靖 小林 昭一 三国 克彦 野田 文雄 高橋 明	2008.01.09	
特開2010-046002	脂溶性ビタミンないし脂溶性ビタミン様物質の油脂ー糖質粉末素材及びその製造方法	石川県 国立大学法人岩手大学 小林 昭一 塩水港精糖株式会社 株式会社スギヨ 株式会社柴舟小出	三輪 章志 中村 恵美 三浦 靖 小林 昭一 三国 克彦 野田 文雄 高橋 明	2008.08.20	特許4934840
特開2012-001479	水溶性ビタミンE含有物より成る生体防御剤	石川県 株式会社毛髪クリニック グループ21	三輪 章志 岡村 勝正 鍵谷 勤	2010.06.16	

(2) 実用化例

本研究に関連した実用化の事例については、塩水港精糖（株）の糖質ラップした抹茶色素素材とそれを活用した（株）柴舟小出の抹茶水羊羹がある。

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発」研究成果報告書（平成 19 年 3 月）
- 三輪氏提供資料（各種プレゼン資料など）

第3節 チオレドキシンを応用した機能性食品の開発

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14年度－18年度）
 技術コーディネーター：淀井 淳司（京都大学ウイルス研究所〔事業当時〕）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① チオレドキシシ誘導機能性食品の免疫学的・生化学的評価	京都大学ウイルス研究所	淀井 淳司
② メチルグリオキサールによるチオレドキシシ誘導機構の解明と応用	京都大学大学院農学研究科	井上 善晴
③ チオレドキシシ誘導物質の探索	レドックス・バイオサイエンス株式会社	村田 一夫
④ チオレドキシシ含有新食品素材の開発	オリエンタル酵母工業株式会社	藤田 剛
⑤ チオレドキシシ誘導・含有機能性食品の開発	株式会社ロック・フィールド	國本 祐二

ヒアリング協力者：淀井 淳司（京都大学名誉教授）、村田 一夫（京都大学 産学連携本部[現所属]）、加藤 正雄（レドックス・バイオサイエンス株式会社[現所属]）、

ヒアリング実施日：平成24年12月18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

チオレドキシシ（TRX）は、細胞内において種々の酸化ストレスによりその発現が誘導され、酸化還元（レドックス）を介して細胞内シグナル伝達を調整制御し、また細胞外においても細胞増殖・細胞保護作用を持っている。淀井氏は1970年代からTRXの研究に携わり、1980年代に成人T細胞白血病（ATL）が産出するサイトカイン様因子として同定するなど、TRXの生体内機能機能の解明に務めてきた。

本事業開始当初、TRXは抗酸化作用をはじめ、アレルギーの予防・改善、粘膜の保護など、さまざまなストレスに対する生体防御因子としての効果が期待されていた。また2000年代初頭の社会動向として、ストレス社会への適応方法に興味関心が高くストレス緩和を謳った菓子類などが発売されていた。

そこで淀井氏らの研究グループでも、食品によってTRXを摂取すること、またはTRXを誘導する食品を開発することに注目していた。本事業以前は医薬品としてTRXを活用することも検討していたが、薬事法の規制の高さから事業化には長期化することが予想できたため、比較的参入しやすい食品を新たな開発対象とすることとした。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

TRXを事業化する目的で、2002年にレドックス・バイオサイエンス株式会社を創設した。当時はバイオベンチャーブームであり、企業等からの出資も旺盛であり、資金を潤沢に有していた。

前述の通り、2002年頃の当該研究チームでは食品分野での展開を検討していたが、国立大学の教授である淀井氏が営利目的で研究をするに対し社会的な風当りの強さがあり、淀井氏が主体となって製

品開発することは企業からの協力が得にくい状態にいた。そこで、本事業を活用して共同研究先となる企業を募り実用化に向けた研究を進めるべく、応募に至った。

なお、本事業への応募時には他の官公庁系機関の制度について応募をしているが、基礎研究に対する制度であり、食品分野における実用化研究という点では、本事業以外に該当するものはなかった。

(3) 当該事業の意義

本事業は、TRX 高産出酵母の育種や TRX 活性測定法の確立など、農林水産業および生物関連産業で利用可能な新しい技術を開発すること、生物関連研究における研究基盤を整備すること、さらにこれらを軸に新製品を開発することを主たる方向性としていた。5 年間の事業期間は申請時に重視したが、資金総額についてはレドックス・バイオサイエンスの資金が活用できたことから、それほど重視はしなかった。

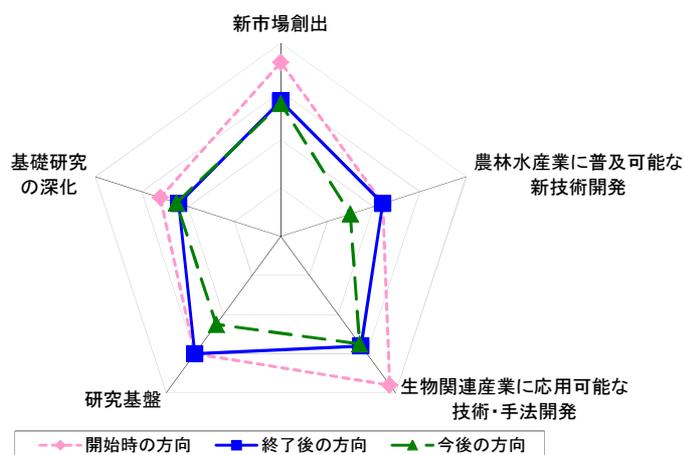
本事業に採択されなかった場合には、科学的・学術面および人材育成面でマイナスの影響を大きく受けたと想定される。特に科学的・学術面において、本研究・技術開発の成果は論文および特許として数多く発表されており、事業後に他の研究等に進展している。本事業がなかった場合にはこのような進展はなかった可能性が高い。

(4) 研究の狙い

TRX の抗酸化作用、アレルギーの予防・改善、粘膜の保護等、さまざまなストレスに対する生体防御因子としての効果を活用し、TRX 誘導機能性食品の開発を行う。さらに TRX 含有食品の食品としての安全性、有効性に対する十分な科学的実証（機作等）に基づいた評価を行い、TRX 含有機能食品の実用化を目指す。入手および摂取がしやすくターゲットも広く想定できる食品を製品化することで、ストレス社会に生きる現代人の健康を増進することが本研究の狙いである。

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。

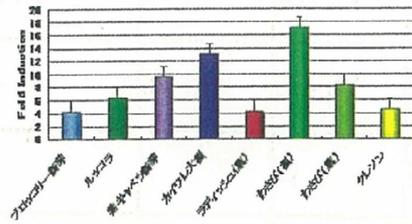


本事業で実施された研究課題は、開始時の方向は「生物関連産業に応用可能な技術・手法開発」および「新市場創出」の要素が強かった。本事業により製品（食品）の上市に至り目標は達成された。今後は TRX の生体内機能解明をさらに深化させ、得られた知見や成果を多方面で実用化する方向で進めていくことから、前述の 2 要素については強度は弱くなるが、「基礎研究の深化」についてはこれまで同程度としている。

事業の開始時から今後の展望までの全体像を示した。

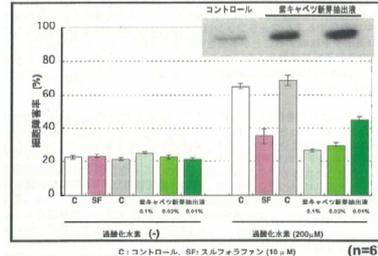
事業期間中の研究成果

TRX誘導機能性食品の免疫学的・生化学的評価



アブラナ科植物、ヨモギ、アオジソからの抽出液がTRX遺伝子を活性化する

TRX誘導物質の探索



スルフォラファンおよび紫キャベツ(新芽)抽出物は、過酸化水素による細胞傷害を軽減する

TRX誘導食品の開発

- 新芽(スプラウト)配合生ジュース
- 清涼飲料水「Misia」



TRX含有食品の開発

- TRX含有酵母エキス配合別添ふりかけ・サラダ(右写真)
- TRX含有酵母エキス配合生ジュース(試供まで実施)



その後の展開

【研究成果】

- 肺の炎症/慢性閉塞性肺疾患(COPD)の炎症の制御
- 皮膚アレルギー・炎症の制御
- 胃の粘膜保護効果(潰瘍防御効果)
- 喫煙による炎症を軽減
- ヒトチオレドキシンを産出するレタスの開発

【実用化された製品】

- 酒酵母由来TRX食品原料「清酒TRXエキス」
- チオレドキシンのELISA Kit
- 化粧品(2013年予定)



チオレー 献→

ELISA kit

今後の展開

短期

<知る(診る)>

- 計測デバイス
- TRX抗体価測定
- 恒常性機能測定

<予防する>

- 機能性食品/化粧品(米・レタス・清酒応用)
- アトピー・敏感肌改善)

長期

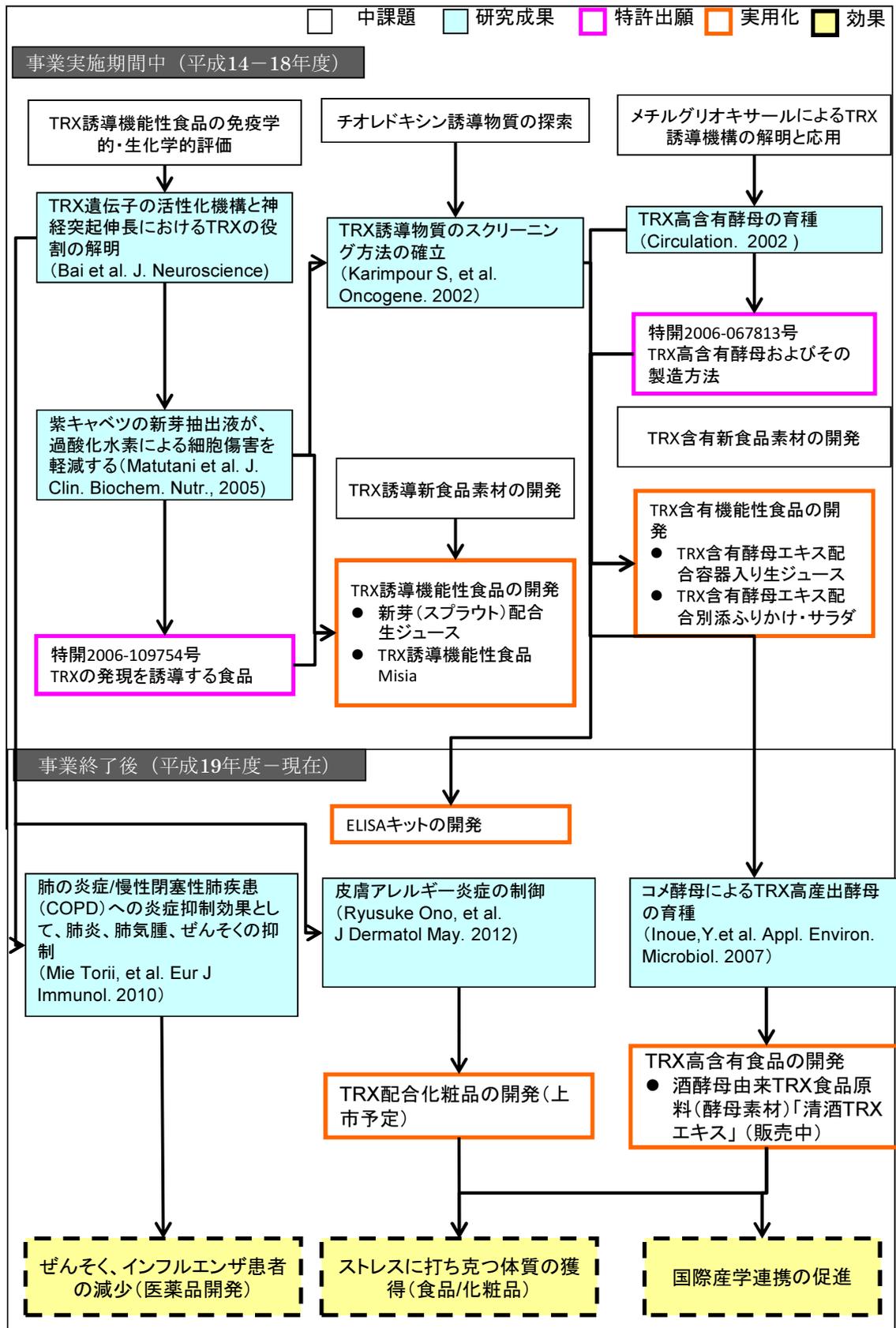
<治す>

- 医薬品
- インフルエンザ予防
- 感染症劇症化抑制

レドックス健康科学を新規産業分野として開拓



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。



※図中で枠線が点線のものは、将来的に実現する内容であることを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

TRX は、抗酸化作用をはじめ、アレルギーの予防・改善、粘膜の保護等、さまざまなストレスに対する生体防御因子としての効果が期待されている細胞内抗酸化物質である。TRX を体内で誘導発生させる TRX 誘導機能性食品を開発するとともに、TRX 含有食品について、食品としての安全性、有効性に対する十分な科学的実証に基づいた評価を行い、TRX 含有機能食品の実用化を目指す。

(2) 研究内容

TRX を応用した機能性食品の開発を大課題とし、5 つの中課題を設定した。

中課題 1 では「チオレドキシシン誘導機能性食品の免疫学的・生化的評価」とし、TRX を誘導する機能性因子を野菜・植物などから探索し、機能性食品に応用することを目標とした。この目標に対し、TRX 誘導活性の評価技術を開発すること、TRX 誘導機能因子を同定し TRX 誘導機能性食品への知見を得ることを実施した。さらに TRX 含有食品の基盤的技術開発を行い、TRX の抗酸化作用、酵母 TRX の抗アレルギー作用などの評価技術を開発することとした。

中課題 2 「メチルグリオキサールによるチオレドキシシン誘導機構の解明と応用」では、TRX を多く含有する食品の開発に対し有効な知見を得ることを目標に、TRX 高含有酵母を育種、あるいは培養するための基盤的方向性を提供すること、および酵母の TRX 遺伝子の発現制御因子を活性化するメチルグリオキサールについて、細胞内における機能を明らかにすることとした。ここで得られた成果をもとに、中課題 4 「チオレドキシシン含有新食品素材の開発」で TRX 含有食品を開発することとした。

中課題 3 「チオレドキシシン誘導物質の探索」では、野菜・植物に含まれる天然成分中の TRX 誘導物質のスクリーニングを実施し、高い誘導活性を示す物質を同定することとした。ここで得られた成果をもとに、中課題 5 「チオレドキシシン誘導・含有機能性食品の開発」で TRX 含有機能性食品を開発することとした。

(3) 研究体制

参画組織が中課題をそれぞれ担当する体制で本事業は遂行された。本研究グループ形成の経緯は、京都大学医学部内で淀井氏と村田氏が旧知の仲にあり、TRX を用いた実用化研究等を検討していたに端を発する。

ロックフィールドは、TRX に興味を持った同社 國本氏が淀井氏に従来から相談に来ており、淀井氏が賛同する医食同源の考え方と、ロック・フィールドが持つスローフードの考えが一致していることから、本事業を契機に共同研究を開始した。京都大学大学院農学研究科 井上氏には、酵母を用いた機能性物質の高生産を得意としていたため、淀井氏から依頼し参画に至った。

(4) 研究成果

主要な研究成果は以下の通りである。

- TRX 誘導物質のスクリーニング方法を開発した
- スルフォラファンが TRX 遺伝子の活性化物質であることを明らかにした
- アブラナ科植物以外の植物、ヨモギ、アオジソからの抽出液が TRX 遺伝子を活性化する知見を得た。
- メチルグリオキサールが転写因子 Yap1 を可逆的に修飾することで、Angiopietin-2 遺伝子の発現を制御することが明らかになった

- 実用パン酵母から TRX 高生産性変異株を取得することができ、従来よりも高い収量で TRX を生産することが可能となった
- TRX による還元によりオボムコイドやベータラクトグロブリン蛋白の消化酵素による分解が促進される現象が観察され、酵母 TRX に胃粘膜保護作用があることが明らかになった
- メチルグリオキサール (MG) と糖尿病の関係について、MG が糖尿病に関連する遺伝子の発現を制御することを分子レベルで証明した
- TRX 含有食品を開発した (オリエンタル酵母、ロック・フィールド)
 - TRX 含有酵母エキス配合容器入り生ジュース販売 (ロック・フィールド)
 - TRX 含有酵母エキス配合別添ふりかけ・サラダ販売 (ロック・フィールド)
- TRX 誘導食品を開発した (レドックス・バイオサイエンス、ロック・フィールド)
 - ブロccoli新芽と紫キャベツ新芽を含むジュースを販売 (ロック・フィールド)
 - TRX 誘導機能性食品 (清涼飲料水)「Misia」販売 (ロック・フィールド)

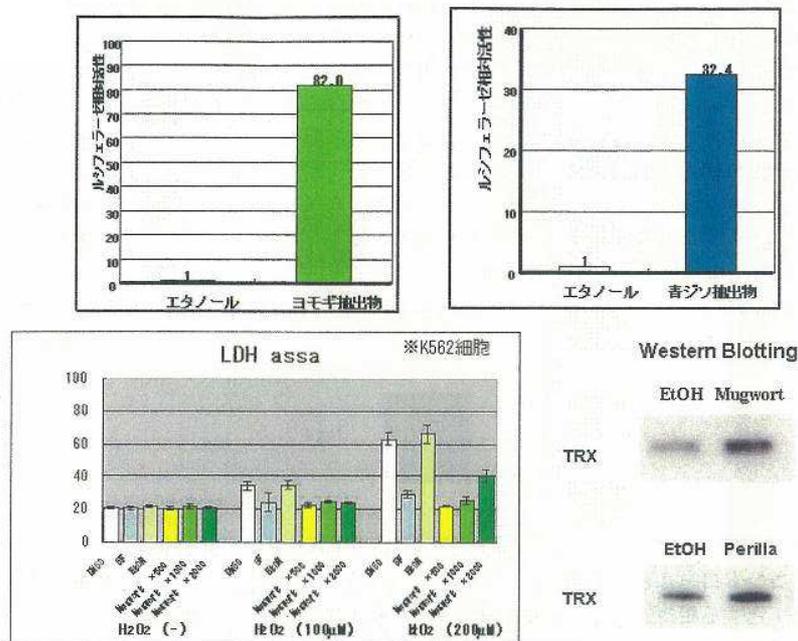


図 3-16 青ジソ、ヨモギ抽出物による TRX の遺伝子活性化

上：ヨモギあるいは青じその抽出液による TRX の遺伝子転写活性化

下：ヨモギあるいは青じその抽出液による TRX のタンパク質誘導および過酸化水素に対する傷害防御

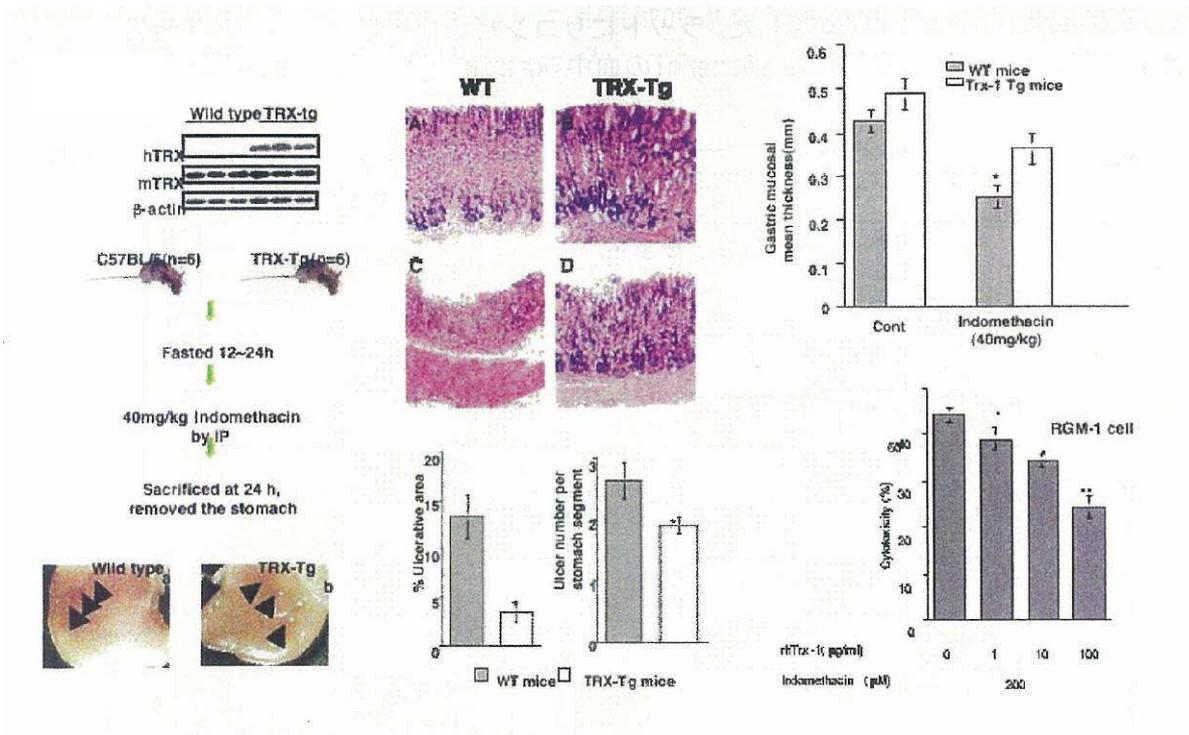


図3-17 TRXによる潰瘍に対する防御作用

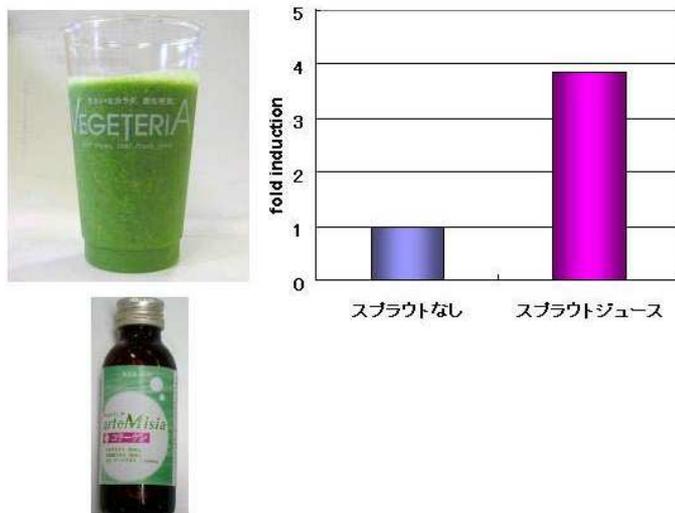


図3-18 左上：新芽（スプラウト）配合生ジュース
 右上：新芽（スプラウト）配合生ジュースのルシフェラーゼアッセイ
 左下：ヨモギ抽出物を応用した TRX 誘導機能性食品

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

生体内における TRX の機能解析および産業化に向けた実用化研究は現在も継続して行われている。実用化に向けた研究では食品、医薬品、化粧品、デバイス開発等、多岐にわたる方面で検討がなされている。

生体内機能解析では炎症抑制作用に着目し、肺やアレルギーによる皮膚の炎症への抑制作用や、胃の粘膜保護作用について研究が進められている。

また TRX 大量産出にコメ酵母を利用する研究を行った。本事業における TRX の大量産出にはパン酵母を用いてきたが、2010 年頃、小麦由来のたんぱく質を含む石鹼によるアレルギー問題が起これ、日本人の体質特性として、ビール酵母やパン酵母による皮膚へのアレルギー反応を研究グループ内で危惧した。そこで、日本人ではアレルギー反応について事例の聞かれないコメに着目し、コメ酵母による TRX の大量産出および製品化へと研究を移行させた。コメ酵母による TRX 産出については、生研センター民間実用化研究促進事業で、課題名「抗ストレス蛋白チオレドキシシン高含有清酒及び素材の生産技術開発」(研究期間:平成 19 年度～平成 21 年度)で実施された。

コメ以外にも、カリフォルニア大学デービス校との共同研究で、世界的に有名なワイナリーであるロバート・モンダヴィのワイナリーのワイン酵母を利用した TRX の産出にも着手している。これは、将来的に欧米を含む世界各国で TRX 配合化粧品等の販売する際に、日本酒よりもワインの方が世界的に見て親和性があることから、酵母もワイン酵母を用いる方が消費者に受け入れやすくなるとの考えが背景にある。

また本事業実施時は食品や医薬品への活用を検討していたが、許認可に時間がかかることから、TRX 酵母を用いた化粧品の開発も新たに展開している。

酵母以外には、TRX 高含有タバコの開発や、奈良先端大学院大学との共同研究による TRX 高含有レタスの開発等を展開している。

研究体制については TRX の効用を生かした機能性食品・化粧品・新薬への国際産学官連携を促進する目的から、2012 年に特定非営利活動法人日本バイオストレス研究振興アライアンス (JBPA) を発足した。JBPA では、「知る (診る)」「予防する」「治す」の観点から、TRX をバイオマーカーとして活用した測定装置の開発や (知る (診る))、機能性食品/化粧品の開発 (予防する)、インフルエンザ予防や感染症劇症化抑制の医薬品 (治す) の開発を、段階的に実施することを事業目標に掲げている。

現時点での参画企業は以下の通りである。

- レドックス・バイオサイエンス株式会社 (医薬品開発)
- シミック株式会社 (CRO 事業)
- 黄桜株式会社 (酒造メーカー)
- オリエンタル酵母工業株式会社 (食品メーカー)
- 常盤薬品工業株式会社 (製薬メーカー)
- アリスタライフサイエンス株式会社 (農薬、ライフサイエンス事業)

また、研究開発拠点を移転させ、現在は 2010 年度経済産業省事業「先端技術実証・評価設備整備費等補助金」により京都大学と京都市が整備した「高機能性化学研究開発拠点 (京都市伏見区治部町

(らくなん進都内))」に参画している。

(2) 新たな研究成果

本事業終了以降の研究・技術成果は以下の通りである。

- 肺の炎症/慢性閉塞性肺疾患 (COPD) への炎症抑制効果として、肺炎、肺気腫、ぜんそくの抑制
- 皮膚アレルギー炎症の制御
- 胃の粘膜保護効果 (潰瘍防御効果)
- 喫煙による口腔内炎症を軽減

また、実用化された製品・事業は以下の通りである。

- 抗炎症剤の創出 (副作用のあるステロイド剤や免疫抑制剤、NSAIDS (非ステロイド性抗炎症薬) を補完・代替)
- チオレドキシシン ELISA Kit
- TRX 高含有清酒「チオレー献」の開発および生産技術開発
- 「酒粕 TRX 素材」の開発 (未販売)
- 酒酵母由来 TRX 食品原料 (酵母素材)「清酒 TRX エキス」 (販売中)
- ヒトチオレドキシシン 1 を産出するレタスの開発
- TRX 含有酵母エキス
- 酵母チオレドキシシンモノクローナル抗体
- TRX 含有スキンケア化粧品 (2013 年販売予定)

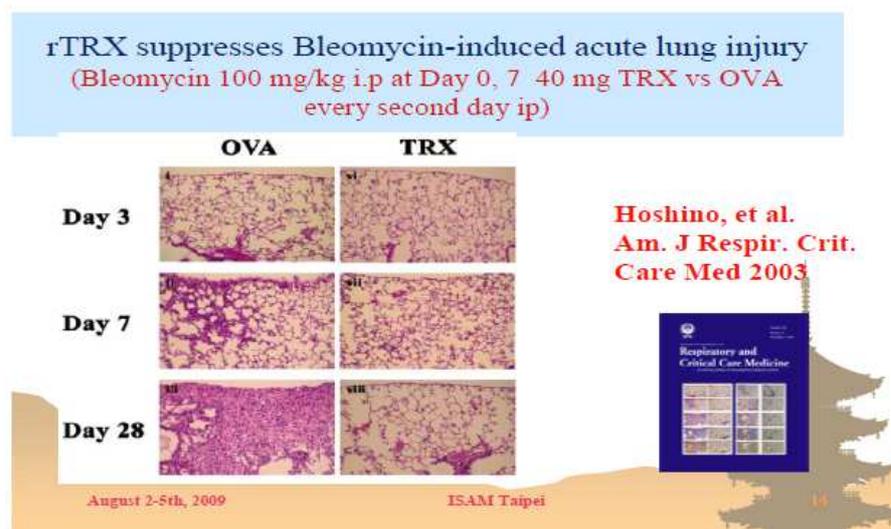
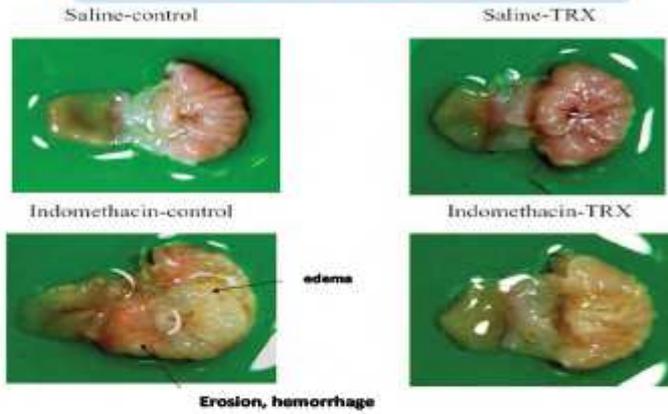


図 3-19 TRX による肺炎抑制作用

Sake_Derived TRX_enriched Extract/ <RBS_KIZAKURA>

*Mucosal Protective Action
NSAIDs/Indomethacin_induced Gastric Ulcer Model
Kyoto U_Kansai Med Sch Coop,
Supported by NEDO and BRAIN Japan*



Nakajima, Okazaki et al JG 2012

Natural TRX Product from Japanese Sake

Sake_Derived TRX_enriched Extract/ <RBS_KIZAKURA>

*Mucosal Protective Action
NSAIDs/Indomethacin_induced Gastric Ulcer Model
Kyoto U_Kansai Med Sch Coop,
Supported by NEDO and BRAIN Japan*

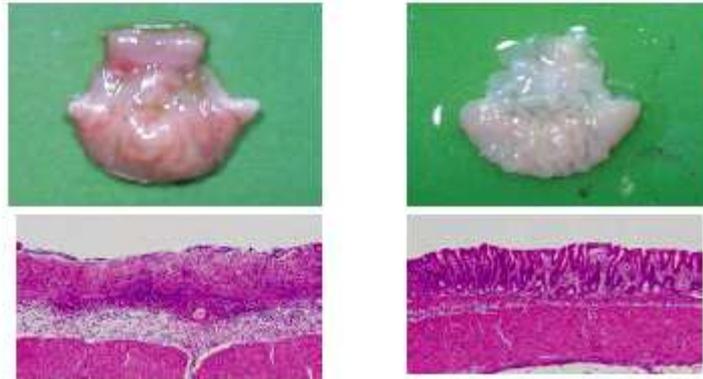


図 3-20 コメ酵母由来 TRX による粘膜保護作用



分析項目	低アルコール にごり酒タイプ	清酒タイプ
日本酒度	-38.0	-0.5
アルコール度数 %	9.5	14.5
酸度 ml	3.8	1.2
アミノ酸度 ml	1.0	1.3
TRX含有量 [μg/ml酒]	5.0	1.0

図 3-21 TRX 高含有清酒チオレー献

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

TRX 誘導物質のスクリーニング方法を開発しスルフォラファンが TRX 遺伝子の活性化物質であることを明らかにしたこと、炎症抑制などの生体内機能を解明したことなど新たな発見も多く、国際誌に年間 10 報以上の論文発表があり、インパクトファクターの高い雑誌にも多数掲載されている。また、淀井氏が Executive Editor となって国際雑誌 *Antioxidant and Redox Signaling* の創刊、国際研究会 *Oxygen Club California* および *International Redox Network* の設立など、本学問領域に関連する雑誌および研究会の発足にも至っている。さらに、実用化に向け、医薬品、食品、化粧品、デバイス開発など幅広い分野との共同研究を実施しており、中国、韓国をはじめとする海外勢との研究交流も盛んであることから、科学技術的波及面において高い効果を発揮していると言える。

