

年度計画管理番号：19

平成23年度研究成果報告書
(自己評価報告書)

研究拠点プロジェクト名

「植物健康基礎医学」



Kochi University

プロジェクトリーダー

岩崎貢三

(所属 総合科学系生命環境医学部門)

平成24年4月30日

I. 本研究の背景（計画書の記載内容）

平成 19 年に環境省が検討した我が国の超長期ビジョンによると、「2050 年に実現されることが望ましい環境像・社会像」として、低炭素社会、循環型社会、自然共生社会、快適生活環境社会の実現が挙げられているが、植物の健全な生育なしにこれらの実現は不可能と言っても過言ではない。すなわち、温室効果ガスである CO₂ を吸収する植物を、そのライフサイクルの全ステージにおいて健全に生育させ（低炭素社会の実現）、安全な食料を生産する（快適生活環境社会の実現）とともに植物機能及び生産物・残さの高度利用を図り（循環型社会の実現）、地域社会の活性化を通じて健全な生活環境を構築する（自然共生社会の実現）ことが、これらのビジョンの実現に必須である。また、地球的規模でみると、生産可能な食料の約三分の一、8 億人分の食料が毎年植物の病気により失われていると言われており、食料の量的確保の面からも、植物の健全な生育環境の構築、病虫害の予防・診断・治療が不可欠である。

一方、高知県は、ナス、シシトウ、ミョウガ、ピーマン、キュウリ等の施設野菜収穫量が、常に全国でも上位にあり、日本各地へ安全な野菜を供給する基地として重要な責務を負っている。また、環境保全型農業の先進地域として、東・東南アジア諸国での資源循環型持続的農業の普及において先導的役割を果たす必要がある。このような現状の中で、植物に何らかの障害が発生した場合、高知県では、農業技術センターや普及センターが中心となって現場レベルでの対策を講じている。しかし、障害の発生メカニズムの解明や、新しい病虫害予防・診断・治療方法の開発、植物機能の高度利用や生産物・残さの高付加価値化に関する研究までは行われていないのが実情である。

以上のような背景から、特に高知県の特産作物を対象として、そのライフサイクルの全ステージにおいて健全な環境を実現し、同時に、植物の有する様々な機能や生産物・残さを高度利用するための研究拠点を形成し、それを通じて、人間にとっても健全な生存環境を創り出すことが必要と考えるに至った。

II. 本研究の目的・目標（計画書の記載内容）

本プロジェクトは、「地上部環境の改善」、「根圏環境の改善」、「生産物・残さの高度利用、高付加価値化」の 3 つの研究領域から構成する。

「地上部環境」領域は、「病害」（課題研究 1）と「虫害」（課題研究 2）に区分し、地上部での感染・発生が問題となる病害・虫害を扱う。「根圏環境」領域では、土壌病害、栄養障害等を取りあげる（課題研究 3）。両領域において、「予防・診断」と「治療」に関する研究テーマを設定し、事業を推進する。また、「生産物・残さの高度利用、高付加価値化」領域は、地域産物や生産残さなどの機能性・有用性を解明する研究テーマを取りあげ、植物機能の高度利用を推進する（課題研究 4）。さらに、6 年間のプロジェクトの最終的な目標として、これらの研究と技術提供を推進する組織の設立を目指す。

III. 本研究の内容（計画書の記載内容）

課題研究1では、植物病害の予防・診断に役立てるため、植物病原菌の病原性機構を解明し、それに基づく分子基盤型植物病害予防技術を確立する。病原微生物の高感度検出、植物含有酵素の活性を指標とした病気診断方法を確立する。また、新奇な生理活性物質の発見に挑戦する。一方、植物病害の治療のために、ストレス応答遺伝子群などの植物の潜在的能力を生かした免疫治療技術を開発する。

課題研究2では、虫害の予防・診断に貢献するため、土着天敵が維持され、虫害が生物的に防除された栽培環境の実現に関する研究を展開する。また、フェロモンを利用した害虫類の発生予察を可能にする。一方、虫害の治療のために、新規有望土着天敵を発掘して化学生態を明らかにし、それによる害虫防除技術を開発する。

課題研究3では、植物根圏の健全性を実現させるため、健全性の評価手法を確立したうえで、各種土壌消毒後や様々な栽培体系下の土壌に適用し、健全性評価手法の現場への応用を図る。また、植物が根圏から受ける様々なストレスを化学的に解析し、ストレス軽減技術に関する研究を行う。

課題研究4では、植物機能の高度利用を図るため、地域産物の化学的特性調査を広範囲に実施し、その機能性を解明するとともに、有用生理活性物質のスクリーニングと単離・精製を行い、産業利用に結びつける。

さらに、課題研究1～4の成果に基づき、分子基盤型の植物病害予防・診断・治療、土着天敵の活用と土着天敵資材の提供、新しい土壌環境診断・治療技術、植物生産物の高付加価値化、高度利用技術のそれぞれに関する研究と技術提供を行うセンターの設立を推進する。

以上のプロジェクトを通じて、「発芽⇒生育⇒開花⇒結実（生産物）⇒枯死（残さ）」という植物のライフサイクルのすべてのステージにおいて健全性を実現させ、同時に、植物の有する様々な機能や生産物・残さを高度利用できるようにすることが、人間にとっても健全な生存環境を創り出す」という理念を広く社会に普及させる。

IV. 本研究の成果（総括）

分析項目1）：プロジェクトの活動状況（特筆事項など）

本プロジェクトは、19名の研究者で構成した（研究協力者を含む）。研究成果は、学術論文42編、著書・総説7編、学会発表等105件（学会発表、講演会・報告会、特許、報道）として発表し、外部資金獲得額（科研費、共同研究費、受託研究費、奨学寄付金、その他）は、66,376千円であった。研究者1名あたり約2.21編の論文等を作成し、約3,493千円の外部資金を獲得したことになる。本プロジェクトでは、得られた成果が、国際的水準からみても優れたものであることを挙証するため、参画する研究者全員に対し、インパクトファクターを有する国際学術雑誌へ年間2報以上の成果掲載を求めているが、その目標を達成している。

分析項目 2) : プロジェクトの研究成果 (学術論文、著書・総説、学会等発表、外部
資金獲得額 (科研費、共同研究費、受託研究費、奨学寄附金、その他))

課題研究 1 は、3 名の研究者 (研究代表者および分担者) により構成された研究組織である。平成 23 年度の本課題の成果は、学術論文 9 編、学会発表 47 回、外部資金額 3,590 千円 (内訳 ; 科学研究費 2,990 千円、寄付金など 600 千円) であった。研究者 1 人あたり、3 編の論文、15.6 回の学会発表、1,197 千円の外部資金を獲得した計算になり、当初の目標を十分に達成したと総括される。

課題研究 2 は、6 名の研究者により構成された研究組織である。平成 23 年度の本課題の成果は、学術論文 18 編、著書・総説 3 編、学会発表 23 回、外部資金額 18,798 千円 (内訳 ; 科学研究費 8,400 千円、共同・受託研究費 3,790 千円、寄付金など 6,608 千円) であった。研究者 1 人あたり、3 編の論文、0.5 編の著書・総説、3.8 回の学会発表、3,133 千円の外部資金を獲得した計算になる。以上より当初の目標を十分に達成したと総括される。

課題研究 3 は、5 名の研究者により構成された研究組織であり、うち 2 名は、課題研究 1 または課題研究 2、4 も分担している。平成 23 年度の本課題の成果は、学術論文 8 編、著書・総説 2 編、学会発表 13 回、外部資金額 14,880 千円 (内訳 ; 科学研究費 12,480 千円、共同・受託研究費 400 千円、寄付金など 2,000 千円) であった。研究者 1 人あたり、1.6 編の論文、0.4 編の著書・総説、2.6 回の学会発表、2,976 千円の外部資金を獲得したことになる。研究者各人が土壌学、植物生育環境学、植物分子生物学、微生物遺伝学などの手法により、高知県に特徴的な栽培管理技術や植物による元素の吸収・蓄積に関する研究を展開している。業績の中には、まだ端緒に就いたばかりの研究項目もあり、研究者 1 人あたりの論文数は、必ずしも高くないが、科研費 (新学術領域、基盤研究 C、若手研究 B) を獲得し、研究の成果を得つつあることから、当初の目標を達成していると総括される。

課題研究 4 は、6 名の研究者により構成された研究組織である。平成 23 年度の本課題の成果は、学術論文 7 編、著書・総説 2 編、学会発表 17 回、外部資金額 29,054 千円 (内訳 ; 科学研究費 12,545 千円、共同・受託研究費 12,933 千円、寄付金など 2,430 千円) であった。研究者 1 人あたり、1.2 編の論文、0.3 編の著書・総説、2.8 回の学会発表、4,842 千円の外部資金を獲得したことに計算になる。また、4 つの課題研究の中で最も多額の外部資金を獲得しており、当初の目標を達成していると総括される。

プロジェクト活動の達成度を A A - D で評価し、1 つを選択して○で囲む。

- A A 目標を上回る成果であった。
- (A) 目標に十分に到達している。
- B 目標におおむね到達しているが、改善の余地もある。
- C 目標にある程度到達しているが、改善の余地がある。
- D 目標への到達が不十分であり、大幅な改善の必要がある。

V. 課題研究成果のまとめ

課題研究 1 地上部環境の改善 (1) 病害

本プロジェクトでは、植物病原菌の植物への感染過程に応じた病原性因子の特定、分子遺伝学的機能解析等を通じて、病原性機構の網羅的解析を実施し、とくに植物病原菌の発病機構を解明する。さらに、植物病原菌の病原性機構に基づく分子基盤型植物病害予防技術システムの開発を行い、その技術を現場で検証する。また、病原菌感染により誘導される植物免疫に関わる植物因子を特定し、RNA 干渉を用いた機能解析を通じて、植物の潜在的能力を生かした免疫誘導の網羅的解析・病原因子との相互作用・信号伝達系を解明する。そして、植物の潜在的能力を生かした免疫治療技術を開発し、現場で検証するとともに、それを用いた病害防除システムを構築し、植物の地上部環境の健全性の実現に貢献する。これらの研究は、分子植物-病原相互作用に基づくものであり、1A「植物病原菌の病原性機構の解明とそれに基づく分子基盤型植物病害予防技術の確立」と1B「ストレス応答遺伝子群などの植物の潜在的能力を生かした免疫治療技術の開発」は連動して行う課題である。「概要」については個々に記載するが、「研究業績」についてまとめて記す。

1A「植物病原菌の病原性機構の解明とそれに基づく分子基盤型植物病害予防技術の確立」

研究代表者 曳地康史（総合科学系生命環境医学部門，教授）

研究分担者 木場章範（総合科学系生命環境医学部門，准教授）

大西浩平（総合科学系生命環境医学部門，教授）

研究協力者 水本祐之（総合科学系生命環境医学部門，特任助教）

1. 概要

本課題では、分子遺伝学的手法と分子生物学的手法を用いて、植物病原菌の病原性機構と宿主植物に対する病原性の分化について解明を行う。対象とする病原菌は、植物細菌である青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) と腐敗病菌 (*Pseudomonas cichorii*)、および植物ウイルスであるトバモウイルス *Pepper mild mottle virus* (PMMV) と *Paprika mild mottle virus* (PaMMV) で、いずれの病原菌についてもゲノム情報を活用し、感染成立過程ごとに、病原性関連遺伝子の機能解析を網羅的に行い、病原性メカニズムと病原性分化のメカニズムの解明を行う。これらの病原性関連遺伝子の遺伝情報を基に、予防診断技術の確立のための分子診断技術を確立し、テーラーメイド型の分子診断技術の開発を行うことを目的としている。

1) 青枯病菌

青枯病菌は、ナス科作物を含む 200 以上の植物種に、萎凋症状をもたらす、多大な被害を生じさせる世界的な重要病害である。その他の植物細菌と同様に、青枯病菌も、感受性植物に対する病原性と、抵抗性品種や非宿主植物に対する抵抗性の誘導に関与する *hrp* 遺伝子群 (*hrp*) を有する。*hrp* には、植物との相互作用に関わるタイプ III エフェクター (T3E)

を宿主細胞内へ分泌するタイプ III 分泌系 (T3SS) の構造タンパク質がコードされており、T3E 遺伝子と *hrp* の発現は植物感染時に特異的に誘導される。

これまでの研究成果から明らかにしてきた、土壤中に生息する青枯病菌がいかんして植物に萎凋症状をもたらすのかについて記す。土壤中に生息する青枯病菌は傷口などの開口部から根に侵入し、まず、細胞間隙でコロニー化し増殖を行う。その際、植物因子の認識により HrpG タンパク質がリン酸化され、*hrp* レギュロンの転写制御タンパク質 HrpB とともに、細胞壁分解酵素ポリガラクトクロナーゼ PehB などの病原性関連遺伝子の発現が誘導される。誘導された HrpB により *hrp* 遺伝子群の発現が誘導されるとともに、ポリガラクトクロナーゼ PehC の発現が誘導される。ポリガラクトクロナーゼの作用により、導管壁孔が分解され、青枯病菌は導管に侵入する。導管に侵入した青枯病菌は著しい増殖を行い、菌密度が 10^7 cfu/ml 以上になった青枯病菌では 3-hydroxy palmitic acid methyl ester を介したクオラムセンシングにより脱抑制された PhcA が、病原力因子である菌体外多糖の生産を誘導する。さらに、脱抑制 PhcA は、細胞間隙でコロニー化している青枯病菌で誘導された *hrp* レギュロン、ポリガラクトクロナーゼ遺伝子群および運動性関連遺伝子群の発現を抑制する。すなわち、青枯病菌は、感染過程に応じて、病原性関連遺伝子の発現を巧妙に制御すると考えられる。その制御の中心的役割は、青枯病菌の増殖とそれにより脱抑制される PhcA が担っている。

そこで、病原性関連遺伝子の網羅的解析を目的に、脱抑制された PhcA により、発現が制御される遺伝子の網羅的解析を行った。すなわち、青枯病菌 OE1-1 株とその *phcA* 変異株の遺伝子発現プロファイルを含む青枯病菌病原性関連遺伝子インベントリーの作製を、次世代シーケンサーを用いたトランスクリプトーム解析の結果を基に行った。その結果、糖結合タンパク質レクチン RSII-L をコードする *fml* の発現が、なんと、HrpB と PhcA 両タンパク質の誘導されることを明らかにした。さらに、*fml* は鞭毛生合成系遺伝子の発現さらには運動性を負に制御しており、細胞間隙と導管でのバイオフィーム生産を正逆に制御する。それらの結果、*fml* は青枯病菌の宿主植物での増殖に関与し、病原性に大きな影響を与えていると考えられた。

トランスクリプトーム解析の結果から、脱抑制 PhcA により発現が制御される数多くの遺伝子の発現プロファイルが明らかとなった。今後、これらの機能解析を行うことにより、青枯病菌の病原性の解明が期待される。

2) 腐敗病菌

多犯性細菌病菌である腐敗病菌は、レタスに腐敗症状を、ナスには褐変症状を引き起こすことから、複数の病原性機構を有し、病原性分化を示すことを明らかにしてきた。分子遺伝学的解析と分子進化学的解析から、*P. viridiflava* の AS グループと BS グループの有する S 型 pathogenicity island (PAI) と共通の祖先から、腐敗病菌は、*hrp* とともに phosphinothricin *N*-Acetyltransferase 遺伝子 (*pat*) を水平伝播により獲得し、腐敗病菌の病原性の分化に関わることを明らかにした。詳細な生化学的解析と分子生物学的解析から、*pat* は *P. cichorii* の運動性、とくに鞭毛合成系に関与する。さらに、シデロフォア合成に *pat* は関与しており、その結果、鉄イオンの獲得に関わることを明らかとした。シデロフ

オアによる鉄イオンの獲得は、腐敗病菌の病原性の分化に関わっていた。すなわち、シデロフォア合成を制御することにより *pat* は腐敗病の病原性分化に関わると考えられた。

3) トバモウイルス

PMMV と PaMMV は、トマトを非宿主植物としており、これまで、PMMV はトマト細胞への感染性能がないこと、および PaMMV はトマトでの細胞間移行能が低いことを明らかにしてきた。これらの要因を分子遺伝学的に解析し、いずれも RNA 複製酵素成分をコードするレプリカーゼ遺伝子に起因していることを明らかにした。さらに、レプリカーゼ遺伝子には、トマト細胞でのウイルス複製、およびトマト植物での細胞間移行と全身移行に関与する複数の領域が存在しており、宿主因子と RNA-たんぱく質複合体を形成し、トマト植物内を移行することを明らかにし、それらに関わるレプリカーゼのアミノ酸を同定した。さらに、PaMMV のゲノム RNA 複製に、ゲノム RNA の 5'非翻訳領域の中の Ω 配列に存在する宿主植物の 16S RNA 繰り返し配列が関与することを明らかにした。現在、ウイルス感染での、複製、細胞間移行および全身移行に関わるレプリカーゼ遺伝子の機能解析を行っている。

1 B 「ストレス応答遺伝子群などの植物の潜在的能力を生かした免疫治療技術の開発」

研究代表者 木場章範 (総合科学系生命環境医学部門, 准教授)

研究分担者 曳地康史 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

大西浩平 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

研究協力者 水本祐之 (総合科学系生命環境医学部門, 特任助教)

1. 概要

植物が有する病害に対する先天的免疫である基礎抵抗性と、主導抵抗性遺伝子による真正抵抗性および病害に対する感受性それぞれのメカニズムについて、分子遺伝学および生化学的解析により解明を行い、植物の潜在的能力を生かした免疫治療技術の開発を目的とする。とくに、我々が世界に先駆けて成果を上げているタバコ植物の青枯病、野火病に対する基礎抵抗性誘導、感受性誘導～発病メカニズム、レタス腐敗病におけるプログラム自己細胞視誘導メカニズムおよびトマトとピーマンのトバモウイルスに対する感受性メカニズムと高温機能性の真正抵抗性メカニズムの解明を目指す。

1) タバコ

青枯病菌感染によってタバコ植物で特異的に発現が誘導されるタバコ遺伝子ライブラリー (RsRG ライブラリー) に含まれる遺伝子ごとに、Virus-induced Gene Silencing 法による RNA 干渉、Agrobacterium 感染による一過的発現系および形質転換植物を用いて、青枯病に対する基礎抵抗性と感受性への機能的関与について解析を行い、S glycoprotein-like protein 遺伝子と低分子量 HSP 遺伝子とともに、細胞膜リン脂質系代謝が青枯病に対する基礎抵抗性に関与することを明らかにした。さらに、真正抵抗性誘導に関わるシャペロン HSP70 とコシャペロン RAR1 は青枯病の発病に関わり、シャペロン HSP90 とコシャペロン SGT1 は T3SS から青枯病菌が分泌する T3E によるタバコ植物での抵抗性誘導の障害に

関わることを明らかにした。また、Hsp70 抑制タバコ植物では、タバコ野火病の発病が著しく抑制されることを見出した。

2) レタス

腐敗病菌感染によってレタス葉で発現が制御される遺伝子ライブラリー (PcRG ライブラリー) PLATZ 型転写因子をコードすると想定された *LsPLATZ* 遺伝子単離・同定し、その遺伝情報について明らかにした。その結果、塩基配列から推定された *LsPLATZ* タンパク質のアミノ酸配列には、核局在化シグナルが認められた。さらに、*LsPLATZ* 遺伝子の発現解析を行ったところ、プログラム自己細胞死誘導レタス葉のみにて、既知のシグナル伝達系とは異なって *LsPLATZ* 遺伝子の発現が誘導されることが明らかとなった。そこで、*LsPLATZ* と蛍光タンパク質 GFP との組み換え融合タンパク質をタマネギ表皮細胞に注入したところ、融合タンパク質は核に局在することが明らかとなり、*LsPLATZ* がプログラム自己細胞死誘導に関わる新規の転写因子であると推察された。また、PLATZ タンパク質の機能解析に必要な PLATZ タンパク質に関して、大腸菌を用いた合成系を確立した。

3) トバモウイルス抵抗性

ピーマン・シシトウガラシ等の *Capsicum* 属植物が有するトバモウイルス抵抗性 *L* 遺伝子座に含まれる遺伝子の網羅的解析を行い、6 遺伝子 (*L*, *L*^{1a}, *L*², *L*^{2b}, *L*³ および *L*⁴) を単離・同定し、それらの遺伝情報を基に、いずれもが coiled-coil-nucleotide-binding-leucine-rich repeat (LRR) 型受容体タンパク質をコードすることを明らかにした。さらに、これらの遺伝子産物と、対応するそれぞれのトバモウイルスのエリシターである外被タンパク質との分子間相互作用解析を行い、LRR 領域が外被タンパク質認識に慣用することを明らかにした。現在、高温機能性の *L*^{1a} 抵抗性メカニズムの分子生物学的解析を行っている。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 9 編)

1. 下元祥史, 森田泰彰, 竹内繁治, 曳地康史, 木場章範, 佐藤豊三: ナス黒枯病菌の再同定. 日本植物病理学会誌, **77**, 105-108, 2011.
2. 矢野和孝, 川田洋一, 堀田光生, 曳地康史, 土屋健一. 青枯病菌ショウガ科植物分離株の系統とそれらの寄主範囲. 日本植物病理学会誌 **77**, 88-95, 2011.
3. Arisa Miyagawa-Yamaguchi, Takuma Okami, Nozomu Kira, Haruo Yamaguchi, Kouhei Ohnishi, and Masao Adachi: Stable nuclear transformation of the diatom *Chaetoceros* sp. *Phycological Research* **59**, 113-119, 2011 (Impact factor: 1.246).
4. Hisashi Muramatsu, Yuri Suzuki, Takeshi Imai, Sakuko Ueshima, Jun Ozaki, Yuji Matsui, Shin-ichiro Kato, Kouhei Ohnishi, Norihiro Kimoto, Hiroaki Yamamoto, and Shinji Nagata: Discovery and characterization of D-phenylserine deaminase from *Arthrobacter* sp. TKS1. *Applied Microbiology and Biotechnology* **90**, 159-172, 2011 (Impact factor: 3.28).

5. Jiansong Ju, Shujing Xu, Yukio Furukawa, Yong Zhang, Haruo Misono, Tohru Minamino, Keiichi Namba, Baohua Zhao, and Kouhei Ohnishi: Correlation between catalytic activity and monomer-dimer equilibrium of bacterial alanine racemases. *The Journal of Biochemistry* **149**, 83-89 (Impact factor: 2.145), 2011.
6. Masayuki Tanaka, Ullah Md Wali, Hitoshi Nakayashiki, Tatsuya Fukuda, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi. 2011. Implication of an aldehyde dehydrogenase gene and a phosphinothricin N-acetyltransferase gene in diversity of *Pseudomonas cichorii* virulence. *Genes* **3**, 62-80, 2011.
7. Shigeru Kajihara, Hiroshi Hojo, Makoto Koyanagi, Masayuki Tanaka, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi. Implication of *hrpW* in virulence of *Pseudomonas cichorii*. *Plant Pathology* **61**, 355-363 (Impact factor: 2.237), 2012.
8. Hiroyuki Mizumoto, Ikumi Nakamura, Yoshifumi Shimomoto, Hiromasa Sawada, Reiko Tomita, Ken-taro Sekine, Akinori Kiba, Masamichi Nishiguchi, Kappei Kobayashi, and Yasufumi Hikichi. Amino acids in *Tobamovirus* coat protein controlling pepper *L^{1a}* gene-mediated resistance. *Mol. Plant Pathology*, in press (Impact factor: 3.709).
9. 下元祥史, 澤田博正, 岡田昌久, 森田泰彰, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史. 薬培養によるピーマン黒枯病抵抗性育種母本の育成. 2012. 日本植物病理学会誌 **78**, 印刷中.