2) 経済産業的波及効果

実用パン酵母から TRX 高生産性変異株を取得していること、TRX 関連食品等の試作品および試験的販売に至っていること、ベンチャー企業（レドックス・バイオサイエンス株式会社）の設立といった成果から、経済産業的波及効果は高い。経済的波及効果を向上させる上で、TRX の知名度を上げることの重要性を当該研究チームは認識しており、認知された段階で各種製品を上市することで食品・化粧品分野でのシェアを獲得すること、将来的な展望としてインフルエンザ治療薬の開発が進めば 3,000 億円の市場規模への参入も可能であることから、今後の波及効果が一層期待される。

3) 社会的波及効果

国際誌での発表や海外企業との共同研究などから、日本の国際貢献に寄与していると言える。将来的な効果として医薬品による社会的波及効果として、アトピー性皮膚炎患者（約 70 万人）、ぜんそく、COPD（肺の炎症）、インフルエンザ患者（約 108 万人）の減少が期待される。副作用のあるステロイド剤の代替薬となる可能性も有している。

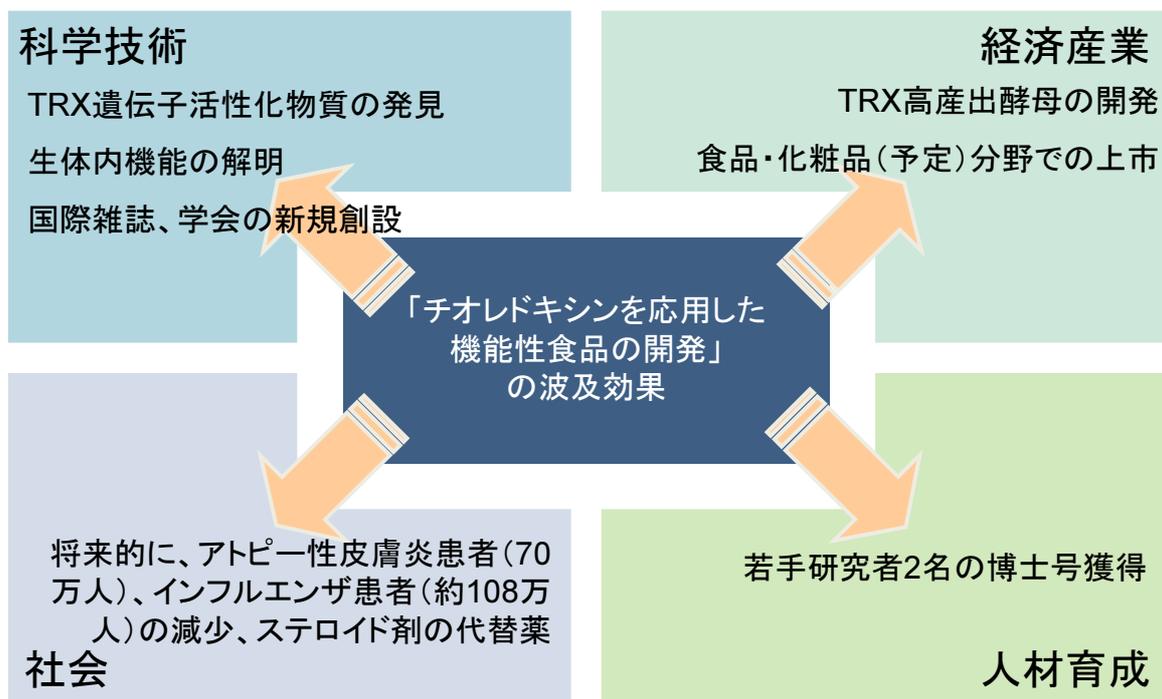
また本事業および後継事業に参画した企業で、研究内容の公表により新卒採用の応募者数が増えたとの報告もある。

4) 人材育成的波及効果

若手研究者のポスト獲得に寄与している。本事業には8人の若手研究者が参画したが、このうち次の2名が博士号取得に至っている。前田和宏氏は事業実施期間中の2005年に京都大学で博士号（農学）を取得し、現在は神戸大学医学部に在籍している。また、オリエンタル酵母工業株式会社の竹谷（旧姓 青木）由紀子氏は、本事業での研究成果をもとに博士号を取得し、現在もバイオ分野の研究開発で活躍している。

(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。



生体内機能に関する新規発見が多く、国際誌掲載および特許申請数が多いこと、新たな雑誌および学会の創設に寄与するなど、科学技術的波及効果が大きい。産業技術・経済面および社会面での波及効果については今後期待できるものである。

(5) 追跡チャート

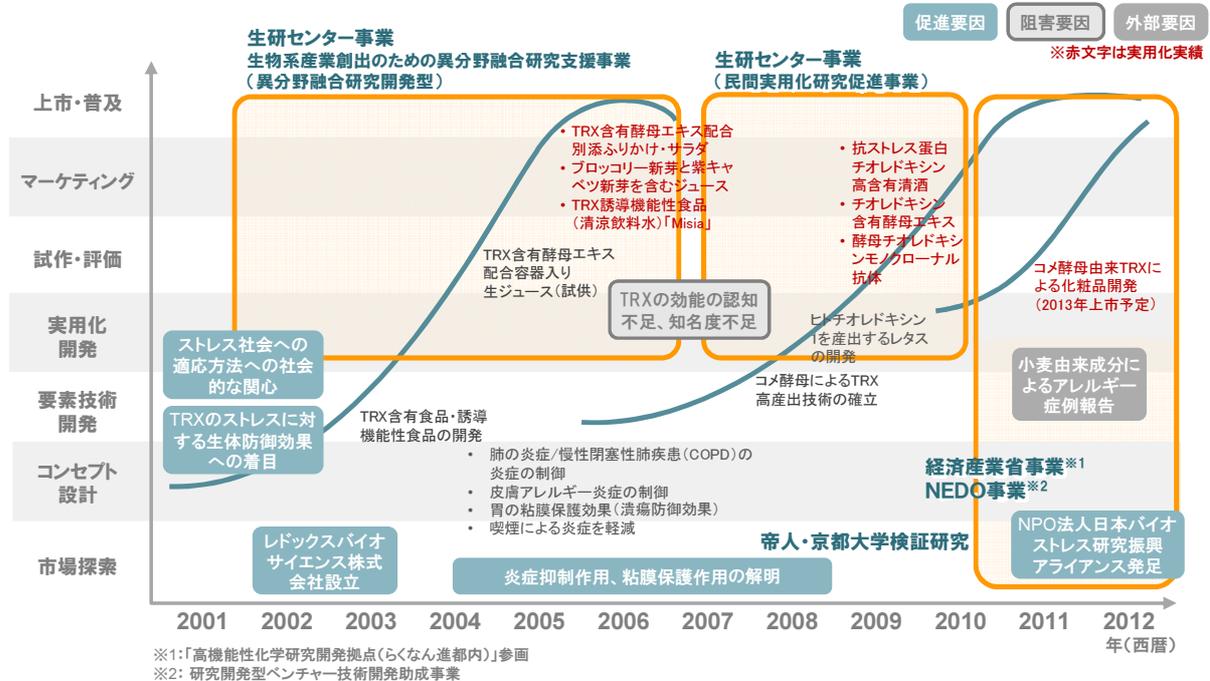
アンケートおよびヒアリング調査結果をもとにして、事業期間中から現在までの産業化に至る経緯を分析した。

本事業はTRXが持つストレスに対する生体防御反応に着目し、上市・普及が進めやすい食品での開発を目的に研究開発が始められた。事業期間中の研究開発は順調に進み、1製品が試供、3製品が試験的販売に至った。ただしTRXの機能および名称についての認知が進んでいないこともあり、いずれも試験的取り組みにとどまった。

その後、生研センター民間実用化研究促進事業により、コメ酵母を活用した実用化研究が進められ、

3 製品の上市に至った。いずれの製品も、現在も販売されている。また、化粧品の販売も予定されている。

実用化研究と並行し、TRX の生体内機能の解明が進められ、炎症抑制作用や粘膜保護作用について新たな報告がされた。これらの知見も活かし、医薬品開発等への展開が期待されている。



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

「チオレドキシシ (TRX) を応用した機能性食品開発」事業終了後、引き続き「生研センター民間実用化研究促進事業」にて研究が進められ、複数の商品の上市に至った。超高齢社会において需要が高まるであろう抗加齢製品としての化粧品の販売も予定している。また、基礎的分野でも抗炎症作用や抗皮膚アレルギー作用などを新たに見出し、TRX の医薬品開発への展開が期待される。なお、体内で TRX 産生を誘導する成分を含む食品開発の発想は興味深い。

(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

TRX 誘導物質スクリーニング法の開発とそれを用いた TRX 遺伝子活性化物質の発見、実用パン酵母から TRX 高生産株を取得して TRX そのものの生体内機能の解明を行って得られた新たな発見などは、レベルの高い多くの雑誌に発表された。被引用数上位 20 論文のうち、インパクトファクター (IF, 2011) が 4 以上の論文が 16 報あり、そのうち 2 報は IF=14.7 台であった。当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計すると、代表研究者およびその所属機関が国際的にみても第一位であった。また、新たな国際雑誌の創刊、国際研究会や国際ネットワークの発足にもつながった。実用面でも TRX 含有食品と TRX 誘導食品の開発に至り、科学技術的效果は非常に高いといえる。

2) 経済産業的波及効果の評価

実用パン酵母から TRX 高生産株の取得、TRX 含有食品と TRX 誘導食品の試作や試験販売、会社設立、関連企業との連携が行われたこと、医薬品開発にも期待がもてることから、経済産業的波及効果は大であるといえる。一般的に、製品（この場合 TRX）の社会における認知度は販売額に大きく影響するといえる。科学的根拠に基づいた正確な情報発信を通して、専門家でない人々の認知度が上がれば、波及効果はさらに大きくなるであろう。

3) 社会的波及効果の評価

多様かつ複雑な現代の生活は、精神的・肉体的ストレスに満ちているといえる。たとえば、胃潰瘍の一因もストレスであるといえる。TRX は酸化ストレスのみならず、こうした疾病の予防や治療に貢献することが期待される。また、本事業で得られた成果は多くの国際誌に発表され、世界へ向けて日本発の情報を発信し、国際社会にも貢献しているといえるであろう。

4) 人材育成効果の評価

本事業には 8 名の若手研究者が参画した。このうち 2 名が博士号を取得し、その後のポストを得てそれぞれの研究部署で活躍中とのことである。このように、本事業は 8 名の若手人材の育成とポスト獲得に貢献したといえる。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

本事業は、その後も研究が継続され展開を続けている。たとえば、他大学との共同研究により「ヒト TRX を産生するレタスの共同開発に成功」し、ストレス・炎症・アレルギーを抑制するタンパク質として医薬健康産業への応用への可能性が期待されている（日本農芸化学会 2008 年度大会において発表）。このように TRX を基軸として、食品はもちろん、化粧品、医薬品、関連デバイス開発等、多岐にわたる方面での検討が産学官連携と、農学を含む学の連携によりなされている。今後、さらなる科学的根拠に基づく確かな情報発信を通じて TRX の知名度が一層高くなり、研究が結実して広く人々の生活に貢献することを大いに期待したい。

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	順位	機関名	論文数
1	YODOI J	70	1	KYOTO UNIV	152
2	NAKAMURA H	54	2	HARVARD UNIV	92
3	MASUTANI H	30	3	KAROLINSKA INST	50
4	HOLMGREN A	24	4	EMORY UNIV	48
5	INOUE Y	23	4	OSAKA UNIV	48
5	SHIMOI H	23	6	CHINESE ACAD SCI	47
7	HURT E	22	7	UNIV TOKYO	45
8	IZAWA S	19	8	UNIV HEIDELBERG	43
9	WENTE SR	18	9	UNIV CONNECTICUT	38
10	JONES DP	15	9	UNIV TORONTO	38
10	RODRIGUEZ-NAVARRO	15	11	NCI	37
12	LI X	14	12	UNIV PENN	36
13	KITAGAKI H	13	13	UNIV FLORIDA	33
13	KONDO N	13	13	UNIV TEXAS	33
13	LEE J	13	15	CNRS	32
13	SILVER PA	13	16	UNIV WISCONSIN	31
13	STUTZ F	13	17	UNIV MICHIGAN	30
13	ZHANG L	13	17	VANDERBILT UNIV	30
19	AGUILERA A	12	19	UNIV CALIF SAN FRANCISCO	29
19	COLE CN	12	20	BAYLOR COLL MED	28
19	GO YM	12	20	DUKE UNIV	28
19	ITO K	12	20	NATL RES INST BREWING	28
19	STEWART M	12			

(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。

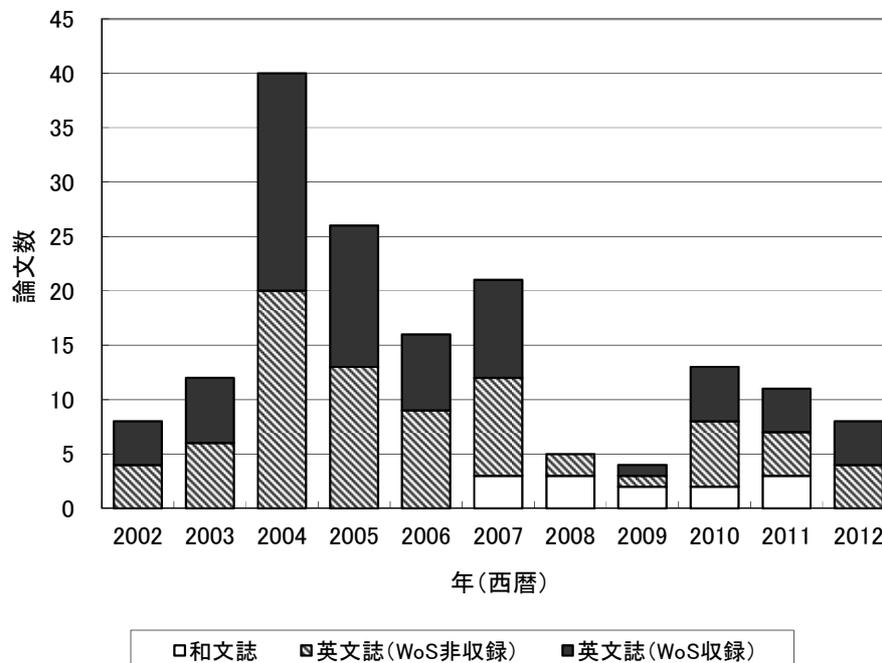
なお、当該課題に関連する領域の論文は、トムソン・ロイター社の学術文献データベース Web of Science において、以下の条件で定義した。

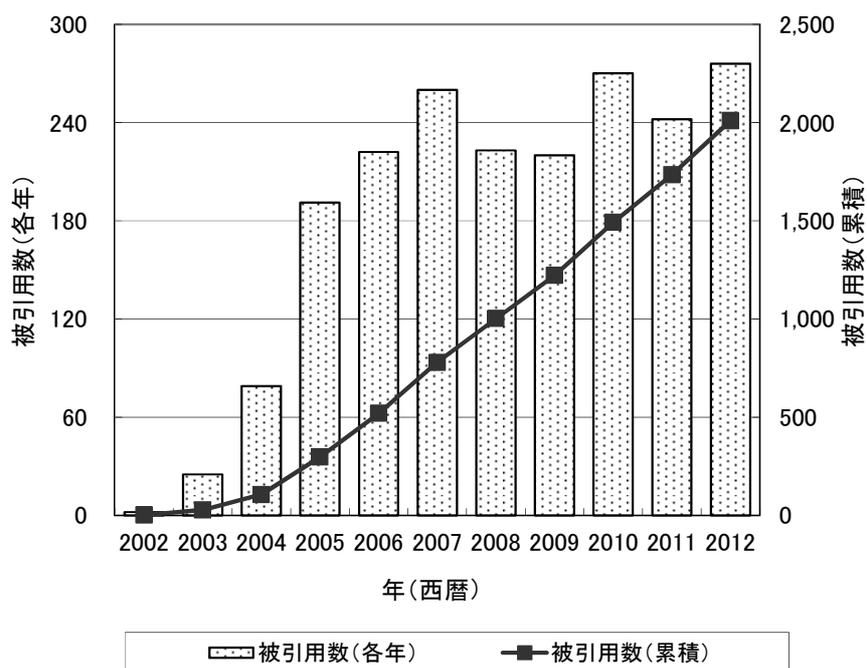
条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年	
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY CELL BIOLOGY	
条件 3： タイトル、概要、キーワードに左記のいずれかの語句を含む	Sake yeast tert-butylhydroquinone (tBHQ) STRE renal tubular injury Ginsenoside Rg1 geranylgeranylacetone Plastome Chloroplast transformation Yap1 fulminant myocarditis thioredoxin-1 heat shock protein 72 glyoxalase I	food allergen Gastric mucosal injury immunoglobulin treatment Therapeutic protein Protein carbonylation bleeding tendency mRNA export thioredoxin (TRX) green tea extract Hsp72 metalloenzyme cAMP-responsive element histone deacetylation
検索論文数	4,167 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。

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。

(2) h-index

上記で示した Web of Science 上で同定できた論文の h-index は **28** であった。

(3) 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
72	Activation of the NLRP3 inflammasome by islet amyloid polypeptide provides a mechanism for enhanced IL-1 beta in type 2 diabetes	Masters, SL; Dunne, A; Subramanian, SL; Hull, RL; Tannahill, GM; Sharp, FA; Becker, C; Franchi, L; Yoshihara, E; Chen, Z; Mullooly, N; Mielke, LA; Harris, J; Coll, RC; Mills, KHG; Mok, KH; Newsholme, P; Nunez, G; Yodoi, J; Kahn, SE; Lavelle, EC; O'Neill, LAJ	NATURE IMMUNOLOGY, 11, 897-U1501	2010	123
3	Overexpression of thioredoxin-1 in transgenic mice attenuates adriamycin-induced cardiotoxicity	Shioji, K; Kishimoto, C; Nakamura, H; Masutani, H; Yuan, ZY; Oka, S; Yodoi, J	CIRCULATION, 106, 1403-1409	2002	113
14	Nitric oxide induces hypoxia-inducible factor 1 activation that is dependent on MAPK and phosphatidylinositol 3-kinase signaling	Kasuno, K; Takabuchi, S; Fukuda, K; Kizaka-Kondoh, S; Yodoi, J; Adachi, T; Semenza, GL; Hirota, K	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 279, 2550-2558	2004	107
34	Sulforaphane induces thioredoxin through the antioxidant-responsive element and attenuates retinal light damage in mice	Tanito, M; Masutani, H; Kim, YC; Nishikawa, M; Ohira, A; Yodoi, J	INVESTIGATIVE OPHTHALMOLOGY & VISUAL SCIENCE, 46, 979-987	2005	89
2	Thioredoxin reductase regulates AP-1 activity as well as thioredoxin nuclear localization via active cysteines in response to ionizing radiation	Karimpour, S; Lou, JY; Lin, LL; Rene, LM; Lagunas, L; Ma, XR; Karra, S; Bradbury, CM; Markovina, S; Goswami, P; Spitz, DR; Hirota, K; Kalvakolanu, DV; Yodoi, J; Gius, D	ONCOGENE, 21, 6317-6327	2002	73
16	Loss of thioredoxin-binding protein-2/vitamin D3 up-regulated protein 1 in human T-cell leukemia virus type 1-dependent T-Cell transformation: Implications for adult T-Cell leukemia leukemogenesis	Nishinaka, Y; Nishiyama, A; Masutani, H; Oka, S; Ahsan, KM; Nakayama, Y; Ishii, Y; Nakamura, H; Maeda, M; Yodoi, J	CANCER RESEARCH, 64, 1287-1292	2004	71
13	Enhanced oxidative stress and impaired thioredoxin expression in spontaneously hypertensive rats	Tanito, M; Nakamura, H; Kwon, YW; Teratani, A; Masutani, H; Shioji, K; Kishimoto, C; Ohira, A; Horie, R; Yodoi, J	ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING, 6, 89-97	2004	65
11	Redox-sensing release of human thioredoxin from T lymphocytes with negative feedback loops	Kondo, N; Ishii, Y; Kwon, YW; Tanito, M; Horita, H; Nishinaka, Y; Nakamura, H; Yodoi, J	JOURNAL OF IMMUNOLOGY, 172, 442-448	2004	64
7	Thioredoxin-dependent redox regulation of the antioxidant responsive element (ARE) in electrophile response	Kim, YC; Yamaguchi, Y; Kondo, N; Masutani, H; Yodoi, J	ONCOGENE, 22, 1860-1865	2003	63
12	Intravenous administration of thioredoxin decreases brain damage following transient focal cerebral ischemia in mice	Hattori, I; Takagi, Y; Nakamura, H; Nozaki, K; Bai, H; Kondo, N; Sugino, T; Nishimura, M; Hashimoto, N; Yodoi, J	ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING, 6, 81-87	2004	55
1	A Chinese cabbage cDNA with high sequence identity to phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidases encodes a novel isoform of thioredoxin-dependent peroxidase	Jung, BG; Lee, KO; Lee, SS; Chi, YH; Jang, HH; Kang, SS; Lee, K; Lim, D; Yoon, SC; Yun, DJ; Inoue, Y; Cho, MJ; Lee, SY	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 277, 12572-12578	2002	54
24	Importin alpha(1) (Rch1) mediates nuclear translocation of thioredoxin-binding protein-2/vitamin D-3-up-regulated protein 1	Nishinaka, Y; Masutani, H; Oka, S; Matsuo, Y; Yamaguchi, Y; Nishio, K; Ishii, Y; Yodoi, J	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 279, 37559-37565	2004	53
26	Thioredoxin-1 ameliorates myosin-induced autoimmune myocarditis by suppressing chemokine expressions and leukocyte chemotaxis in mice	Liu, WR; Nakamura, H; Shioji, K; Tanito, M; Oka, S; Ahsan, MK; Son, A; Ishii, Y; Kishimoto, C; Yodoi, J	CIRCULATION, 110, 1276-1283	2004	53
35	Cytoprotective effects of geranylgeranylacetone against retinal photooxidative damage	Tanito, M; Kwon, YW; Kondo, N; Bai, J; Masutani, H; Nakamura, H; Fujii, J; Ohira, A; Yodoi, J	JOURNAL OF NEUROSCIENCE, 25, 2396-2404	2005	52
5	Critical roles of thioredoxin in nerve growth factor-mediated signal transduction and neurite outgrowth in PC12 cells	Bai, J; Nakamura, H; Kwon, YW; Hattori, I; Yamaguchi, Y; Kim, YC; Kondo, N; Oka, S; Ueda, S; Masutani, H; Yodoi, J	JOURNAL OF NEUROSCIENCE, 23, 503-509	2003	48
31	Methylglyoxal, a metabolite derived from glycolysis, functions as a signal initiator of the high osmolarity glycerol-mitogen-activated protein kinase cascade and Calcineurin/Crz1-mediated pathway in Saccharomyces cerevisiae	Maeta, K; Izawa, S; Inoue, Y	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 280, 253-260	2005	47
43	GPX2, encoding a phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase homologue, codes for an atypical 2-Cys peroxiredoxin in Saccharomyces cerevisiae	Tanaka, T; Izawa, S; Inoue, Y	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 280, 42078-42087	2005	41
8	Elevated serum levels of thioredoxin in patients with acute exacerbation of asthma	Yamada, Y; Nakamura, H; Adachi, T; Sannohe, S; Oyama, H; Kayaba, H; Yodoi, J; Chihara, J	IMMUNOLOGY LETTERS, 86, 199-205	2003	41
39	Two distinct mechanisms for loss of thioredoxin-binding protein-2 in oxidative stress-induced renal carcinogenesis	Dutta, KK; Nishinaka, Y; Masutani, H; Akatsuka, S; Aung, TT; Shirase, T; Lee, WH; Yamada, Y; Hiai, H; Yodoi, JJ; Toyokuni, S	LABORATORY INVESTIGATION, 85, 798-807	2005	40
9	Protective roles of thioredoxin, a redox-regulating protein, in renal ischemia/reperfusion injury	Kasuno, K; Nakamura, H; Ono, T; Muso, E; Yodoi, J	KIDNEY INTERNATIONAL, 64, 1273-1282	2003	37

(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2006-067813	チオレドキシシ高含有酵母およびその製造法	国立大学法人 京都大学 オリ エンタル酵母工 業株式会社 レ ドックス・バイ オサイエンス株 式会社	井上 善晴 井沢 真吾 淀井 淳司 藤田 剛 濱 田 和広 田 中 雄一 古 川 周平 村 田 一夫	2004.08.31	特許4412658
特開2006-067850	酵母チオレドキシシの製造方法	オリエンタル酵 母工業株式会 社 レドックス・ バイオサイエ ンス株式会社	田中 雄一 古川 周平 濱田 和広 藤田 剛 淀 井 淳司 村 田 一夫	2004.08.31	
特開2006-109754	チオレドキシシの発現を誘導する食品	レドックス・バイ オサイエンス株 式会社 株式会 社ロック・フィー ルド	淀井淳司 増 谷弘 中村肇 谷戸正樹 國本祐二 叶 順江 原富次 郎 藤倉舞	2004.10.14	
再公表06-025448	チオレドキシシを用いた消化器官保護方法	オリエンタル酵 母工業株式会 社 レドックス・ バイオサイエ ンス株式会社	小土井 理 恵 藤田 剛 中村 肇 淀 井 淳司 増 谷 弘 村田 一夫	2005.08.31	特許4918359
再公表06-033351	チオレドキシシ発現誘導用組成物	レドックス・バイ オサイエンス株 式会社	淀井 淳司 増谷 弘 國 本 祐二 高 寺 恒慈 叶 順江 村田 一夫 田増 章吾	2005.09.21	
再公表07-032490	チオレドキシシの製造方法	国立大学法人 京都大学 レ ドックス・バイ オサイエンス株 式会社 黄桜株 式会社	淀井 淳司 井上 善晴 井沢 真吾 増谷 弘 村 田 一夫 田 増 章吾	2006.09.15	
特開2008-231000	チオレドキシシ含有抽出物、及びその製造方法	国立大学法人 京都大学 黄桜 株式会社 レ ドックス・バイ オサイエンス株 式会社	淀井 淳司 井上 善晴 若井 芳則 清川 良文 北岡 篤士 村田 一夫 加藤 紀子	2007.03.19	
特開2009-108009	抗酸化酵素誘導剤	国立大学法人 京都大学 株式 会社ロック・ フィールド	淀井 淳司 増谷 弘 山 口 佳美 大 槻 涼子 竹 中 真弘 國 本 祐二 叶 順江	2007.10.31	

(2) 実用化例

- TRX 含有食品
 - ▶ TRX 含有酵母エキス配合容器入り生ジュース販売
 - ▶ TRX 含有酵母エキス配合別添ふりかけ・サラダ販売
- TRX 誘導食品
 - ▶ ブロッコリー新芽と紫キャベツ新芽を含むジュースを販売
 - ▶ TRX 誘導機能性食品（清涼飲料水）「Misia」販売
- 抗ストレス蛋白チオレドキシシン高含有清酒
- チオレドキシシン含有酵母エキス
- 酵母チオレドキシシンモノクローナル抗体

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「チオレドキシシンを応用した機能性食品の開発」研究成果報告書（平成 18 年 6 月）
- 生研センター 民間実用化研究促進事業（平成 19～21 年度）研究成果
- バイオストレスマーカー チオレドキシシン（NPO 法人日本バイオストレス研究振興アライアンス）
- レドックス・バイオサイエンス株式会社 会社概要資料
- 淀井氏提供資料（TRX に関する研究概要）
- バイオインダストリー協会～日本動物細胞工学会（JAACT） 講演記録（2012 年）
- 日本研究皮膚科学会〔沖縄〕ポスター発表資料（2012 年）

第4節 希少なキノコ新規栽培法の開発

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（起業化促進型：平成 17 年度－18 年度）

技術コーディネーター：大賀祥治（九州大学大学院 農学研究院〔事業当時〕）

中課題	所属（事業当時）	研究者
① 菌株選定、培地開発と子実体成分の検討	九州大学大学院 農学研究院	大賀祥治
② 安全性試験および機能性の評価	高崎健康福祉大学 健康福祉学部	江口文陽
③ 冬虫夏草新菌株の選定、生産現場試験栽培及び製品化研究	（社）日本私立学校給食協会 バイオ研究所	村崎詩園

ヒアリング協力者：大賀祥治（九州大学大学院 農学研究院・環境農学部門〔現所属〕）

ヒアリング実施日：平成 24 年 12 月 26 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

従来から、シイタケ、エノキタケ、マイタケ、ブナシメジなどは人工栽培法が確立していたが、冬虫夏草をはじめとした希少なキノコについては安定的な栽培システムが確立していなかった。

平成 13 年ごろから、大賀教授らは、冬虫夏草菌類の一種であるツクツクボウシタケの人工栽培を研究しており、ポリウレタンフォームを培地とした栽培法を開発してきており、企業と共同研究を実施していた。また、(財) 福岡県産炭地地域振興センター研究開発事業（平成 15～17 年度）により、産炭地の振興策として、キノコの人工栽培法の研究も実施していた。

研究成果の普及のために平成 16 年には九大発ベンチャーとして株式会社マッシュピア³が設立された。

しかし、ツクツクボウシタケの需要は腎移植や肝移植の際の免疫抑制といった限定した用途だけであったこと、培地のポリウレタンフォームの原料としてトルエン・キシレンなどの有機溶剤を用いていたことから、安全性には問題がなくても、イメージの面から普及に問題があった。



図 3-22 ツクツクボウシタケの人工栽培

³ マッシュルーム+ユートピアの造語として命名された。

(2) 応募の目的／他制度への応募状況

前項に述べた状況の中、新聞やテレビ等でも取り上げられ、当該分野の研究が着目される中、これまでの研究蓄積をベースに、より需要面で魅力的な冬虫夏草菌類の一種であるセミタケを対象に、米やフスマなどの農業原料を培地にすることで、安定的な栽培システムを確立することを目的に、本制度への応募がなされ、採択された。

ほぼ同時期に、福岡県からの助成金⁴や産炭地振興のための補助金⁵等も獲得している。

(3) 当該事業の意義

従来から企業と共同研究をしていたものの、数十万～100万円／年程度であり、福岡県からの助成金も100万円／年程度であったため、大規模な研究は難しい状況であった。

本研究課題では、数千万円の予算を用いて培地の開発や新菌株の採取等を実施することとしており、仮に本制度に採択されなかった場合、ツクツクボウシタケからセミタケに菌種を変えたり、培地の探索的な開発は難しくなると考えられ、本研究課題（セミタケの農業原料由来の培地による栽培システムの開発）は断念された可能性が高い。

(4) 研究の狙い

上述のような背景の下、本研究課題では、農産品副産物を再利用して、希少なキノコであるセミタケ（冬虫夏草菌類）の生産システムを確立することを目的とした。

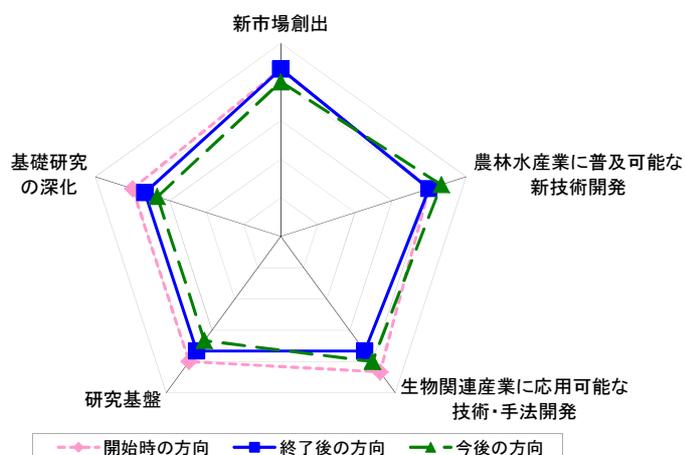
具体的には、国内発見菌株の中から、最もキノコの生産量が高い菌株を選抜する。また、キノコの安全性および健康機能性を明らかにするとともに、新規の培地の開発など、栽培最適法を確立する。最終的に、健康機能性の高いキノコを量産する生産システムを完成させる。