(2) 学会発表等 (計 47 回)

1. 丸山智美, 李京愛, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: レタス腐敗病の発病過程におけるレタス植物由来の PLATZ 型転写因子の役割に関する研究. 日本植物生理学会第 52 回年会, 仙台市, 3 月 20-22 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)
2. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: ホスファチジン酸脱リン酸化酵素は植物免疫を負に制御する. 日本植物生理学会第 52 回年会, 仙台市, 3 月 20-22 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)
3. 富田麗子, 陳 輝, 関根健太郎, 曳地康史, 山岡直人, 西口正通, 小林括平: *Capsicum* 属植物 L 抵抗性タンパク質とトバモウイルス外被タンパク質の物理的相互作用には L タンパク質の異なるドメインが関与する. 日本植物病理学会平成 23 年度大会, 府中市, 3 月 27-29 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)
4. 木村謙太郎, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: *Paprika mild mottle virus* 日本株の 5' 非翻訳領域. 日本植物病理学会平成 23 年度大会, 府中市, 3 月 27-29 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)
5. Wali Ullah, Masayuki Tanaka, Kouhei Ohnishi, Hiroyuki Mizumoto, Ayami Kanda, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi: Independent involvement of *hrp*, aldehyde dehydrogenase gene (*aldH*) and Phosphinothricin N-acetyltransferase gene (*pat*) in virulence diversification of *Pseudomonas cichorii*. 日本植物病理学会平成 23 年度大会, 府中市, 3 月 27-29 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)

6. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: 病害抵抗性と感受性のスイッチングに関わる NbPAP の機能解析. 日本植物病理学会平成 23 年度大会, 府中市, 3 月 27-29 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)
7. 森川憂乃, 水本祐之, 木村謙太郎, 松本耕平, 木場章範, 奥野哲郎, 曳地康史: 130/180K タンパク質の変異が Pepper mild mottle virus のトマト植物に対する感染性に与える影響. 日本植物病理学会平成 23 年度大会, 府中市, 3 月 27-29 日, 2011 (中止, 講演要旨集印刷)
8. Yasufumi Hikichi, Masayuki Tanaka, Wali Ullah, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, and Akinori Kiba: An aldehyde dehydrogenase gene and a phosphinothricin N-acetyltransferase gene compose of a pathogenicity island with *hrp* genes of *Pseudomonas cichorii*, Darwin, Australia, 4 月 26-29 日, 2011
9. Yasufumi Hikichi, Yong Zhang, Takeshi Yoshimochi, Yuka Mori, Ayami Kanda, Hiroyuki Mizumoto, Akinori Kiba, and Kouhei Ohnishi: *Ralstonia solanacearum* strain OE1-1 globally regulates expression of pathogenicity-related genes, The 5th International Bacterial Wilt Symposium, Wuhan, China, 6 月 20-24 日, 2011
10. Yingqin Liu, Ayami Kanda, Li Chen, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, and Kouhei Ohnishi: Molecular typing of Japanese strains of *Ralstonia solanacearum* in relation to the ability to induce a hypersensitive reaction in tobacco, The 5th International Bacterial Wilt Symposium, Wuhan, China, 6 月 20-24 日, 2011
11. Li Chen, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, and Kouhei Ohnishi: HLK effectors in *Ralstonia solanacearum* are essential for disease development in tomato, The 5th International Bacterial Wilt Symposium, Wuhan, China, 6 月 20-24 日, 2011
12. 森友花, 神田 絢美, 芝 伸健, 水本 裕之, 大西 浩平, 木場 章範, 曳地 康史: *Ralstonia solanacearum* OE1-1 株の増殖へのレクチン遺伝子 *fml* の関与. 日本細菌学会第 5 回若手コロッセウム, 高知市, 8 月 8-10 日, 2011
13. Md. Wali Ullah, Masayuki Tanaka, Makoto Koyanagi, Shigeru Kajihara, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi.: Involvement of phosphinothricin N-acetyltransferase gene (*pat*) in virulence diversification of *Pseudomonas cichorii*. 日本細菌学会第 5 回若手コロッセウム, 高知市, 8 月 8-10 日, 2011
14. 疋田 惟, 田中将之, 大西浩平, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: *Pseudomonas viridiflava* の pectate lyase 遺伝子と *hrp* 遺伝子のレタスに対する細胞死誘導への関与. 日本細菌学会第 5 回若手コロッセウム, 高知市, 8 月 8-10 日, 2011
15. Li Chen, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, and Kouhei Ohnishi: Three Type III Effectors from *Ralstonia solanacearum* OE1-1 are required to promote disease on two different host plants. 日本細菌学会第 5 回若手コロッセウム, 高知市, 8 月 8-10 日, 2011
16. Yong Zhang, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, and Kouhei Ohnishi: *prhklm* genes of *Ralstonia solanacearum* encode novel activators of *hrp* regulon and are required for

- pathogenesis in tomato. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011
17. Yuka Mori, Ayami Kanda, Nobutake Shiba, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi: Involvement of a lectin gene, *rs-ii1*, in sugar utilization and virulence of *Ralstonia solanacearum* strain OE1-1. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011
 18. Yasufumi Hikichi, Masayuki Tanaka, Ullah Md Wali, Ayami Kanda, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, and Akinori Kiba: An aldehyde dehydrogenase gene and a phosphinothricin n-acetyltransferase gene involved in virulence of *Pseudomonas cichorii*. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011.
 19. Hiroyuki Mizumoto, Kentaro Kimura, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi: Involvement of single nucleotide substitution in replicase genes and 5'- and 3'- untranslated regions of *Paprika mild mottle virus* Japanese strain in virus movement in tomato plants. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011.
 20. Md.Ullah Wali, 田中将之, 水本祐之, 大西浩平, 木場章範, 曳地康史: *Pseudomonas cichorii* のナスに対する病原性にはシデロフォア活性が関与する. 植物微生物研究会第21回研究交流会, 岡山市, 9月20-22日, 2011
 21. 中野真人, 西原昌宏, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: ホスファチジン酸ホスファターゼはタバコ植物における防御応答の制御に関与する. 植物微生物研究会第21回研究交流会, 岡山市, 9月20-22日, 2011
 22. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: ウイルス誘導ジーンサイレンシング法を用いた耐病性植物の作出と解析. 第29回日本植物細胞分子生物学会大会, 福岡市, 9月6-8日, 2011
 23. 木場章範, 中野真人, 大西浩平, 吉岡博文, 曳地康史: Sec14P を介したリン脂質代謝制御と植物免疫応答. 第24回植物脂質シンポジウム, 東京都目黒区, 9月19-20日, 2011
 24. 中野真人, 西原昌宏, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: 病害抵抗性と感受性における植物リン脂質シグナルの役割〜ホスファチジン酸脱リン酸化酵素について(2)〜, 第24回植物脂質シンポジウム, 東京都目黒区, 9月19-20日, 2011
 25. 森川憂乃, 石橋和夫, 水本祐之, 木村謙太郎, 松本耕平, 木場章範, 石川雅之, 奥野哲郎, 曳地康史: 130K/180K タンパク質遺伝子の変異により *Pepper mild mottle virus* はトマト植物に全身感染できる. 平成23年度日本植物病理学会関西支部会, 高松市, 10月1-2, 2011
 26. 水本 祐之, 木村 謙太郎, 木場 章範, 曳地 康史: ゲノムRNAの5'末端領域はトマト植物におけるPaprika mild mottle virus 日本株の細胞間移行に関与する. 平成23年度日本植物病理学会関西支部会, 高松市, 10月1-2, 2011
 27. 疋田惟, 田中将之, 大西浩平, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史. *Pseudomonas viridiflava*

- のレタス葉細胞死誘導へのpectate lyase遺伝子とhrp遺伝子の関与. 平成23年度日本植物病理学会関西西部会, 高松市, 10月1-2, 2011
28. 森友花, 大西浩平, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史. レクチンRS-IIIをコードする*fml*の*Ralstonia solanacearum* OE1-1株の増殖への関与. 平成23年度日本植物病理学会関西西部会, 高松市, 10月1-2, 2011
 29. Md.Ullah Wali, Masayuki Tanaka, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: Involvement of siderophore productivity of *Pseudomonas cichorii* in its virulence on eggplant but not lettuce. 平成23年度日本植物病理学会関西西部会, 高松市, 10月1-2, 2011
 30. 中野真人, 西原昌宏, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: 青枯病菌抵抗性におけるホスファチジン酸の関与. 日本植物生理学会第53回年会, 京都市, 3月16-18日, 2012
 31. Yong Zhang, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, and Kouhei Ohnishi: Functional analysis of response regulator PrhG in plant pathogen *Ralstonia solanacearum*, 第85回日本細菌学会総会, 長崎市, 3月27-29日, 2012
 32. Wali Ullah, Hiroyuki Mizumoto, Akinori Kiba, Kouhei Ohnishi, and Yasufumi Hikichi: Involvement of siderophore activity of *Pseudomonas cichorii* in its virulence diversity, 第85回日本細菌学会総会, 長崎市, 3月27-29日, 2012
 33. 森川憂乃, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: トマト植物で全身感染する *Pepper mild mottle virus* において認められた 130K/180K のアミノ酸変異は *Capsicum* 属植物での感染性を低下させる, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 34. 中野真人, 西原昌宏, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: ホスファチジン酸は植物免疫応答を制御する, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 35. 伊藤 慎, 山本 優, 金 哲史, 水本祐之, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: HSP70 は Tabtoxinine- β -lactam により誘導される細胞死に関与する, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 36. 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: Paprika mild mottle virus 日本株の細胞間移行に関与する 5'非翻訳領域の塩基配列の探索, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 37. 疋田 惟, 垣内加奈子, 水本祐之, 大西浩平, 木場章範, 曳地康史: *Pseudomonas viridiflava* と *P. cichorii* によるレタス腐敗病の発病機構の比較, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 38. Li Chen, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, and Kouhei Ohnishi: Involvement of effector genes *avrA* and *popPI* of Japanese *Ralstonia solanacearum* strains in pathogenicity to tobacco, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 39. Ullah Wali, Masayuki Tanaka, Kouhei Ohnishi, Hiroyuki Mizumoto, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi: Phosphinothricin N-acetyltransferase gene of *Pseudomonas cichorii* strain SPC9018 is implicated in its siderophore productivity, relating to its virulence on eggplant, 日本植物病理学会平成24年度大会, 福岡市, 3月28-30日
 40. Ui Hikida, Masayuki Tanaka, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba,

and Yasufumi Hikichi: Involvement of pectate lyase and *hrp* of *Pseudomonas viridiflava* in its virulence on lettuce, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012

41. Yuka Mori, Ayami Kanda, Nobutake Shiba, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi: Involvement of a lectin gene, *RS-III*, in sugar utilization and virulence of *Ralstonia solanacearum* strain OE1-1, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012
42. Ullah Md Wali, Masayuki Tanaka, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, and Yasufumi Hikichi: Involvement of siderophore activity of *Pseudomonas cichorii* in its virulence diversity, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012
43. Yukino Morikawa, Kazuhiro Ishibashi, Hiroyuki Mizumoto, Kentaro Kimura, Kouhei Matsumoto, Akinori Kiba, Masayuki Ishikawa, Tetsuro Okuno, and Yasufumi Hikichi: Mutations in 130K/180K replication protein genes in *Pepper mild mottle virus* confer the ability to induce systemic infection in tomato plants, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012
44. Ikumi Nakamura, Hiroyuki Mizumoto, Yoshifumi Shimomoto, Reiko Tomita, Kentaro Sekine, Akinori Kiba, Hiromasa Sawada, Masamichi Nishiguchi, Kappei Kobayashi, and Yasufumi Hikichi: Multiple parts of *Tobacco mild green mosaic virus* coat protein are involved in *L¹²*-mediated HR induction in pepper plants, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012
45. Masahito Nakamura, Masahiro Nishihara, Kouhei Ohnishi, Yasufumi Hikichi, and Akinori Kiba: Regulatory mechanisms of plant immunity by phosphatidic acid phosphatase, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012
46. Kiba A, Nakano M, Yoshioka H, Ohnishi K, Hikichi Y: Sec14 phospholipids transfer protein regulates phospholipid turnover during plant immune responses. The 4th Asian Symposium on Plant Lipids. 2011, 12.2-4. The University of Hong Kong.
47. Nakano M, Nishihara M, Ohnishi K, Hikichi Y, Kiba A: Phosphatidic acid phosphatase acts as a molecular switch in the plant immune system. The 4th Asian Symposium on Plant Lipids. 2011, 12.2-4. The University of Hong Kong,

(3) 著書・総説 (計0編)

(4) 講演会, 報告会等 (計4件)

1. Yasufumi Hikichi: Introduction: Recent Advances of Plant-Bacteria Interactions. Plant Bacteria Session, International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011.
2. Kouhei Ohnishi, Takeshi Yoshimochi, Yong Zhang, Akinori Kiba and Yasufumi Hikichi: Gene regulatory network in the early stage of *Ralstonia solanacearum*

infection. Plant Bacteria Session, International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011

3. Kappei Kobayashi, Reiko Tomita, Hui Chen, Hiroyuki Mizumoto, Go Atsumi, Akinori Kiba, Naoto Yamaoka, Yasufumi Hikichi, Masamichi Nishiguchi and Ken-Taro Sekine: Toward understanding the mechanism for recognition of tobamovirus coat proteins by L and N' resistance proteins. Host Response and Resistance in Plant Viruses, International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo, 9月6-16日, 2011
4. Yasufumi Hikichi, Akinori Kiba, and Kouhei Ohnishi: Global regulation of pathogenicity mechanism of *Ralstonia solanacearum*, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012

(5) 特許 (計2件)

1. 木場章範、西原昌宏: リンドウ由来の新規抗菌性タンパク質及びその遺伝子. 特願2001-285205. 2011年8月5日
2. 木場章範、西原昌宏: リンドウ由来の新規抗菌性タンパク質及びその遺伝子. 特願2001-285231. 2011年8月5日

(6) 受賞等 (計2件)

1. 中野真人: 第3回 高知大学植物健康基礎医学シンポジウムポスター発表賞, 2011年8月8日
2. Ullah Md Wali: Excellent Poster Prize in the 2nd Korea-Japan Joint Symposium, 2nd Korea-Japan Joint Symposium. Fukuoka, 3月27日, 2012

(7) 報道 (計0件)

(8) 外部資金 (計3,590千円)

1. 曳地康史: 奨学寄付金 (住友化学株式会社健康・農業関連事業研究所), 植物細菌病の防除技術開発. ¥600,000 (直接経費¥558,000, 間接経費¥42,000)
2. 木場章範: 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究C), 青枯病菌の感染を制御する植物生体膜リン脂質代謝系の解明. 代表, ¥1,690,000 (直接経費¥1,300,000, 間接経費¥390,000)
3. 大西浩平: 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究C), 70種類以上存在する青枯病菌エフェクターの網羅的機能解析. ¥1,300,000 (直接経費¥1,000,000, 間接経費¥300,000)

課題研究 2 地上部環境の改善（1）虫害

2 A 「新規有望土着天敵の発掘と土着天敵を利用した虫害の生物的防除環境の実現」

研究代表者 荒川 良（総合科学系生命環境医学部門，教授）

研究分担者 福田達哉（総合科学系生命環境医学部門，准教授）

手林慎一（自然科学系農学部門，准教授）

伊藤 桂（総合科学系生命環境医学部門，准教授）

1. 概要

本課題は農作物の虫害の予防・診断に貢献するため、土着天敵が維持され、虫害が生物的に防除された栽培環境の実現に関する研究を展開することを主目的とするが、害虫と天敵の関係だけでなく、その根源となる農生態系における動植物の多様性と人との関わりについても幅広く研究を行っている。

高知県において施設栽培果菜類の重要害虫に対する生物農薬資材として利用が期待されている土着の広食性捕食者であるカスミカメムシ科のクロヒョウタンカスミカメについて「ハダニを利用した土着天敵クロヒョウタンカスミカメ増殖キットの改良」の課題で JST 研究成果最適展開支援事業（A-Step）FS ステージ 探索タイプに採択され、栽培現場でより効果的に利用するためのバンカープランツとして、ハーブの1種であるバジルの有効性を昨年引き続き検討した。クロヒョウタンカスミカメはバジル花序のみあるいはバジル花序とカンザワハダニを与えた時に、約 30%の個体が成虫にまで発育し、後者では生存期間も有意に長くなった。花を除去した花序あるいは水のみでは成虫まで発育した個体はいなかった。このことより、バジルは花のある状態であればクロヒョウタンカスミカメのバンカープランツとして利用できる可能性が示唆された。また、現場で要望の高い新規登録農薬に対する影響評価実験を行った結果、コルト顆粒水和剤は影響が少なく併用可能、アニキ乳剤は影響が大きく、併用不可能であることを明らかにした。

クロヒョウタンカスミカメに続く新規土着天敵として高知県において利用が期待されているクサカゲロウ科のニッポンクサカゲロウについて、高知の特産野菜であるオオバにおけるマデイラコナカイガラムシの防除の研究で高知県農技センターを中核機関とする「オオバに発生する病害虫の新規防除資材を活用した総合防除体系の確立」（農林水産技術会議、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業）に共同研究機関として参画し、オオバの花芽形成阻害としての夜間電照がニッポンクサカゲロウの冬季休眠性を打破する可能性を見出した。

また、ハウス内で飛翔性微小昆虫を捕食するメスグロハナレメイエバエについては、「飛翔性微小昆虫を捕食する土着天敵メスグロハナレメイエバエの大量増殖法の開発」の課題で JST 研究成果最適展開支援事業（A-Step）FS ステージ 探索タイプに採択され、ブラインシュリンプ耐久卵から孵化した幼虫がメスグロハナレメイエバエの幼虫の餌になり得ることを発見した。

生物農薬資材との併用可能な害虫防除資材開発のために、フラボノイドや、精油、甘味料、アミノ酸誘導体を用いた害虫防除技術のスクリーニングを継続的に実施したところ、

チョウ目および甲虫目の害虫を防除可能なシーズの発見にいたった。これらのうち甘味料について研究を進め7種の害虫に対する防除効果化が確認されたことから特許の出願を行い、現在は適用範囲を広げるべく研究を継続している。一方、アミノ酸誘導体の害虫防除活性については一定の効果が認められたことから特許出願について鳥取大学との協議を行っている。またかねてから継続していたフラボノイドを用いた害虫防除技術に関する研究についてアグリビジネス創出フェア 2011(11月, 幕張)および Food Ingredients Europe 2011(11月, パリ)に出展し、技術移転先企業のリクルートを行うとともに国内外への情報発信を行った。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 25 編) (注: 1~7 は前年度 in press で掲載)

1. Hayakawa H, Muroi M, Hamachi H, Yokoyama J, Fukuda T Correlation of variation between leaves and floral characters in *Cymbidium goeringii* Rchb. f. (Orchidaceae). Journal of Japanese Botany. 86, 82-92, 2011
2. Ito K, Nishikawa H, Shimada T, Ogawa K, Minamiya Y, Tomoda M, Nakahira K, Kodama R, Fukuda T, Arakawa R (2011) Analysis of genetic variation and phylogeny of *Pilophorus typicus* (Heteroptera: Miridae) in Japan using mitochondrial gene sequences. Journal of Insect Science 11.18 1-13, 2011
3. Hayakawa H, Kobayashi T, Minamiya Y, Ito K, Miyazaki A, Fukuda T, Yamamoto Y Development of a molecular marker to identify a candidate line of Turmeric (*Curcuma longa* L.) with a high curcumin content. American Journal of Plant Science. 2, 15-26, 2011
4. Nonomura N, Kawada Y, Minamiya Y, Hayakawa H, Fukuda T, Kang Y, Sakurai K Molecular identification of arbuscular mycorrhizal fungi colonizing in *Athyrium yokoscense* of the Ikuno mine site in Japan. Journal of Japanese Botany. 86, 73-81, 2011
5. Song SJ, Fukuda T, Ko SM, Ito T, Yokoyama J, Ichikawa H, Horikawa Y, Kameya T, Lee HY, Kanno A. Expression analysis of an *APETALA1/FRUITFULL*-like gene in *Phalaenopsis* sp. 'Hatsuyuki' (Orchidaceae). Horticulture, Environment, and Biotechnology. 52, 52, 183-195, 2011
6. Hayakawa H, Minamiya Y, Ito K, Yamamoto Y, Fukuda T. Difference of curcumin content in *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) caused by hybridization with other *Curcuma* species. American Journal of Plant Science. 2, 111-119, 2011
7. Minamiya Y, Hayakawa H, Ohga K, Shimano S, Ito MI, Fukuda T. Variability of sexual organ possession rates and phylogenetic analyses of a parthenogenetic Japanese earthworm, *Amyntas vittatus* (Oligochaeta: Megascolecidae). Genes & Genetic Systems. 86, 27-35, 2011
8. Yuko Kawakami, Hideharu Numata, Katsura Ito and Shin G. Goto: Dominant and Recessive Inheritance Patterns of Diapause in the Two-Spotted Spider Mite

- Tetranychus urticae. Journal of Heredity, 101 (1), 20-25, 2010
9. Minamiya Y, Ohga K, Hayakawa H, Ito K, Fukuda T. Coelomic fluid: A non-invasive source of DNA in earthworms. Molecular Ecology Resources 11, 645-649, 2011
 10. Hayakawa H, Hamachi H, Matsuyama K, Muramatsu Y, Minamiya Y, Ito K, Yokoyama J, Fukuda T. Introgressive hybrids of *Arisaema sikokianum* and *A. tosaense* (Araceae) confirmed through nuclear and chloroplast DNA comparisons. American Journal of Plant Science 2, 303-307, 2011
 11. Hayakawa H, Hamachi H, Matsuyama K, Muramatsu Y, Minamiya Y, Ito K, Yokoyama J, Fukuda T. Interspecific hybridization between *Arisaema sikokianum* and *A. serratum* (Araceae) confirmed through nuclear and chloroplast DNA comparisons. American Journal of Plant Science 2, 521-526, 2011
 12. Montoya-Alvarez AF, Hayakawa H, Minamiya Y, Fukuda T, Lopez-Quintero CA, Franco-Molano AE. Phylogenetic relationships and review of the species of *Auricularia* (Fungi: Basidiomycetes) in Colombia. Caldasia 33, 21-32, 2011
 13. Fukuda T, Song IJ, Ito T, Hayakawa H, Minamiya Y, Kanno A, Nakayama H, Yokoyama J. Nucleotide sequence variations in a medicinal relative of asparagus, *Asparagus cochinchinensis* (Lour.) Merrill (Asparagaceae). American Journal of Plant Science 2, 765-775, 2011
 14. Yamada Y, Hayakawa H, Minamiya Y, Ito K, Shibayama Z, Arakawa R, Fukuda T. Comparative morphology and anatomy of rheophytic *Aster microcephalus* (Miq.) Franch. et Sav. var. *ripensis* Makino (Asteraceae). Journal of Phytogeography and Taxonomy 59, 35-42, 2011
 15. Fukuda T, Song IJ, Ito T, Nakayama H, Hayakawa H, Minamiya Y, Kanno A, Yokoyama J. Phylogeography of *Asparagus schoberioides* Kunth (Asparagaceae) in Japan. American Journal of Plant Science 2, 781-789, 2011
 16. Ito T, Konno I, Kubota S, Ochiai T, Sonoda T, Hayashi Y, Fukuda T, Yokoyama J, Nakayama H, Kameya T, Kanno A. Production and characterization of interspecific hybrids between *Asparagus kiusianus* Makino and *A. officinalis* L. Euphytica 182, 285-294, 2011
 17. 中石一英・福井康弘・荒川 良：ゴマにおけるタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (カメムシ目：カスミカメムシ科) の繁殖能力, 日本応用動物昆虫学会誌, 55,197-205, 2011
 18. K. Nakaishi, R. Arakawa. Effects of Spiracle-blocking Insecticides and Microbial Insecticides on the Predator Mirid Bug, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae). Pakistan Journal of Biological Sciences, 14(21):991-995, 2011.
 19. Minamiya Y, Yokoyama J, Fukuda T. On the terrestrial earthworm fauna of Yamagata Prefecture, northeastern Japan. Bulletin of Yamagata University Natural Science 17, 1-10, 2012
 20. Hayakawa H, Tunala, Minamiya Y, Gale S, Yokoyama J, Ito K, Arakawa R,

- Fukuda T. Comparative study of leaf morphology in *Aster hispidus* Thunb. var. *leptocladus* (Makino) Okuyama (Asteraceae). *American Journal of Plant Science* 3, 110-113, 2012
21. Fukuda T, Song IJ, Ito T, Nakayama H, Hayakawa H, Minamiya Y, Arakawa R, Kanno A, Yokoyama J. Comparing with phylogenetic trees inferred from cpDNA, ITS sequences and RAPD analysis in the genus *Asparagus* (Asparagaceae). *Environment Control in Biology* 15, 13-18, 2012
 22. Ueda R, Minamiya Y, Hirata A, Hayakawa H, Muramatsu Y, Saito M, Fukuda T. Morphological and anatomical analyses of rheophytic *Rhododendron ripense* Makino (Ericaceae). *Plant Species Biology* (in press), 2012
 23. Muramatsu Y, Matsuyama K, Hayakawa H, Minamiya Y, Ito K, Arakawa R, Fukuda T. Correlation between sex stages and leaf numbers in *Arisaema tosaense* Makino (Araceae). *American Journal of Plant Science* 3, 114-118, 2012
 24. Hayakawa H, Hamachi H, Ogawa K, Minamiya Y, Yokoyama J, Arakawa R, Fukuda T. New records of *Drosera tokaiensis* subsp. *hyugaensis* (Droseraceae) from Kochi Prefecture, Japan. *Botany* (in press), 2012
 25. Muroi M, Hayakawa H, Minamiya Y, Ito K, Arakawa R, Fukuda T. Comparative morphology and anatomy of floral symmetry in legumes (Fabaceae). *Journal of Plant Studies* (in press), 2012

(2) 学会発表等 (計 18 回)

1. Song IJ, Fukuda T, Kim BH, Ito T, Yokoyama J, Kameya T, Kanno A, Lee HY: Expression study of the *SEP*-like gene in *Phalaenopsis* sp. (Orchidaceae). Conference of the Korean Society for Horticultural Science, Seoul, 2011年4月24日
2. 南谷幸雄・大賀教平・早川宗志・伊藤桂・福田達哉：分子系統学的手法による隠ぺい種の探索～トサミミズの再発見と近似種の新発見. 第34回日本土壌動物学会・札幌市・2011年5月28日.
3. 大賀教平・南谷幸雄・早川宗志・伊藤桂・福田達哉：豊後水道におけるシーボルトミミズの生物地理学的研究. 第34回日本土壌動物学会・札幌市・2011年5月28日.
4. 桑川義雅・伊藤桂・南谷幸雄・早川宗志・福田達哉：ニホンアカザトウムシを用いた分子系統学的研究. 第34回日本土壌動物学会・札幌市・2011年5月28日.
5. ルンサイ、早川宗志、福田達哉、横山潤：四国に分布するオオイタビに見られる集団間の遺伝的分化. 第76回日本植物学会・東京・2011年9月16日
6. 吉田政敬、早川宗志、福田達哉、横山潤：山形県に分布するシハイスミレの形態的・遺伝的特徴. 第76回日本植物学会・東京・2011年9月16日
7. 船奥由貴・荒川良：土着天敵を用いた施設栽培メロンでのIPMの試み. 第56回四国植物防疫研究協議会大会・高知・2011年11月28日