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。

⁴ (財) 福岡県産業・科学技術振興財団 ふくおか IST マッチングコーディネーター事業実用化可能性試験(平成 15 年度)、福岡県バイオベンチャー等育成事業(平成 16 年度、平成 17 年度)

⁵ 産炭地域振興センター研究開発事業(平成 15 年度～平成 17 年度)



本研究課題は、最終的には、健康機能性の高い冬虫夏草菌類の栽培方法の確立および冬虫夏草菌類の有効成分を用いた関連商品の開発を目指すものであり、当初は基礎的なものから技術・製品まで同程度の比重であったが、研究の進展とともに、開発された栽培法によるセミタケ（関連商品）の市場化や冬虫夏草の栽培への展開、さらには電気的刺激を用いたキノコ類の生産性向上技術の開発などへの展開など、より出口志向が強まっている状況である。

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

冬虫夏草類の抱える問題点

- 稀少なキノコであり機能性食品としての成分や薬効から価値が高い冬虫夏草類は、安定的な栽培システムが確立していなかった

セミタケの人工栽培

冬虫夏草菌類からキノコ生産性の高いセミタケの優良菌株を選抜、農産物を基材とする人工培地を開発、実用化のための栽培試験を実施

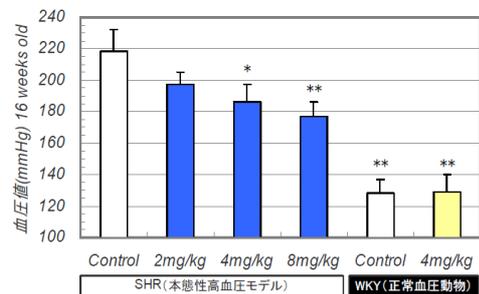


野生の子実体

セミタケの安定栽培法を確立

安全性試験・機能性評価

- ・マウスでの急性、亜急性、慢性毒性試験
- ・健康機能性試験



セミタケ抽出物の投与による高血圧改善効果

安全性および健康改善効果等確認

その後の展開

冬虫夏草への展開



開発した人工栽培法を、より健康食品等へ応用範囲が広い冬虫夏草(シネンシス)へ展開



電気刺激による栽培促進効果

冬虫夏草菌類栽培への電気刺激適用

今後の展開

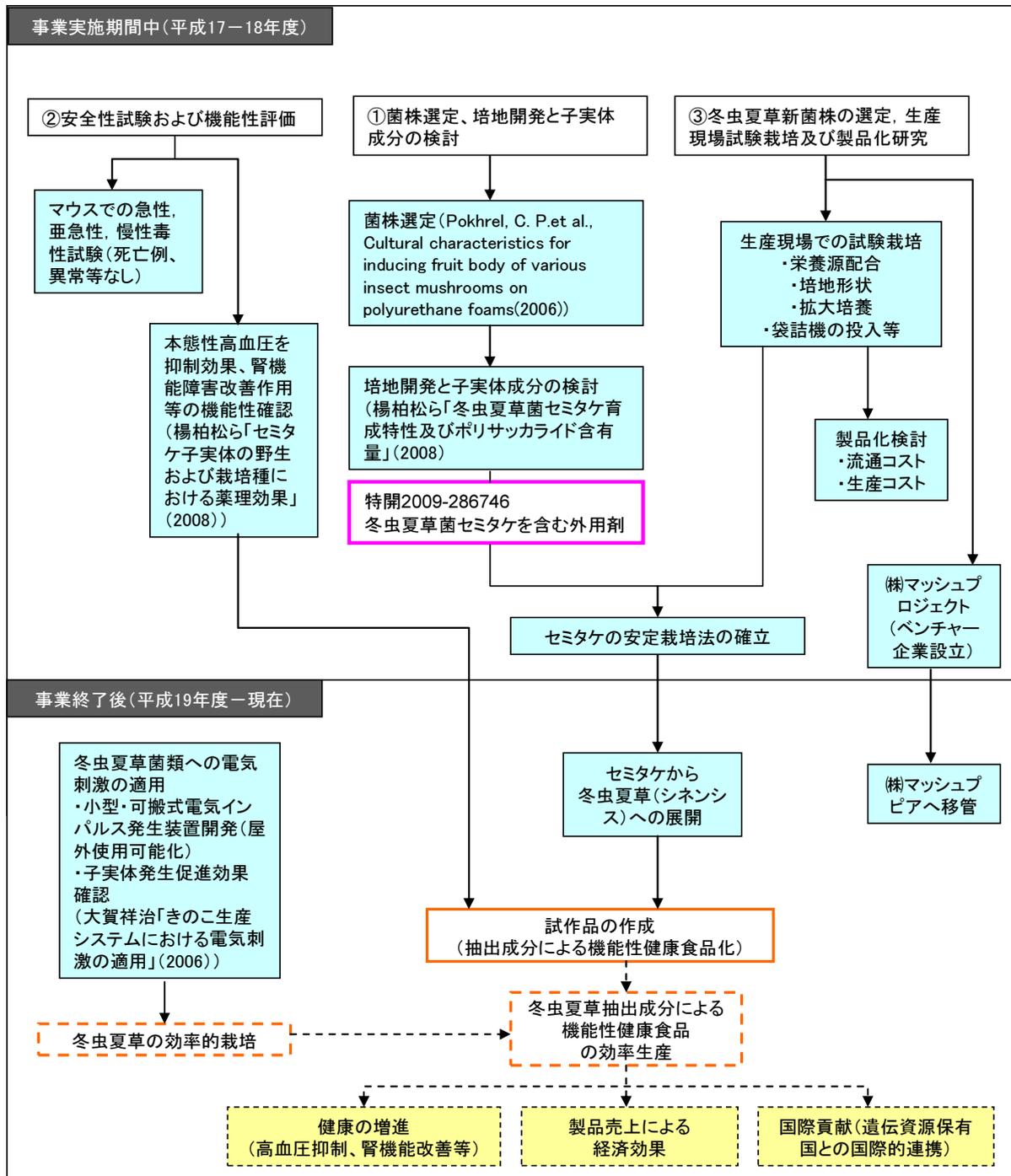
抽出成分による機能性健康食品の開発

冬虫夏草の効率的な栽培の事業化

製品売上による経済効果、健康増進とともに、遺伝資源保有国との連携(国際貢献)の期待

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

□ 中課題 □ 研究成果 □ 特許出願 □ 実用化 □ 効果



※図中で枠線が点線のものは、将来的に実現する内容であることを意味する。

3. 当該事業における研究の実施状況

(1) 研究目的

本研究課題では、希少キノコとして冬虫夏草菌類（セミタケ）を取り上げ、健康機能性の高いキノコの安定的な栽培システムを確立することを目的としていた。

それぞれの中課題ごとの目的は以下の通りであった。

1) 菌株選定、培地開発と子実体成分の検討

冬虫夏草菌類を取り上げ、栽培に適した菌種を選抜する。そして、培地に適した基材と添加物を農産物などから見出す。得られた子実体に含有される、コルジセピンやポリサッカライドなどの機能性成分について検討する。最終的に、冬虫夏草菌類を素材としての健康食品の製品化をめざす。

2) 安全性試験および機能性の評価

人工栽培された冬虫夏草菌類セミタケについて、安全性試験を行う。さらに、機能性についての検討を加える。また、最終的に調製された製品についても、同様の検討を行う。

3) 冬虫夏草新菌株の選定、生産現場試験栽培及び製品化研究

種菌の拡大培養は第3次以降の菌勢が衰退するため、新菌株を供給していく必要がある。

このため「生産効率の高い冬虫夏草類の新菌株の発見・取得」を目指す研究を実施する。最も適した種菌の培養、培地の栄養源配合を究明し、「生産農家ででの大量栽培技術の確立」を目指す研究を実施する。乾燥技術など出荷形態を確立し「製品化のための安定的原材料の供給」を目指す研究及び「コスト計算」を実施する。

(2) 研究内容

1) 菌株選定、培地開発と子実体成分の検討

約500種類といわれる冬虫夏草菌類のなかから、菌糸生育力が高く子実体発生が良好なセミタケについて試験した。

野生に発生する冬虫夏草菌類の子実体を組織分離して菌糸を得た。これらについて PDA (Potato Dextrose Agar) 培地で菌糸蔓延の生育試験を行い、生育力の高いものを選抜した。

栽培するための基材として、農産物から7種類を取り上げ試験を行い、菌床の組成と子実体中の機能性成分コルジセピン含有量の関係を分析した。

最終的に、子実体の乾燥方法について検討した。現在汎用されている温風乾燥に比べ、真空凍結乾燥では子実体の成分変化が少なく、コルジセピンやポリサッカライド含有量が高いことが明らかとなり、キノコを健康食品の素材として利用する際には、成分変化を避けるために、国内産の真空凍結乾燥品を用いる必要性が示唆された。

2) 安全性試験および機能性の評価

(a) 安全性試験

セミタケ菌糸体（熱水抽出物：回収率 46.7%）の安全性を評価することを目的として、OECD 化学物質毒性試験指針（1987）に準拠し、急性毒性試験を実施した。

セミタケ子実体（熱水抽出物：回収率 5.3%）についても、安全性を評価することを目的として、OECD 化学物質毒性試験指針（1987）に準拠し、マウスにおける急性経口毒性および亜急性毒性を実施した。

セミタケ加工製品（セミタケ子実体抽出物含有量約 5%）の安全性について、OECD 化学物質毒性試験指針（1987）に準拠し、マウスにおける急性経口毒性および亜急性毒性を調べた。

結果として、いずれも血液検査、解剖学所見において特段の異常は認められなかった。

(b) 機能性試験

セミタケおよび加工品の機能性を評価するに当たり、以下の試験・解析を実施した。

- セミタケおよび加工品の機能性解析（*in vitro* 試験）
 - 子実体の熱水抽出物および顆粒製品の血小板凝集抑制と ACE 阻害活性を常法にて測定した。
 - *in vitro* 試験の結果、セミタケは血流改善やアンギオテンシン転換酵素系に作用する高血圧の予防と治療のための食品ならびにその素材としての可能性が示唆された。
- 2 系の高血圧モデルを用いた前臨床試験（*in vivo* 試験）
 - 本態性高血圧疾患モデル（SHR）および DOCA-NaCl 左腎摘出ラット（腎性高血圧症）の 2 つの系のラットにセミタケ熱水抽出物を投与し血圧に対する影響を解析した。
- 試作製品の高血圧改善作用の解析（*in vivo* 試験）
 - セミタケ顆粒加工製品の血圧上昇抑制効果を SHR に単回投与（50 mg/kg 用量）したところ、血圧値はコントロールに対して最大で 23 mm/Hg（投与後 3 時間）の降下が測定された。

これら 2 つの高血圧疾患モデル動物の評価系から、セミタケには心筋梗塞や脳機能疾患などの重篤な症状に起因する、本態性高血圧を抑制する効果と、腎機能障害改善作用発現機序の一つとして、細胞外マトリックスの修復作用を有することが認められた。

3) 冬虫夏草新菌株の選定、生産現場試験栽培及び製品化研究

(a) 冬虫夏草新菌株の収集

生産性の高い冬虫夏草菌株を供給し、種菌の菌勢を維持するために、新菌株を収集した。

熊本県山都町蘇陽地区に、天然林が存在し、車で近傍までいける林道等があることを条件に、延長 200km を超える探索ルートを設定し、冬虫夏草菌類の子実体を収集した。

(b) 生産現場での試験栽培

シイタケの栽培技術を行っている生産農家(有)三栄農園（鹿児島県薩摩川内市）で実施した。栽培室の環境条件（空調設備、栽培棚など）を測定し、断熱及び空調により一定温度を保てることを確認した。

実験室で培養された種菌（セミタケ、ツクツクボウシタケ、ハナアブラゼミタケ）を生産農家に供給し、実用規模で生産試験を行った。

(c) 製品化

漢方薬業界へのヒアリングでは、ハナサナギタケ乾燥製品は平均的には1万円/100gで流通していると言われており、最終歩止りから、1培地当たりの価格は、1,130円である。

培地原価280円を差し引くと、1培地当たりの収益が850円となり、試験農園で生産されているシイタケ1培地当たりの収益平均550円の1.5倍となる。今後、さらなる改良と凍結乾燥などの方法によって、収益はさらに上昇する見込みである。

(3) 研究体制

研究体制は、栽培法の側面、安全性・機能性の側面、事業化の側面から、それぞれに強みを有する三者が連携して実施していた。

中課題	所属（事業当時）	研究者
① 菌株選定、培地開発と子実体成分の検討	九州大学大学院 農学研究院	大賀祥治
② 安全性試験および機能性の評価	高崎健康福祉大学 健康福祉学部	江口文陽
③ 冬虫夏草新菌株の選定、生産現場試験栽培及び製品化研究	(社) 日本私立学校給食協会 バイオ研究所	村崎詩園

九州大学においては、培地開発などに、多くの留学生の参画による人海戦術的な体制が構築された。

(4) 研究成果

主要な研究成果は以下の通りである。

- ① 九州大学の冬虫夏草の保存菌株、および自然発生地のある熊本県阿蘇地域の広葉樹林に設けた探索地から得られたセミタケ4株、ハナサナギタケ16株、コナサナギタケ2株について、子実体から組織分離を行い、液体培地で培養して菌体重量を調べた。その結果、セミタケから人工栽培に適する優良菌株が選抜できた。
- ② 寒天培地および菌床での菌糸生育を調べ、農産品副産物の中から優良な基材を見出した。さらに、添加物を検討し、子実体発生量、含有される機能性成分が多い培地組成を見出した。これらを実

用化するために、菌床において栽培試験を行い、菌糸の生育や子実体発生条件を調査して、温度、湿度、通風、照度などの最適環境条件を明らかにし、セミタケの安定栽培法を確立した(図参照)。



図 3-23 セミタケの人工栽培

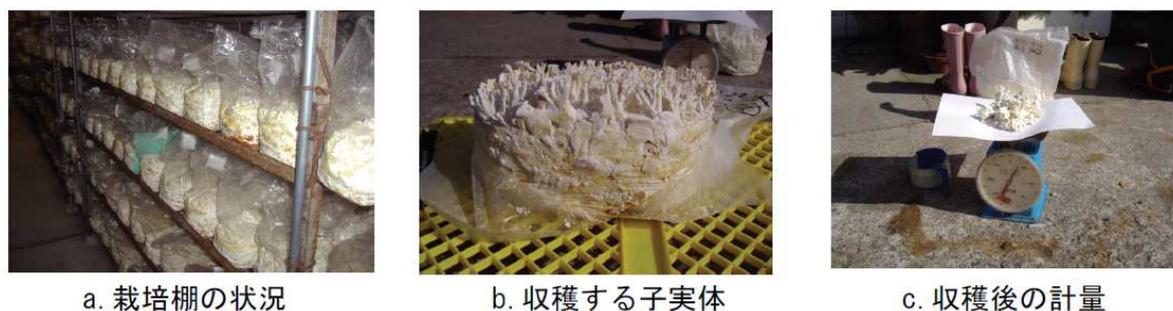


図 3-24 栽培棚の状況及び収穫状況

- ③ 発生した子実体の成分分析を行い、機能的成分のコルジセピンやポリサッカロイド含有量を検討した。コルジセピンはアデノシン類似の化合物で種々の機能的性が知られ、栽培する際の基材や添加物を工夫して、高含有量の子実体を得ることが可能となった(図参照)。子実体からの抽出液を凍結乾燥して製品化した。

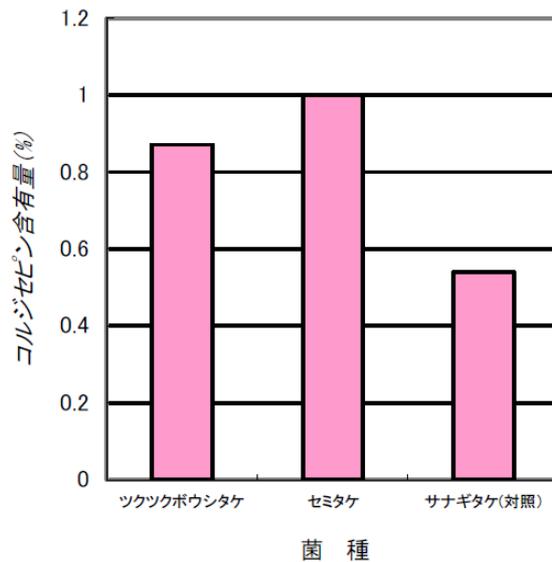


図 3-25 冬虫夏草の各菌種のコルジセピン含有量

- ④ マウスでの急性、亜急性、慢性毒性試験を行った結果、死亡例はなかった。また、行動薬理学的な異常行動も全投与群において認められなかった。血液検査、解剖学所見においても異常は認められなかった。
- ⑤ セミタケの子実体および製品を用いた健康機能性試験の結果、心筋梗塞や脳機能疾患などの重篤な症状に起因する、本態性高血圧を抑制する効果と（図参照）、腎機能障害改善作用発現機序の一つとして、細胞外マトリックスの修復作用を有することが認められた。その他、血漿板凝集抑制作用、ケモカイン遺伝子発現抑制、美白効果などの機能性が認められた。この結果、セミタケ製品は優れた食品としての評価が得られた。

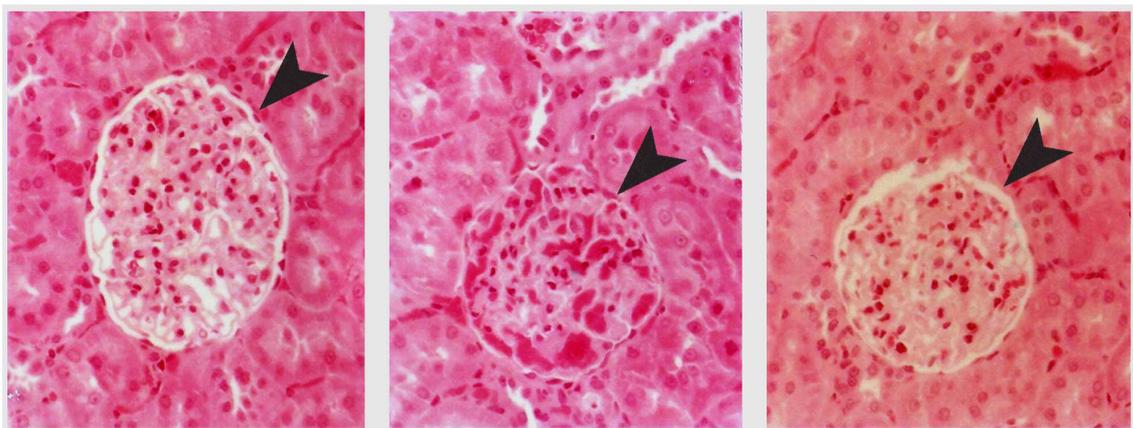


図 3-26 腎臓の病理学的解析（DOCA-NaCl ラット）

セミタケ抽出物の投与により腎性高血圧症モデル動物の腎臓の組織障害の改善が確認された。

左：正常ラットの腎糸球体（セミタケ抽出物未投与）、中央：腎性高血圧症のモデルラットの腎糸球体（セミタケ抽出物未投与）であり尿管上皮脱落、硝子円柱、間質炎の組織所見が散見され腎硬化病変を呈する。右：腎性高血

圧症モデルラットの腎糸球体（セミタケ抽出物投与）であり、腎病変の改善効果が認められる。

- ⑥ 当該事業の成果を活用し、セミタケの人工栽培を行うとともに、その有効成分による健康食品等を製品化し、製造・販売するためのベンチャー企業として「株式会社 マッシュプロジェクト」が設立された。

設立ベンチャー企業の概要

株式会社 マッシュプロジェクト	事業内容
①設立時期:平成19年1月	①冬虫夏草菌類セミタケの製造・販売
②資本金:50万円	②機能性食品の製造・販売
③代表:村崎詩園	③農産食料品の製造・販売

4. 事業終了後の状況

(1) 研究の発展状況

当該事業終了前後の頃から、ゼミタケと近い同属であり、より商品価値が高い冬虫夏草（シネンシス）を対象に、当該事業の成果である培地や人工栽培法を用いた研究開発を展開した。シネンシスはコウモリガ科の幼虫の一種に寄生したもので、チベット、ネパールの高山地帯に生息している（図参照）。ちなみに、広義には多くの昆虫に寄生したものを含めて冬虫夏草菌（類）と総称し、約 400 種類が知られている。

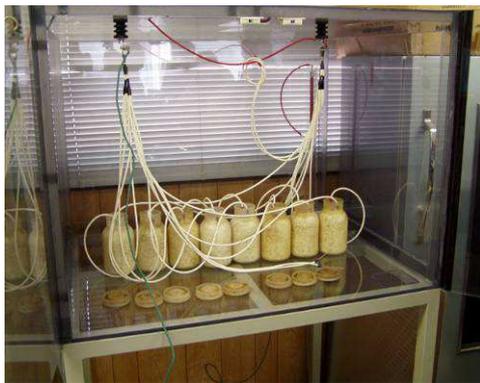
東洋医学では、漢方薬として古来より医薬に重用され、結核、黄疸、アヘン中毒の解毒薬としても用いられてきた。一方、近年の臨床実験の結果、鎮静作用、抗腫瘍作用、免疫増強作用を示す D - ポリサカロイド、コルジセピン、メラトニンなどの機能性成分が報告され、世界中で注目されている。中国の馬氏が指導した陸上競技選手たちが、「冬虫夏草エキス」を飲用して次々に好記録を出したのは有名な逸話である。このように、不老長寿、強精強壮薬、また薬膳料理の食材として広く知られるようになってきた。特に、シネンシスは野生種に限られるため、乱獲による資源の枯渇で需給バランスが崩れ約 50,000 元/kg の高値で取引されている。



図 3-27 冬虫夏草（シネンシス）

当該事業終了後から、キノコ生産システムにおける電気刺激の活用について研究した（この研究に

関しては、企業との産学協同研究等により実施した)。雷雨の後は野生きのこの大量発生がみられることが内外で知られていることを背景とする。高電圧の印加により効率よくきのこを発生させることを主目的として、産学官共同研究を行った。200 kV くらいの高電圧を発生させる機器を作製し、いろいろな印加電圧で電極形状、印加時期や方法などを因子として検討した(装置開発はメーカーが実施)。対象のきのこは食用(シイタケ、エリンギ、ブナシメジなど)および薬用(ハナビラタケ、ヒメマツタケ、ハタケシメジなど)として知られている 10 数種類に加え、機能が期待されている、冬虫夏草菌類(セミタケなど)で同様の試験を行った。また、野外での電気刺激効果を試験するため、持ち運びができるよう、約 15kg に軽量化(従来の大型のものは約 200kg)された可搬式電気インパルス発生装置を開発した(図参照)。本器は充電方式で、60 kV までの電圧で連続印加が可能である。



大型固定印加装置



小型携帯印加装置

図 3-28 電気パルス印加

(2) 新たな研究成果

1) シネンシスの人工栽培法

セミタケで確立した培地や栽培方法をベースとして、米などの農産品副産物の基材を用いたシネンシス等の人工栽培法が可能になった。昆虫に依存しない天然物由来による栽培方法として成功した。液体種菌を接種後、25°Cで暗黒培養し、青色 LED 照明のもとで原基形成を誘起する。米を主体とした培地では、子実体形成に卵黄が効果的であった(図参照)。なお、中国でもシネンシス等の人工栽培の研究がなされているが、昆虫に依存したものが主となっていると見られる。



セミタケ



シネンシス冬虫夏草



サナギタケ

図 3-29 電気パルス印加

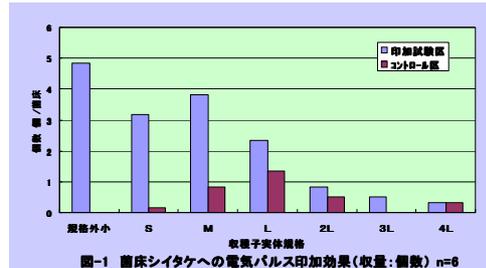
2) 電気刺激の活用効果

安定的な生産システムの一つとして、電気刺激を取り上げた結果、冬虫夏草菌類の発生が促進された。特に、シネンシスの安定栽培が可能となった（図参照）。電気刺激により子実体発生数が増加し、菌床あたりの総発生量が増えることが明らかになった。そして、有効成分（マンニトール）の含有量が増加することが分かった。（ちなみに、電気刺激によりキノコの発生は概ね倍増し、また目的とする有効成分の含有比率も概ね倍増するため、有効成分の生産性は概ね4倍になるとされる。）

発生個数の比較

電気パルス処理区
15.8ヶ/1菌床当たり

コントロール区
3.2ヶ/1菌床当たり



収穫量の比較

電気パルス処理区
283.0g/1菌床当たり

コントロール区
97.3g/1菌床当たり

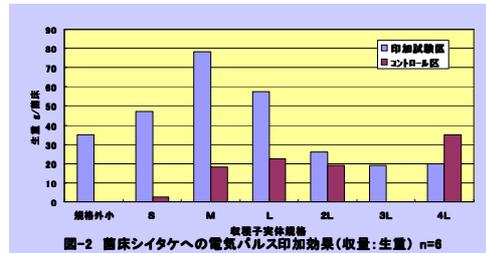


図 3-30 シイタケの発生個数の比較と収穫量の比較

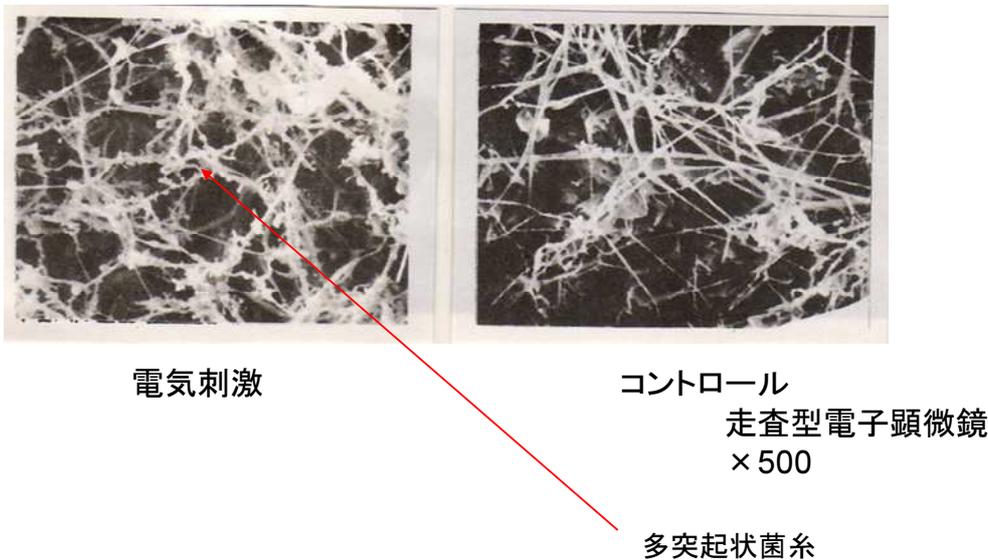


図 3-31 電気刺激による菌糸の発生促進効果

(3) 波及効果

1) 科学技術的波及効果

冬虫夏草菌類のような、これまで人工栽培ができず採取に依存していた稀少キノコについて、昆虫等ではなく、利用しやすく、安全性のイメージの面でも問題のない農産物由来の培地を用いた栽培方法について、栄養源・添加物、温度等の環境条件についての研究が進展した。これらをベースとして培地や栽培方法が確立し、標準的なものとなるとともに、多様な稀少キノコの人工栽培への応用可能性が示された。

また、キノコ生産における電気刺激の発生促進効果については、シイタケやブナシメジ等の一般的なキノコにおいて効果的であることがわかっていたが、より付加価値が高い冬虫夏草でも有効であることが実証され、電気刺激の与え方や電圧等の諸条件が研究対象となっている。

2) 経済産業的波及効果

当該事業で開発した培地・栽培法による冬虫夏草菌類（セミタケおよび冬虫夏草）の人工栽培による、売上等の収益拡大・雇用創出等の効果が期待される。さらに、これらのキノコ栽培のための植物工場建設や、電気刺激装置（屋内用および屋外用）の生産・販売等による経済効果も波及効果として期待される。

さらに、有用成分の抽出により健康機能性を活用した商品の試作品が作成されており、今後の開発・生産・販売による売上等の収益拡大・雇用創出等の効果が期待される。



乾燥子実体



抽出物



顆粒製品 (試作品)



カプセル製品 (試作品)

図 3-32 子実体および抽出物・製品化（製剤）イメージ

3) 社会的波及効果

これらの稀少キノコの有効成分による健康機能性を活用した商品により国民の QOL 向上に資することが示唆される。ちなみに、セミタケについては、心筋梗塞や脳機能疾患などの重篤な症状に起因する本態性高血圧を抑制する効果、腎機能障害改善作用に関する効果、および血漿板凝集抑制作用、ケモカイン遺伝子発現抑制、美白効果などの機能性が認められた。また、さらに冬虫夏草菌類の成分は、鎮静作用、抗腫瘍作用、免疫増強作用などの機能性が認められ、着目される。

また生物多様性条約をふまえ、これら稀少キノコの遺伝資源を有する途上国と連携し、当該キノコの人工栽培や有効成分の抽出等の工程を現地（遺伝資源保有国）で行い、健康食品の開発・生産を国内で行う等の役割分担をすることが考えられる。これにより、途上国の経済発展・雇用創出等に国際貢献していくことも期待される。

4) 人材育成的波及効果

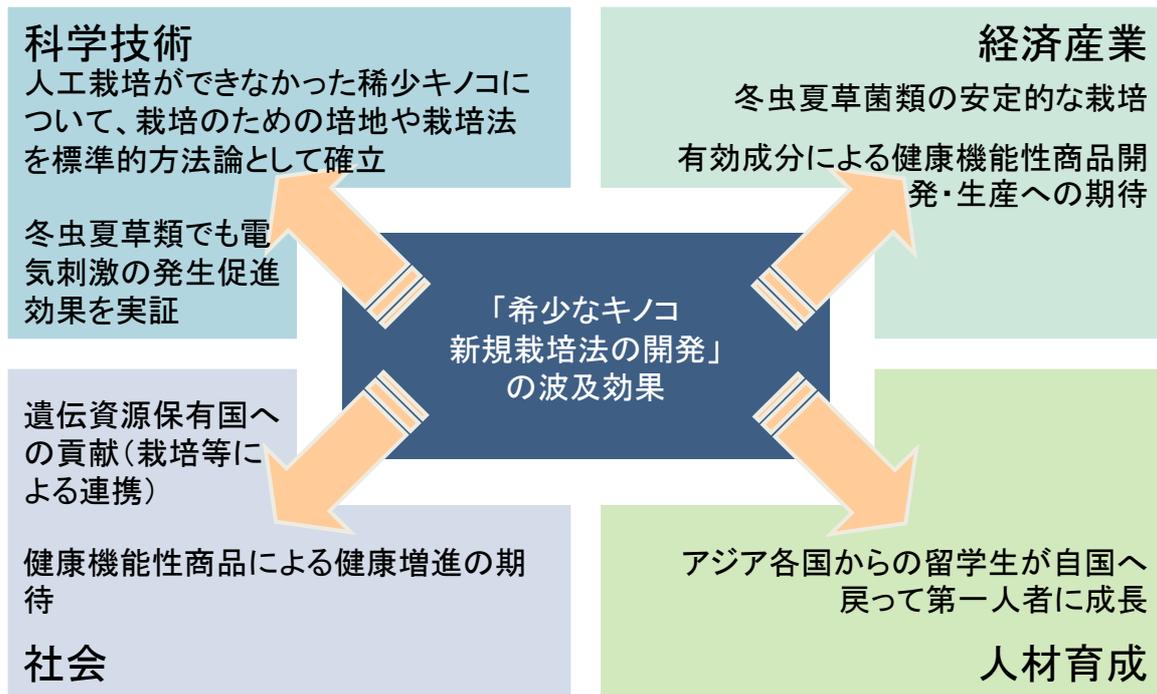
当該事業には、中国、韓国、台湾、ネパール、ベトナム、インドネシア、ラオス、カンボジア等の数多くの海外留学生が関与した。これらの留学生は本国に戻り主に当該分野で大学、公的機関で第一人者として活躍している。また、これら人材を通じて、当該分野に関する国際的なネットワーク構築と交流が実現したと見られる。一方、日本人学生も関与したが、主にキノコ関係の民間企業で研究開発等に活躍している。特に目覚しい活躍をしている研究者としては、楊柏松氏は旭化成上海研究所に所属し、食品・薬品事業の責任者として、海外支所で活躍している。