8. 早川宗志・松山佳那子・濱地秀徳・大賀教平・横山菜々子・池田浩明・横山潤・荒川良・福田達哉：テンナンショウ属植物ユキモチソウとアオテンナンショウにおける遺伝的交流について. 第11回日本植物分類学会・吹田市・2012年3月23日
9. 吉田政敬、早川宗志、福田達哉、横山潤：シハイスミレにみられる種間交雑の形跡と山形県に分布するシハイスミレの形態的・遺伝的特徴. 第11回日本植物分類学会・吹田市・2012年3月23日
10. 中石一英・荒川良：高知産チビトビカスミカメ属2種の発育期間、増殖能力および捕食能力. 第56回日本応用動物昆虫学会大会・奈良市・2012年3月29日
11. 小川浩平・荒川良：高知系褐毛和種畜舎における主要ハエ類の発消長. 第56回日本応用動物昆虫学会大会・奈良市・2012年3月28-29日
12. 手林慎一、野村名可男、Migo, P. Veronica：スクアレンの害虫防除活性. 第55回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会・つくば市・2011年11月19-21日
13. 手林 慎一、吉田 勝平、大西 信太郎；ピーマンにおけるフラボノイド生合成に対する光の影響・農芸化学中四国支部第32回講演会、鳥取、2012年1月21日
14. 手林 慎一；日本フカノキ属植物由来の害虫防除活性物質. 農芸化学会2012年度大会、京都、2012年3月22-26日
15. 伊藤桂：ササ・タケに寄生するハダニの適応放散. 第43回日本蜘蛛学会大会公開シンポジウム・鳥取市・2012年8月27日
16. 伊藤桂：高知市におけるハダニの越冬生態. 第43回日本蜘蛛学会大会・鳥取市・2012年8月28日
17. 伊藤桂：ケナガスゴモリハダニの越冬生態 ～ 繁殖停止と体色の関係についての考察. 第20回日本ダニ学会大会・高知市・2012年9月29日
18. 伊藤桂：ハダニの休眠率が意味するところ. 第56回日本応用動物昆虫学会大会（小集会）・奈良市・2012年3月29日

（3）著書・総説（計3編）

1. 荒川良：外来昆虫を考える。「高知大学公開講座読本 LIBERATION 特別増刊号 農学・黒潮圏編」. 100-114, 2010
2. 福田達哉：ラジオで花を見てみよう。「高知大学公開講座読本 LIBERATION Vol. 17 農学編」. 114-126, 2010
3. 伊藤桂：ナミハダニ「研究者が教える動物飼育」. 日本比較生理生化学会編（印刷中）, 2012.

（4）講演会、報告会等（計1件）

1. 手林慎一：新農薬実用化試験成績検討会 四国地域（虫害防除） 日本植物防疫協会 2011年11月29-30日

（5）特許（計0件）

(6) 受賞等 (計 1 件)

1. 大賀教平・南谷幸雄・早川宗志・伊藤桂・福田達哉：第 34 回日本土壌動物学会・最優秀ポスター賞・2011 年 5 月 28 日

(7) 報道 (計 1 件)

1. 荒川良：ミノムシあれれ？二重寄生でピンチ，日本農業新聞，2012 年 2 月 4 日

(8) 外部資金 (計 15,468 千円)

1. 荒川良：日本植物防疫協会，新農薬実用化試験に関する研究. ¥3,475,500
2. 荒川良：高知大学学長裁量経費，芸西村土着天敵増殖展示室を拠点とした土着天敵による施設園芸害虫防除の実践. ¥2,000,000
3. 荒川良：農林水産技術会議，新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(分担者)，オオバに発生する病害虫の新規防除資材を活用した総合防除体系の確立(代表者 広瀬拓也(高知県農技センター))，直接経費¥770,000，間接経費¥230,000
4. 荒川良：JST 研究成果最適展開支援事業 (A-Step) FS ステージ 探索タイプ：飛翔性微小昆虫を捕食する土着天敵メスグロハナレメイエバエの大量増殖法の開発，直接経費¥840,000，間接経費¥250,000
5. 手林慎一：日本植物防疫協会，新農薬実用化試験に関する研究. ¥1,133,200
6. 手林慎一：科学研究費補助金 基盤研究(C)，アブラムシによる寄主植物の栄養条件改善機構の解明:アミノ酸の選択的蓄積. 直接経費¥2,200,000，間接経費¥660,000
7. 福田達哉：日本学術振興会科学研究費補助金 (若手研究 B)，キク科ハマベノギク属の形態的適応に関する発生遺伝学的背景. 直接経費¥1,700,000，間接経費¥510,000
8. 伊藤桂：JST 研究成果最適展開支援事業 (A-Step) FS ステージ 探索タイプ：ハダニを利用した土着天敵クロヒョウタンカスミカメ増殖キットの改良，直接経費¥1,310,000，間接経費¥390,000

2 B 「地域資源を利用した新規害虫防除技術の開発」

研究代表者 金 哲史 (総合科学系生命環境医学部門)

研究分担者 加藤伸一郎 (総合科学系生命環境医学部門，講師)

1. 概要

植物は本来，昆虫をはじめとする動物に食べられる運命にある。しかしながら，多くの植物は，光合成を源とする多種多様な化学物質でその身を防御している。この課題では，植物の潜在的な防御機構を化学的観点から解明し，その機構を用いた新しい害虫防御技術の開発を試みることを目的とする。具体的には，被害の大きいミナミキイロアザミウマやホソヘリカメムシ，ウンカ類やヨコバイ類を中心として，高知県産の農林作物の害虫被害状況を調査すると共に，おのおのの地域で行われている地域固有の害虫防除技術をも調査し，

その要因を明らかとすることを手始めとし、その中で効果的な防除方法について、化学的に解明する。以上の研究を通じて、選択的な新しい害虫防除資材を開発することで、地域固有の害虫防除技術を確立し、健全な栽培技術確立に貢献する。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 0 編)

(2) 学会発表等 (計 5 回)

1. Jeon-Oh Yang, Naoya Nakayama, Kyouhei Toda, Chul-Sa Kim: Elucidation of the elicitor made Japanese Rice plant (*Oryza sativa* L.) induce ovicidal substance, benzyl benzoate in the *Sogatella furucifera* (Horvath). The 6th Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, Beijing, 2011 年 10 月 11-15 日
2. Zhan Zhinhui, Matsuo Akane, Shiraki Kana, and Chul-Sa Kim: Chemicals relating host selection in rice plant for the brown planthopper. *N. lugens*. The 6th Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, Beijing, 2011 年 10 月 11-15 日
3. Yu Yamamoto, Mika Yoshii, Kana Nishino and Chul-Sa Kim: Why must the cotton ahid (*Aphis gossypii*) shift the host plant? The 6th Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, Beijing, 2011 年 10 月 11-15 日
4. Akane Matsuo, Zhan Zhinhui and Chul-Sa Kim: Chemicals relating host selection in rice plant for the white-backed planthopper. *Sogatella furucifera*. The 6th Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, Beijing, 2011 年 10 月 11-15 日
5. Kana Shiraki, Zhan Zhinhui, Chiaki Nagayasu and Chul-Sa Kim: Chemicals relating host selection in rice plant for the wgreen rice leafhopper, *N.nigropictus*. The 6th Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology, Beijing, 2011 年 10 月 11-15 日

(3) 著書・総説 (計 0 編)

(4) 講演会, 報告会等 (計 1 件)

1. 金 哲史: 農薬は危ないの? プランツアカデミー 2012 年 2 月 26 日

(5) 特許 (計 0 件)

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 0 件)

(8) 外部資金 (計 3,330 千円)

1. 金 哲史: 科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究, ツマグロヨコバイ抵抗性機構解明及び抵抗性遺伝子の機能解明. 直接経費¥2,730,000, 間接経費¥630,000

課題研究 3 根圏環境の改善

3 A 「各種栽培管理技術による根圏環境への影響評価とその病害防除機構の解明」

研究代表者 田中壮太 (総合科学系黒潮圏科学部門, 准教授)

研究分担者 岩崎貢三 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

大西浩平 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

研究協力者 陳 宗慧 (総合科学系生命環境医学部門, 特任助教)

1. 概要 (A4 1 ページ以内)

本課題では、高知県に特徴的な栽培管理技術を取り上げ、根圏土壌の物質動態や微生物群集動態へ及ぼす影響を評価する。さらに作物生育に健全な根圏環境とは何かを明らかにし、それを評価する手法を開発することを試みる。

カツオ加工食品は、高知県の地域特産品であるが、製造時に排出される煮汁が海洋投棄されており、その有効利用方法の検討が求められている。そこで、カツオ煮汁中のリンをリン酸マグネシウムアンモニウム (MAP) 肥料として回収できるかどうか検討した。その結果、カツオ煮汁を好氣的に 4 週間インキュベートし、塩化マグネシウムを 5 mmol L^{-1} 添加し、pH 9.0 とすることで、煮汁約 6 L から MAP 3.4 g を得ることができた。また、得られた MAP を用いて、コマツナの栽培試験を行ったところ、植物の生育は良好であった。カツオ煮汁の年間排出量、MAP 肥料の販売価格等から考えると、カツオ煮汁からの MAP 肥料製造では高い収益は見込めないが、貴重なリン資源の回収という観点からは、有効な方法と考えられた。

かつて我が国では、水田稲作の困難な急傾斜の山地では焼畑農業が行われていた。戦後ほとんど姿を消してしまっていたが、高知県では 1950 年代においても広く残存していた。焼畑は無肥料、無農薬で行われイベント性も高いことから、特産品の創出など中山間地の振興に焼畑を利用する活動が近年全国的にみられる。しかし、我が国の焼畑についての自然科学的研究はほぼ皆無と言ってよい。そこで、高知県長岡郡大豊町において限界集落の活性化策として検討されている焼畑を対象に土壌中の物質動態について 3 年間モニタリング調査を実施した。灰中の K は速やかに溶出し、土壌に加えられるが、比較的早い時期に減少し始めるのに対して、Mg, Ca, P の溶出は緩慢であり、土壌中でそれらの養分は長期にわたり高く維持されること、無機態窒素は焼土効果により一時的に増加するが、その効果は短期間で終わることが明らかとなった。そのため、国内の焼畑では 3~4 年目にマメ科作物が栽培され、連作における生産性が維持されていたものと推察された。また、放棄田においても焼畑によりソバ栽培を実施し、放棄田の土壌養分含量は比較的高いため、農地や農道の除草を兼ねた、小規模な焼畑によりソバ栽培が維持できることを示した。

根圏土壌中の P は必ずしも植物にとって利用可能な状態で存在する訳ではない。多くの P は不溶性のリン酸化合物として存在していると考えられる。こうした不溶性のリン酸化合物は根圏微生物により可溶化され、利用される。不溶性リン酸化合物を可溶化する微生物は、土壌改良剤、肥料など農業や環境改善の分野に大きく貢献できる可能性がある。そこで、高知大学内および周辺の水田とナス畑の土壌中から不溶性リン溶解菌のスクリー

ニングを行った。不溶性のリン酸カルシウム、リン酸鉄、リン酸アルミニウムを P 源として集積培養を行い、リン酸カルシウムを用いた場合のみ 9 株の不溶性リン酸溶解活性を持つ細菌が得られた。1 株は、活性は低いもののリン酸鉄、リン酸アルミニウムも可溶化できた。単離された細菌は *Gluconacetobacter* 属、*Klebsiella pneumoniae* であった。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 4 編)

- 1) Sota TANAKA, Thanakorn LATTIRASUVAN, Chalathorn SRITULANON, Kozo IWASAKI, Katsutoshi SAKURAI: Soil fertility status under various types of upland farming in northern Thailand. Case study of a village located in a mixed deciduous forest. ペドロジスト, 受理.
- 2) Chu Ngoc KIEN, Sota TANAKA, Nguyen Van NOI, Le Thanh SON, Nguyen Minh PHUONG, Bui Thi Quynh TRANG, Michiyo NODA, Daisei UENO, and Kōzō IWASAKI: Heavy Metal Concentrations in Rice (*Oryza sativa* L.) grown in a Chromite Mining Area in Vietnam. *Tropical Agriculture and Development*, 55 (4) 135-141, 2011
- 3) Takashi KOTEGAWA, Sota TANAKA, and Katsutoshi SAKURAI: Soil characteristics under lowland rice field in an intermountain basin of northern Laos. ペドロジスト, 55(1), 43-54, 2011
- 4) Sota TANAKA, Yusuke SHIBAHARA, Atsushi TORII, and Katsutoshi SAKURAI: Nutrient dynamics of throughfall and soil solution under a bamboo (*Phyllostachys pubescens*) stand in comparison with a Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) stand. ペドロジスト, 55(1), 16-29, 2011