図 3-33 キノコ分野におけるアジアを中心とした国際連携の構築

(4) 波及効果の分析

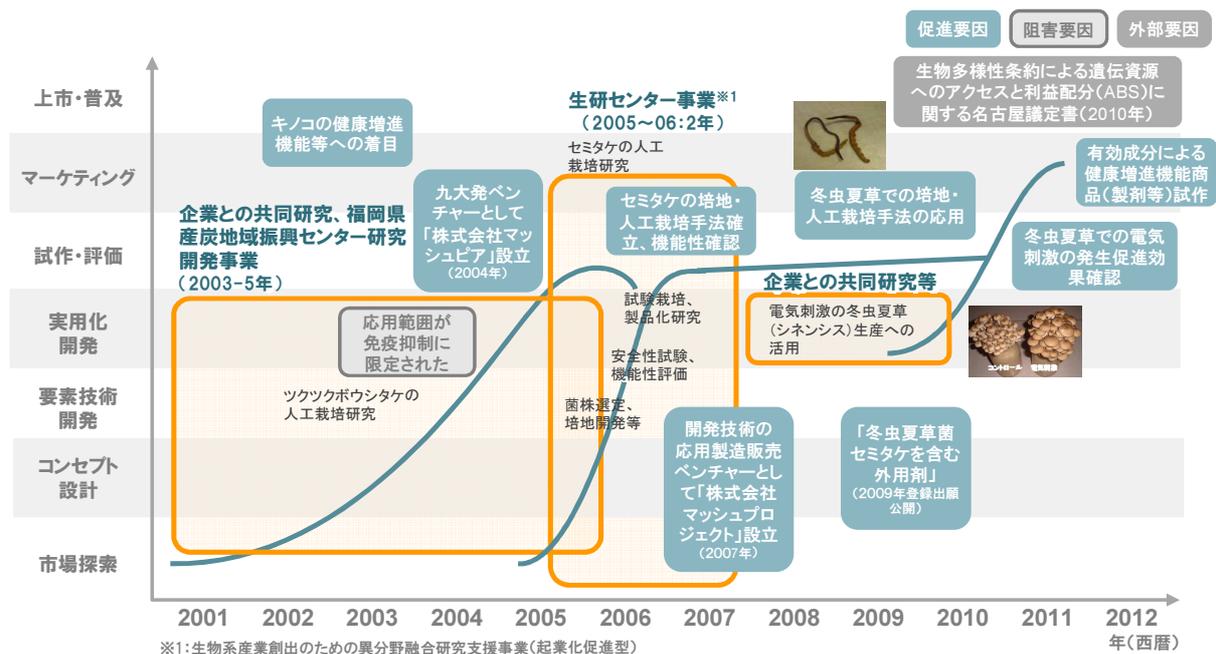
本調査結果、および研究者へのアンケートやヒアリングの結果から、波及効果に関して分析した。



当該事業および継続研究により、商品価値が非常に高い冬虫夏草（シネンシス）を含む希少キノコである冬虫夏草菌類の人工栽培方法が確立し、電気刺激法も活用した効率的な栽培による事業化が見込まれる。それまで人工栽培ができなかったため、その利用が限られていたが、効率的な人工栽培が可能になれば、より多くの国民が、手軽にこれら希少キノコの有効成分を用いた健康機能性商品を利用できるようになり、幅広く健康増進に活用され、今後の高齢化社会の課題解決にも貢献すると期待される。また、当該事業に関与した留学生により構築された国際的なネットワークも活用し、希少キノコの資源保有国と栽培等で役割分担することにより、国際的な貢献も期待される。

(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。



本事業によりセミタケの人工栽培のための培地や手法が確立し、その後の研究展開により、より商品価値が高い冬虫夏草（シネンシス）にも研究成果が応用されている。また、事業終了後から行われた民間企業との共同研究等により、電気刺激のキノコ生産への活用に関する研究の成果も応用して、効率的な冬虫夏草の人工栽培の事業化が期待される。さらに、冬虫夏草を含む各種冬虫夏草菌類の有効成分抽出物を用いた健康食品製品の試作品（製剤やそのパッケージ）も作成されており、今後の事業化が期待される。

なお、本事業における冬虫夏草菌類の研究やその成果の事業化は、生物多様性条約により遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分が求められ、アジア等の遺伝資源保有国と連携・協力して事業化を進めていくことが望まれる。

5. 有識者コメント

(1) 当該事業（研究課題）終了後の展開状況

セミタケで確立された希少キノコの人工栽培技術を、より付加価値の高いシネンシスへ展開する等栽培品種の拡大が着実に展開されている。また、電気パルスのシネンシスへの展開による生産性の向上も図られており、付加価値の高い希少キノコ類の安定生産が実現しつつある。これらの付加価値の高い希少キノコ類を利用した食品・化成品の開発も同時に進められており、これらの技術は大学ベンチャーに受け継がれている。商品化への強い意思が感じられる。

(2) 当該事業（研究課題）の波及効果

1) 科学技術的波及効果の評価

人工栽培が困難であった希少キノコ類を、比較的入手しやすい農産物を培地として活用し、栽培技術を確立した事は高く評価される。確立された方法は、他の付加価値の高い希少キノコ類栽培への展開が可能であり、希少キノコ類開発の幅が広がるとともに、開発が加速されることが期待できる。また、キノコの生育促進効果のある電気パルス法が希少キノコ類にも応用できることを示したのは、本方法が、キノコ全般に展開出来る汎用性の高い技術であることを示すものであり科学的に意義がある。

2) 経済産業的波及効果の評価

現在流通している希少キノコ類は天然から得られるものが殆どで、入手が困難で高価格のものが多く。研究者らの開発した栽培方法によって、付加価値の高い希少キノコ類が効率的に生産されることによって、価格の低下が期待され、市場の拡大が予想される。健康食品市場の拡大によってもたらされる経済的な効果は大きい。

3) 社会的波及効果の評価

漢方などに古くから用いられてきた希少キノコ類の持つ健康機能効果は広く知られている。研究者らの方法で、希少キノコ類が安価かつ大量に生産されることが可能になれば、健康機能領域での新しい利用開発が促進されることが期待される。大量に調製する事により、希少キノコ類の新たな機能の研究も可能となり、新たな発見にもつながる可能性がある。今後、益々進むと考えられる高齢化社会において、本研究開発の成果は健康長寿社会の構築に貢献するものと期待される。

4) 人材育成効果の評価

多くの海外からの留学生が研究開発に関係しており、希少キノコ類の栽培技術者が世界に広がっている点は評価される。且つ、彼らの出身国においては、様々な希少キノコ類の存在が期待されている。彼らが、自国の希少キノコ類の情報を集め、グローバルなキノコ情報ネットワークを構築する事によって、新たな希少キノコの発見や健康機能の開発につながることを期待される。願わくば、国内の他大学の学生に対する技術の伝承が促進され、国内における希少キノコ類情報ネットワークが構築されることが望ましい。

(3) 当該研究課題に対する今後の発展への期待

付加価値の大きい希少キノコ類を利用する健康食品事業には、大手企業の参入もあって競争が激しくなることが予想される。競争力を持つ為には、栽培技術の向上による手ごろな価格での生産と提供が必要になる。自己完結型ではなく、大手企業をも含む産学連携を視野に入れて、開発を加速し、マ

ーケットを大きくすることが必要である。

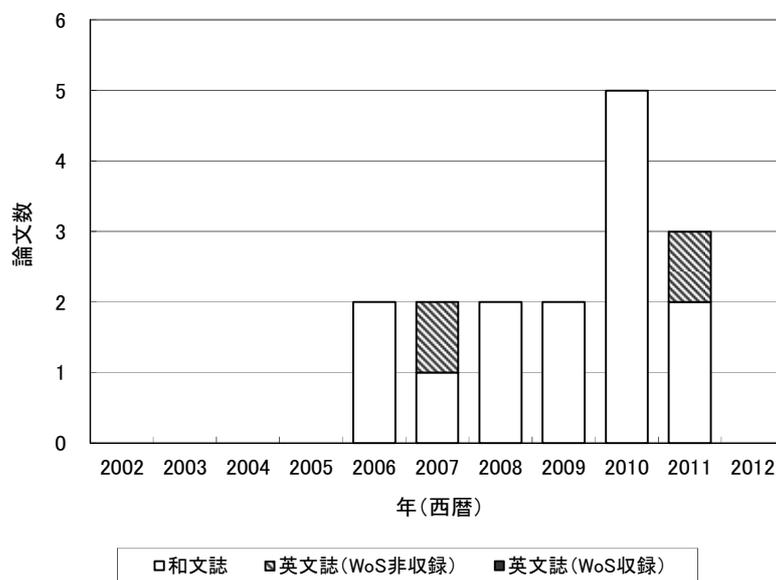
6. 成果論文

(1) 研究者・機関ランキング

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、Web of Science で特定された論文がなかったため、本分析は割愛する。

(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、論文数推移を以下に示す。なお、Web of Science で特定された論文がなかったため、被引用数については割愛する。



(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

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、Web of Science で特定された論文がなかったため、本分析は割愛する。

(4) 被引用数上位論文

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、Web of Science で特定された論文がなかったため、本分析は割愛する。

7. 実用化データ

(1) 特許出願（公開特許）

公開番号	発明の名称	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2004-065195	キノコ栽培用菌床及びその製造方法	株式会社産学連携機構九州	大賀 祥治 坂井 克己 芦谷 竜矢 山本 大介 立石 麗	2002.08.09	特許4062499
特開2009-286746	冬虫夏草菌セミタケを含む外用剤	国立大学法人九州大学 株式会社 阿蘇ファームランド	大賀 祥治	2008.05.30	
特開2008-228605	疾患予防及び改善用食品	江口 文陽 藤野 和隆 吉留 高志	江口 文陽 入江 祐可 藤野 和隆 吉留 高志	2007.03.19	特許4435798
特開2009-017829	キノコ類栽培方法	株式会社資生堂	江口 文陽 横山 峰幸	2007.07.12	特許4980160

(2) 実用化例

本研究に関連した実用化については、冬虫夏草を含む各種冬虫夏草菌類の有効成分抽出物を用いた健康食品製品の試作品（製剤やそのパッケージ）も作成されているが、実際の農業における栽培や健康食品等の製造・販売としての実用化には至っていない。

8. 主な調査参考資料

- 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業（起業化促進型）「希少なキノコ新規栽培法の開発」研究成果報告書（平成 19 年 3 月）
- 大賀氏提供資料（平成 15 年度産炭地域振興センター研究開発事業「電気パルス印加によるきのこ生産量増収システムの開発」発表会資料）
- 大賀氏提供資料（日本きのこ研究所評議員会・講演資料「冬虫夏草菌の栽培および生理活性」（2009.7））
- 大賀祥治ら「冬虫夏草など希少キノコの生理活性と新規栽培法の開発」ブレインテクノニュース No.146（2011.7）
- 生物系特定産業技術研究支援センター HP
<http://www.naro.affrc.go.jp/brain/ibunya/files/2006_5kinoko.pdf>

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 18 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 89 件、期間終了後に 135 件で、合計 224 件（1 課題当たり約 28.0 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 137 件（1 課題当たり約 17.1 件）である。

表 4-1 平成 18 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	69	68	137
WoS 非収録	20	67	87
合計	89	135	224

2. 研究成果にかかる特許出願

調査対象課題（平成 18 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 58 件で、国内出願は合計 48 件、海外出願は合計 10 件であった。

事業期間中と事業期間終了後を比較すると、国内出願は事業期間中の出願件数の約 4 割、海外出願は約 1 割の出願をそれぞれ期間終了後に行っている。

論文発表と同様に、事業期間終了後も特許出願に相応するような技術が得られていることがわかる。なお、国内における特許の登録件数は、研究期間中と期間終了後を合わせて 25 件であった。

表 4-2 平成 18 年度終了課題に係わる特許出願数

出願年	事業期間中	期間終了後	合計
国内出願	35	13	48
海外出願	9	1	10
合計	44	14	58

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、参画研究者が「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」に当てはまると回答した課題は以下の4つである。

- 農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発
- 天敵の行動制御による中山間地(京都府美山町)における減農薬害虫防除技術の開発
- チオレドキシンを応用した機能性食品の開発
- 消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発

また、「希少なキノコ新規栽培法の開発」についても新製品の開発が進められており、現在、試作品開発段階に至っている。

この中で、第3章 詳細調査で対象とした「チオレドキシンを応用した機能性食品の開発」を例にとると、以下のような実用化された製品・事業が存在する。

- 抗炎症剤の創出（副作用のあるステロイド剤や免疫抑制剤、NSAIDs（非ステロイド性抗炎症薬）を補完・代替）
- チオレドキシシ ELISA Kit
- TRX 高含有清酒「チオレー献」の開発および生産技術開発
- 「酒粕 TRX 素材」の開発（未販売）
- 酒酵母由来 TRX 食品原料（酵母素材）「清酒 TRX エキス」（販売中）
- ヒトチオレドキシシ 1 を産出するレタスの開発
- TRX 含有酵母エキス
- 酵母チオレドキシシモノクローナル抗体
- TRX 含有スキンケア化粧品（2013年販売予定）

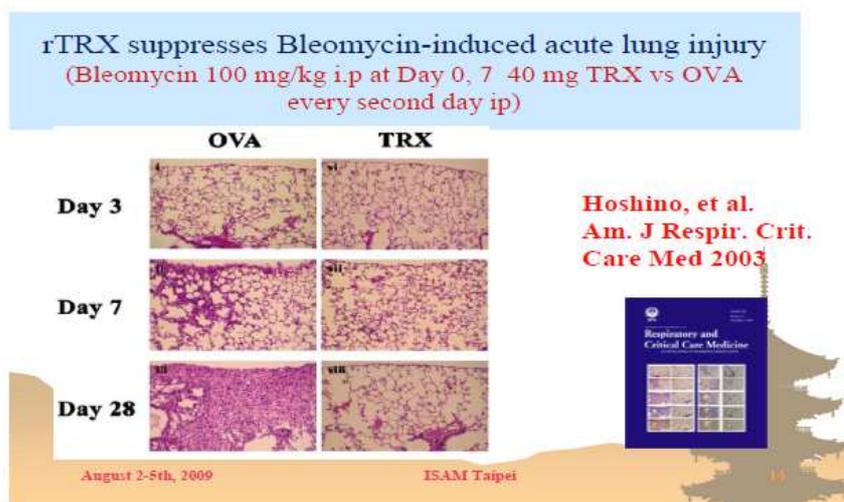


図 4-1 TRX による肺炎抑制作用 (再掲)



Natural TRX Product from Japanese Sake

Sake_Derived TRX_enriched Extract/ <RBS_KIZAKURA>
*Mucosal Protective Action
 NSAIDs/Indomethacin_induced Gastric Ulcer Model
 Kyoto U_Kansai Med Sch Coop,
 Supported by NEDO and BRAIN Japan*

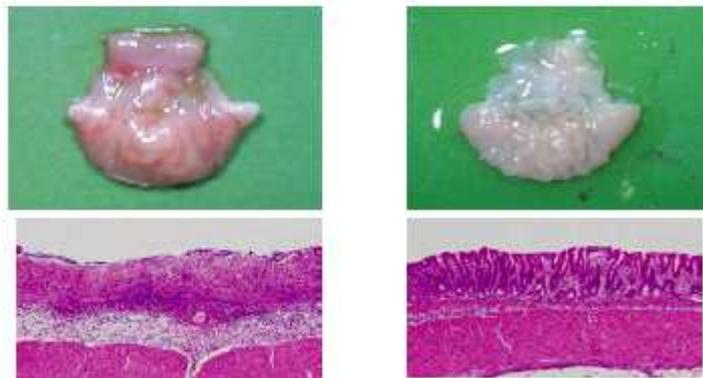


図 4-2 コメ酵母由来 TRX による粘膜保護作用 (再掲)



分析項目	低アルコール にごり酒タイプ	清酒タイプ
日本酒度	-38.0	-0.5
アルコール度数 %	9.5	14.5
酸度 ml	3.8	1.2
アミノ酸度 ml	1.0	1.3
TRX含有量 [μg/ml酒]	5.0	1.0

図 4-3 TRX 高含有清酒チオレキシン（再掲）

これらの、本格的な製品化・事業化による経済産業的波及効果とともに、将来的な効果として医薬品による社会的波及効果として、アトピー性皮膚炎患者（約 70 万人）、ぜんそく、COPD（肺の炎症）、インフルエンザ患者（約 108 万人）の減少が期待される。副作用のあるステロイド剤の代替薬となる可能性も有している。

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 3 つである。

- 天敵の行動制御による中山間地(京都府美山町)における減農薬害虫防除技術の開発
- チオレドキシンを応用した機能性食品の開発
- 希少なキノコ新規栽培法の開発

この中で、第 3 章 詳細調査で対象とした「希少なキノコ新規栽培法の開発」では、本事業の成果を活用し、セミタケの人工栽培を行うとともに、その有効成分による健康食品等を製品化し、製造・販売するためのベンチャー企業として「株式会社マッシュプロジェクト」が設立されたが、その後、大賀氏が会長を務める株式会社マッシュピアに吸収・統合されている。現在は具体的な製品化による売り上げはないが、有用成分の抽出により健康機能性を活用した商品の試作品が作成されており、今後の開発・生産・販売による売上等の収益拡大・雇用創出等の効果が期待される。併せて、これらのキノコ栽培のための植物工場建設や、電気刺激装置（屋内用および屋外用）の生産・販売等による経済効果も波及効果として期待される。

さらに、より多くの国民が、手軽にこれら稀少キノコの有効成分を用いた健康機能性商品を利用できるようにになれば、幅広く健康増進に活用され、今後の高齢化社会の課題解決にも貢献すると期待される。また、当該事業に関与した留学生により構築された国際的なネットワークも活用し、稀少キノコの資源保有国と栽培等で役割分担することにより、国際的な貢献も期待される。

また、「チオレドキシンを応用した機能性食品の開発」では、TRX 関連製品の事業化のために、2001

年にレドックス・バイオサイエンス株式会社を設立して研究開発および事業化の核となっている。今後、食品から、化粧品、さらに医薬品への展開により、さらなる経済的波及効果や、国民の QOL 向上という社会的波及効果が期待される。

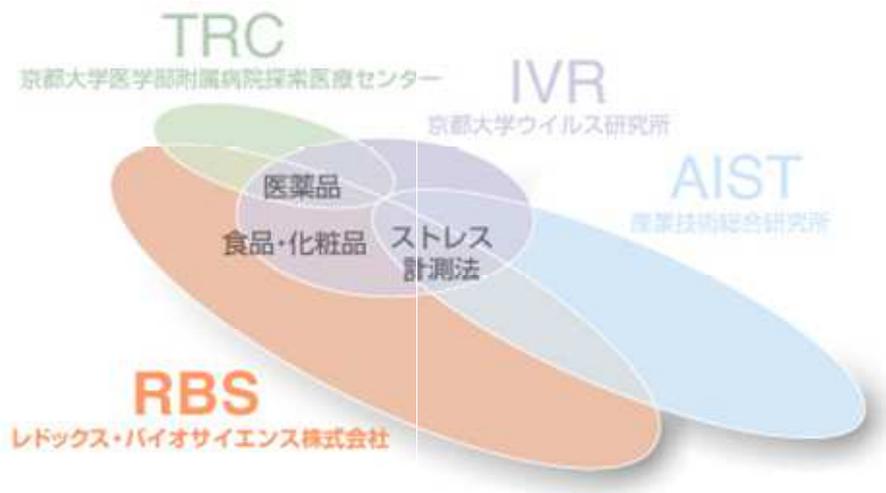


図 4-4 レドックス・バイオサイエンス株式会社の産学官連携

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 18 年度終了課題の全てにおいて、半数の課題において参画研究者のいずれかが新たな研究資金を獲得して研究を継続している。

表 4-3 外部資金の獲得状況

課題名	科学研究費補助金	その他の競争的資金・助成金	民間助成財団
北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セレブロシド発酵生産技術の開発		●	●
農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発	●		
天敵の行動制御による中山間地(京都府美山町)における減農薬害虫防除技術の開発	●		
チオレドキシンを応用した機能性食品の開発		●	●
希少なキノコ新規栽培法の開発			
GLP-1 発現米の糖尿病予防食品としての研究開発			
消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発			
ダイオキシソニン類モニタリング用植物の実用化	●		

さらに、第3章 詳細調査で技術コーディネーターを対象にヒアリング調査を実施した4課題の中では、次の2課題が、事業終了後にそれぞれ大型の外部資金を獲得している。

- 北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セブレロシド発酵生産技術の開発
 - 農林水産省「産学官連携による食料産業等活性化のための新技術開発事業」
 - 生研センター「民間実用化研究促進事業」
- チオレドキシンを応用した機能性食品の開発
 - NEDO「研究開発型ベンチャー技術開発助成事業」
 - 帝人・京都大学検証研究
 - 生研センター「民間実用化研究促進事業」

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。

今回の事例では、いずれも、課題選定について前向きなコメントが得られた。今後、採択課題を実用化・事業化などの成果の普及・活用させていくためには、本制度だけでなく、生研センターの他の事業や農林水産省の事業、あるいは経済産業省や厚生労働省の事業との連携が有効であると考えられる。

<p>農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 実用化が計算できる良い課題を選定されたと考える。 ● 農薬や製剤学におけるデリバリー技術にも応用展開可能なシーズになりうるので積極的な他分野への提案が必要である。
<p>チオレドキシンを応用した機能性食品の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究課題は、異分野融合総合研究開発型の事業として、平成14年度～18年度に実施された。その後、民間実用化研究促進事業として生研センターが支援を続けたことが、これまでの優れた成果達成に大きく貢献したものと、生研センター関係者の高い見識に敬意を表したい。 ● 研究者側の立場からすると、採択初年度はおよそ半年間で成果を出さなくてはならないところが厳しいと思われる。制度上あるいは日程上やむをえないことではあるが、研究する側の心情をいくらかでも忖度していただければと思う。
<p>希少なキノコ新規栽培法の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本はカビと共に、キノコの生育に適した気候にあり、その品種は多い。今までは栽培が困難で有効成分の分離が難しい状況にあった。 ● 研究者らの方法で栽培法が改良され、様々な希少キノコ類が大量に入手できるようになれば、それに含まれる生理活性有効成分の発見の可能性が高まり、健康長寿社会の構築に貢献できるものと期待される。 ● 希少キノコ類は国の財産であり、それを発掘するような研究を支援した本事業の意義は大きかったと評価する。

※「北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セブレロシド発酵生産技術の開発」の評価者からは特に生研センターへのコメントはなかった。

第5章 資料編

第1節 北海道の農畜産加工副産物を原料とした糖脂質セラブロシド発酵生産技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2007年

- 【1】 『ニュートリゲノミクスの新展開 シリーズ3 DNA マイクロアレイによる特産品の機能性研究-都市エリア産学官連携促進事業における十勝エリアの試み-』, 食品と開発, 2007
- 【2】 『植物由来グルコシルセラミドの食品機能性評価とその応用-植物および真菌由来スフィンゴ脂質による大腸ガン予防効果-』, オレオサイエンス, 2007
- 【3】 『日本人のスフィンゴ脂質摂取量と植物セラブロシド濃縮物による美肌効果』, 脂質生化学研究, 2007

2008年

- 【4】 『1,2 - ジメチルヒドラジン投与マウスにおける大腸腺腫発症に与える食餌性ナガイモの効果』, 日本食品科学工学会誌, 2008
- 【5】 『アトピー性皮膚炎モデルマウス並びにメラニン蓄積細胞に与える植物・酵母セラブロシドの影響』, 脂質生化学研究, 2008
- 【6】 『うんしゅうみかんの美感講座 Vol.8 うんしゅうみかんに含まれるセラミドについて』, Food Style 21, 2008
- 【7】 『酵母によるグルコシルセラミドの生合成とその利用』, 化学と生物, 2008
- 【8】 『酵母のグルコシルセラミド合成系におけるLAC1遺伝子の重要性』, 脂質生化学研究, 2008
- 【9】 『糖蜜と乳清を原料とした糖脂質セラブロシドの生産-セラブロシド生産用酵母の開発-』, 農業および園芸, 2008

2009年

- 【10】 『セラミドの代謝動態と生理機能【植物・真菌由来の機能性スフィンゴ脂質】』, 細胞, 2009
- 【11】 『健食素材の食品・飲料への展開 植物由来セラミド素材の食品機能性とその利用』, Food Style 21, 2009
- 【12】 『脂肪酸メチルエステル生産性酵母の探索』, 日本微生物資源学会誌, 2009
- 【13】 『植物および真菌の脂質,特にスフィンゴ脂質の分子種特性と機能解析に関する研究』, オレオサイエンス, 2009
- 【14】 『植物由来グルコシルセラミドの食品機能性と消化吸収』, 細胞, 2009
- 【15】 『大腸腺腫発症モデルマウスにおける食餌性ナガイモおよびナガイモ入り青汁の効果』, 日本食品科学工学会誌, 2009

2010年

- 【16】 『油糧酵母によるバイオディーゼル燃料の発酵生産』, 農業技術, 2010

2011年

- 【17】 『消化管におけるスフィンゴイド塩基の選択的吸収機構』, 脂質生化学研究, 2011
- 【18】 『北海道産ナガイモ凍結乾燥物の脂質の組成およびヒト結腸がん細胞増殖抑制作用』, 日本食品科学工学会誌, 2011

2012年

- 【19】 『HPLC - ELSD による植物由来グルコシルセラミド素材定量分析法の単一試験室妥当性確認』, 日本食品科学工学会誌, 2012
- 【20】 『続 うんしゅうみかんの美感講座 Vol.3 β - クリプトキサンチンによる体脂肪低減作用について 2)-肥満モデルマウスによるメカニズム解明-』, Food Style 21, 2012

(2) 英文誌

2003年

- 【21】 Sugawara, T (Sugawara, T); Kinoshita, M (Kinoshita, M); Ohnishi, M (Ohnishi, M); Nagata, J (Nagata, J); Saito, M (Saito, M), "Digestion of maize sphingolipids in rats and uptake of sphingadienine by Caco-2 cells", JOURNAL OF NUTRITION, 巻: 133 号: 9, 2777-2782, 2003

2004年

- 【22】 Tanji, M (Tanji, M); Namimatsu, K (Namimatsu, K); Kinoshita, M (Kinoshita, M); Motoshima, H (Motoshima, H); Oda, Y (Oda, Y); Ohnishi, M (Ohnishi, M), "Content and chemical compositions of cerebrosides in lactose-assimilating yeasts", BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 巻: 68 号: 10, 2205-2208, 2004
- 【23】 Sugawara, T (Sugawara, T); Kinoshita, M (Kinoshita, M); Ohnishi, M (Ohnishi, M); Tsuzuki, T (Tsuzuki, T); Miyazawa, T (Miyazawa, T); Nagata, J (Nagata, J); Hirata, T (Hirata, T); Saito, M (Saito, M), "Efflux of sphingoid bases by P-glycoprotein in human intestinal Caco-2 cells", BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 巻: 68 号: 12, 2541-2546, 2004
- 【24】 "Aida, K., M. Kinoshita, T. Sugawara, J. Ono, T. Miyazawa and M. Ohnishi, ""Apoptosis inducement by plant and fungus sphingoid bases in human colon cancer cells"", J. Oleo Sci. (日本油化学会発行原著論文誌、インパクト・ファクターなし), 53 (10), 127-133, 2004"
- 【25】 "Tanji, M., M. Kinoshita, H. Yada, M. Yamane, Y. Kakuta, H. Motoshima, Y. Oda, and M. Ohnishi, ""Effects of growth temperature on cerebroside content and chemical composition in Kluyveromyces lactis"", J. Oleo Sci.(日本油化学会発行原著論文誌、インパクト・ファクターなし), 53(3), 127-133, 2004"

2005年

- 【26】 Takakuwa, N (Takakuwa, N); Saito, K (Saito, K); Ohnishi, M (Ohnishi, M); Oda, Y (Oda,

- Y), "Determination of glucosylceramide contents in crop tissues and by-products from their processing", *BIORESOURCE TECHNOLOGY*, 卷: 96 号: 9, 1089-1092, 2005
- 【27】 Tamura, M (Tamura, M); Matsumoto, O (Matsumoto, O); Takakuwa, N (Takakuwa, N); Oda, Y (Oda, Y); Ohnishi, M (Ohnishi, M), "Production of cerebroside from beet molasses by the yeast *Saccharomyces kluyveri*", *FOOD BIOTECHNOLOGY*, 卷: 19 号: 2, 95-105, 2005
- 【28】 Takakuwa, N (Takakuwa, N); Ohnishi, M (Ohnishi, M); Oda, Y (Oda, Y), "Selection of salt-tolerant yeast strains accumulating glucosylceramide", *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH*, 卷: 11 号: 2, 184-186, 2005
- 【29】 "Aida, K., M. Kinoshita, M. Tanji, T. Sugawara, M. Tamura, J. Ono, N. Ueno and M. Ohnishi, ""Prevention of aberrant crypt foci formation by dietary maize and yeast cerebroside in 1, 2-dimethylhydrazine-treated mice"", *J. Oleo Sci.* (日本化学会発行原著論文誌、インパクト・ファクターなし) , 54 (1), 45-49, 2005"

2006 年

- 【30】 Saito, K (Saito, Katsuichi); Takakuwa, N (Takakuwa, Naoya); Ohnishi, M (Ohnishi, Masao); Oda, Y (Oda, Yuji), "Presence of glucosylceramide in yeast and its relation to alkali tolerance of yeast", *APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY*, 卷: 71 号: 4, 515-521, 2006
- 【31】 Tamura, M (Tamura, M.); Kimura, K (Kimura, K.); Yunoki, K (Yunoki, K.); Matsumoto, O (Matsumoto, O.); Takakuwa, N (Takakuwa, N.); Oda, Y (Oda, Y.); Ohnishi, M (Ohnishi, M.), "Simultaneous production of sphingolipids and ethanol by *Kluyveromyces thermotolerans*", *FOLIA MICROBIOLOGICA*, 卷: 51 号: 3, 191-195, 2006
- 【32】 "Kimura, K., M. Kinoshita, N. Takakuwa, M. Tamura, Y. Oda and M. Ohnishi, ""Content and constituent properties of sphingolipid classes in *Saccharomyces kluyveri*""", *J. Oleo Sci.* (日本油化学会発行原著論文誌、なし), 55(12), 623-627, 2006"

2007 年

- 【33】 Takakuwa, N (Takakuwa, Naoya); Tamura, M (Tamura, Masahiko); Ohnishi, M (Ohnishi, Masao); Oda, Y (Oda, Yuji), "Sequence analysis of the alpha-galactosidase MEL gene governing the efficient production of ethanol from raffinose-rich molasses in the yeast *Lachancea thermotolerans*", *WORLD JOURNAL OF MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY*, 卷: 23 号: 4, 587-591, 2007
- 【34】 Sugai, M (Sugai, M.); Takakuwa, N (Takakuwa, N.); Ohnishi, M (Ohnishi, M.); Arai, I (Arai, I.); Urashima, T (Urashima, T.); Oda, Y (Oda, Y.), "Selection of lactic yeast producing glucosylceramide from cheese whey", *BIORESOURCE TECHNOLOGY*, 卷: 98 号: 18, 3643-3646, 2007
- 【35】 "Prevention of Melanin Formation by Yeast Cerebroside in B16 Mouse Melanoma Cells", *Journal of Oleo Science*, 2007
- 【36】 "Studies on a Neutral Exopolysaccharide of *Lactobacillus fermentum* TDS030303", *The*

Japanese Society of Applied Glycoscience. 54, 223-229., 2007

- 【37】 "The expression changes of Casein mRNAs in mammary epithelial cells recovered from bovine milk during the lactation period.", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 20(6), 983-988., 2007

2008 年

- 【38】 Yunoki, K (Yunoki, Keita)1; Ogawa, T (Ogawa, Takuya)1; Ono, J (Ono, Jisaburo)3,2; Miyashita, R (Miyashita, Rumiko)2,1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)2; Oda, Y (Oda, Yuji)1; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Analysis of sphingolipid classes and their contents in meals", *BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY*, 卷: 72 号: 1, 222-225, 2008
- 【39】 Yunoki, K (Yunoki, Keita)1; Ishikawa, H (Ishikawa, Hajime)2; Fukui, Y (Fukui, Yutaka)1; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Chemical properties of epidermal lipids, especially sphingolipids, of the Antarctic minke whale", *LIPIDS*, 卷: 43 号: 2, 151-159, 2008
- 【40】 Yunoki, K (Yunoki, Keita)1; Kukino, O (Kukino, Osamu)2; Nadachi, Y (Nadachi, Yoshitaka)3; Fujino, T (Fujino, Takehiko)4; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Separation and determination of functional complex lipids from chicken skin", *JOURNAL OF THE AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY*, 卷: 85 号: 5, 427-433, 2008
- 【41】 Takakuwa, N (Takakuwa, Naoya); Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1; Oda, Y (Oda, Yuji)1, "Significance of the KILAC1 gene in glucosylceramide production by *Kluyveromyces lactis*", *FEMS YEAST RESEARCH*, 卷: 8 号: 6, 839-845, 2008
- 【42】 Shah, AKMA (Shah, A. K. M. Azad)1; Kinoshita, M (Kinoshita, Mikio)2; Kurihara, H (Kurihara, Hideyuki)1; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)2; Takahashi, K (Takahashi, Koretaro)1, "Glycosylceramides Obtain from the Starfish *Asterias amurensis* Lutken", *JOURNAL OF OLEO SCIENCE*, 卷: 57 号: 9, 477-484, 2008
- 【43】 Yunoki, K (Yunoki, Keita)1; Sasaki, G (Sasaki, Gaku)1; Tokuji, Y (Tokuji, Yoshihiko)1; Kinoshita, M (Kinoshita, Mikio)1; Naito, A (Naito, Akihiko)2; Aida, K (Aida, Kazuhiko)3; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Effect of Dietary Wine Pomace Extract and Oleanolic Acid on Plasma Lipids in Rats Fed High-Fat Diet and Its DNA Microarray Analysis", *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 卷: 56 号: 24, 12052-12058, 2008
- 【44】 "Purification and Characterization of a Novel Exo- β -1,3-1,6-glucanase from the Fruiting Body of the Edible Mushroom *Enoki* (*Flammulina velutipes*)", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 72(12), 3107-3113., 2008

2009 年

- 【45】 Sugai, M (Sugai, Michiko)2; Takakuwa, N (Takakuwa, Naoya)3; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1; Urashima, T (Urashima, Tadasu)2; Oda, Y (Oda, Yuji)1, "Characterization of

Sterol Lipids in *Kluyveromyces lactis* Strain M-16 Accumulating a High Amount of Steryl Glucoside", *JOURNAL OF OLEO SCIENCE*, 卷: 58 号: 2, 91-96, 2009

- 【46】 Kinoshita, M (Kinoshita, Miko)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)2; Tokuji, Y (Tokuji, Yoshihiko)1; Sugawara, T (Sugawara, Tatsuya)3; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "EFFECTS OF DIETARY PLANT CEREBROSIDE ON GENE EXPRESSION IN THE LARGE INTESTINE OF 1,2-DIMETHYLHYDRAZINE (DMH)-TREATED MICE DETERMINED BY DNA MICROARRAY ANALYSIS", *JOURNAL OF FOOD LIPIDS*, 卷: 16 号: 2, 200-208, 2009
- 【47】 Tokuji, Y (Tokuji, Yoshihiko)1; Akiyama, K (Akiyama, Kyoko)1; Yunoki, K (Yunoki, Keita)1; Kinoshita, M (Kinoshita, Miko)1; Sasaki, K (Sasaki, Keiko)2; Kobayashi, H (Kobayashi, Hitoshi)3; Wada, M (Wada, Masahiro)4; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Screening for Beneficial Effects of Oral Intake of Sweet Corn by DNA Microarray Analysis", *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*, 卷: 74 号: 7, H197-H203, 2009

2010 年

- 【48】 Nozaki, H (Nozaki, Hirofumi)1; Itonori, S (Itonori, Saki)4; Sugita, M (Sugita, Mutsumi)4; Nakamura, K (Nakamura, Kimihide)2; Ohba, K (Ohba, Kiyoshi)5; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1; Imai, K (Imai, Kunitoshi)3; Igarashi, Y (Igarashi, Yasuyuki)6; Suzuki, A (Suzuki, Akemi)7; Kushi, Y (Kushi, Yasunori)1, "Invariant V alpha 14 Natural Killer T Cell Activation by Edible Mushroom Acidic Glycosphingolipids", *BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN*, 卷: 33 号: 4, 580-584, 2010
- 【49】 Sugawara, T (Sugawara, Tatsuya)1; Duan, JJ (Duan, Jingjing)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)2; Tsuduki, T (Tsuduki, Tsuyoshi)3; Hirata, T (Hirata, Takashi)1, "Identification of Glucosylceramides Containing Sphingatrienine in Maize and Rice Using Ion Trap Mass Spectrometry", *LIPIDS*, 卷: 45 号: 5, 451-455, 2010
- 【50】 Yunki, K (Yunki, Keita)1; Renaguli, M (Renaguli, Musha)1; Kinoshita, M (Kinoshita, Miko)1; Matsuyama, H (Matsuyama, Hiroyuki)2; Mawatari, S (Mawatari, Shiro)3; Fujino, T (Fujino, Takehiko)3; Kodama, Y (Kodama, Yoshirou)4; Sugiyama, M (Sugiyama, Masaaki)4; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Dietary Sphingolipids Ameliorate Disorders of Lipid Metabolism in Zucker Fatty Rats", *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 卷: 58 号: 11, 7030-7035, 2010
- 【51】 Sugawara, T (Sugawara, Tatsuya)1; Tsuduki, T (Tsuduki, Tsuyoshi)2; Yano, S (Yano, Saeko)1; Hirose, M (Hirose, Mayumi)1; Duan, JJ (Duan, Jingjing)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)3; Ikeda, I (Ikeda, Ikuo)2; Hirata, T (Hirata, Takashi)1, "Intestinal absorption of dietary maize glucosylceramide in lymphatic duct cannulated rats", *JOURNAL OF LIPID RESEARCH*, 卷: 51 号: 7, 1761-1769, 2010
- 【52】 Sugawara, T (Sugawara, Tatsuya)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)2; Duan, JJ (Duan, Jingjing)1; Hirata, T (Hirata, Takashi)1, "Analysis of Glucosylceramides from Various Sources by Liquid Chromatography-Ion Trap Mass Spectrometry", *JOURNAL OF OLEO SCIENCE*, 卷: 59 号: 7, 387-394, 2010

- 【53】 Ono, J (Ono, Jisaburo)1,2; Kinoshita, M (Kinoshita, Mikio)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)2; Tamura, M (Tamura, Masahiko)3; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)1, "Effects of dietary glucosylceramide on dermatitis in atopic dermatitis model mice", EUROPEAN JOURNAL OF LIPID SCIENCE AND TECHNOLOGY, 巻: 112 号: 7, 708-711, 2010

2011 年

- 【54】 Duan, JJ (Duan, Jingjing)1; Sugawara, T (Sugawara, Tatsuya)1; Sakai, S (Sakai, Shota)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)2; Hirata, T (Hirata, Takashi)1, "Oral Glucosylceramide Reduces 2,4-Dinitrofluorobenzene Induced Inflammatory Response in Mice by Reducing TNF-Alpha Levels and Leukocyte Infiltration", LIPIDS, 巻: 46 号: 6, 505-512, 2011
- 【55】 Sato, M (Sato, Mayumi)1; Tokuji, Y (Tokuji, Yoshihiko)2; Yoneyama, S (Yoneyama, Shozo)1; Fujii-Akiyama, K (Fujii-Akiyama, Kyoko)2; Kinoshita, M (Kinoshita, Mikio)2; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)2, "Profiling of Hepatic Gene Expression of Mice Fed with Edible Japanese Mushrooms by DNA Microarray Analysis: Comparison among Pleurotus ostreatus, Grifola frondosa, and Hypsizigus marmoreus", JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 巻: 59 号: 19, 10723-10731, 2011
- 【56】 Takayanagi, K (Takayanagi, Katsuhiko)1; Morimoto, S (Morimoto, Sho-ichi)1; Shirakura, Y (Shirakura, Yoshiyuki)1; Mukai, K (Mukai, Katsuyuki)1; Sugiyama, T (Sugiyama, Toshie)2; Tokuji, Y (Tokuji, Yoshihiko)3; Ohnishi, M (Ohnishi, Masao)3, "Mechanism of Visceral Fat Reduction in Tsumura Suzuki Obese, Diabetes (TSOD) Mice Orally Administered beta-Cryptoxanthin from Satsuma Mandarin Oranges (Citrus unshiu Marc)", JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 巻: 59 号: 23, 12342-12351, 2011
- 【57】 Hossain, Z (Hossain, Zakir)1,2; Sugawara, T (Sugawara, Tatsuya)1; Aida, K (Aida, Kazuhiko)3; Hirata, T (Hirata, Takashi)1, "Effect of dietary glucosylceramide from sea cucumber on plasma and liver lipids in cholesterol-fed mice", FISHERIES SCIENCE, 巻: 77 号: 6, 1081-1085, 2011

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分 のみ対象)
成果論文リスト全体	0	1	4	4	3	8	13	9	7	6	2	0	
和文誌	0	0	0	0	0	3	6	6	1	2	2	0	
英文誌	0	1	4	4	3	5	7	3	6	4	0	0	
内、WoS収録	0	1	2	3	2	3	7	3	6	4	0	0	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) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	3	6	6	11	20	23	30	41	60	0
被引用数(累積)	0	0	3	9	15	26	46	69	99	140	200	200

(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2002年から当該年までの「被引用数 (各年)」の合計を示す。

(注2) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	ISLAM SS	44
2	CONVERTI A	22
2	OHNISHI M	22
4	CERDAN ME	21
4	MONDAL S	21
6	DOMINGUEZ JM	19
6	TEIXEIRA JA	19
8	PASSOS FML	18
9	MAITI TK	17
9	XUE CH	17
11	LEE JH	16
12	BONNARME P	15
12	DAS D	15
12	DOMINGUES L	15
12	JESPERSEN L	15
12	LECLERCQ-PERLAT M	15
12	ODA Y	15
12	WANG HX	15
19	AVILOV SA	13
19	CORRIEU G	13
19	SPINLER HE	13

順位	機関名	論文数
1	CSIC	59
2	INRA	53
3	VIDYASAGAR UNIV	44
4	UNIV MINHO	35
5	UNIV FED VICOSA	34
6	CHINESE ACAD SCI	31
6	UNIV SAO PAULO	31
8	OBIHIRO UNIV AGR VET MED	29
9	UNIV ESTADUAL CAMPINAS	28
10	CHINESE UNIV HONG KONG	27
10	UNIV GENOA	27
12	OCEAN UNIV CHINA	26
12	UNIV ROMA LA SAPIENZA	26
12	USDA ARS	26
15	CHINA AGR UNIV	25
16	RUSSIAN ACAD SCI	24
17	UNIV MILAN	21
17	UNIV VIGO	21
17	UNIV WISCONSIN	21
20	UNIV EXTREMADURA	19
20	UNIV LAVAL	19
20	UNIV NAACL AUTONOMA MEXICO	19
20	UNIV PARMA	19

(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) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。

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

条件1: 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002年~2013年
条件2: Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	FOOD SCIENCE TECHNOLOGY CHEMISTRY APPLIED BIOTECHNOLOGY APPLIED 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	HPLC (High performance liquid chromatography) transglucosylation complex lipids liquid chromatography-ion trap mass spectrometry chicken skin single spore

	sphingoid base Sphingoid bases DNFB sphingolipid synthesis plasmalogens cell-wall degradation Mx1 Grifola frondosa cerebroside ceramide synthase melibiose natural killer T cell Zucker rat Debaryomyces hansenii beta-cryptoxanthin Sea cucumber cheese whey edible mushroom lactation period marine mammal Kluyveromyces lactis glucosylceramide
検索論文数	2,840 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 2 月時点のデータ集計結果。

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
21	Digestion of maize sphingolipids in rats and uptake of sphingadienine by Caco-2 cells	Sugawara, T; Kinoshita, M; Ohnishi, M; Nagata, J; Saito, M	JOURNAL OF NUTRITION, 133, 2777-2782	2003	36
26	Determination of glucosylceramide contents in crop tissues and by-products from their processing	Takakuwa, N; Saito, K; Ohnishi, M; Oda, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 96, 1089-1092	2005	19
30	Presence of glucosylceramide in yeast and its relation to alkali tolerance of yeast	Saito, K; Takakuwa, N; Ohnishi, M; Oda, Y	APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 71, 515-521	2006	17
23	Efflux of sphingoid bases by P-glycoprotein in human intestinal Caco-2 cells	Sugawara, T; Kinoshita, M; Ohnishi, M; Tsuzuki, T; Miyazawa, T; Nagata, J; Hirata, T; Saito, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 68, 2541-2546	2004	17
52	Analysis of Glucosylceramides from Various Sources by Liquid Chromatography-Ion Trap Mass Spectrometry	Sugawara, T; Aida, K; Duan, JJ; Hirata, T	JOURNAL OF OLEO SCIENCE, 59, 387-394	2010	16
43	Effect of Dietary Wine Pomace Extract and Oleanolic Acid on Plasma Lipids in Rats Fed High-Fat Diet and Its DNA Microarray Analysis	Yunoki, K; Sasaki, G; Tokuji, Y; Kinoshita, M; Naito, A; Aida, K; Ohnishi, M	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 56, 12052-12058	2008	12
51	Intestinal absorption of dietary maize glucosylceramide in lymphatic duct cannulated rats	Sugawara, T; Tsuduki, T; Yano, S; Hirose, M; Duan, JJ; Aida, K; Ikeda, I; Hirata, T	JOURNAL OF LIPID RESEARCH, 51, 1761-1769	2010	11
38	Analysis of sphingolipid classes and their contents in meals	Yunoki, K; Ogawa, T; Ono, J; Miyashita, R; Aida, K; Oda, Y; Ohnishi, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 72, 222-225	2008	10
49	Identification of Glucosylceramides Containing Sphingatrienine in Maize and Rice Using Ion Trap Mass Spectrometry	Sugawara, T; Duan, JJ; Aida, K; Tsuduki, T; Hirata, T	LIPIDS, 45, 451-455	2010	6
46	EFFECTS OF DIETARY PLANT CEREBROSIDE ON GENE EXPRESSION IN THE LARGE INTESTINE OF 1,2-DIMETHYLHYDRAZINE (DMH)-TREATED MICE DETERMINED BY DNA MICROARRAY ANALYSIS	Kinoshita, M; Aida, K; Tokuji, Y; Sugawara, T; Ohnishi, M	JOURNAL OF FOOD LIPIDS, 16, 200-208	2009	6
56	Mechanism of Visceral Fat Reduction in Tsumura Suzuki Obese, Diabetes (TSOD) Mice Orally Administered beta-Cryptoxanthin from Satsuma Mandarin Oranges (Citrus unshiu Marc)	Takayanagi, K; Morimoto, S; Shirakura, Y; Mukai, K; Sugiyama, T; Tokuji, Y; Ohnishi, M	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 59, 12342-12351	2011	5
53	Effects of dietary glucosylceramide on dermatitis in atopic dermatitis model mice	Ono, J; Kinoshita, M; Aida, K; Tamura, M; Ohnishi, M	EUROPEAN JOURNAL OF LIPID SCIENCE AND TECHNOLOGY, 112, 708-711	2010	5
54	Oral Glucosylceramide Reduces 2,4-Dinitrofluorobenzene Induced Inflammatory Response in Mice by Reducing TNF-Alpha Levels and Leukocyte Infiltration	Duan, JJ; Sugawara, T; Sakai, S; Aida, K; Hirata, T	LIPIDS, 46, 505-512	2011	4
42	Glycosylceramides Obtain from the Starfish Asterias amurensis Lutken	Shah, AKMA; Kinoshita, M; Kurihara, H; Ohnishi, M; Takahashi, K	JOURNAL OF OLEO SCIENCE, 57, 477-484	2008	4
39	Chemical properties of epidermal lipids, especially sphingolipids, of the Antarctic minke whale	Yunoki, K; Ishikawa, H; Fukui, Y; Ohnishi, M	LIPIDS, 43, 151-159	2008	4
22	Content and chemical compositions of cerebrosides in lactose-assimilating yeasts	Tanji, M; Namimatsu, K; Kinoshita, M; Motoshima, H; Oda, Y; Ohnishi, M	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 68, 2205-2208	2004	4
48	Invariant V alpha 14 Natural Killer T Cell Activation by Edible Mushroom Acidic Glycosphingolipids	Nozaki, H; Itonori, S; Sugita, M; Nakamura, K; Ohba, K; Ohnishi, M; Imai, K; Igarashi, Y; Suzuki, A; Kushi, Y	BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 33, 580-584	2010	3
41	Significance of the KILAC1 gene in glucosylceramide production by Kluyveromyces lactis	Takakuwa, N; Ohnishi, M; Oda, Y	FEMS YEAST RESEARCH, 8, 839-845	2008	3
34	Selection of lactic yeast producing glucosylceramide from cheese whey	Sugai, M; Takakuwa, N; Ohnishi, M; Arai, I; Urashima, T; Oda, Y	BIORESOURCE TECHNOLOGY, 98, 3643-3646	2007	3
31	Simultaneous production of sphingolipids and ethanol by Kluyveromyces thermotolerans	Tamura, M; Kimura, K; Yunoki, K; Matsumoto, O; Takakuwa, N; Oda, Y; Ohnishi, M	FOLIA MICROBIOLOGICA, 51, 191-195	2006	3

(注) 研究実施期間以降 (2007 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2004-089047	セレブロシドを蓄積した酵母菌体	独立行政法人 農業・生物系 特定産業技術 研究機構	小田 有二 大西 正男	2002.08.30	
特開2004-271358	スフィンゴ糖脂質の判別法	独立行政法人 農業・生物系 特定産業技術 研究機構	斎藤 勝一 小田 有二 高桑 直也	2003.03.10	特許3796527
特開2005-185126	セレブロシドの製造方法	日本甜菜製糖 株式会社	田村 雅彦 松本 收 大西 正男 木村 幸史	2003.12.24	特許4246056
特開2005-187391	大腸ガン抑制剤及びそれを含む食品	日本製粉株式 会社	間 和彦 木下 幹朗 大西 正男 小野 治三郎	2003.12.25	特許4783550
特開2005-187392	大腸ガン抑制剤及びそれを含む食品	日本製粉株式 会社 日本甜菜 製糖株式会社	間 和彦 木下 幹朗 大西 正男 小野 治三郎 田村 雅彦	2003.12.25	特許4776163
特開2006-055070	セレブロシドの発酵生産方法	よつ葉乳業株 式会社 国立大 学法人帯広畜 産大学	山根 正樹 角田 有希子 丹治 幹男 大西 正男 元島 英雅	2004.08.20	
特開2006-055071	クリヴェロマイセス・マルキシアナスによる4-trans, 8-trans-sphingadieneを主要なスフィンゴイド塩基として持つセレブロシドの製造法	よつ葉乳業株 式会社 国立大 学法人帯広畜 産大学	山根 正樹 角田 有希子 元島 英雅 大西 正男	2004.08.20	
特開2006-067842	セラミドの抽出方法	日本甜菜製糖 株式会社 国立 大学法人帯広 畜産大学	田村 雅彦 松本 收 大西 正男 木村 幸史	2004.08.31	特許4660650
特開2006-232967	複合脂質画分、それから単離されたヒト型スフィンゴミエリンとプラズマローゲンならびにこれらを含む機能性食品素材、医薬品素材および化粧品素材	有限会社梅田 事務所 国立大 学法人帯広畜 産大学 株式会社 レオロジー 機能食品研究 所	梅田 圭司 名達 義剛 藤野 武彦 大西 正男	2005.02.24	特許5062873
特開2006-275648	ヒト血液型試薬	国立大学法人 滋賀大学 国立 大学法人帯広 畜産大学 日本 製粉株式会社 コスモ食品株 式会社 財団法 人十勝圏振興 機構	杉田 陸海 糸乗 前 櫛 泰典 石井 達 大西 正 男 木下 幹 男 小野 治 三郎 福光 聡 間 和彦 小林 洋一 山口 昭博 大庭 潔 四 宮 紀之	2005.03.28	特許4484151
特開2006-328041	抗腫瘍剤、腫瘍細胞増殖抑制剤及び食品	日本製粉株式 会社 国立大 学 法人帯広畜 産 大 学	間 和彦 木下 幹朗 大西 正男 小野 治三郎	2005.04.25	特許4962754

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2006-328041	抗腫瘍剤、腫瘍細胞増殖抑制剤、免疫賦活剤及び食品	日本製粉株式会社 国立大学法人帯広畜産大学	間 和彦 木下 幹朗 大西 正男 小野 治三郎	2005.09.29	特許4962754
特開2007-295848	ステリルグルコシドを高濃度蓄積する酵母	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 国立大学法人帯広畜産大学	高桑 直也 小田 有二 荒井 威吉 大西 正男 浦島 匡	2006.04.28	
特開2009-029748	ナガイモを用いた大腸ガン抑制剤	国立大学法人帯広畜産大学 財団法人十勝圏振興機構	木下 幹朗 柚木 恵太 得字 圭彦 弘中 和憲 大西 正男 川原 美香 大庭 潔	2007.07.27	
特開2009-225769	脂肪酸エステル生産性酵母	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構	高桑 直也 松村 哲夫 齋藤 勝一 篠田 満	2008.03.25	
特開2009-225770	トリグリセリド生産性酵母	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構	高桑 直也	2008.03.25	
特開2011-173813	PPAR α 発現促進剤	国立大学法人帯広畜産大学 丸大食品株式会社	柚木 恵太 大西 正男 木下 幹朗 杉山 雅昭 小玉 芳郎 府中 英孝	2010.02.23	
特開2011-246350	ブドウから抽出物を得る方法、食品の製造方法及び化粧料の製造方法	日本製粉株式会社 池田町	小西 俊成 間 和彦 大淵 秀樹 内藤 彰彦	2010.05.21	

6. 実用化・製品化

本研究から直接実用化に至った事例は存在しない。ただし、現在商品化されている数多くのセラミド関連の健康食品の開発に様々な影響を与えていると考えられる。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
大西正男	セラブロシド(いわゆるセラミド)多様な生理活性機能	2008年10月29日	健康食品新聞

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
大西正男	廃鶏の表皮からのヒト型スフィンゴ脂質とプラズマローゲンの機能性食品素材化技術の開発	2005年度～2006年度	農林水産省産学官連携による食料産業等活性化のための新技術開発事業	-	分担責任者	40000千円
大西正男	親鶏由来の機能性リン脂質群の分離とその含有食品の製造	2007年度～2009年度	生研センター民間実用化研究促進事業	-	再委託先研究化表者	300000千円
大西正男	農産物由来スフィンゴ脂質による消化管炎症に対する効果に関する研究	2008年度	独立行政法人科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業	シーズ発掘試験 A (発掘型)	研究代表者	総額:4160千円、2008度:2860千円、2009年度:650千円、2010年度:650千円
荒井威吉	一般消費者の牛乳・乳製品のトータルの消費動向と骨密度の関連性	2011年度	平成23年度森永奉仕会研究助成	-	-	350千円

9. 受賞歴

研究者名	表彰名	受賞対象	受賞年
大西正男	植物および真菌の脂質, 特にスフィンゴ脂質の分子種特性と機能解析に関する研究	日本油化学会賞	2008
大西正男	日本油化学会3rd J.Oleo Sci.Impact Award	Prevention of aberrant crypt foci formation by dietary maize and yeast cerebroside in 1,2-dimethylhydrazine-treated mice	2008
大西正男	セラミド研究会 Young Investigator Award(受賞者 竹内萌(大学院生))	NCヘアレスマウスにおけるスフィンゴ脂質の経口摂取によるアトピー性皮膚炎に対する影響	2011
間 和彦	3rd Journal of Oleo Science Impact Award	Prevention of Aberrant Crypt Foci Formation by Dietary Maize and Yeast Cerebrosides in 1,2-Dimethylhydrazine-treated Mice, Journal of Oleo Science, 54, 45-49 (2005)	2008

10. 講演歴

研究者名	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
大西正男	食品の健康機能性を追求する-スフィンゴ脂質「セラミド」の食品機能性評価とその応用-	食品機能素材講演会	群馬県立産業技術センター	2009.4.2
大西正男	農学領域における植物スフィンゴ脂質研究の現状と課題	セラミド研究会設立準備集会、記念講演会	東京ステーション コンファレンス	2009.4.25
大西正男	植物および真菌の脂質、特にスフィンゴ脂質の分子種特性と機能解析	第48回 日本油化学会年次大会	名古屋工業大学	2010.9.11
大西正男	温州みかんに含まれるセラミドについて	食品開発展2010記念セミナー	東京ビッグサイト	2010.10.14
大西正男	「セラミド」の成分特性と食品機能性	第23回 夏季油脂・コレステロール研究会	十勝川温泉第一ホテル	2011.7.22
荒井威吉	牛乳と健康	牛乳市民講座（主催：日本酪農科学会）	だいしホール（新潟市）	2008.9.13
荒井威吉	牛乳・乳製品のおいしさと機能性	北信越畜産学会平成24年度公開シンポジウム	ANAクラウンプラザホテル新潟（新潟市）	2012.11.8
高桑直也	ポスター発表：脂肪酸メチルエステル生産性酵母の探索	日本微生物資源学会第16回大会（2009.6.24-26）	大阪大学吹田キャンパス 銀杏会館3F	2009/6/25

第2節 農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2005 年

- 【1】 小林昭一、岡田知子、三浦 靖、田中健治 『脂肪酸およびアスタキサンチンの分離・定量法』, 日本食品新素材研究会誌, 8, 25-31, 2005
- 【2】 小林昭一、大竹郁子、是枝舞、三浦 靖、山本和貴、北村義明 『サイクロデキストリンが酸塩基指示薬の呈色変化に及ぼす影響』, 日本応用糖質科学会誌, 52, 373-379, 2005
- 【3】 三國克彦、原浩司、三輪章志、小林昭一 『サイクロデキストリングルカノトランスフェラーゼの環化反応を利用したトコフェロールの可溶化』, 日本食品科学工学会誌, 52(2), 74-79, 2005

2008 年

- 【4】 『農水産物の脂溶性機能性成分 CD ラップを用いた新規食品の開発』, 食品の試験と研究, 2008
- 【5】 『サイクロデキストリン合成酵素の作用による δ -トコフェロールとサイクロデキストリンの複合体形成』, Journal of Applied Glycoscience, 2008

2010 年

- 【6】 『脂溶性色素の退色防止技術の開発(抹茶を事例として)』, 茶, 2010
- 【7】 『脂溶性色素の退色防止技術の開発』, 明日の食品産業, 2010

(2) 英文誌

2007 年

- 【8】 "Shoichi Kobayashi, Shoji Miwa, Ichiro Tanaka, Katsuhiko Mikuni, Makoto Miura, Satoshi Ogawa, Keiko Takahashi, ""Spectral analyses of interaction between congo red and cyclodextrins or maltooligosaccharides""", Journal of Applied Glycoscience, 印刷中, 2007"

2008 年

- 【9】 "Spectral Analyses of Interaction between Congo Red and Cyclodextrins or Maltooligosaccharides", Journal of Applied Glycoscience, 2008
- 【10】 "Dospectral Analyses of Interaction between Congo Red and Cyclodextrins at Various pH", Journal of Applied Glycoscience, 2008

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	3	0	1	4	0	2	0	0	0	0
和文誌	0	0	0	3	0	0	2	0	2	0	0	0	0
英文誌	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
内、WoS収録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(注)「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。

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

3. 研究者・機関ランキング

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

4. 被引用数上位論文リスト

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、被引用数上位論文リストは集計していない。

5. 特許

公開番号	発明の名称	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2003-261441	植物含有有効成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県	三輪 章志	2002.03.11	特許4528903
特開2004-051866	水・畜産物含有有効成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県	三輪 章志	2002.07.23	特許4203578
特開2005-080543	ショウガ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許3992670
特開2005-082667	ハーブ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許4288478
特開2005-82667	ショウガ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許3992670

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2005-80543	ハーブ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法	石川県 株式会社柴舟小出	三輪 章志	2003.09.08	特許4288478
特開2005-127759	pH指示薬を利用した糖質の検出方法	株式会社横浜国際バイオ研究所	小林 昭一 三国 克彦 原 耕三 桑原 宣洋	2003.10.22	
特開2005-239953	糖質-カロテノイド系色素脂溶性および/または固溶体の製造法	株式会社スギヨ 小林 昭一	小林 昭一 野田 文雄 中村 徹也	2004.02.27	特許4666932
特開2005-237329	糖質-脂溶性素材の脂溶性および/または固溶体、その製造方法	株式会社横浜国際バイオ研究所 小林 昭一	小林 昭一 三国 克彦 中西 勝義 原 耕三	2004.02.27	
特開2007-244313	アブラナ科野菜のアンジオテンシン変換酵素阻害活性を高める方法	石川県	吉川 基世 三輪 章志	2006.03.17	特許4289626
特開2008-188010	油脂-糖質粉末素材及びその製造方法	石川県 国立大学法人岩手大学 小林 昭一 塩水港精糖株式会社 株式会社スギヨ 株式会社柴舟小出	三輪 章志 三浦 靖 小林 昭一 三国 克彦 野田 文雄 高橋 明	2008.01.09	
特開2010-046002	脂溶性ビタミンないし脂溶性ビタミン様物質の油脂-糖質粉末素材及びその製造方法	石川県 国立大学法人岩手大学 小林 昭一 塩水港精糖株式会社 株式会社スギヨ 株式会社柴舟小出	三輪 章志 中村 恵美 三浦 靖 小林 昭一 三国 克彦 野田 文雄 高橋 明	2008.08.20	特許4934840
特開2012-001479	水溶性ビタミンE含有物より成る生体防御剤	石川県 株式会社毛髪クリニック フープ21	三輪 章志 岡村 勝正 鍵谷 勤	2010.06.16	

6. 実用化・製品化

- 糖質ラップした抹茶色素素材（塩水港精糖株式会社）
- 上記を活用した抹茶水羊羹（株式会社柴舟小出）

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
三輪章志	分散・安定化新技術を開発 CD・糖質で被膜 脂溶性機能性成分の応用に活路	2007年4月12日	食品化学新聞
三輪章志	農水産物を活用した新たな食品素材 機能性成分を粉末化	2007年8月25日	日本農業新聞
三輪章志	退色しにくい天然色素の開発 色素を油と糖で包む	2008年10月11日	日本農業新聞
三輪章志	加工品の退色防ぐ製造法開発	2012年9月14日	日本農業新聞
三浦 靖	分散・安定化新技術を開発 CD・糖質で被膜 脂溶性機能性成分の応用に活路	2007年4月12日	食品化学新聞
三国克彦	分散・安定化新技術を開発 CD・糖質で被膜 脂溶性機能性成分の応用に活路	2007年4月12日	食品化学新聞
中村徹也	分散・安定化新技術を開発 CD・糖質で被膜 脂溶性機能性成分の応用に活路	2007年4月12日	食品化学新聞
高橋 明	分散・安定化新技術を開発 CD・糖質で被膜 脂溶性機能性成分の応用に活路	2007年4月12日	食品化学新聞

8. 獲得資金調査

研究者名	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
三浦 靖	嚙下困難者に対応した固体膨化食品の創製に向けての食塊の力学・界面物性の制御	2012年4月1日～2014年3月31日(予定)	科学研究補助金	挑戦的萌芽研究	研究代表者	2012年度: 2340千円(直接経費: 1800千円, 間接経費: 540千円)