(2) 学会発表等 (計 3 回)

- 1) 山下垂須加, 田中壮太, 櫻井克年, 岩崎貢三: 高知県山間部における現代型焼畑創成の試みと土壤養分動態 第 3 報. 2 年目までの土壤養分変化, 日本土壤肥料学会関西支部会, 千里, 12 月 9 日, 2011
- 2) 加納聡子, 田中壮太, Mohd Effendi Bin Wasli, Jonathan Lat, 櫻井克年, Joseph Jawa Kendawang: マレーシア・サラワク州ピンツルにおける *Acacia mangium* 植林地の土壤学的評価, 日本土壤肥料学会関西支部会, 千里, 12 月 9 日, 2011
- 3) Sota TANAKA: Influences of Burning Practice of Shifting Cultivation on Nutrient Dynamics under Different Climates. 国際シンポジウム Land Degradation and Pedology, 2011 年度日本土壤肥料学会つくば大会, つくば, 2011 年 8 月 10 日 (国際)

(3) 著書・総説 (計 1 編)

- 1) 田中壮太: 養分動態からみた焼畑の地域比較論. 佐藤洋一郎監修/原田信男・鞍田崇編, 焼畑の環境学—いま焼畑とは. 思文閣出版. 2011

(4) 講演会, 報告会等 (計 3 件)

- 1) 高知ものべ川有機農業セミナー 新たなビジネスは農業だ「肥料の歴史」, 高知ものべ川有機農業推進協議会, 10月20日. 香美農林合同庁舎, 2011
- 2) 高知ものべ川有機農業セミナー 新たなビジネスは農業だ「土壌微生物の役割」, 高知ものべ川有機農業推進協議会, 11月11日. 香美農林合同庁舎, 2011
- 3) 土佐山アカデミー 土壌微生物とは?, 3月7日, 2012

(5) 特許 (計 0 件)

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 0 件)

(8) 外部資金 (計 6,040 千円)

- 1) 田中壮太: 2011 年度住友財団環境助成, 環境保全型アブラヤシ栽培技術への提言ー収穫残渣の農地施用に関する土壌生態学的評価, 代表者 田中壮太, ¥2,000,000
- 2) 田中壮太: 総合地球環境学研究所研究プロジェクト「人間活動下の生態系ネットワークの崩壊と再生」, 代表者 山村則男 (総合地球環境学研究所), 平成 23 年度分担金 ¥400,000
- 3) 田中壮太: 平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金(基盤研究 (C)), ハノイの廃棄物処分場周辺農耕地土壌における水銀汚染の実態把握とその対策, 代表者 岩崎貢三, 平成 23 年度分担金 ¥400,000 (直接経費)
- 4) 岩崎貢三: 平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金(基盤研究 (C)), ハノイの廃棄物処分場周辺農耕地土壌における水銀汚染の実態把握とその対策, 代表, ¥3,240,000 (直接経費 ¥2,400,000, 間接経費 ¥840,000)

(9) その他

- 1) 田中壮太: 2010 年度トヨタ財団地域社会プログラム「集落と大学の協働による中山間地資源を生かした暮らし基盤の創出ー高知県大豊町怒田集落の挑戦」, 4,090,000 円 (2 年間) 代表者 氏原 学に協力者として参加.

3B 「根圏環境からの植物による物質吸収・蓄積機構の解明と応用」

研究代表者 岩崎貢三 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

研究分担者 田中壮太 (総合科学系黒潮圏科学部門, 准教授)

加藤伸一郎 (総合科学系生命環境医学部門, 講師)

研究協力者 上野大勢 (総合科学系生命環境医学部門, 准教授)

陳 宗慧 (総合科学系生命環境医学部門, 特任助教)

1. 概要 (A4 1 ページ以内)

本課題では、地域特産作物の栽培場面で問題となる根圏環境におけるミネラルストレスをはじめとする非生物的要因を取りあげ、有害物質の吸収、ストレス軽減、栄養価の向上に資するための基礎的研究を推進する。その内容は安全かつ付加価値のある食料の生産につながるのみならず、植物の健全な生育環境の実現に直結する。

高知県香長平野は 1970 年ごろまで水稲二期作が盛んに行われた地域であり、水稲は高知県の特産作物と呼んでも過言ではない。水田は土壌還元により可給態のマンガンが高濃度に存在するが、水稲は吸収したマンガンを地上部に高濃度で集積することによりこの環境に適応している。この性質には複数のマンガン輸送体が関与していると考えられるが、イネにおけるマンガン輸送の分子機構に関する知見は乏しい。本年度は、地上部におけるマンガンの無毒化と、根から地上部へのマンガンの移行に関わる輸送体の同定し解析した。イネ地上部由来の cDNA ライブラリーより選抜した輸送体 OsMTP8.1 はマンガンの輸送活性を示し、地上部全体の細胞の液胞膜に局在した。また、変異株では高マンガン条件下で生育が阻害されたことから、本輸送体はマンガンを液胞へ隔離することにより無毒化することが示唆された。さらに、同じ輸送体ファミリーに属する OsMTP9 は根の中心柱で発現し、マンガンの導管へのローディングに関与することが示唆された。現在、両輸送体についてさらなる解析を行っている。

また、生野鉦山跡地より取得した重金属超集積植物であるスズシロソウ (*Arabidopsis flagellosa*) の重金属集積機構に関与するタンパク質の機能解析を実施している。カドミウム処理で特異的に発現が誘導されるタンパク質のうち plant defensin 1.3 (AfPDF1.3) に着目し、その分子性状を明らかにするため大腸菌を用いた発現系を構築した。AfPDF1.3 は宿主大腸菌内において不溶性画分に高発現していたが、リフォールディング処理を行うことにより、精製標品を得ることができた。plant defensin は抗真菌活性を示すことが報告されているが、この精製標品も期待通り抗真菌活性を有していた。このことから調製した AtPDF1.3 は、ネイティブ状態もしくはそれに近い立体構造をとり生理的な機能を保持しているものと示唆された。今後、より詳細な機能解析を行う予定である。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 4 編)

- 1) Kozo Iwasaki, Chu Ngoc Kien, Bui Thi Quynh Trang, Nguyen Minh Phuong, Truong Ngoc Kiem, and Nguyen Van Noi: Metal and Metalloid Accumulations in Plants Growing around Tin and Tungsten Mines in Dai Tu District, Vietnam. *Journal of Analytical Sciences* (Hanoi), in press, 2011
- 2) Bui Thi Quynh Trang, Kozo Iwasaki, and Nguyen Van Noi: Metal contamination of agricultural soils and sediments near waste disposal facility in Hanoi, Vietnam, *Journal of Analytical Sciences* (Hanoi), in press, 2011
- 3) Jumpei Uchiyama, Iyo Takemura, Miho Satoh, Shin-ichiro Kato, Takako Ujihara, Kazue Akechi, Shigenobu Matsuzaki, Masanori Daibata: Improved adsorption of an *Enterococcus faecalis* bacteriophage ΦEF24C with a spontaneous point mutation.

PLoSOne, 6(10), e26648, 2011

- 4) Jumpei Uchiyama, Mohammad Rashel, Iyo Takemura, Shin-ichiro Kato, Takako Ujihara, Asako Muraoka, Shigenobu Matsuzaki and Masanori Daibata: Genetic characterization of *Pseudomonas aeruginosa* bacteriophage KPP10. Arch Virol., in press, 2012

(2) 学会発表等 (計 10 回)

- 1) 陳宗慧, 神谷岳洋, 岩崎貢三, 加藤伸一郎, 山地直樹, 馬建鋒, 上野大勢: Identification of the transporter involved in Mn tolerance in rice. 日本土壤肥料学会つくば大会, つくば市, 8月8日, 2011
- 2) 上野大勢, 陳宗慧, 岩崎貢三, 加藤伸一郎, 馬建鋒: イネの高マンガン集積に関与するトランスポーター遺伝子の単離と解析. 日本土壤肥料学会つくば大会, つくば市, 8月8日, 2011
- 3) Kozo Iwasaki, Chu Ngoc Kien, Bui Thi Quynh Trang, Nguyen Minh Phuong, Truong Ngoc Kiem, and Nguyen Van Noi: Metal and Metalloid Accumulations in Plants Growing around Tin and Tungsten Mines in Dai Tu District, Vietnam. Conference on Advanced Wastewater Treatment Technologies and the Potential of Phytoremediation Technology for Wastewater Treatment in Vietnam, 04 November, Hanoi, Vietnam, 2011
- 4) Bui Thi Quynh Trang, Kozo Iwasaki, and Nguyen Van Noi: Metal contamination of agricultural soils and sediments near waste disposal facility in Hanoi, Vietnam, Conference on Advanced Wastewater Treatment Technologies and the Potential of Phytoremediation Technology for Wastewater Treatment in Vietnam, 04 November, Hanoi, Vietnam, 2011
- 5) 加藤伸一郎, 梅川美紗, 浜田朋江, 相川良雄, 岩崎貢三: スズシロソウ由来 plant defensin の機能と特徴, 日本生化学会第84回大会, 国立京都国際会館(京都市), 平成23年9月21日~24日
- 6) 内牧陽菜, 大西浩平, 加藤伸一郎: ビフィズス菌が有するシステインデスルフラゼの生理機能と特徴, 日本生化学会第84回大会, 国立京都国際会館(京都市), 平成23年9月21日~24日
- 7) Daisei Ueno: Characterization of transporters controlling Mn accumulation in rice. International Symposium "Strategies of Plants against Global Environmental Change", 09 December, Kurashiki, Japan, 2011
- 8) 別役美由紀, 岩崎貢三, 上野大勢: イネのニッケル集積機構の生理学的解析. 日本土壤肥料学会関西支部会, 豊中市, 12月9日, 2011
- 9) Daisei Ueno, Zonghui Chen, Takehiro Kamiya, Kozo Iwasaki, Shin-ichiro Kato, Naoki Yamaji, Jian Feng Ma: OsMTP8.1 contribute to Mn tolerance by sequestering Mn to vacuoles in shoot of rice. 第53回日本植物生理学会年会, 京都市, 8月17日, 2012

- 10) Yumi Fujii, Yuka Akagi, Zonghui Chen, Kozo Iwasaki, Shin-ichiro Kato, Naoki Yamaji, Jian Feng Ma, Daisei Ueno: OsMTP9 is required for root-to-shoot Mn translocation in rice. 第 53 回日本植物生理学会年会, 京都市, 8 月 17 日, 2012

(3) 著書・総説 (計 1 編)

- 1) 岩崎貢三 (分担執筆): 第 2 章 ファイトレメディエーション: 植物による土壌浄化技術, 4 生分解性キレート剤を利用した金属吸収促進型ファイトレメディエーション, 「植物機能のポテンシャルを活かした環境保全・浄化技術ー地球を救う超環境適合・自然調和型システムー」, 池 道彦, 平田収正監修, シーエムシー出版, p.77~84 (2011)

(4) 講演会, 報告会等 (計 3 件)

- 1) 上野大勢: イネの高マンガン集積に関与する分子機構の解明. 新学術領域研究「植物環境突破力」第 2 回班会議, 倉敷市, 6 月 14 日, 2011
- 2) 上野大勢: Identification of transporters responsible for high accumulation of Mn in rice (*Oryza sativa*). 新学術領域研究「植物環境突破力」第 2 回若手の会, 浜松市, 10 月 31 日, 2011
- 3) 上野大勢: イネの高マンガン集積に関与する分子機構の解明. 新学術領域研究「植物環境突破力」第 3 回班会議, 名古屋市, 3 月 6 日, 2012

(5) 特許 (計 0 件)

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 0 件)

(8) 外部資金 (計 8,840 千円)

- 1) 上野大勢: 平成 23 年度日本学術振興会科学研究費補助金 (新学術領域研究—公募), イネの高マンガン集積に関与する分子機構の解明, 代表, ¥4,940,000 (直接経費 ¥3,800,000・間接経費 ¥1,140,000)
- 2) 上野大勢: 平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金 (若手研究 B), コメの亜鉛強化への応用を目指したイネの亜鉛輸送の分子機構解明, 代表, ¥2,990,000 (直接経費 ¥2,300,000・間接経費 ¥690,000)
- 3) 加藤 伸一郎: 平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金 (若手研究(B)), 含硫化合物の生合成に関わるタンパク質の網羅的解析, 代表, ¥910,000 (直接経費 ¥700,000・間接経費 ¥210,000)