9. 受賞歴

研究者名	表彰名	受賞対象	受賞年
三輪章志	日本食品工学会第10回年次大会優秀口頭発表賞	抹茶の退色防止および分散性向上技術の開発	2009
三輪章志	全国食品関係技術研究会賞	脂溶性色素の分散性および安定性を向上させる糖質ラップ製造法の開発とその利用	2008
三浦 靖	日本食品工学会第10回年次大会	抹茶の退色防止および分散性向上技術の開発	2009
三国克彦	日本食品工学会第10回年次大会優秀口頭発表賞	抹茶の退色防止および分散性向上技術の開発	2009
高橋 明	日本食品工学会第10回年次大会優秀口頭発表賞	抹茶の退色防止および分散性向上技術の開発	2009

10. 講演歴

研究者名	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
三輪章志	農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発	平成19年度全国食品関係技術研究会	つくば国際会議場	2007/11/8
三輪章志	農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発	「フード・テクノフェアinつくば 2007」ショートプレゼンテーション	つくば国際会議場	2007/11/9
三輪章志	農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発	「フード・テクノフェアinつくば 2007」	つくば国際会議場	2007/11/9
三輪章志	脂溶性色素の分散性および安定性を向上させる糖質ラップ製造法の開発とその利用	平成20年度全国食品関係技術研究会	つくば国際会議場	2008/10/31
三輪章志	脂溶性色素の分散性および安定性を向上させる糖質ラップ製造法の開発とその利用	「フード・テクノフェアinつくば 2008」ショートプレゼンテーション	つくば国際会議場	2008/10/31
三輪章志	脂溶性色素の分散性および安定性を向上させる糖質ラップ製造法の開発とその利用	「フード・テクノフェアinつくば 2008」	つくば国際会議場	2008/10/31
三輪章志	分散性が良く退色を防止できる脂溶性色素粉末素材の開発	「消費者の嗜好、購買欲を左右する食品の色の管理と退色・変色防止技術」技術講習会(工業技術会(株)主催)	東京 半蔵門 J CIIビル	2012/4/25
三輪章志	水への分散性や退色抑制効果が向上した食品素材	フードテック2012出展者プレゼンテーション(社)大阪国際見本市委員会主催)	インテックス大阪	2012/9/14
三輪章志	脂溶性色素の分散性および安定性を向上させる糖質ラップ製造法の開発とその利用	フードテック2013(社)大阪国際見本市委員会主催)	インテックス大阪	2012/9/14
三浦 靖	農業を真の「業」に変革させるための方策ー素材を加工品にー	東北地域担い手育成・確保推進シンポジウム	仙台第2合同庁舎 2階共用大会議室	2008/2/8

第3節 天敵の行動制御による中山間地(京都府美山町)における減農薬害虫防除技術の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2003年

- 【1】 長坂幸吉・熊倉裕史・田中和夫・中川泉・尾島一史 『「野菜栽培での防虫ネットの効果」』, 植物防疫, 57 卷 4 号, 169-173, 2003
- 【2】 下田武志 『「匂い物質による作物の誘導防衛」』, 植物防疫, 57 卷 8 号, 365~368, 2003
- 【3】 矢野栄二 『「放飼増強法における有望天敵種・系統の選抜」』, 植物防疫, 57 卷 11 号, 495~499, 2003
- 【4】 浦野知・島克弥・柿元一樹 『「一年生作物における天敵の放飼量と放飼時期」』, 植物防疫, 57 卷 11 号, 500~504, 2003

2004年

- 【5】 松村正哉・浦野知 『「害虫個体数調査データから平均世代密度を計算するプログラム」』, 九州農業研究, 66 卷, 94, 2004

2005年

- 【6】 光永貴之 『「給餌による寄生蜂のパフォーマンス向上」』, 植物防疫, 59 卷 8 号, 341~344, 2005

2007年

- 【7】 『天敵誘引剤を用いた害虫管理-考え方と実際-』, 植物防疫, 2007

2008年

- 【8】 『土着天敵の誘引による害虫管理法』, 九州病虫害研究会報, 2008
- 【9】 『野外にいる天敵の行動を制御して,雨よけハウス内の害虫を防除しよう!』, Aroma Research, 2008
- 【10】 『香りによるケミカルコミュニケーション』, ファルマシア, 2008

2009年

- 【11】 『天敵誘引剤を用いて「天敵の来遅れ」をなくすー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

(2) 英文誌

2003年

- 【12】 Ohara, Y (Ohara, Y); Takafuji, A (Takafuji, A); Takabayashi, J (Takabayashi, J), "Response to host-infested plants in females of *Diadegma semiclausum* Hellen

(Hymenoptera : Ichneumonidae)", APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 卷: 38 号: 1, 157-162, 2003

- 【13】 Ohara, Y (Ohara, Y); Takafuji, A (Takafuji, A); Takabayashi, J (Takabayashi, J), "Factors affecting the patch-leaving decision of the parasitic wasp *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera : Ichneumonidae)", APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 卷: 38 号: 2, 211-214, 2003
- 【14】 Shiojiri, K (Shiojiri, K); Takabayashi, J (Takabayashi, J), "Effects of specialist parasitoids on oviposition preference of phytophagous insects: encounter-dilution effects in a tritrophic interaction", ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 卷: 28 号: 5, 573-578, 2003
- 【15】 Urano, S (Urano, S); Shima, K (Shima, K); Hongo, K (Hongo, K); Suzuki, Y (Suzuki, Y), "A simple criterion for successful biological control on annual crops", POPULATION ECOLOGY, 卷: 45 号: 2, 97-103, 2003

2004 年

- 【16】 Karban, R (Karbon, R); Nagasaka, K (Nagasaka, K), "Are defenses of wild radish populations well matched with variability and predictability of herbivory?", EVOLUTIONARY ECOLOGY, 卷: 18 号: 3, 283-301, 2004
- 【17】 Mitsunaga, T (Mitsunaga, T); Shimoda, T (Shimoda, T); Yano, E (Yano, E), "Influence of food supply on longevity and parasitization ability of a larval endoparasitoid, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera : Braconidae)", APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 卷: 39 号: 4, 691-697, 2004

2005 年

- 【18】 Shimoda, T (Shimoda, T); Ozawa, R (Ozawa, R); Sano, K (Sano, K); Yano, E (Yano, E); Takabayashi, J (Takabayashi, J), "The involvement of volatile infochemicals from spider mites and from food-plants in prey location of the generalist predatory mite *Neoseiulus californicus*", JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY, 卷: 31 号: 9, 2019-2032, 2005

2006 年

- 【19】 Mitsunaga, T (Mitsunaga, Takayuki); Mukawa, S (Mukawa, Shigeyuki); Shimoda, T (Shimoda, Takeshi); Suzuki, Y (Suzuki, Yoshito), "The influence of food supply on the parasitoid against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Yponomeutidae) on the longevity and fecundity of the pea leafminer, *Chromatomyia horticola* (Goureaux) (Diptera : Agromyzidae)", APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 卷: 41 号: 2, 277-285, 2006

2008 年

- 【20】 Choh, Y (Choh, Yasuyuki)¹; Uefune, M (Uefune, Masayoshi)¹; Takabayashi, J (Takabayashi, Junji)^{1,2}, "Diamondback moth females oviposit more on plants infested by non-parasitised than by parasitised conspecifics", ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 卷: 33 号: 5, 565-568, 2008

2010 年

- 【21】 Kawazu, K (Kawazu, K.)¹; Shimoda, T (Shimoda, T.)¹; Kobori, Y (Kobori, Y.)¹; Kugimiya, S (Kugimiya, S.)²; Mukawa, S (Mukawa, S.)¹; Suzuki, Y (Suzuki, Y.)¹, "Inhibitory effects of permethrin on flight responses, host-searching, and foraging behaviour of *Cotesia vestalis* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)", *JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY*, 卷: 134 号: 4, 313-322, 2010
- 【22】 Kugimiya, S (Kugimiya, Soichi)¹; Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)²; Wajnberg, E (Wajnberg, Eric)³; Uefune, M (Uefune, Masayoshi)⁴; Takabayashi, J (Takabayashi, Junji)⁴, "Host-searching responses to herbivory-associated chemical information and patch use depend on mating status of female solitary parasitoid wasps", *ECOLOGICAL ENTOMOLOGY*, 卷: 35 号: 3, 279-286, 2010
- 【23】 Kugimiya, S (Kugimiya, Soichi)¹; Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)²; Tabata, J (Tabata, Jun)¹; Takabayashi, J (Takabayashi, Junji)³, "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*, 卷: 36 号: 6, 620-628, 2010
- 【24】 Kugimiya, S (Kugimiya, Soichi)¹; Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)²; Mcneil, JN (Mcneil, Jeremy N.); Takabayashi, J (Takabayashi, Junji)³, "Females of *Cotesia vestalis*, a parasitoid of diamondback moth larvae, learn to recognise cues from aphid-infested plants to exploit honeydew", *ECOLOGICAL ENTOMOLOGY*, 卷: 35 号: 4, 538-541, 2010
- 【25】 Kugimiya, S (Kugimiya, Soichi)¹; Uefune, M (Uefune, Masayoshi)²; Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)³; Takabayashi, J (Takabayashi, Junji)², "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*, 卷: 45 号: 3, 369-375, 2010

2011 年

- 【26】 Kugimiya, S (Kugimiya, Soichi)¹; Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)²; Takabayashi, J (Takabayashi, Junji)³, "Timing matters: release of plant volatiles that are attractive to parasitoids", *JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS*, 卷: 6 号: 2-3 特別号: SI, 187-188, 2011
- 【27】 Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)¹; Yara, K (Yara, Kaori)¹; Kawazu, K (Kawazu, Kei)^{1,2}, "The effects of eight insecticides on the foraging behavior of the parasitoid wasp *Cotesia vestalis*", *JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS*, 卷: 6 号: 2-3 特別号: SI, 189-190 記事番号: PII 934809125, 2011
- 【28】 Kawazu, K (Kawazu, K.)¹; Shimoda, T (Shimoda, T.)¹; Suzuki, Y (Suzuki, Y.)¹, "Effects of insecticides on the foraging behaviour and survival of *Cotesia vestalis*, a larval parasitoid

of the diamondback moth, *Plutella xylostella*", JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY, 卷: 135 号: 9, 647-657, 2011

2012 年

- 【29】 Mitsunaga, T (Mitsunaga, Takayuki)1; Shimoda, T (Shimoda, Takeshi)1; Mukawa, S (Mukawa, Shigeyuki)1; Kobori, Y (Kobori, Youichi)1; Goto, C (Goto, Chie)1; Suzuki, Y (Suzuki, Yoshito)1; Yano, E (Yano, Eizi)1, "Color and Height Influence the Effectiveness of an Artificial Feeding Site for a Larval Endoparasitoid, *Cotesia Vestalis* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae)", JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 卷: 46 号: 2, 161-166, 2012
- 【30】 "Starvation and herbivore-induced plant volatiles affect the color preferences of parasitic wasps", BioControl, 2012

2. 論文数、被引用数および h-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分 のみ対象)	
成果論文リスト全体	0	8	3	2	1	1	4	1	5	3	2	0		7
和文誌	0	4	1	1	0	1	3	1	0	0	0	0		
英文誌	0	4	2	1	1	0	1	0	5	3	2	0		
内、WoS収録	0	4	2	1	1	0	1	0	5	3	1	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) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	1	4	12	11	10	10	15	30	17	16	3
被引用数(累積)	0	1	5	17	28	38	48	63	93	110	126	129

(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2002年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	TAKABAYASHI J	21
2	DICKE M	16
3	DORN S	14
3	KIM Y	14
3	LIU SS	14
6	SABELIS MW	13
6	SHIMODA T	13
8	BOIVIN G	12
9	POPPY GM	11
9	ZALUCKI MP	11
11	SCHAUSBERGER P	10
11	SHELTON AM	10
11	WRIGHT DJ	10
14	DOSDALL LM	9
14	GOTOH T	9
16	HARVEY JA	8
16	HILKER M	8
16	HUTCHISON WD	8
16	LIU TX	8
16	PICKETT JA	8
16	TORRES JB	8
16	VET LEM	8

順位	機関名	論文数
1	USDA ARS	71
2	KYOTO UNIV	46
3	UNIV FLORIDA	42
4	CORNELL UNIV	34
5	UNIV CALIF RIVERSIDE	31
6	ARS	29
7	AGR AGRI FOOD CANADA	28
8	CHINESE ACAD SCI	27
9	TEXAS A M UNIV	26
10	UNIV ILLINOIS	25
10	ZHEJIANG UNIV	25
12	ROTHAMSTED RES	21
13	MICHIGAN STATE UNIV	20
13	UNIV GEORGIA	20
15	ANDONG NATL UNIV	19
15	INRA	19
15	UNIV CALIF DAVIS	19
15	UNIV QUEENSLAND	19
19	N CAROLINA STATE UNIV	17
19	UNIV MINNESOTA	17

(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) 2013 年 2 月時点のデータ集計結果を加工。

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

条件 1 : 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2 : Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	ENTOMOLOGY
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	constitutive resistance Neoseiulus californicus Tritrophic interaction Indirect defense host searching Cotesia plutellae cabbage plants Herbivore-induced plant volatiles green leaf volatiles tritrophic interactions lima bean floral scent geographic structure information use plant-insect interactions integrated pest management (IPM) oviposition preference sex allocation
検索論文数	1,433 件

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

機関ランキングを作成。

(注2) 検索論文数は、2013年2月時点のデータ集計結果。

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
14	Effects of specialist parasitoids on oviposition preference of phytophagous insects: encounter-dilution effects in a tritrophic interaction	Shiojiri, K; Takabayashi, J	ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 28, 573-578	2003	25
18	The involvement of volatile infochemicals from spider mites and from food-plants in prey location of the generalist predatory mite Neoseiulus californicus	Shimoda, T; Ozawa, R; Sano, K; Yano, E; Takabayashi, J	JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY, 31, 2019-2032	2005	22
12	Response to host-infested plants in females of <i>Diadegma semiclausum</i> Hellen (Hymenoptera : Ichneumonidae)	Ohara, Y; Takafuji, A; Takabayashi, J	APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 38, 157-162	2003	20
16	Are defenses of wild radish populations well matched with variability and predictability of herbivory?	Karban, R; Nagasaka, K	EVOLUTIONARY ECOLOGY, 18, 283-301	2004	14
17	Influence of food supply on longevity and parasitization ability of a larval endoparasitoid, <i>Cotesia plutellae</i> (Hymenoptera : Braconidae)	Mitsunaga, T; Shimoda, T; Yano, E	APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 39, 691-697	2004	11
23	Present or Past Herbivory: A Screening of Volatiles Released from <i>Brassica rapa</i> 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	10
13	Factors affecting the patch-leaving decision of the parasitic wasp <i>Diadegma semiclausum</i> (Hymenoptera : Ichneumonidae)	Ohara, Y; Takafuji, A; Takabayashi, J	APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 38, 211-214	2003	8
20	Diamondback moth females oviposit more on plants infested by non-parasitised than by parasitised conspecifics	Choh, Y; Uefune, M; Takabayashi, J	ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 33, 565-568	2008	6
19	The influence of food supply on the parasitoid against <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera : Yponomeutidae) on the longevity and fecundity of the pea leafminer, <i>Chromatomyia horticola</i> (Goureaux) (Diptera : Agromyzidae)	Mitsunaga, T; Mukawa, S; Shimoda, T; Suzuki, Y	APPLIED ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY, 41, 277-285	2006	4
25	Orientation of the parasitic wasp, <i>Cotesia vestalis</i> (Haliday) (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	3
22	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	2
15	A simple criterion for successful biological control on annual crops	Urano, S; Shima, K; Hongo, K; Suzuki, Y	POPULATION ECOLOGY, 45, 97-103	2003	2
26	Timing matters: release of plant volatiles that are attractive to parasitoids	Kugimiya, S; Shimoda, T; Takabayashi, J	JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS, 6, 187-188	2011	1
21	Inhibitory effects of permethrin on flight responses, host-searching, and foraging behaviour of <i>Cotesia vestalis</i> (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of <i>Plutella</i>	Kawazu, K; Shimoda, T; Kobori, Y; Kugimiya, S; Mukawa, S; Suzuki, Y	JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY, 134, 313-322	2010	1
29	Color and Height Influence the Effectiveness of an Artificial Feeding Site for a Larval Endoparasitoid, <i>Cotesia Vestalis</i> (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae)	Mitsunaga, T; Shimoda, T; Mukawa, S; Kobori, Y; Goto, C; Suzuki, Y; Yano, E	JARQ-JAPAN AGRICULTURAL RESEARCH QUARTERLY, 46, 161-166	2012	0
28	Effects of insecticides on the foraging behaviour and survival of <i>Cotesia vestalis</i> , a larval parasitoid of the diamondback moth, <i>Plutella xylostella</i>	Kawazu, K; Shimoda, T; Suzuki, Y	JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY, 135, 647-657	2011	0
27	The effects of eight insecticides on the foraging behavior of the parasitoid wasp <i>Cotesia vestalis</i>	Shimoda, T; Yara, K; Kawazu, K	JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS, 6, 189-190	2011	0
24	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; Mcneil, JN; Takabayashi, J	ECOLOGICAL ENTOMOLOGY, 35, 538-541	2010	0

(注) 研究実施期間以降 (2007年以降) の論文については、網掛けで表示している。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2005-272436	植物由来の天敵誘引成分	国立大学法人 京都大学 独立 行政法人農 業・生物系特 定産業技術研 究機構 株式会 社四国総合研 究所 曾田香料 株式会社	高林 純示 塩尻 かおり 釘宮 聡一 上船 雅義 矢野 栄二 下田 武志 光永 貴之 菅野 紘男 浦野 知 内 田 徹 垣 和正 小原 祥嗣 長坂 幸吉 安部 順一朗 佐野 孝太	2004.11.26	特許4524380
特開2006-149256	天敵昆虫を飼育するための 給餌方法および給餌装置	国立大学法人 京都大学 独立 行政法人農 業・食品産業 技術総合研究 機構 株式会 社四国総合研 究所 曾田香料 株式会社	高林純示 釘 宮聡一 上船 雅義 矢野栄 二 下田武志 光永貴之 菅野紘男 浦 野知 内田徹 垣和正 小原祥嗣 長 坂幸吉 安部 順一朗 佐野 孝太	2004.11.26	特許4533988
特開2006-149256	天敵昆虫を飼育するための 給餌方法および給餌装置	国立大学法人 京都大学 独立 行政法人農 業・食品産業 技術総合研究 機構 株式会 社四国総合研 究所	高林純示 釘 宮聡一 上船 雅義 矢野栄 二 下田武志 光永貴之 菅野紘男 浦 野知 内田徹 垣和正 小原祥嗣 長 坂幸吉 安部 順一朗	2005.11.24	

6. 実用化・製品化

植物の香りを利用し、天敵寄生蜂を農業ハウス内に誘引するための天敵誘引剤。誘引した天敵寄生蜂に餌を与え長生きさせるための天敵給餌装置。これらの資材を利用した土着天敵寄生蜂コナガコマユバチの誘引技術、ならびにアブラナ科作物害虫コナガの防除技術。これらの防除資材については、その販売・利用が農薬登録許可後に行われるため、京都大学を中心に農薬登録のための委託試験等を実施中である。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
下田武志	誘引・給餌装置を開発(植物のSOS利用・寄生蜂長生き)	2011年5月19日	日本農業新聞

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
下田武志	植物由来のSOSシグナルを介した生態免疫システムに及ぼす農薬の影響評価	2007年度～2009年度	科学研究補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額:19240千円 2007年度:7670千円(直接経費:5900千円, 間接経費:1770千円) 2008年度:6500千円(直接経費:5000千円, 間接経費:1500千円) 2009年度:5070千円(直接経費:3900千円, 間接経費:1170千円)
下田武志	植物由来SOSシグナルの害虫忌避メカニズムに関する研究	2010年度～2012年度	科学研究補助金	基盤研究(B)	研究代表者	総額:18590千円 2010年度:6760千円(直接経費:5200千円, 間接経費:1560千円) 2011年度:5980千円(直接経費:4600千円, 間接経費:1380千円) 2012年度:5850千円(直接経費:4500千円, 間接経費:1350千円)

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

研究者名	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
下田武志	植物のかおりで害虫を退治する:天敵を呼び寄せる技術の開発	第10回アロマ・サイエンスフォーラム2009	アルカディア市ヶ谷(私学会館)	2009/10/2
下田武志	植物の匂いを利用した害虫防除技術の開発	日本農芸化学会(依頼講演)	東京大学	2010/3/30
下田武志	植物由来の視覚・臭覚情報を介した天敵寄生蜂の採餌行動?害虫の生物的防除への応用?	第158回生存圏シンポジウム セッション1「植物の相互作用と免疫機構」	京都大学 宇治 おうぼくプラザ	2010/11/19
下田武志	Effective use of natural enemies in Japan	Symposium on Biological Control in Brazil and Japan(依頼講演)	港区青山・ブラジル大使館	2011/2/24

第4節 チオレドキシンを応用した機能性食品の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2007年

- 【1】 『TRXによる細胞死制御』, 生化学, 2007
- 【2】 『チオレドキシンによる喫煙の炎症応答反応制御』, 月刊臨床免疫・アレルギー科, 2007
- 【3】 『膜結合型チオレドキシンファミリー分子 TMX によるレドックス制御機構』, 生化学, 2007

2008年

- 【4】 『アレルギー疾患のレドックス制御』, アレルギー, 2008
- 【5】 『チオレドキシン(Trx)遺伝子改変(ノックアウト及び過剰発現)マウスにおける異物相互作用』, 臨床血液, 2008
- 【6】 『酸化ストレス高感受性(チオレドキシンノックアウト=TrxKO)マウスに対する放射線照射後の網羅的遺伝子発現を用いた生体応答解析』, 生化学, 2008

2009年

- 【7】 『メタボリックストレスとレドックス制御』, 医学のあゆみ, 2009
- 【8】 『酸化ストレスに立ち向かうチオレドキシン』, 外科と代謝・栄養, 2009

2010年

- 【9】 『「バイオストレスマーカー”チオレドキシン”」第7回 チオレドキシンと炎症性腸疾患』, Schneller, 2010
- 【10】 『酸化ストレスとチオレドキシン』, 外科と代謝・栄養, 2010

2011年

- 【11】 『「バイオストレスマーカー”チオレドキシン”」を終えて 最終回 チオレドキシン実用化の展望とストレスモニタリングーらくなん進都「高機能性化学研究開発拠点」におけるこれからの活動ー』, Schneller, 2011
- 【12】 『「バイオストレスマーカー”チオレドキシン”」第11回 チオレドキシン・チオレドキシン結合タンパク質2とメタボリックストレス』, Schneller, 2011
- 【13】 『レドキシゾーム[TRX_TBP2]とインフラマゾームシステム』, 日本皮膚科学会雑誌, 2011

(2) 英文誌

2002年

- 【14】 Jung, BG (Jung, BG); Lee, KO (Lee, KO); Lee, SS (Lee, SS); Chi, YH (Chi, YH); Jang, HH (Jang, HH); Kang, SS (Kang, SS); Lee, K (Lee, K); Lim, D (Lim, D); Yoon, SC (Yoon, SC); Yun, DJ (Yun, DJ); Inoue, Y (Inoue, Y); Cho, MJ (Cho, MJ); Lee, SY (Lee, SY), "A Chinese

cabbage cDNA with high sequence identity to phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidases encodes a novel isoform of thioredoxin-dependent peroxidase", *JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY*, 卷: 277 号: 15, 12572-12578, 2002

- 【15】 Karimpour, S (Karimpour, S); Lou, JY (Lou, JY); Lin, LL (Lin, LL); Rene, LM (Rene, LM); Lagunas, L (Lagunas, L); Ma, XR (Ma, XR); Karra, S (Karra, S); Bradbury, CM (Bradbury, CM); Markovina, S (Markovina, S); Goswami, P (Goswami, P); Spitz, DR (Spitz, DR); Hirota, K (Hirota, K); Kalvakolanu, DV (Kalvakolanu, DV); Yodoi, J (Yodoi, J); Gius, D (Gius, D), "Thioredoxin reductase regulates AP-1 activity as well as thioredoxin nuclear localization via active cysteines in response to ionizing radiation", *ONCOGENE*, 卷: 21 号: 41, 6317-6327, 2002
- 【16】 Shioji, K (Shioji, K); Kishimoto, C (Kishimoto, C); Nakamura, H (Nakamura, H); Masutani, H (Masutani, H); Yuan, ZY (Yuan, ZY); Oka, S (Oka, S); Yodoi, J (Yodoi, J), "Overexpression of thioredoxin-1 in transgenic mice attenuates adriamycin-induced cardiotoxicity", *CIRCULATION*, 卷: 106 号: 11, 1403-1409, 2002
- 【17】 Shioji, K (Shioji, K); Matsuura, Y (Matsuura, Y); Iwase, T (Iwase, T); Kitaguchi, S (Kitaguchi, S); Nakamura, H (Nakamura, H); Yodoi, J (Yodoi, J); Hashimoto, T (Hashimoto, T); Kawai, C (Kawai, C); Kishimoto, C (Kishimoto, C), "Successful immunoglobulin treatment for fulminant myocarditis and serial analysis of serum thioredoxin - A case report", *CIRCULATION JOURNAL*, 卷: 66 号: 10, 977-980, 2002

2003 年

- 【18】 Bai, J (Bai, J); Nakamura, H (Nakamura, H); Kwon, YW (Kwon, YW); Hattori, I (Hattori, I); Yamaguchi, Y (Yamaguchi, Y); Kim, YC (Kim, YC); Kondo, N (Kondo, N); Oka, S (Oka, S); Ueda, S (Ueda, S); Masutani, H (Masutani, H); Yodoi, J (Yodoi, J), "Critical roles of thioredoxin in nerve growth factor-mediated signal transduction and neurite outgrowth in PC12 cells", *JOURNAL OF NEUROSCIENCE*, 卷: 23 号: 2, 503-509 発行: JAN 15 2003, 2003
- 【19】 Miyamoto, M (Miyamoto, M); Kishimoto, C (Kishimoto, C); Shioji, K (Shioji, K); Lee, JD (Lee, JD); Shimizu, H (Shimizu, H); Ueda, T (Ueda, T); Yodoi, J (Yodoi, J), "Cutaneous arteriolar thioredoxin expression in patients with heart failure", *CIRCULATION JOURNAL*, 卷: 67 号: 2, 116-118, 2003
- 【20】 Kim, YC (Kim, YC); Yamaguchi, Y (Yamaguchi, Y); Kondo, N (Kondo, N); Masutani, H (Masutani, H); Yodoi, J (Yodoi, J), "Thioredoxin-dependent redox regulation of the antioxidant responsive element (ARE) in electrophile response", *ONCOGENE*, 卷: 22 号: 12, 1860-1865, 2003
- 【21】 Yamada, Y (Yamada, Y); Nakamura, H (Nakamura, H); Adachi, T (Adachi, T); Sannohe, S (Sannohe, S); Oyamada, H (Oyamada, H); Kayaba, H (Kayaba, H); Yodoi, J (Yodoi, J); Chihara, J (Chihara, J), "Elevated serum levels of thioredoxin in patients with acute exacerbation of asthma", *IMMUNOLOGY LETTERS*, 卷: 86 号: 2, 199-205, 2003
- 【22】 Kasuno, K (Kasuno, K); Nakamura, H (Nakamura, H); Ono, T (Ono, T); Muso, E (Muso,

E); Yodoi, J (Yodoi, J), "Protective roles of thioredoxin, a redox-regulating protein, in renal ischemia/reperfusion injury", *KIDNEY INTERNATIONAL*, 卷: 64 号: 4, 1273-1282, 2003

- 【23】 Shibata, T (Shibata, T); Yamada, T (Yamada, T); Kondo, M (Kondo, M); Tanahashi, N (Tanahashi, N); Tanaka, K (Tanaka, K); Nakamura, H (Nakamura, H); Masutani, H (Masutani, H); Yodoi, J (Yodoi, J); Uchida, K (Uchida, K), "An endogenous electrophile that modulates the regulatory mechanism of protein turnover: Inhibitory effects of 15-deoxy-Delta(12,14)-prostaglandin J(2) on proteasome", *BIOCHEMISTRY*, 卷: 42 号: 47, 13960-13968, 2003

2004 年

- 【24】 Kondo, N (Kondo, N); Ishii, Y (Ishii, Y); Kwon, YW (Kwon, YW); Tanito, M (Tanito, M); Horita, H (Horita, H); Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Nakamura, H (Nakamura, H); Yodoi, J (Yodoi, J), "Redox-sensing release of human thioredoxin from T lymphocytes with negative feedback loops", *JOURNAL OF IMMUNOLOGY*, 卷: 172 号: 1, 442-448 発行: JAN 1 2004, 2004
- 【25】 Hattori, I (Hattori, I); Takagi, Y (Takagi, Y); Nakamura, H (Nakamura, H); Nozaki, K (Nozaki, K); Bai, H (Bai, H); Kondo, N (Kondo, N); Sugino, T (Sugino, T); Nishimura, M (Nishimura, M); Hashimoto, N (Hashimoto, N); Yodoi, J (Yodoi, J), "Intravenous administration of thioredoxin decreases brain damage following transient focal cerebral ischemia in mice", *ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING*, 卷: 6 号: 1, 81-87, 2004
- 【26】 Tanito, M (Tanito, M); Nakamura, H (Nakamura, H); Kwon, YW (Kwon, YW); Teratani, A (Teratani, A); Masutani, H (Masutani, H); Shioji, K (Shioji, K); Kishimoto, C (Kishimoto, C); Ohira, A (Ohira, A); Horie, R (Horie, R); Yodoi, J (Yodoi, J), "Enhanced oxidative stress and impaired thioredoxin expression in spontaneously hypertensive rats", *ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING*, 卷: 6 号: 1, 89-97, 2004
- 【27】 Kasuno, K (Kasuno, K); Takabuchi, S (Takabuchi, S); Fukuda, K (Fukuda, K); Kizaka-Kondoh, S (Kizaka-Kondoh, S); Yodoi, J (Yodoi, J); Adachi, T (Adachi, T); Semenza, GL (Semenza, GL); Hirota, K (Hirota, K), "Nitric oxide induces hypoxia-inducible factor 1 activation that is dependent on MAPK and phosphatidylinositol 3-kinase signaling", *JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY*, 卷: 279 号: 4, 2550-2558, 2004
- 【28】 Matsuo, Y (Matsuo, Y); Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Suzuki, S (Suzuki, S); Kojima, M (Kojima, M); Kizaka-Kondoh, S (Kizaka-Kondoh, S); Kondo, N (Kondo, N); Son, A (Son, A); Sakakura-Nishiyama, J (Sakakura-Nishiyama, J); Yamaguchi, Y (Yamaguchi, Y); Masutani, H (Masutani, H); Ishii, Y (Ishii, Y); Yodoi, J (Yodoi, J), "TMX, a human transmembrane oxidoreductase of the thioredoxin family: the possible role in disulfide-linked protein folding in the endoplasmic reticulum", *ARCHIVES OF BIOCHEMISTRY AND BIOPHYSICS*, 卷: 423 号: 1, 81-87, 2004
- 【29】 Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Nishiyama, A (Nishiyama, A); Masutani, H (Masutani, H);

- Oka, S (Oka, S); Ahsan, KM (Ahsan, KM); Nakayama, Y (Nakayama, Y); Ishii, Y (Ishii, Y); Nakamura, H (Nakamura, H); Maeda, M (Maeda, M); Yodoi, J (Yodoi, J), "Loss of thioredoxin-binding protein-2/vitamin D3 up-regulated protein 1 in human T-cell leukemia virus type I-dependent T-Cell transformation: Implications for adult T-Cell leukemia leukemogenesis", *CANCER RESEARCH*, 卷: 64 号: 4, 1287-1292, 2004
- 【30】 Izawa, S (Izawa, S); Kuroki, N (Kuroki, N); Inoue, Y (Inoue, Y), "Nuclear thioredoxin peroxidase Dot5 in *Saccharomyces cerevisiae*: roles in oxidative stress response and disruption of telomeric silencing", *APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY*, 卷: 64 号: 1, 120-124, 2004
- 【31】 Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "A screening system for antioxidants using thioredoxin-deficient yeast: discovery of thermostable antioxidant activity from *Agaricus blazei* Murill", *APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY*, 卷: 64 号: 4, 537-542, 2004
- 【32】 Takatsume, Y (Takatsume, Y); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Identification of thermostable glyoxalase I in the fission yeast *Schizosaccharomyces pombe*", *ARCHIVES OF MICROBIOLOGY*, 卷: 181 号: 5, 371-377, 2004
- 【33】 Kondo, N (Kondo, N); Ishii, Y (Ishii, Y); Son, A (Son, A); Sakakura-Nishiyama, J (Sakakura-Nishiyama, J); Kwon, YW (Kwon, YW); Tanito, M (Tanito, M); Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Matsuo, Y (Matsuo, Y); Nakayama, T (Nakayama, T); Taniguchi, M (Taniguchi, M); Yodoi, J (Yodoi, J), "Cysteine-dependent immune regulation by TRX and MIF/GIF family proteins", *IMMUNOLOGY LETTERS*, 卷: 92 号: 1-2, 143-147, 2004
- 【34】 Tsuzi, D (Tsuzi, D); Maeta, K (Maeta, K); Takatsume, Y (Takatsume, Y); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Regulation of the yeast phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase GPX2 by oxidative stress is mediated by Yap1 and Skn7", *FEBS LETTERS*, 卷: 565 号: 1-3, 148-154, 2004
- 【35】 Tsuzi, D (Tsuzi, D); Maeta, K (Maeta, K); Takatsume, Y (Takatsume, Y); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Distinct regulatory mechanism of yeast GPX2 encoding phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase by oxidative stress and a calcineurin/Crz1-mediated Ca²⁺ signaling pathway", *FEBS LETTERS*, 卷: 569 号: 1-3, 301-306, 2004
- 【36】 Izawa, S (Izawa, S); Takemura, R (Takemura, R); Inoue, Y (Inoue, Y), "Gle2p is essential to induce adaptation of the export of bulk poly(A)(+) mRNA to heat shock in *Saccharomyces cerevisiae*", *JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY*, 卷: 279 号: 34, 35469-35478, 2004
- 【37】 Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Masutani, H (Masutani, H); Oka, S (Oka, S); Matsuo, Y (Matsuo, Y); Yamaguchi, Y (Yamaguchi, Y); Nishio, K (Nishio, K); Ishii, Y (Ishii, Y); Yodoi, J (Yodoi, J), "Importin alpha(1) (Rch1) mediates nuclear translocation of thioredoxin-binding protein-2/vitamin D-3-up-regulated protein 1", *JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY*, 卷: 279 号: 36, 37559-37565, 2004
- 【38】 Bai, J (Bai, J); Nakamura, H (Nakamura, H); Ueda, S (Ueda, S); Kwon, YW (Kwon, YW);

- Tanaka, T (Tanaka, T); Ban, S (Ban, S); Yodoi, J (Yodoi, J), "Proteasome-dependent degradation of cyclin D1 in 1-methyl-4-phenylpyridinium ion (MPP⁺)-induced cell cycle arrest", JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 卷: 279 号: 37, 38710-38714, 2004
- 【39】 Liu, WR (Liu, WR); Nakamura, H (Nakamura, H); Shioji, K (Shioji, K); Tanito, M (Tanito, M); Oka, S (Oka, S); Ahsan, MK (Ahsan, MK); Son, A (Son, A); Ishii, Y (Ishii, Y); Kishimoto, C (Kishimoto, C); Yodoi, Y (Yodoi, Y), "Thioredoxin-1 ameliorates myosin-induced autoimmune myocarditis by suppressing chemokine expressions and leukocyte chemotaxis in mice", CIRCULATION, 卷: 110 号: 10, 1276-1283, 2004
- 【40】 Maeta, K (Maeta, K); Izawa, S (Izawa, S); Okazaki, S (Okazaki, S); Kuge, S (Kuge, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Activity of the Yap1 transcription factor in *Saccharomyces cerevisiae* is modulated by methylglyoxal, a metabolite derived from glycolysis", MOLECULAR AND CELLULAR BIOLOGY, 卷: 24 号: 19, 8753-8764, 2004
- 【41】 Takemura, R (Takemura, R); Inoue, Y (Inoue, Y); Izawa, S (Izawa, S), "Stress response in yeast mRNA export factor: reversible changes in Rat8p localization are caused by ethanol stress but not heat shock", JOURNAL OF CELL SCIENCE, 卷: 117 号: 18, 4189-4197, 2004
- 【42】 Izawa, S (Izawa, S); Sato, M (Sato, M); Yokoigawa, K (Yokoigawa, K); Inoue, Y (Inoue, Y), "Intracellular glycerol influences resistance to freeze stress in *Saccharomyces cerevisiae*: analysis of a quadruple mutant in glycerol dehydrogenase genes and glycerol-enriched cells", APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 卷: 66 号: 1, 108-114, 2004
- 【43】 Izawa, S (Izawa, S); Ikeda, K (Ikeda, K); Maeta, K (Maeta, K); Inoue, Y (Inoue, Y), "Deficiency in the glycerol channel Fps1p confers increased freeze tolerance to yeast cells: application of the *fps1* Delta mutant to frozen dough technology", APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 卷: 66 号: 3, 303-305, 2004

2005 年

- 【44】 Maeta, K (Maeta, K); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Methylglyoxal, a metabolite derived from glycolysis, functions as a signal initiator of the high osmolarity glycerol-mitogen-activated protein kinase cascade and Calcineurin/Crz1-mediated pathway in *Saccharomyces cerevisiae*", JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 卷: 280 号: 1, 253-260, 2005
- 【45】 Takatsume, Y (Takatsume, Y); Maeta, K (Maeta, K); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Enrichment of yeast thioredoxin by green tea extract through activation of Yap1 transcription factor in *Saccharomyces cerevisiae*", JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 卷: 53 号: 2, 332-337, 2005
- 【46】 Maeta, K (Maeta, K); Mori, K (Mori, K); Takatsume, Y (Takatsume, Y); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Diagnosis of cell death induced by methylglyoxal, a metabolite derived from glycolysis, in *Saccharomyces cerevisiae*", FEMS MICROBIOLOGY LETTERS, 卷: 243 号: 1, 87-92, 2005

- 【47】 Tanito, M (Tanito, M); Masutani, H (Masutani, H); Kim, YC (Kim, YC); Nishikawa, M (Nishikawa, M); Ohira, A (Ohira, A); Yodoi, J (Yodoi, J), "Sulforaphane induces thioredoxin through the antioxidant-responsive element and attenuates retinal light damage in mice", *INVESTIGATIVE OPHTHALMOLOGY & VISUAL SCIENCE*, 卷: 46 号: 3, 979-987, 2005
- 【48】 Tanito, M (Tanito, M); Kwon, YW (Kwon, YW); Kondo, N (Kondo, N); Bai, J (Bai, J); Masutani, H (Masutani, H); Nakamura, H (Nakamura, H); Fujii, J (Fujii, J); Ohira, A (Ohira, A); Yodoi, J (Yodoi, J), "Cytoprotective effects of geranylgeranylacetone against retinal photooxidative damage", *JOURNAL OF NEUROSCIENCE*, 卷: 25 号: 9, 2396-2404, 2005
- 【49】 Izawa, S (Izawa, S); Takemura, R (Takemura, R); Miki, T (Miki, T); Inoue, Y (Inoue, Y), "Characterization of the export of bulk poly(A)(+) mRNA in *Saccharomyces cerevisiae* during the wine-making process", *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, 卷: 71 号: 4, 2179-2182, 2005
- 【50】 Tanaka, T (Tanaka, T); Nakamura, H (Nakamura, H); Yodoi, J (Yodoi, J); Bloom, ET (Bloom, ET), "Redox regulation of the signaling pathways leading to eNOS phosphorylation", *FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE*, 卷: 38 号: 9, 1231-1242, 2005
- 【51】 Takatsume, Y (Takatsume, Y); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Unique regulation of glyoxalase I activity during osmotic stress response in the fission yeast *Schizosaccharomyces pombe*: neither the mRNA nor the protein level of glyoxalase I increase under conditions that enhance its activity", *ARCHIVES OF MICROBIOLOGY*, 卷: 183 号: 3, 224-227, 2005
- 【52】 Dutta, KK (Dutta, KK); Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Masutani, H (Masutani, H); Akatsuka, S (Akatsuka, S); Aung, TT (Aung, TT); Shirase, T (Shirase, T); Lee, WH (Lee, WH); Yamada, Y (Yamada, Y); Hiai, H (Hiai, H); Yodoi, JJ (Yodoi, JJ); Toyokuni, S (Toyokuni, S), "Two distinct mechanisms for loss of thioredoxin-binding protein-2 in oxidative stress-induced renal carcinogenesis", *LABORATORY INVESTIGATION*, 卷: 85 号: 6, 798-807, 2005
- 【53】 Oka, S (Oka, S); Liu, WR (Liu, WR); Masutani, H (Masutani, H); Hirata, H (Hirata, H); Shinkai, Y (Shinkai, Y); Yamada, S (Yamada, S); Yoshida, T (Yoshida, T); Nakamura, H (Nakamura, H); Yodoi, J (Yodoi, J), "Impaired fatty acid utilization in thioredoxin binding protein-2 (TBP-2)-deficient mice: a unique animal model of Reye syndrome", *FASEB JOURNAL*, 卷: 19 号: 12, 121+, 2005
- 【54】 Izawa, S (Izawa, S); Takemura, R (Takemura, R); Ikeda, K (Ikeda, K); Fukuda, K (Fukuda, K); Wakai, Y (Wakai, Y); Inoue, Y (Inoue, Y), "Characterization of Rat8 localization and mRNA export in *Saccharomyces cerevisiae* during the brewing of Japanese sake", *APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY*, 卷: 69 号: 1, 86-91, 2005
- 【55】 Ahsan, MK (Ahsan, MK); Nakamura, H (Nakamura, H); Tanito, M (Tanito, M); Yamada,

K (Yamada, K); Utsumi, H (Utsumi, H); Yodoi, J (Yodoi, J), "Thioredoxin-1 suppresses lung injury and apoptosis induced by diesel exhaust particles (DEP) by scavenging reactive oxygen species and by inhibiting DEP-induced downregulation of Akt", FREE RADICAL BIOLOGY AND MEDICINE, 卷: 39 号: 12, 1549-1559, 2005

- 【56】 Tanaka, T (Tanaka, T); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "GPX2, encoding a phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase homologue, codes for an atypical 2-Cys peroxiredoxin in *Saccharomyces cerevisiae*", JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 卷: 280 号: 51, 42078-42087, 2005

2006 年

- 【57】 Oka, S (Oka, S); Masutani, H (Masutani, H); Liu, WR (Liu, WR); Horita, H (Horita, H); Wang, DM (Wang, DM); Kizaka-Kondoh, S (Kizaka-Kondoh, S); Yodoi, J (Yodoi, J), "Thioredoxin-binding protein-2-like inducible membrane protein is a novel vitamin D3 and peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR)gamma ligand target protein that regulates PPAR gamma signaling", ENDOCRINOLOGY, 卷: 147 号: 2, 733-743, 2006
- 【58】 Ohashi, S (Ohashi, S); Nishio, A (Nishio, A); Nakamura, H (Nakamura, H); Kido, M (Kido, M); Ueno, S (Ueno, S); Uza, N (Uza, N); Inoue, S (Inoue, S); Kitamura, H (Kitamura, H); Kiriya, K (Kiriya, K); Asada, M (Asada, M); Tamaki, H (Tamaki, H); Matsuura, M (Matsuura, M); Kawasaki, K (Kawasaki, K); Fukui, T (Fukui, T); Watanabe, N (Watanabe, N); Nakase, H (Nakase, H); Yodoi, J (Yodoi, J); Okazaki, K (Okazaki, K); Chiba, T (Chiba, T), "Protective roles of redox-active protein thioredoxin-1 for severe acute pancreatitis", AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY-GASTROINTESTINAL AND LIVER PHYSIOLOGY, 卷: 290 号: 4, G772-G781, 2006
- 【59】 Wang, DM (Wang, DM); Masutani, H (Masutani, H); Oka, S (Oka, S); Tanaka, T (Tanaka, T); Yamaguchi-Iwai, Y (Yamaguchi-Iwai, Y); Nakamura, H (Nakamura, H); Yodoi, J (Yodoi, J), "Control of mitochondrial outer membrane permeabilization and Bcl-xL levels by thioredoxin 2 in DT40 cells", JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 卷: 281 号: 11, 7384-7391, 2006
- 【60】 Takatsume, Y (Takatsume, Y); Izawa, S (Izawa, S); Inoue, Y (Inoue, Y), "Methylglyoxal as a signal initiator for activation of the stress-activated protein kinase cascade in the fission yeast *Schizosaccharomyces pombe*", JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 卷: 281 号: 14, 9086-9092, 2006
- 【61】 Ahsan, MK (Ahsan, MK); Masutani, H (Masutani, H); Yamaguchi, Y (Yamaguchi, Y); Kim, YC (Kim, YC); Nosaka, K (Nosaka, K); Matsuoka, M (Matsuoka, M); Nishinaka, Y (Nishinaka, Y); Maeda, M (Maeda, M); Yodoi, J (Yodoi, J), "Loss of interleukin-2-dependency in HTLV-I-infected T cells on gene silencing of thioredoxin-binding protein-2", ONCOGENE, 卷: 25 号: 15, 2181-2191, 2006
- 【62】 Son, A (Son, A); Nakamura, H (Nakamura, H); Kondo, N (Kondo, N); Matsuo, Y (Matsuo, Y); Liu, WR (Liu, WR); Oka, S (Oka, S); Ishii, Y (Ishii, Y); Yodoi, J (Yodoi, J), "Redox regulation of mast cell histamine release in thioredoxin-1 (TRX) transgenic mice", CELL RESEARCH, 卷: 16 号: 2, 230-239, 2006

- 【63】 Izawa, S (Izawa, Shingo); Ikeda, K (Ikeda, Kayo); Kita, T (Kita, Takeomi); Inoue, Y (Inoue, Yoshiharu), "Asr1, an alcohol-responsive factor of *Saccharomyces cerevisiae*, is dispensable for alcoholic fermentation", *APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY*, 卷: 72 号: 3, 560-565, 2006
- 【64】 Kondo N, Ishii Y, Kwon YW, Tanito M, Sakakura-Nishiyama J, Mochizuki M, Maeda M, Suzuki S, Kojima M, Kim YC, Son A, Nakamura H, Yodoi J., "Lipid raft-mediated uptake of cysteine-modified thioredoxin-1 enhances cisplatin-induced apoptosis by inhibiting the endogenous thioredoxin-1.", *Antioxidants & Redox Signaling.*, in press., in press., 2006
- 【65】 Tan A, Nakamura H, Kondo N, Tanito M, Kwon Y-W, Ahsan MK. Matui H, Narita M, Yodoi J., "Thioredoxin-1 attenuates indomethacin-induced gastric mucosal injury in mice.", *Free Radical Research*, in press., in press., 2006

2007 年

- 【66】 Izawa, S (Izawa, Shingo); Ikeda, K (Ikeda, Kayo); Ohdate, T (Ohdate, Takumi); Inoue, Y (Inoue, Yoshiharu), "Msn2p/Msn4p-activation is essential for the recovery from freezing stress in yeast", *BIOCHEMICAL AND BIOPHYSICAL RESEARCH COMMUNICATIONS*, 卷: 352 号: 3, 750-755, 2007
- 【67】 Maeta, K (Maeta, Kazuhiro); Nomura, W (Nomura, Wataru); Takatsume, Y (Takatsume, Yoshifumi); Izawa, S (Izawa, Shingo); Inoue, Y (Inoue, Yoshiharu), "Green tea polyphenols function as prooxidants to activate oxidative-stress-responsive transcription factors in yeasts", *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, 卷: 73 号: 2, 572-580, 2007
- 【68】 Inoue, Y (Inoue, Yoshiharu); Nomura, W (Nomura, Wataru); Takeuchi, Y (Takeuchi, Yoko); Ohdate, T (Ohdate, Takumi); Tamasu, S (Tamasu, Shogo); Kitaoka, A (Kitaoka, Atsushi); Kiyokawa, Y (Kiyokawa, Yoshifumi); Masutani, H (Masutani, Hiroshi); Murata, K (Murata, Kazuo); Wakai, Y (Wakai, Yoshinori); Izawa, S (Izawa, Shingo); Yodoi, J (Yodoi, Junji), "Efficient extraction of thioredoxin from *Saccharomyces cerevisiae* by ethanol", *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, 卷: 73 号: 5, 1672-1675, 2007
- 【69】 Takeuchi, Y (Takeuchi, Yoko); Nomura, W (Nomura, Wataru); Ohdate, T (Ohdate, Takumi); Tamasu, S (Tamasu, Shogo); Masutani, H (Masutani, Hiroshi); Murata, K (Murata, Kazuo); Izawa, S (Izawa, Shingo); Yodoi, J (Yodoi, Junji); Inoue, Y (Inoue, Yoshiharu), "Release of thioredoxin from *Saccharomyces cerevisiae* with environmental stimuli: solubilization of thioredoxin with ethanol", *APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY*, 卷: 75 号: 6, 1393-1399, 2007
- 【70】 Takatsume, Y (Takatsume, Yoshifumi); Izawa, S (Izawa, Shingo); Inoue, Y (Inoue, Yoshiharu), "Modulation of Spc1 stress-activated protein kinase activity by methylglyoxal through inhibition of protein phosphatase in the fission yeast *Schizosaccharomyces pombe*", *BIOCHEMICAL AND BIOPHYSICAL RESEARCH COMMUNICATIONS*, 卷: 363 号: 4, 942-947, 2007

- 【71】 "Effects of thioredoxin on established airway remodeling in a chronic antigen exposure asthma model", *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2007
- 【72】 "Oxygen sensing and redox signaling: the role of thioredoxin in embryonic development and cardiac diseases", *American Journal of Physiology*, 2007
- 【73】 "Recombinant human thioredoxin-1 becomes oxidized in circulation and suppresses bleomycin-induced neutrophil recruitment in the rat airway", *Free Radical Research*, 2007
- 【74】 "Thioredoxin prevents the development and progression of elastase-induced emphysema", *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2007

2008 年

- 【75】 "Anti-inflammatory function of thioredoxin through inhibiting MIF activity", *生化学*, 2008
- 【76】 "Transmembrane thioredoxin-related protein in the endoplasmic reticulum: substrate recognition by TMX and its role in the inflammatory response.", *生化学*, 2008

2009 年

- 【77】 "Physical and functional interaction of transmembrane thioredoxin-related protein (TMX) with MHC class I heavy chain", *生化学*, 2009

2010 年

- 【78】 "Thioredoxin suppresses airway inflammation independently of systemic Th1/Th2 immune modulation.", *Eur J Immunol*, 2010
- 【79】 "Disruption of TBP-2 ameliorates insulin sensitivity and secretion without affecting obesity.", *Nat Commun*, 2010
- 【80】 "Activation of the NLRP3 inflammasome by islet amyloid polypeptide provides a mechanism for enhanced IL-1.BETA. in type 2 diabetes", *Nature Immunology*, 2010
- 【81】 "Anti-oxidative, anti-cancer and anti-inflammatory actions by thioredoxin 1 and thioredoxin-binding protein-2", *Pharmacology & Therapeutics*, 2010
- 【82】 "Disruption of TBP-2/Txnip ameliorates insulin sensitivity and insulin secretion without affecting obesity", *生化学*, 2010
- 【84】 "Thioredoxin Binding Protein-2 Inhibits Excessive Fetal Hypoglycemia During Maternal Starvation by Suppressing Insulin Secretion in Mice", *Pediatric Research*, 2010

2011 年

- 【85】 "Yeast Thioredoxin-Enriched Extracts for Mitigating the Allergenicity of Foods", *Biosci Biotechnol Biochem*, 2011
- 【86】 "Thioredoxin 1 overexpression extends mainly the earlier part of life span in mice.", *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2011
- 【87】 "Thioredoxin-binding protein-2(TBP-2/VDUP1/TXNIP) regulates T-cell sensitivity to glucocorticoid during HTLV-I-induced transformation.", *Leukemia*, 2011
- 【88】 "Production of biologically active human thioredoxin 1 protein in lettuce chloroplasts", *Plant Mol Biol* 76, 2011

2012 年

- 【89】 "Thioredoxin binding protein(TBP)-2/Txnp1 and α -arrestin proteins in cancer and diabetes mellitus.", J Clin Biochem Nutr, 2012
- 【90】 "Suppressive effect of recombinant human thioredoxin on ultraviolet light-induced inflammation and apoptosis in murine skin.", J Dermatol May, 2012
- 【91】 "Attenuation of indomethacin-induced gastric mucosal injury by prophylactic administration of sake yeast-derived thioredoxin.", J Gastroenterol Mar, 2012
- 【92】 "Induction of endoplasmic reticulum stress and the modulation of thioredoxin-1 in formaldehyde-induced neurotoxicity", Neurotoxicology, 2012

2013年

- 【93】 "Suppressive effect of administration of human recombinant thioredoxin on ultraviolet light-induced inflammation and apoptosis of murine skin.", Bioengineered, 2013
- 【94】 "Redox-active protein thioredoxin-1 administration ameliorates influenza A virus (H1N1)-induced acute lung injury in mice.", Crit Care Med, 2013

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分 のみ対象)
成果論文リスト全体	4	6	20	13	9	12	5	3	8	7	4	2	
和文誌	0	0	0	0	0	3	3	2	2	3	0	0	
英文誌	4	6	20	13	9	9	2	1	6	4	4	2	
内、WoS収録	4	6	20	13	7	9	0	1	5	4	4	1	28

(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) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	2	25	79	191	222	260	223	220	270	242	276	13
被引用数(累積)	2	27	106	297	519	779	1,002	1,222	1,492	1,734	2,010	2,023

(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2002年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数	順位	機関名	論文数
1	YODOI J	70	1	KYOTO UNIV	152
2	NAKAMURA H	54	2	HARVARD UNIV	92
3	MASUTANI H	30	3	KAROLINSKA INST	50
4	HOLMGREN A	24	4	EMORY UNIV	48
5	INOUE Y	23	4	OSAKA UNIV	48
5	SHIMOI H	23	6	CHINESE ACAD SCI	47
7	HURT E	22	7	UNIV TOKYO	45
8	IZAWA S	19	8	UNIV HEIDELBERG	43
9	WENTE SR	18	9	UNIV CONNECTICUT	38
10	JONES DP	15	9	UNIV TORONTO	38
10	RODRIGUEZ-NAVARRO	15	11	NCI	37
12	LI X	14	12	UNIV PENN	36
13	KITAGAKI H	13	13	UNIV FLORIDA	33
13	KONDO N	13	13	UNIV TEXAS	33
13	LEE J	13	15	CNRS	32
13	SILVER PA	13	16	UNIV WISCONSIN	31
13	STUTZ F	13	17	UNIV MICHIGAN	30
13	ZHANG L	13	17	VANDERBILT UNIV	30
19	AGUILERA A	12	19	UNIV CALIF SAN FRANCISCO	29
19	COLE CN	12	20	BAYLOR COLL MED	28
19	GO YM	12	20	DUKE UNIV	28
19	ITO K	12	20	NATL RES INST BREWING	28
19	STEWART M	12			

(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) 2013 年 2 月時点のデータ集計結果を加工。

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

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY CELL 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	Sake yeast tert-butylhydroquinone (tBHQ) STRE renal tubular injury Ginsenoside Rg1 geranylgeranylacetone Plastome Chloroplast transformation Yap1 fulminant myocarditis thioredoxin-1 heat shock protein 72 glyoxalase I food allergen Gastric mucosal injury immunoglobulin treatment Therapeutic protein Protein carbonylation bleeding tendency mRNA export thioredoxin (TRX) green tea extract Hsp72 metalloenzyme cAMP-responsive element histone deacetylation
検索論文数	4,167 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2月時点のデータ集計結果。

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
80	Activation of the NLRP3 inflammasome by islet amyloid polypeptide provides a mechanism for enhanced IL-1 beta in type 2 diabetes	Masters, SL; Dunne, A; Subramanian, SL; Hull, RL; Tannahill, GM; Sharp, FA; Becker, C; Franchi, L; Yoshihara, E; Chen, Z; Mullooly, N; Mielke, LA; Harris, J; Coll, RC; Mills, KHG; Mok, KH; Newsholme, P; Nunez, G; Yodoi, J; Kahn, SE; Lavelle, EC; O'Neill, LAJ	NATURE IMMUNOLOGY, 11, 897-U1501	2010	123
16	Overexpression of thioredoxin-1 in transgenic mice attenuates adriamycin-induced cardiotoxicity	Shioji, K; Kishimoto, C; Nakamura, H; Masutani, H; Yuan, ZY; Oka, S; Yodoi, J	CIRCULATION, 106, 1403-1409	2002	113
27	Nitric oxide induces hypoxia-inducible factor 1 activation that is dependent on MAPK and phosphatidylinositol 3-kinase signaling	Kasuno, K; Takabuchi, S; Fukuda, K; Kizaka-Kondoh, S; Yodoi, J; Adachi, T; Semenza, GL; Hirota, K	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 279, 2550-2558	2004	107
47	Sulforaphane induces thioredoxin through the antioxidant-responsive element and attenuates retinal light damage in mice	Tanito, M; Masutani, H; Kim, YC; Nishikawa, M; Ohira, A; Yodoi, J	INVESTIGATIVE OPHTHALMOLOGY & VISUAL SCIENCE, 46, 979-987	2005	89
15	Thioredoxin reductase regulates AP-1 activity as well as thioredoxin nuclear localization via active cysteines in response to ionizing radiation	Karimpour, S; Lou, JY; Lin, LL; Rene, LM; Lagunas, L; Ma, XR; Karra, S; Bradbury, CM; Markovina, S; Goswami, P; Spitz, DR; Hirota, K; Kalvakolanu, DV; Yodoi, J; Gius, D	ONCOGENE, 21, 6317-6327	2002	73
29	Loss of thioredoxin-binding protein-2/vitamin D3 up-regulated protein 1 in human T-cell leukemia virus type I-dependent T-Cell transformation: Implications for adult T-Cell leukemia leukemogenesis	Nishinaka, Y; Nishiyama, A; Masutani, H; Oka, S; Ahsan, KM; Nakayama, Y; Ishii, Y; Nakamura, H; Maeda, M; Yodoi, J	CANCER RESEARCH, 64, 1287-1292	2004	71
26	Enhanced oxidative stress and impaired thioredoxin expression in spontaneously hypertensive rats	Tanito, M; Nakamura, H; Kwon, YW; Teratani, A; Masutani, H; Shioji, K; Kishimoto, C; Ohira, A; Horie, R; Yodoi, J	ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING, 6, 89-97	2004	65
24	Redox-sensing release of human thioredoxin from T lymphocytes with negative feedback loops	Kondo, N; Ishii, Y; Kwon, YW; Tanito, M; Horita, H; Nishinaka, Y; Nakamura, H; Yodoi, J	JOURNAL OF IMMUNOLOGY, 172, 442-448	2004	64
20	Thioredoxin-dependent redox regulation of the antioxidant responsive element (ARE) in electrophile response	Kim, YC; Yamaguchi, Y; Kondo, N; Masutani, H; Yodoi, J	ONCOGENE, 22, 1860-1865	2003	63
25	Intravenous administration of thioredoxin decreases brain damage following transient focal cerebral ischemia in mice	Hattori, I; Takagi, Y; Nakamura, H; Nozaki, K; Bai, H; Kondo, N; Sugino, T; Nishimura, M; Hashimoto, N; Yodoi, J	ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING, 6, 81-87	2004	55
14	A Chinese cabbage cDNA with high sequence identity to phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidases encodes a novel isoform of thioredoxin-dependent peroxidase	Jung, BG; Lee, KO; Lee, SS; Chi, YH; Jang, HH; Kang, SS; Lee, K; Lim, D; Yoon, SC; Yun, DJ; Inoue, Y; Cho, MJ; Lee, SY	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 277, 12572-12578	2002	54
37	Importin alpha(1) (Rch1) mediates nuclear translocation of thioredoxin-binding protein-2/vitamin D-3-up-regulated protein 1	Nishinaka, Y; Masutani, H; Oka, S; Matsuo, Y; Yamaguchi, Y; Nishio, K; Ishii, Y; Yodoi, J	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 279, 37559-37565	2004	53
39	Thioredoxin-1 ameliorates myosin-induced autoimmune myocarditis by suppressing chemokine expressions and leukocyte chemotaxis in mice	Liu, WR; Nakamura, H; Shioji, K; Tanito, M; Oka, S; Ahsan, MK; Son, A; Ishii, Y; Kishimoto, C; Yodoi, J	CIRCULATION, 110, 1276-1283	2004	53
48	Cytoprotective effects of geranylgeranylacetone against retinal photooxidative damage	Tanito, M; Kwon, YW; Kondo, N; Bai, J; Masutani, H; Nakamura, H; Fujii, J; Ohira, A; Yodoi, J	JOURNAL OF NEUROSCIENCE, 25, 2396-2404	2005	52
18	Critical roles of thioredoxin in nerve growth factor-mediated signal transduction and neurite outgrowth in PC12 cells	Bai, J; Nakamura, H; Kwon, YW; Hattori, I; Yamaguchi, Y; Kim, YC; Kondo, N; Oka, S; Ueda, S; Masutani, H; Yodoi, J	JOURNAL OF NEUROSCIENCE, 23, 503-509	2003	48
44	Methylglyoxal, a metabolite derived from glycolysis, functions as a signal initiator of the high osmolarity glycerol-mitogen-activated protein kinase cascade and Calcineurin/ Crz1-mediated pathway in Saccharomyces cerevisiae	Maeta, K; Izawa, S; Inoue, Y	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 280, 253-260	2005	47
56	GPX2, encoding a phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase homologue, codes for an atypical 2-Cys peroxiredoxin in Saccharomyces cerevisiae	Tanaka, T; Izawa, S; Inoue, Y	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, 280, 42078-42087	2005	41
21	Elevated serum levels of thioredoxin in patients with acute exacerbation of asthma	Yamada, Y; Nakamura, H; Adachi, T; Sannohe, S; Oyama, H; Kayaba, H; Yodoi, J; Chihara, J	IMMUNOLOGY LETTERS, 86, 199-205	2003	41
52	Two distinct mechanisms for loss of thioredoxin-binding protein-2 in oxidative stress-induced renal carcinogenesis	Dutta, KK; Nishinaka, Y; Masutani, H; Akatsuka, S; Aung, TT; Shirase, T; Lee, WH; Yamada, Y; Hiai, H; Yodoi, JJ; Toyokuni, S	LABORATORY INVESTIGATION, 85, 798-807	2005	40
22	Protective roles of thioredoxin, a redox-regulating protein, in renal ischemia/reperfusion injury	Kasuno, K; Nakamura, H; Ono, T; Muso, E; Yodoi, J	KIDNEY INTERNATIONAL, 64, 1273-1282	2003	37