(9) その他

該当なし

課題研究 4 生産物・残さの高度利用・高付加価値化

4 A 「バイオマス由来の微生物機能の探索と産業利用」

研究代表者 永田信治（総合科学系生命環境医学部門，教授）

研究分担者 村松久司（総合科学系生命環境医学部門，准教授）

1. 概要

本課題では、食品加工や医薬品製造等の産業に活用できる有用微生物を、植物等のバイオマス資源やその醗酵物、草食動物の腸管系、および植物資源を取り巻く環境中などから分離し、その特性を評価して醗酵産業に活用することを目的としている。具体的な研究課題として、①果樹やその果実の醗酵物、草食動物の腸管などから食品加工やプロバイオティクス素材として活用できる優良微生物の分離、②予防医学分野で期待されている機能性素材 β -グルカンを高生産する黒酵母 (*Aureobasidium pullulans*) の分離と特性評価、③医薬品原料の製造や特異的定量が困難な物質の定量分析に活用できる新奇微生物酵素の探索と特性評価に取り組んでいる。

1) 食品加工やプロバイオティクス素材として活用できる優良微生物の分離

動物の健康維持への活用が期待されるプロバイオティクス素材として、動物の腸管内や植物性バイオマスから乳酸菌を新たに分離し、胃酸耐性試験、胆汁酸耐性試験など、実際に産業利用する場合に重要になる性質を解析した。獣医師との共同研究で、分離した優良乳酸菌株の動物への有効性について検討し、良好な成果を得た。これらの研究成果をもとに国内学会で 2 件の一般講演を行った。また、食品加工過程で廃棄される芋や栗を利用した焼酎醸造法や自然界から分離した酵母を用いた低コスト製パン法の開発を試み、これらの研究成果を国内学会で 2 件の一般講演として発表した。

2) β -グルカンを高生産する黒酵母の分離と特性評価

β -グルカンの免疫賦活作用などの有効性は様々な研究グループから発表されている。 β -グルカンの品質管理や低価格な製品を生産するためには、微生物等が生産する β -グルカンの定量法が不可欠である。しかし、現在の β -グルカンの定量は手間と時間がかかる手法であり、既存の定量法を凌駕する新しい定量法の開発が望まれている。そこで、 β -1,3-1,6-グルカンの定量に利用できる微生物酵素の探索を試み、2 種の β -グルカナーゼを発見し、酵素学的な性質を明らかにした。これらの研究成果をもとに国内学会で 2 件の一般講演を行った。本酵素は β -グルカンを高生産する黒酵母の特性評価や新たな高 β -グルカン生産株の分離に活用できるものと考えている。

3) 医薬品原料の製造や定量分析に活用できる新奇微生物酵素の探索と特性評価

自然界から分離した *Burkholderia* sp.HME13 に、エルゴチオネイン (ERT) からチオールウロカニン酸とトリメチルアミンを生成するエルゴチオナーゼを精製し、本酵素をコードする遺伝子を同定した。本酵素遺伝子を連結した pET21a(+)ベクターで形質転換した大腸菌 Rosetta2(DE3)を培養し、定法により本酵素遺伝子の発現を誘導した。培養菌体から本酵素を SDS-アガロースゲル電気泳動的に均一に精製し、本酵素の諸性質を調べた。本酵素は定量用酵素として優れた特性を有し、ERT に高い基質特異性を示し、熱や pH の変

化に対して比較的強く、多くの金属イオンなどに阻害されないことが明らかになった。これらの研究成果をもとに国内学会で1件の一般講演を行った。ERTはリウマチやクローン病との関連性が報告されており、血中や食品中のERT濃度の測定に本酵素を利用する方法を開発すれば、診断用医薬品分野や予防医学分野に貢献できると考えている。

Arthrobacter sp. TKS1株のD-フェニルセリンデアミナーゼ(PSDA)遺伝子を組み込んだベクターで、L-トレオニンアルドラーゼ遺伝子を欠損した大腸菌株を形質転換した。本組換え大腸菌を用いて、DL-*threo*フェニルセリンを原料に、パーキンソン病治療薬などの医薬品原料として有用なL-*threo*フェニルセリンの生産を試みた。反応液を30°C、pH 8.5に保ちながら攪拌しつつ菌体反応を行い、12時間後に反応液中のD-*threo*フェニルセリンを完全に分解することができ、高い純度のL-*threo*フェニルセリンを調製することができた。なお、本法によるL-*threo*フェニルセリンの収率は78%であり、高い値を示した。これらの研究成果を次年度の国内学会で発表する予定である。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計2編)

- 1) Feroze A. Bhuiyan F.A., Nagata S., Ohnishi K.: Dissimilatory sulfite reductase genes in marine sediments of eutrophic inner bay in Japan. *Int. J. BioResearch*, 2011
- 2) Bhuiyan F.A., Nagata S., Ohnishi K.: Novel chitinase genes from metagenomic DNA prepared from marine sediments in southwest Japan. *Pak. J Biol. Sci.* **14**(3), 204-211, 2011

(2) 学会発表等 (計8回)

- 1) 松尾 英典, 村松 久司, 上田 桃子, 山本 浩明, 加藤 伸一郎, 永田 信治: *Burkholderia* sp.HME13由来エルゴチオナーゼの精製と諸性質, 日本農芸化学会, 京都, 2011年3月26日(国内)
- 2) 清野 由佳, 松岡 靖子, 和田 いくみ, 宮脇 香織, 村松 久司, 永田 信治: 機能性 β -1,3-1,6-グルカン分解菌が生産する β -グルカナーゼの性質, 日本農芸化学会, 京都, 2011年3月26日(国内)
- 3) 井上 寿子, 穴井 直博, 木村 有希, 徳井 あすみ, 松尾 知佳, 村松 久司, 永田 信治: 動物の腸内乳酸菌に対応可能な動物餌料の評価, 日本農芸化学会, 京都, 2011年3月27日(国内)
- 4) 松井祐士, 山川 匠, 村松久司, 永田信治: エラープロロン PCRによるNメチル-L-アミノ酸脱水素酵素の耐熱化, 日本農芸化学会中四国支部第32回講演会, 鳥取, 2012年1月21日(国内)
- 5) 村上 潤, 加藤麗奈, 上東治彦, 村松久司, 永田信治: 芋や栗の加工処理後に得られる規格外品を用いた焼酎醸造法の検討, 日本農芸化学会中四国支部第32回講演会, 鳥取, 2012年1月21日(国内)
- 6) 藤本ゆかり, 茂野光正, 坂本奈穂, 須藤千賀, 木村有希, 金子美幸, 柳 裕子, 村松久司, 永田信治: 野生酵母と乳酸菌の培養に適したヤーコンやトマトを用いた低コスト製パン法, 日本農芸化学会中四国支部第32回講演会, 鳥取, 2012年1月21日(国内)

- 7) 木村有希, 穴井直博, 井上寿子, 坂本奈穂, 柳 裕子, 松尾知佳, 村松久司, 永田信治 : 餌料への添加を目的とした乳酸菌の探索とペットへの摂取効果の検討, 日本農芸化学会中四国支部第 32 回講演会, 鳥取, 2012 年 1 月 21 日 (国内)
- 8) 松岡靖子, 高本裕果, 清野由佳, 宮脇香織, 中谷麻衣, 松尾知佳, 平尾智美, 村松久司, 永田信治 : β -1,3-グルカン β -1,6-グルカンの定量に適した β -グルカナーゼの探索と評価, 日本農芸化学会中四国支部第 32 回講演会, 鳥取, 2012 年 1 月 21 日 (国内)

(3) 著書・総説 (計 1 編)

- 1) 山本浩明, 村松久司, 永田信治 ; 月刊バイオインダストリー (2011 年 9 月号, ISBN コード : 0910-6545), 【特集】新規有用酵素を探索せよ 「有用酵素の探索, ライブラリー化と利用— β -フェニルセリン代謝酵素を中心に—», 分担執筆

(4) 講演会, 報告会等 (計 11 件)

1. 永田信治 : 進学講話、「大学の研究とその魅力」、2011 年 4 月 14 日、ホテル奥道後
2. 永田信治 : 夢ナビ主催、大学ライブ、「高知が龍馬<人材>を育てたワケ!」、2011 年 7 月 12 日、インテックス大阪
3. 永田信治 : JST イノベーションサテライト高知主催、研究成果報告会、「黒潮圏に生息する有用酵母の探索と新たな発酵法による食品開発」、2011 年 9 月 6 日、高知新阪急ホテル
4. 永田信治 : 大阪国際見本市委員会主催、フードテック 2011-国際食品産業展 2011 大阪、「微生物 β グルカンが作る美味しさ」、2011 年 9 月 7~9 日、インテックス大阪
5. 永田信治 : 小学館・新宿タカシマヤ主催、「大学は美味しい」、「微生物の機能性多糖を利用した食品開発」、2011 年 9 月 22 日~26 日、新宿タカシマヤ
6. 永田信治 : 四国産業振興センター主催、四国食品健康フォーラム 2011、「四国の歴史と文化に学ぶ微生物利用術」、2011 年 10 月 4 日、徳島県郷土文化会館
7. 永田信治 : 農林水産省主催、アグリビジネス創出フェア 2011、「植物資源の乳酸発酵や微生物多糖を利用した食品開発と餌料開発」、2011 年 11 月 30~12 月 2 日、幕張メッセ
8. 永田信治 : 高知県産業地域振興推進部、「食と健康」医農工連携人材育成事業 in 四国、「微生物による食のリスクの制御と評価」、2011 年 12 月 2 日、高知県工業技術センター
9. 永田信治 : NPO 中国四国農林水産・食品先進技術研究会、農林水産省主催、中国四国地域アグリビジネス創出フェア 2011、「機能性の評価が期待される微生物<野生酵母、黒酵母、乳酸菌>を用いた商品開発」、2011 年 12 月 16 日、岡山コンベンションセンター
10. 永田信治 : NPO 土佐山アカデミー主催、「四国の歴史と暮らしから知る微生物のバイオテクノロジー」、2012 年 1 月 25 日、高知市土佐山支所
11. 永田信治 : 国際栄養食品協会主催、 β グルカン素材情報と免疫の話題セミナー、「暮らしの中で役立つ機能性素材 β グルカンとは! ?」、2012 年 3 月 9 日、大阪産業創造館

(5) 特許 (計 0 件)

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 2 件)

1. 応用微生物学研究室 (永田信治) : 新宿タカシマヤ案内 (2011 年 9 月 22 日発行)、大学は美味しい (やさしいゆず酒とロールケーキ「くるり」)、高島屋新宿南口店
2. 永田信治 : 健康産業流通新聞 (2011 年 8 月 25 日発行)、特集、 β グルカン、健康産業流通新聞社

(8) 外部資金 (計 4,054 千円)

- 1) 永田信治 : 共同研究 (株式会社ソフィ)、新規オーレオバシジウム単離株を用いた β -1,3-1,6-グルカンの生産と加工及び評価、¥1,600,000
- 2) 永田信治 : 受託研究 (株式会社マコモ)、マコモの製造管理および発酵中に生存する微生物の機能性の評価、¥84,380
- 3) 永田信治 : 平成 23 年度特別教育研究経費「システム糖鎖生物学教育研究拠点」、高知大学学長裁量経費、分担、600,000 円
- 4) 永田信治 : 海藻資源の高度有効利用を実現する育成・抽出・変換プロセスの開発、高知大学学長裁量経費、分担、300,000 円
- 5) 村松久司 : 平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金 (若手研究 B)、不斉反応を触媒する酵素群の分子育種 : 非天然アミノ酸ケミカルライブラリーの構築、代表、¥1,170,000 (間接経費 : ¥270,000, 直接経費 : ¥900,000)
- 6) 村松久司 : 海藻資源の高度有効利用を実現する育成・抽出・変換プロセスの開発、高知大学学長裁量経費、分担、300,000 円

4 B 「地域資源の高度化とトレーサビリティの確立」

研究代表者 金 哲史 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

研究分担者 手林慎一 (自然科学系農学部門, 准教授)

加藤伸一郎 (総合科学系生命環境医学部門, 講師)

枝重圭祐 (総合科学系生命環境医学部門, 教授)

柏木丈拡 (総合科学系生命環境医学部門, 准教授)

島村智子 (総合科学系生命環境医学部門, 准教授)

1. 概要

植物は光合成を源とする多種多様な化学物質を、根、茎、葉、実に蓄積する。一方、農林作物は、目的とする部位のみを収穫し、その他の多くは廃棄物として廃棄されている現状がある。また、産地偽装などに代表される用に農作物の安全性が脅かされている現状がある。そこで本研究では、農林産業廃棄物を資源として捉え、その有効利用方法を模索す

ると共に、地域ブランド確立の為の産地を明確にできるトレーサビリティ技術の開発を目的とする。具体的には、農林産物の廃棄状況、利用状況を調査し、当面は以下の課題に取り組む。