(注) 研究実施期間以降 (2007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2006-067813	チオレドキシシ高含有酵母およびその製造法	国立大学法人 京都大学 オリ エンタル酵母工 業株式会社 レ ドックス・バイオ サイエンス株式 会社	井上 善晴 井沢 真吾 淀井 淳司 藤田 剛 濱 田 和広 田 中 雄一 古 川 周平 村 田 一夫	2004.08.31	特許4412658
特開2006-067850	酵母チオレドキシシの製造方法	オリエンタル酵 母工業株式会 社 レドックス・ バイオサイエン ス株式会社	田中 雄一 古川 周平 濱田 和広 藤田 剛 淀 井 淳司 村 田 一夫	2004.08.31	
特開2006-109754	チオレドキシシの発現を誘導する食品	レドックス・バイ オサイエンス株 式会社 株式会 社 ロック・フィー ルド	淀井淳司 増 谷弘 中村肇 谷戸正樹 國本祐二 叶 順江 原富次 郎 藤倉舞	2004.10.14	
再公表06-025448	チオレドキシシを用いた消化器官保護方法	オリエンタル酵 母工業株式会 社 レドックス・ バイオサイエン ス株式会社	小土井 理 恵 藤田 剛 中村 肇 淀 井 淳司 増 谷 弘 村田 一夫	2005.08.31	特許4918359
再公表06-033351	チオレドキシシ発現誘導用組成物	レドックス・バイ オサイエンス株 式会社	淀井 淳司 増谷 弘 國 本 祐二 高 寺 恒慈 叶 順江 村田 一夫 田増 章吾	2005.09.21	
再公表07-032490	チオレドキシシの製造方法	国立大学法人 京都大学 レ ドックス・バイオ サイエンス株式 会社 黄桜株式 会社	淀井 淳司 井上 善晴 井沢 真吾 増谷 弘 村 田 一夫 田 増 章吾	2006.09.15	
特開2008-231000	チオレドキシシ含有抽出物、及びその製造方法	国立大学法人 京都大学 黄桜 株式会社 レ ドックス・バイオ サイエンス株式 会社	淀井 淳司 井上 善晴 若井 芳則 清川 良文 北岡 篤士 村田 一夫 加藤 紀子	2007.03.19	
特開2009-108009	抗酸化酵素誘導剤	国立大学法人 京都大学 株式 会社 ロック・ フィールド	淀井 淳司 増谷 弘 山 口 佳美 大 槻 涼子 竹 中 真弘 國 本 祐二 叶 順江	2007.10.31	

6. 実用化・製品化

- TRX 含有食品
 - TRX 含有酵母エキス配合容器入り生ジュース (試供)
 - TRX 含有酵母エキス配合別添ふりかけ・サラダ
- TRX 誘導食品
 - ブロッコリー新芽と紫キャベツ新芽を含むジュース
 - TRX 誘導機能性食品 (清涼飲料水) 「Misia」
- 抗ストレス蛋白チオレドキシシ高含有清酒
- チオレドキシシ含有酵母エキス
- 酵母チオレドキシシモノクローナル抗体

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
淀井淳司	先端技術・医療 バイオ医新[RBS社] 抗ストレス薬、開発急ぐ	2010年2月1日	日経新聞
淀井淳司	京都大学ウイルス研究所・黄桜他 チオレドキシシ眠れる”種”	2009年6月18日	テレビ東京 ワールドビジネスサテライト
淀井淳司	[チオレドキシシ]に脚光 新型インフルエンザに救世主?	2009年9月2日	産経新聞

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
淀井淳司	抗ストレス蛋白チオレドキシシ高含有清酒及び素材の生産技術開発	2007年度～2009年度	生研センター民間実用化研究促進事業	-	学術指導	-
淀井淳司	チオレドキシシ関連化合物の医薬品もしくは機能性材料開発への可能性に関する検証研究	2008年度～2010年度	帝人・京都大学検証研究	共同研究	学術指導	総額:30000千円
淀井淳司	チオレドキシシ外用剤によるアレルギー性炎症薬と化粧品の開発	2008年度	NEDO研究開発型ベンチャー技術開発助成事業	助成事業	学術指導	総費用:50000千円(助成対象 2/3 マッチングファンド)
淀井淳司	チオレドキシシの医学応用のフィージビリティ研究	2011年度	サノフィ・京都大学	共同研究	学術指導	総額:約7000千円

9. 受賞歴

研究者名	表彰名	受賞対象	受賞年
淀井淳司	1st Daniel L, Gilbert Memorial Lecturer Award	The Oxygen Club Of Greater Washington, D.C.	2006
淀井淳司	The Science and Humanity Award	The Oxygen Club of California,OCC	2010
淀井淳司	WCU特別招聘教授	レドックス制御トランスレーショナルリサーチ	2011

10. 講演歴

研究者名	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
淀井淳司	機能性食品新素材チオレドキシニン; 抗炎症～皮膚・粘膜保護作用と機能性食品・スキンケアへの応用	第8回日本機能性食品医学学会総会	大津市ピアザ淡海	2010/10/11
淀井淳司	バイオストレス制御タンパク質チオレドキシニンとその誘導因子; evidence_based機能食品とスキンケア方向への応用	第5回食と健康に関する新潟国際シンポジウム	朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター	2010/10/30
淀井淳司	Transmembrane Redox Control of Inflammation and Transformation by Thioredoxin Family Proteins	17th Korean Cancer Prevention Annual Meeting	ソウル誠信女子大学	2012/11/9
淀井淳司	Thioredoxin and Thioredoxin-Binding Protein in Cell Signaling	13th Meeting of SFRBM South American Group	サンパウロ	2011/8/13-21
淀井淳司	Anti-Inflammatory redox regulation by Redoxosome with thioredoxin/TRX and TBP-2/TXNIP/VDUP-	ESF-EMBO Symposium, Glutathione and Related Thiols in Living Cells	スペイン Sant Feliu de Guixols	2011/9/4-9

第5節 希少なキノコ新規栽培法の開発

1. 論文

(1) 和文誌

2006年

- 【1】 楊 柏松・成 漢功・大賀祥治 『ツクツクボウシタケの栄養生長における栄養要求性と人工栽培』, 日本きのこ学会誌, 14, 191-196, 2006
- 【2】 『きのこ生産システムにおける電気刺激の適用』, BIO INDUSTRY Vol.23, No.12, 2006

2007年

- 【3】 『ハナアブラゼミタケの生育特性と子実体形成』, 日本きのこ学会誌, 2007

2008年

- 【4】 『冬虫夏草菌セミタケの生育特性及びポリサッカライド含有量』, FOOD FUNCTION vol4.-1, 2008
- 【5】 『セミタケ子実体の野生および栽培種における薬理効果』, FOOD FUNCTION vol4.-1, 2008

2009年

- 【6】 『マンネンタケ菌株と培地基材が子実体形成とアンジオテンシン変換酵素阻害活性に与える影響』, 日本きのこ学会誌, 2009
- 【7】 『多機能性を有するきのこの成分利用』, 応用薬理, 2009

2010年

- 【8】 『エノキタケ抽出物のラット初代前駆内臓脂肪細胞での脂肪蓄積抑制効果』, 日本きのこ学会誌, 2010
- 【9】 『疾病の予防と治療におけるきのこの貢献』, 応用薬理, 2010
- 【10】 『医療費削減のための科学的実証された機能性食品を基盤とした補完医療の指向性』, 応用薬理, 2010
- 【11】 『きのこの主ポリアミン成分としてのスペルミンとアグマチンの分布-きのこのポリアミン分析 III-』, 日本きのこ学会誌, 2010
- 【12】 『くらしの最前線 58 健康増進を考慮したきのこの活用法』, 日本家政学会誌, 2010

2011年

- 【13】 『きのこにおける 2-フェニルエチルアミン(β -フェネチルアミン)の検出と分布-きのこのポリアミン分析 IV-』, 日本きのこ学会誌, 2011
- 【14】 『シャンピニオンエキスによる抗菌ペプチド誘導活性の評価』, 食品と開発, 2011

(2) 英文誌

2007年

- 【15】 "Synthetic cultivation of *Lyophyllum decastes* on a combination of cattle livestock compost and corn cobs", 日本きのこ学会誌, 2007

2011年

- 【16】 "Consideration of mushroom functionality", 日本きのこ学会誌, 2011

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分 のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	0	2	2	2	2	5	3	0	0	
和文誌	0	0	0	0	2	1	2	2	5	2	0	0	
英文誌	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
内、WoS収録	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(注)「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。

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

3. 研究者・機関ランキング

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

4. 被引用数上位論文リスト

当該課題において Web of Science に収録されている成果論文が存在しないため、被引用数上位論文リストは集計していない。

5. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
特開2004-065195	キノコ栽培用菌床及びその製造方法	株式会社産学 連携機構九州	大賀 祥治 坂井 克己 芦谷 竜矢 山本 大介 立石 麗	2002.08.09	特許4062499
特開2008-228605	疾患予防及び改善用食品	江口 文陽 藤 野 和隆 吉留 高志	江口 文陽 入江 祐可 藤野 和隆 吉留 高志	2007.03.19	特許4435798
特開2009-017829	キノコ類栽培方法	株式会社資生 堂	江口 文陽 横山 峰幸	2007.07.12	特許4980160
特開2009-286746	冬虫夏草菌セミタケを含む外用剤	国立大学法人 九州大学 株式 会社 阿蘇 ファームランド	大賀 祥治	2008.05.30	

6. 実用化・製品化

本研究に関連した実用化については、冬虫夏草を含む各種冬虫夏草菌類の有効成分抽出物を用いた健康食品製品の試作品（製剤やそのパッケージ）も作成されているが、実際の農業における栽培や健康食品等の製造・販売としての実用化には至っていない。

7. 報道

研究者名	見出し	報道年月日	媒体
大賀祥治	キノコノクニ(5)＝冬虫夏草?昆虫に寄生、漢方薬にも(大賀祥治/九州大教授)	2012年10月22日	静岡新聞 夕刊 5ページ 絵写 表有 0文字
大賀祥治	福岡県/キノコ博士になろう 遺跡出土品やパネル展示 古賀市で企画展/福岡都市圏	2012年7月20日	西日本新聞朝刊 26ページ 517文字
江口文陽	[菜膳鮮]「えのき氷」ヒット商品に＝長野	2012年6月26日	東京読売新聞朝刊 28ページ 写 938文字
江口文陽	エノキタケ「脂質異常症に効果」 中野市農協と東農大教授が実証試験 中性脂肪など低下を確認	2012年6月6日	信濃毎日新聞朝刊 25ページ 753文字
江口文陽	料理に加えるととろみ・こく えのき氷 脂肪吸収抑える健康効果も	2012年5月1日	東京新聞朝刊 15ページ 1425 文字
江口文陽	隠し味に「えのき氷」	2012年3月30日	中日新聞朝刊 22ページ 1432 文字
江口文陽	きのこを食べて健康に/中野市で食農フォーラム	2012年2月16日	日本農業新聞 41ページ 488 文字
江口文陽	中野産のキノコ、地産地消推進を 市などフォーラム	2012年2月12日	信濃毎日新聞朝刊 30ページ 335文字

8. 獲得資金調査

該当なし。

9. 受賞歴

研究者名	表彰名	受賞対象	受賞年
大賀祥治	第7回日本きのこ学会賞	-	2006
江口文陽	森喜作賞	きのこの機能性に関する研究	2010

10. 講演歴

該当なし。

第6節 GLP-1 発現米の糖尿病予防食品としての研究開発

1. 論文

当該課題においては成果論文が存在しないため、論文に関する集計を行っていない。

2. 特許

公開番号	発明の名前	出願人	発明者	出願日	登録番号
US7847063	GLP-1 derivative	Sanwa Kagaku Kenkyusho Co., Ltd.	Sugita; Koichi Kasahara; Saori Ebinuma; Hiroyasu Takaiwa; Fumio Jomori; Takahito Hayashi; Yuji Tashita; Akira Kobara; Yukari	2004.03.26	US7847063
US7947876	Plant and plant storage organ having GLP-1 derivative accumulated therein and method of producing the same	Nippon Paper Industries Co., Ltd. Sanwa Kagaku Kenkyusho Co., Ltd.	Sugita; Koichi Kasahara; Saori Ebinuma; Hiroyasu Takaiwa; Humio Yasuda; Hiroshi Jomori; Takahito Hayashi; Yuji Tashita; Akira	2004.09.14	US7947876
再公表04-087910	組換えタンパク質が高生産された植物貯蔵器官の生産方法及び新規組換えタンパク質	独立行政法人農業生物資源研究所 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 日本製紙株式会社 株式会社三和化学研究所	杉田耕一 笠原さおり 海老沼宏安 高岩文雄 城森孝仁 林祐二 田下聡 小原由香里	2004.03.26	特許4543236
再公表06-030492	GLP-1誘導体が集積された植物及び植物貯蔵器官とその生産方法	日本製紙株式会社 株式会社三和化学研究所 独立行政法人農業生物資源研究所	杉田 耕一 笠原 さおり 海老沼 宏安 高岩 文雄 保田 浩 城森 孝仁 林 祐二 田下 聡	2004.09.14	

3. 実用化・製品化

本研究に関連した実用化の事例はない。

4. 報道

該当なし。

5. 獲得資金調査

該当なし。

6. 受賞歴

該当なし。

7. 講演歴

該当なし。

第7節 消化管ホルモン制御による安全性の高い食欲調節ペプチドの開発

1. 論文

(1) 英文誌

2006年

- 【1】 Sufian, MKNB (Sufian, M. K. N. B.); Hira, T (Hira, Tohru); Miyashita, K (Miyashita, Kyoko); Nishi, T (Nishi, Takashi); Asano, K (Asano, Kozo); Hara, H (Hara, Hiroshi), "Pork peptone stimulates cholecystokinin secretion from enteroendocrine cells and suppresses appetite in rats", BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 巻: 70 号: 8, 1869-1874, 2006

2010年

- 【2】 "Enzymatic synthesis of Mycoplasma fermentans specific glycolyphospholipid from 1,2-dipalmitoylglycerol", J Biosci Bioeng, 2010

2011年

- 【3】 "Characterization of Inago1 and Inago2 retrotransposons in Magnaporthe oryzae", J Gen Plant Pathol, 2011

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分 のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
和文誌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
英文誌	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
内、WoS収録	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1

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

(注2) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	1	1	0	2	5	5	0
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	1	2	2	4	9	14	14

(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2002年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数
1	LEE YH	7
1	LIN FC	7
3	HARA H	5
3	HIRA T	5
3	TAKAHASHI M	5
3	TAKEDA T	5
7	ASANO K	4
7	DEAN RA	4
7	GERAEDTS MCP	4
7	KANG S	4
7	KIM S	4
7	LIU XH	4
7	NAKANO Y	4
7	PARK J	4
7	SARIS WHM	4
7	TROOST FJ	4
7	WANG H	4
7	WANG ZH	4
19	ARIE T	3
19	CHOI J	3
19	JHA S	3
19	KAMAKURA T	3
19	LI Y	3
19	LIU WD	3
19	LU GD	3
19	MAYAMA S	3
19	MILES RJ	3
19	MIN H	3
19	MITCHELL T	3
19	MITCHELL TK	3
19	NAKAYASHIKI H	3
19	NICHOLAS RAJ	3
19	PARK SY	3
19	PENG YL	3
19	PRABHU AS	3
19	TALBOT NJ	3
19	TARI C	3
19	TERAOKA T	3
19	TOSA Y	3
19	WANG ZY	3
19	XU JR	3
19	ZHANG Y	3
19	ZHANG ZG	3
19	ZHOU LG	3

順位	機関名	論文数
1	ZHEJIANG UNIV	15
2	SEOUL NATL UNIV	12
3	CHINA AGR UNIV	9
4	HOKKAIDO UNIV	8
5	KYOTO UNIV	6
6	CHINESE ACAD SCI	5
6	KOBE UNIV	5
6	N CAROLINA STATE UNIV	5
6	OHIO STATE UNIV	5
10	FUJIAN AGR FORESTRY UNIV	4
10	IWATE BIOTECHNOL RES CTR	4
10	PENN STATE UNIV	4
10	TOKYO UNIV AGR TECHNOL	4
10	ZHEJIANG ACAD AGR SCI	4
15	CIRAD	3
15	CSIC	3
15	EMBRAPA ARROZ FEIJAO	3
15	IZMIR INST TECHNOL	3
15	KINGS COLL LONDON	3
15	MAASTRICHT UNIV	3
15	MAHARAJA SAYAJIRAO UNIV BARODA	3
15	NANJING AGR UNIV	3
15	PURDUE UNIV	3
15	RIKEN	3
15	TOKYO UNIV SCI	3
15	UNIV EXETER	3
15	USDA ARS	3
15	WASHINGTON STATE UNIV	3

(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) 2013 年 2 月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	2002 年～2013 年
-----------------------	---------------

れかに該当	
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
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	STC-1 cells Mycoplasma fermentans microbial enzymes Glycerophospholipid Magnaporthe oryzae
検索論文数	235 件

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

(注 2) 検索論文数は、2013 年 2 月時点のデータ集計結果。

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
1	Pork peptone stimulates cholecystokinin secretion from enteroendocrine cells and suppresses appetite in rats	Sufian, MKNB; Hira, T; Miyashita, K; Nishi, T; Asano, K; Hara, H	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY, 70, 1869-1874	2006	13
2	Enzymatic synthesis of Mycoplasma fermentans specific glyco-glycerophospholipid from 1,2-dipalmitoylglycerol	Ishida, N; Irikura, D; Matsuda, K; Sato, S; Sone, T; Tanaka, M; Asano, K	JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING, 109, 341-345	2010	1
3	Characterization of Inago1 and Inago2 retrotransposons in Magnaporthe oryzae	Sanchez, E; Asano, K; Sone, T	JOURNAL OF GENERAL PLANT PATHOLOGY, 77, 239-242	2011	0

(注) 研究実施期間以降 (2007 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2007-230978	摂食抑制作用を有する豚肉由来ペプチドを含有する組成物	国立大学法人 北海道大学	比良 徹原 博 浅野 行 蔵	2006.03.03	特許4929455

6. 実用化・製品化

- 植物ウイルス (ジャガイモ Y ウイルス) 検出キット
(本事業で開発したイムノクロマトの関連技術を使用した。株式会社ホクドーから販売中。)
- イムノクロマト作製受託業務

7. 報道

株式会社ホクドーから販売されたイムノアッセイキットについて、報道実績あり。

8. 獲得資金調査

該当なし。

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

研究者名	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
浅野行蔵	地域の特徴を活用した食素材・食品開発を考える	地域イノベーション戦略支援プログラム(都市エリア型)和歌山県紀北紀中エリア「研究交流会」	ダイワロイネットホテル和歌山	2007/7/29

第8節 ダイオキシン類モニタリング用植物の実用化

1. 論文

(1) 英文誌

2005年

- 【1】 Kawahigashi, H (Kawahigashi, H); Hirose, S (Hirose, S); Ohkawa, H (Ohkawa, H); Ohkawa, Y (Ohkawa, Y), "Phytoremediation of metolachlor by transgenic rice plants expressing human CYP2B6", JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 巻: 53 号: 23, 9155-9160, 2005
- 【2】 Kawahigashi, H (Kawahigashi, H); Hirose, S (Hirose, S); Ozawa, K (Ozawa, K); Ido, Y (Ido, Y); Kojima, M (Kojima, M); Ohkawa, H (Ohkawa, H); Ohkawa, Y (Ohkawa, Y), "Analysis of substrate specificity of pig CYP2B22 and CYP2C49 towards herbicides by transgenic rice plants", TRANSGENIC RESEARCH, 巻: 14 号: 6, 907-917, 2005

2006年

- 【3】 "Y. Ueyama, Y. Katsumoto, Y. Fukui, M. Fukuchi-Mizutani, H. Ohkawa, T. Kusumi, T. Iwashita, Y. Tanaka, ""Molecular characterization of the flavonoid biosynthetic pathway and flower color modification of *Nierembergia* sp""", Plant Biotechnology, 23, 19-24, 2006"
- 【4】 H. Kawahigashi, S. Hirose, H. Ohkawa, Y. Ohkawa, "Broad range of herbicide - 8 - tolerance of glutinous upland rice variety ' Yumenohatamochi ' carrying human cytochrome P450 genes", Plant Biotechnology, 23, 227-231, 2006
- 【5】 "Togami J, Tamura M, Ishiguro K, Hirose C, Okuhara H, Ueyama Y, Nakamura N, Yonekura-Sakakibara K, Fukuchi-Mizutani M, Suzuki K, Fukui Y, Kusumi T & Tanaka Y, ""Molecular characterization of the flavonoid biosynthesis of *Verbena hybrida* and functional analysis of verbena and *Clitoria ternatea* F3' 5' H genes in transgenic verbena""", Plant Biotechnology (インパクトファクターなし), 23, 5-12, 2006"

2007年

- 【6】 Kodama, S (Kodama, Stisumu); Okada, K (Okada, Kumiko); Inui, H (Inui, Hideyuki); Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo), "Aryl hydrocarbon receptor (AhR)-mediated reporter gene expression systems in transgenic tobacco plants", PLANTA, 巻: 227 号: 1, 37-45, 2007
- 【7】 H. Inui, K. Gion, Y. Utani and H. Ohkawa, H. Miyagawa and P. Lee, Wiley-VCH, "Bioassay for Persistent Organic Pollutants in Transgenic Plants with Ah Receptor and GUS Reporter Genes", Pesticide Chemistry, (受理) , 2007

2008年

- 【8】 Kawahigashi, H (Kawahigashi, Hiroyuki)¹; Hirose, S (Hirose, Sakiko)¹; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)²; Ohkawa, Y (Ohkawa, Yasunobu)¹, "Transgenic rice plants expressing human P450 genes involved in xenobiotic metabolism for phytoremediation", JOURNAL OF MOLECULAR MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 巻: 15 号: 2-3, 212-219, 2008

2009 年

- 【9】 Kodama, S (Kodama, Susumu)¹; Okada, K (Okada, Kumiko)¹; Akimoto, K (Akimoto, Keiko)²; Inui, H (Inui, Hideyuki)³; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)³, "Recombinant aryl hydrocarbon receptors for bioassay of aryl hydrocarbon receptor ligands in transgenic tobacco plants", *PLANT BIOTECHNOLOGY JOURNAL*, 卷: 7 号: 2, 119-128, 2009

2010 年

- 【10】 Shimazu, S (Shimazu, Sayuri)^{1,3}; Kawabata, Y (Kawabata, Yukiko)¹; Inayoshi, A (Inayoshi, Akito)¹; Inui, H (Inui, Hideyuki)²; Ashida, H (Ashida, Hitoshi)³; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)¹, "Recombinant human AhR-mediated GUS reporter gene assays for PCB congeners in transgenic tobacco plants in comparison with recombinant mouse and guinea pig AhRs", *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B-PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES*, 卷: 45 号: 8, 741-749, 2010
- 【11】 Shimazu, S (Shimazu, Sayuri)^{1,4}; Ohta, M (Ohta, Masaya)²; Inui, H (Inui, Hideyuki)³; Nanasato, Y (Nanasato, Yoshihiko)¹; Ashida, H (Ashida, Hitoshi)⁴; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)¹, "Effects of biosurfactants on assays of PCB congeners in transgenic arabidopsis plants carrying a recombinant guinea pig AhR-mediated GUS reporter gene expression system", *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B-PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES*, 卷: 45 号: 8, 750-756, 2010

2011 年

- 【12】 Shimazu, S (Shimazu, Sayuri)¹; Inui, H (Inui, Hideyuki)²; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)¹, "Phytomonitoring and Phytoremediation of Agrochemicals and Related Compounds Based on Recombinant Cytochrome P450s and Aryl Hydrocarbon Receptors (AhRs)", *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 卷: 59 号: 7 特别号: SI, 2870-2875, 2011

2012 年

- 【13】 Inui, H (Inui, Hideyuki)²; Gion, K (Gion, Keiko); Utani, Y (Utani, Yasushi)²; Wakai, T (Wakai, Taketo)²; Kodama, S (Kodama, Susumu)²; Eun, H (Eun, Heesoo)³; Kim, YS (Kim, Yun-Seok)³; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)^{1,2}, "Assays of dioxins and dioxin-like compounds in actually contaminated soils using transgenic tobacco plants carrying a recombinant mouse aryl hydrocarbon receptor-mediated beta-glucuronidase reporter gene expression system (Retracted article. See vol. 47, pg. 759, 2012)", *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B-PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES*, 卷: 47 号: 1, 59-65, 2012
- 【14】 Gion, K (Gion, Keiko); Inui, H (Inui, Hideyuki); Sasaki, H (Sasaki, Hideaki); Utani, Y (Utani, Yasushi)²; Kodama, S (Kodama, Susumu)²; Ohkawa, H (Ohkawa, Hideo)^{1,2}, "Assays of PCB congeners and organochlorine insecticides with the transgenic Arabidopsis and tobacco plants carrying recombinant guinea pig AhR and GUS reporter genes", *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART*

B-PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES, 卷: 47 号: 7, 599-607, 2012

- 【15】 "Assays of polychlorinated biphenyl congeners and co-contaminated heavy metals in the transgenic Arabidopsis plants carrying the recombinant guinea pig aryl hydrocarbon receptor-mediated β -glucuronidase reporter gene expression system", J. Environ. Sci. Health, part B, 47, 925-932, 2012

2. 論文数、被引用数およびh-index

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	h-index (WoS収録分のみ対象)
成果論文リスト全体	0	0	0	2	3	2	1	1	2	1	3	0	
和文誌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
英文誌	0	0	0	2	3	2	1	1	2	1	3	0	
内、WoS収録	0	0	0	2	0	1	1	1	2	1	3	0	5

(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) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
被引用数(各年)	0	0	0	0	0	5	2	15	14	9	18	0
被引用数(累積)	0	0	0	0	0	5	7	22	36	45	63	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2002年から当該年までの「被引用数(各年)」の合計を示す。

(注2) 2013年2月時点のデータ集計結果を加工。従って、2013年の値は1~2月分の集計値であることに注意。

3. 研究者・機関ランキング

当該課題に関連する領域の論文を研究者・機関で集計した結果を以下に示す。

順位	著者名	論文数	順位	機関名	論文数
1	COVACI A	21	1	CHINESE ACAD SCI	65
2	LETCHER RJ	13	2	US GEOL SURVEY	40
3	BORGA K	11	3	KYOTO UNIV	30
3	YANG MS	11	4	US EPA	29
5	DROUILLARD KG	10	5	ENVIRONM CANADA	27
5	JONES KC	10	5	NATL INST AGROENVIRONM SCI	27
5	KIM DI	10	7	MICHIGAN STATE UNIV	25
5	KIM YS	10	7	ZHEJIANG UNIV	25
5	OHKAWA H	10	9	CSIC	22
10	NEEDHAM LL	9	10	UNIV WISCONSIN	21
10	SAKAI Y	9	11	CTR DIS CONTROL PREVENT	18
10	YOSHINAGA I	9	11	UNIV ANTWERP	18
10	YURIMOTO H	9	13	USDA ARS	17
14	BARR DB	8	14	HARVARD UNIV	16
14	CHEN YX	8	14	NATL INST ENVIRONM STUDIES	16
14	GIESY JP	8	14	TOKYO UNIV AGR TECHNOL	16
14	KIM TG	8	14	UNIV CALIF DAVIS	16
14	MACKOVA M	8	14	UNIV WINDSOR	16
14	MUIR DCG	8	19	CHONBUK NATL UNIV	14
14	NEELS H	8	19	NCI	14
14	SHIRATANI E	8	19	UNIV ILLINOIS	14
14	ZEEB BA	8	19	UNIV IOWA	14
			19	UNIV TOKYO	14

(注1) 研究者・機関共に論文数 20 位以内（同順位含む）を示している。

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

(注3) 2013 年 2 月時点のデータ集計結果を加工。

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

条件 1： 論文発表年が左記のいずれかに該当	2002 年～2013 年
条件 2： Web of Science 分野が左記のいずれかに該当	ENVIRONMENTAL SCIENCES PUBLIC ENVIRONMENTAL OCCUPATIONAL HEALTH BIOTECHNOLOGY APPLIED 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	organochlorine insecticide AhR ligands Biochemical assay inducible gene expression alachlor polychlorinated biphenyl (PCB) paddy field pig liver transgenic plant CYP2B6
検索論文数	1,783 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2月時点のデータ集計結果。

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
6	Aryl hydrocarbon receptor (AhR)-mediated reporter gene expression systems in transgenic tobacco plants	Kodama, S; Okada, K; Inui, H; Ohkawa, H	PLANTA, 227, 37-45	2007	15
9	Recombinant aryl hydrocarbon receptors for bioassay of aryl hydrocarbon receptor ligands in transgenic tobacco plants	Kodama, S; Okada, K; Akimoto, K; Inui, H; Ohkawa, H	PLANT BIOTECHNOLOGY JOURNAL, 7, 119-128	2009	10
2	Analysis of substrate specificity of pig CYP2B22 and CYP2C49 towards herbicides by transgenic rice plants	Kawahigashi, H; Hirose, S; Ozawa, K; Ido, Y; Kojima, M; Ohkawa, H; Ohkawa, Y	TRANSGENIC RESEARCH, 14, 907-917	2005	10
1	Phytoremediation of metolachlor by transgenic rice plants expressing human CYP2B6	Kawahigashi, H; Hirose, S; Ohkawa, H; Ohkawa, Y	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 53, 9155-9160	2005	10
8	Transgenic rice plants expressing human P450 genes involved in xenobiotic metabolism for phytoremediation	Kawahigashi, H; Hirose, S; Ohkawa, H; Ohkawa, Y	JOURNAL OF MOLECULAR MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 15, 212-219	2008	9
13	Assays of dioxins and dioxin-like compounds in actually contaminated soils using transgenic tobacco plants carrying a recombinant mouse aryl hydrocarbon receptor-mediated beta-glucuronidase reporter gene expression system (Retracted article. See vol. 47, pg. 759, 2012)	Inui, H; Gion, K; Utani, Y; Wakai, T; Kodama, S; Eun, H; Kim, YS; Ohkawa, H	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B- PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES, 47, 59-65	2012	3
10	Recombinant human AhR-mediated GUS reporter gene assays for PCB congeners in transgenic tobacco plants in comparison with recombinant mouse and guinea pig AhRs	Shimazu, S; Kawabata, Y; Inayoshi, A; Inui, H; Ashida, H; Ohkawa, H	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B- PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES, 45, 741-749	2010	2
11	Effects of biosurfactants on assays of PCB congeners in transgenic arabidopsis plants carrying a recombinant guinea pig AhR-mediated GUS reporter gene expression system	Shimazu, S; Ohta, M; Inui, H; Nanasato, Y; Ashida, H; Ohkawa, H	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B- PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES, 45, 750-756	2010	2
14	Assays of PCB congeners and organochlorine insecticides with the transgenic Arabidopsis and tobacco plants carrying recombinant guinea pig AhR and GUS reporter genes	Gion, K; Inui, H; Sasaki, H; Utani, Y; Kodama, S; Ohkawa, H	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B- PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES, 47, 599-607	2012	1
12	Phytomonitoring and Phytoremediation of Agrochemicals and Related Compounds Based on Recombinant Cytochrome P450s and Aryl Hydrocarbon Receptors (AhRs)	Shimazu, S; Inui, H; Ohkawa, H	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY, 59, 2870-2875	2011	1
15	Assays of polychlorinated biphenyl congeners and co-contaminated heavy metals in the transgenic Arabidopsis plants carrying the recombinant guinea pig aryl hydrocarbon receptor-mediated beta-glucuronidase reporter gene expression system	Shimazu, S; Ohta, M; Ohkawa, H; Ashida, H	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH PART B- PESTICIDES FOOD CONTAMINANTS AND AGRICULTURAL WASTES, 47, 925-932	2012	0

(注) 研究実施期間以降 (2007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
再公表06-085699	環境負荷化学物質を検出し得るトランスジェニック植物	サントリー株式会社	戸上 純一 奥原 宏明 田中 良和	2006.02.14	特許4912292

6. 実用化・製品化

本研究に関連した実用化の事例はない。

7. 報道

該当なし。

8. 獲得資金調査

研究者名	採択課題名	実施年度	研究資金名	種別	役職	金額
大川秀郎	残留性有機汚染物質の監視と汚染浄化におけるバイオサーファクタントの利用	2009年度～ 2011年度	科学研究補助金	基盤研究(C)	研究代表者	総額:4680千円 2009年度: 1950千円(直接経費:1500千円, 間接経費:450千円)2010年度:1820千円(直接経費:1400千円, 間接経費:420千円)2011年度:910千円(直接経費:700千円, 間接経費:210千円)

9. 受賞歴

該当なし。

10. 講演歴

研究者名	講演名	講演会・シンポジウム名	場所	講演日
大川秀郎	Phytoremediation and Phytomonitoring Based on Recombinant P450s and AhRs	10th International Symposium on Cytochrome P450 Biodiversity and Biotechnology	Woods Hole, MA USA	2010/10/3-7
大川秀郎	Phytomonitoring and Phytoremediation of Agrochemicals and Related Compounds Based on Recombinant P450s and AhRs	239th American Chemical Society National Meeting & Exposition	San Francisco, CA USA	2010/3/21-25