1) カヤの有効利用

カヤは成長するのに 300 年から 500 年掛かると言われ、300 年以上経った材は高級碁盤や将棋盤として利用されている。その間にでる間伐材や実は現在廃棄物として処理されている。この膨大な量の廃棄物の有効利用方法を開発することで、省資源化高付加価値化を目指した。カヤが示すスーパーオキシドアニオン消去活性(SOSA)に着目し、果実から二種、根から二種の SOSA 関与物質を単離同定した。そのうち二種は新規化合物であった。また、根部からも抗酸化物質として新規化合物 2 つの単離に成功した。

2) ピーマンに含まれるフラボノイド配糖体の有効利用

ピーマンの葉にルテオリン二配糖体が多量に存在する事実を見出したことから、これを容易に精製する技術の開発をめざす。また、ピーマンの葉から上記ルテオリン二配糖体のほか、ルテオリン一配糖体、稀少分枝糖アピオースの容易な製造方法を開発すると共に、ルテオリン二配糖体生産能の高い品種の探索および栽培方法の開発、ルテオリン類を用いた機能性食品の開発を目指し、これらの産業利用の方法を探索する。

3) 農林産物の低温順応機構を利用した新規細胞透過性耐凍剤の開発

冬期に寒冷となる地域の植物は低温に順応する機構を有しており、一部の植物では細胞内に氷晶形成阻害物質を蓄積する。これらの物質の中には、細胞の凍結保存に有効な補助物質として期待できるものが含まれると考えられる。そこで本研究では、植物ポリフェノールポリマーに由来する物質が哺乳動物胚のガラス化保存後の生存性に及ぼす効果についてしらべた。マウス胚の凍結に用いられているエチレングリコールをベースとしたガラス化保存液 EFS 液、EFS 液から高分子物質である Ficoll PM-70 をのぞいた ES 液、ES 液に植物ポリフェノールポリマー由来物質を添加した ESO 液を作製し、これらの溶液を用いてマウス桑実胚をガラス化凍結し、融解後の生存性をしらべた。冷却過程で保存液に氷晶が形成されなかった高濃度(40%)のエチレングリコールを含む EFS40 液、ES40 液および ESO40 液では、凍結・融解後の胚の生存率が高く、特に ESO40 液ではすべての胚が生存していた。しかしながら、冷却過程で保存液中に氷晶が形成される低濃度(20%)のエチレングリコールを含む ESO20 液では、EFS20 液や ES20 液と比べて、凍結・融解後の生存率はかえって低かった。以上の結果から、植物ポリフェノールポリマー由来物質は、弱いながらもガラス化凍結胚の生存性に効果があると考えられた。

4) 農産物が有する揮発性化合物を利用した高度トレーサビリティ技術の開発

植物の芳香を司る揮発性化合物の組成、及びエナンチオマー比は、同一種であっても品種間あるいは生育環境によって異なることを利用して、高知県産品のブランド力の維持発展につながる品種特定、生産地特定技術の開発を目指す。

5) ニラの有効利用

高知県が国内生産高 1 位を誇るニラの機能性の解明に取り組んだ。本研究では特に、ニラの特徴的な香りに寄与している含硫化合物の抗菌活性について明らかとした。現在ニラは生鮮青果物としての出荷が主であるが、本研究の成果により機能性素材としての道が拓

かれるものと期待される。

6) 微細藻の有効利用

高知県海洋深層水を利用した大量培養が試みられている微細藻デュナリエラの機能性の解明に取り組んだ。現在、デュナリエラは β -カロテンの供給源として産業的に生産されているが、本研究の成果により、 β -カロテン以外の機能性物質の存在が明らかとなったため、従来とは異なるデュナリエラの利活用方法が発展するものと推察される。

7) 地域資源の機能性分析法の開発

地域資源の高度有効利用の実現にはその機能性の解明が重要な役割を果たすが、簡便な分析法が存在しないゆえに、研究の進行が妨げられるケースがある。従って、本研究では、ニーズに応じた簡易機能性分析法の開発に取り組んでいる。本研究の成果により、地域資源の高度有効利用の実現に向けた研究の効率を向上させることが可能となる。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計5編)

1. Trang V. T., Takeuchi H., Kudo H., Katsuno S., Shimamura T., Kashiwagi T., Son V. H., Sugiura T., and Ukeda H.: *In Vitro* Antimicrobial Activity of Aminoreductone against the Pathogenic Bacteria Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59** (16), 8953-8960, 2011.
2. Kudo H., Takeuchi H., Shimamura T., Kadota Y., Sugiura T., Ukeda H.: *In vitro* anti-*Helicobacter pylori* activity of Chinese chive (*Allium tuberosum*). *Food Science and Technology Research*, **17** (6), 505-513, 2011.
3. Morishita K., Takeuchi H., Morimoto N., Shimamura T., Kadota Y., Tsuda M., Taniguchi T., Ukeda H., Yamamoto T., Sugiura T.: Superoxide dismutase activity of *Helicobacter pylori per se* from 158 clinical isolates and the characteristics. *Microbiology and Immunology*, in press.
4. Shinsuke Seki, Keisuke Edashige, Sakiko Wada, Peter Mazur: Effect of the expression of aquaporins 1 and 3 in mouse oocytes and compacted 8-cell embryos on the nucleation temperature for intracellular ice formation. *Reproduction*, **142** (4), 505-515, 2011.
5. Bo Jin, Yasunori Kawai, Takao Hara, Shoko Takeda, Shinsuke Seki, Yu-ichi Nakata, Kazutsugu Matsukawa, Chihiro Koshimoto, Magosaburo Kasai, Keisuke Edashige: Pathway for the Movement of Water and Cryoprotectants in Bovine Oocytes and Embryos. *Biology of Reproduction*, **85**(4), 834-847, 2011.

(2) 学会発表等 (計9件)

1. Trang, V. T., Takeuchi, H., Kudo, H., Shimamura, T., Kashiwagi, T., Katsuno, S., Son, V. H., Sugiura, T., Ukeda, H.: *In vitro* Antimicrobial Activity of Aminoreductone against Pathogenic Bacteria Methicillin-resistant *Staphylococcus*

- aureus* (MRSA), 111th General Meeting of the American Society for Microbiology, New Orleans, LA, 2011/5/21-24.
2. Kudo H., Takeuchi, H., Shimamura, T., Kashiwagi, T., Sugiura, T., Ukeda, H.: Anti-*Helicobacter pylori* activity of Chinese chive (*Allium tuberosum*), 111th General Meeting of the American Society for Microbiology, New Orleans, LA, 2011/5/21-24.
 3. Morishita, K., Takeuchi, H., Shimamura, T., Morimoto, N., Kadota, Y., Tsuda, M., Taniguchi, T., Ukeda, H., Sugiura, T., Yamamoto, T.: Superoxide dismutase (SOD) of *Helicobacter pylori* clinical isolates from patient with gastroduodenal diseases, International union of microbiological societies 2011 Congress, Sapporo, Japan, 2011/9/6-10.
 4. 工藤勇人, 竹内啓晃, 杉浦哲朗, 島村智子, 受田浩之: ニラ由来抗菌性物質の抗 *Helicobacter pylori* 活性, 第 58 回 日本臨床検査医学会学術集会, 岡山, 2011/11/17-20.
 5. 松田岳大, 工藤勇人, 花崎金行, 金枝栄寿, 竹中裕行, 山口裕司, 津嶋貴弘, 林芳弘, 島村智子, 柏木丈拵, 受田浩之: 海洋深層水を利用した *Dunaliella salina* の産業的大量培養方法の確立, 日本農芸化学会 2012 年度大会, 京都, 2012/3/22-26.
 6. 工藤勇人, 柏木丈拵, 青木章敏, 島村智子, 山口裕司, 竹中裕行, 竹内啓晃, 杉浦哲朗, 受田浩之: 微細藻 *Dunaliella salina* の有する抗ピロリ菌活性, 日本農芸化学会 2012 年度大会, 京都, 2012/3/22-26.
 7. 枝重圭祐: EFS を用いた胚の凍結保存. LAS セミナー2「胚・精子の凍結保存」. 第 58 回日本実験動物学会総会, 2011 年 5 月 25~27 日, タワーホール船堀, 江戸川区 (国内).
 8. Keisuke Edashige, Yohei Yamaji, Shinsuke Seki, Kazutsugu Matsukawa, Chihiro Koshimoto, Magosaburo Kasai: Developmental Ability of Vitrified Mouse Oocytes Expressing Water Channels. The 48th Annual Meeting of the Society for Cryobiology, July 24-27, 2011, The LaSells Stewart Center on the campus of Oregon State University, Corvallis, Oregon (国際).
 9. 田仲梨絵, 有村隼, 松川和嗣, 葛西孫三郎, 枝重圭祐: 未熟なゼブラフィッシュ卵子の低温生物学的特性. 第 104 回日本繁殖生物学会大会, 2011 年 9 月 15 日~17 日, いわて県情報交流センター・アイーナ, 盛岡市 (国内)

(3) 著書・総説 (計 1 編)

1. Takeuchi, H., Shimamura, T., Kudo, H., Ukeda, H., Sugiura, T. : Antimicrobial Activity of Natural Products and Food Components, *Current Research in Agriculture and Food Chemistry*, 1, 1-12 (2012).

(4) 講演会, 報告会等 (計 0 件)

(5) 特許 (計 1 件)

1. 柏木丈拈, 受田浩之, 島村智子, 青木章敏, 竹内啓晃, 山口裕司, 竹中裕行: 有機化合物, 有機化合物の製造方法, 及び抗ピロリ菌剤, 特願 2011-82248.

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 0 件)

(8) 外部資金 (計 25,054 千円)

1. 島村智子:平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金(若手研究 B), ニラのピロリ菌増殖効果と関与成分の解明, 代表, ¥1,690,000 (直接経費 ¥1,300,000 円, 間接経費 ¥390,000)
2. 枝重圭祐:平成 23 年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究 B)「内在性水チャンネルの人為的誘導と開閉による哺乳動物卵子の耐凍性向上」, 代表, ¥8,580,000 (直接経費 ¥6,600,000, 間接経費 ¥1,980,000)
3. 枝重圭祐:平成 23 年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究 B)「魚類の卵子和卵巣の凍結保存法の開発」, 分担, ¥910,000 (直接経費 ¥700,000, 間接経費 ¥210,000)
4. 枝重圭祐:平成 23 年度日本学術振興会科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金(挑戦的萌芽研究)「生命現象の多様性を科学する新しい研究基盤の開発:日本固有齧歯類の実験動物化の試み」, 分担, ¥195,000 (直接経費 ¥150,000, 間接経費 ¥45,000)
5. 枝重圭祐:文部科学省イノベーションシステム整備事業「持続可能な“えひめ発”日本型養殖モデルの創出」, 分担, ¥1,749,000 (直接経費 ¥1,590,000, 間接経費 ¥159,000)
6. 金 哲史(分担):平成 23 年度高知県産学官連携産業創出研究推進事業「県産未利用有用植物の活用に向けた農商工医連携基盤の構築と事業化モデル」, 分担, ¥5,000,000 (直接経費 ¥4,500,000, 間接経費 ¥500,000)
7. 金 哲史(代表)、柏木 丈拈、加藤伸一郎(分担):平成 23 年度地域研究成果事業化支援事業助成金,「カヤ(榎)からの有用成分抽出と安全性の高い機能製品の開発」, ¥12,400,000 のうち高知大学配分 ¥4,500,000 (直接経費 ¥4,500,000, 間接経費 ¥0)
8. 金 哲史:奨学寄付金 辻製油株式会社、生理活性物質に関する研究 ¥2,430,000

(9) 共同研究, 連携研究, 事業活動等の題目

- 1) 枝重圭祐: Factors affecting ice formation in cells and their relevance to cryopreservation. 合衆国国立衛生研究所科研費の下請け契約(テネシー大学)による分担研究(研究代表者: Peter Mazur 博士)

(10) その他

該当なし

VI.研究業績

課 題	原著論文	著書・総説	学会発表	報道	特許出願	獲得外資 (千円)
1A, 1B	9	0	47	0	2	3,590
2A	18	3	18	1	0	15,468
2B	0	0	5	0	0	3,330
3A	4	1	3	0	0	6,040
3B	4	1	10	0	0	8,840
4A	2	1	8	2	0	4,054
4B	5	1	9	0	0	25,054
合 計	42	7	100	3	2	66,376

獲得外資(千円):内訳

課題	科学研究費	受託・共同 研究費	奨学寄付金	その他	合計(千円)
1A, 1B	2,990	0	600	0	3,590
2A	5,070	3,790	4,608	2,000	15,468
2B	3,330	0	0	0	3,330
3A	3,640	400	2,000	0	6,040
3B	8,840	0	0	0	8,840
4A	1,170	1,684	0	1,200	4,054
4B	11,375	11,249	2,430	0	25,054
合計	36,415	17,123	9,638	3,200	66,376