

年度計画管理番号：19

平成22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」



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23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、「植物健康基礎医学研究センター」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。詳細については、IV. 研究組織を参照）。研究成果は、学術論文54編、著書・総説9編、学会発表等118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、50,485千円であった。研究者1名あたり約2.84編の論文等を作成し、約2,657千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、その目標を十分に達成したと総括される。

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、4 名の研究者により構成された研究組織である。平成 22 年度の本課題の成果は、学術論文 8 編、著書・総説 3 編、学会発表 31 回、外部資金額 8,100 千円 (内訳 ; 科学研究費 6,500 千円、寄付金など 600 千円) であった。研究者 1 人あたり、2 編の論文、0.75 編の著書・総説、7.75 回の学会発表、2,004 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 22 年度の本課題の成果は、学術論文 21 編、著書・総説 2 編、学会発表 21 回、外部資金額 15,913 千円 (内訳 ; 科学研究費 4,940 千円、共同・受託研究費 4,943 千円、寄付金など 6,030 千円) であった。研究者 1 人あたり、3.5 編の論文、0.33 編の著書・総説、3.5 回の学会発表、2,769 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、4 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 22 年度の本課題の成果は、学術論文 12 編、著書・総説 1 編、学会発表 9 回、外部資金額 4,042 千円 (内訳 ; 科学研究費 910 千円、共同・受託研究費 1,300 千円、寄付金など 1,832 千円) であった。研究者 1 人あたり、3 編の論文、0.25 編の著書・総説、2.25 回の学会発表、1,010 千円の外部資金を獲得したことになる。4 名の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を対象に研究を展開している。まだ端緒に就いたばかりの研究項目もあるが、得られた研究の成果や業績数から判断し、当初の目標を十分に達成したと総括される。

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 22 年度の本課題の成果は、学術論文 13 編、著書・総説 3 編、学会発表 24 回、外部資金額 22,430 千円 (内訳 ; 科学研究費 3,580 千円、共同・受託研究費 18,350 千円、寄付金など 500 千円) であった。研究者 1 人あたり、2.16 編の論文、0.5 編の著書・総説、4 回の学会発表、3,783 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、当初の目標を十分に達成したと総括される。

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、分子遺伝学的な手法と分子進化学的手法を用いて、植物病原菌の病原性とその適応進化について網羅的な解明を行う。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*)、植物糸状菌である黒枯病菌 (*Corynespora cassiicola*) 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、感染成立過程において機能する病原性関連遺伝子とそれらの発現プロファイルに関するインベントリーの作成とともに、それら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) 植物細菌

植物細菌は、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。

そこで, 植物擬似培地を開発し, 青枯病菌日本株のゲノム解析を独自に行い, それらの情報を基に, 植物擬似培地におけるトランスクリプトーム解析を実施した。その結果, 青枯病菌の病原性関連遺伝子の発現が, 植物への感染過程ごとに巧妙に制御されており, 植物への侵入直後の細胞間隙に生存する青枯病菌では病原性の質的決定が行われ, その後導管に侵入した青枯病菌では病原性の量的な制御が行われていることを明らかにした。青枯病は, 導管病であり, これまで, 導管における青枯病菌と植物との相互作用が着目されてきたが, 細胞間隙に生存する青枯病菌と植物との相互作用が, 青枯病の発病の有無を支配することを世界に先駆けて明らかにした。現在, 植物へ侵入直後の青枯病菌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ている。さらに, トランスクリプトーム解析より新たに明らかになった病原性関連候補遺伝子について, その機能について網羅的に解析をすすめている。

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, 病原性分化を示すと想定された。そこで, 部分的なゲノム解析を独自に行い, それらの情報を基に, 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* 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。現在, 腐敗病菌の病原性分化に関わる PAI の同定と PAI に含まれる遺伝子の機能解析を行っている。

2) 植物糸状菌

黒枯病菌は多犯性であり, その病原性の分化は著しく, 分類学的な混乱を招くとともに, 宿主範囲の拡大は近年, 施設園芸栽培において重要な問題となっている。そこで, 黒枯病菌日本株の再分類を行うとともに, 黒枯病菌日本株の分子系分化と分子系統には一定の相関があることを明らかにし, これらの結果を基に, β -チューブリン遺伝子, TEF1- α 遺伝子, カルモジュリン遺伝子およびアクチン遺伝子の部分塩基配列解析あるいは random amplified polymorphic DNA 解析による宿主範囲特定技術を開発した。

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示唆した。現在, 細胞間移行と全身移行に関わるレプリカーゼ遺伝子領域の同定と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に対する基礎抵抗性誘導メカニズムと感受性メカニズム、レタス腐敗病におけるプログラム自己細胞死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) 青枯病

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。とくに、青枯病菌感染によるタバコ植物における細胞膜リン脂質系代謝の変動は、青枯病感受性誘導に関わ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阻害に関わることを明らかにした。現在、細胞膜リン脂質系代謝の青枯病感受性誘導に関わるメカニズム解析を行っており、感受性誘導阻害による青枯病抵抗性タバコ作出の目途がついている。

2) レタス腐敗病

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。

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 (*L1*, *L1a*, *L2*, *L2b*, *L3* および *L4*) 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 *L1a* 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 8 編)

1. Yoshifumi Shimomo, Toyozo Sato, Hiroshi Hojo, Yasuaki Morita, Shigeharu Takeuchi, Hirofumi Mizumoto, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: Discrimination of *Corynespora cassiicola* sweet pepper-pathogenic isolates among Japanese isolates based on their pathogenic and genetic variation. *Plant Pathology*, 60, 253-260, 2011 (Impact factor: 2.368).
2. Yong Zhang, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, Kouhei Ohnishi. *prhKLM* encode novel activators of the *hrp* regulon and are required for tomato pathogenesis in *Ralstonia solanacearum*. *FEMS Microbiology Letter* 317, 75-82, 2011 (Impact factor: 2.199).
3. Reiko Tomita, Masaru Sakamoto, Jun Murai, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, Kazumi Suzuki, Kappei Kobayashi: Genetic basis for the hierarchical interaction between tobamoviruses and *L* resistance gene alleles from different pepper species. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 24, 108-117, 2011 (Impact factor: 4.407)
4. Jiansong Ju, Shujing Xu, Yukio Furukawa, Yong Zhang, Haruo Misono, Tohru Minamino, Keiichi Namba, Baohua Zhao, Kouhei Ohnishi: Correlation between catalytic activity and monomer-dimer equilibrium of bacterial alanine racemases. *Journal of Biochemistry*, 149, 83-89, 2011 (Impact factor: 1.945).
5. Hiroyuki Mizumoto, Kentaro Kimura, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: The 126-and/or 183-kDa replicases or their coding regions are responsible both for inefficient local and systemic movements of *Paprika mild mottle virus* Japanese strain in tomato plants. *Virus Research*, 153, 205-211, 2010 (Impact factor: 2.563).
6. Miyamoto E., Tanioka Y., Nishizawa-Yokoi A., Yabuta Y., Ohnishi K., Misono H., Shigeoka S., Nakano Y., Watanabe F.: Characterization of methylmalonyl-CoA mutase involved in the propionate photoassimilation of *Euglena gracilis* Z. *Arch. Microbiol.*, 192, 437-446, 2010 (Impact factor: 2.125)
7. Tanioka Y., Miyamoto E., Yabuta Y., Ohnishi K., Fujita T., Yamaji R., Misono H., Shigeoka S., Nakano Y., Inui H., Watanabe F.: Methyladeninylcobamide functions as the cofactor of methionine synthase in a Cyanobacterium, *Spirulina platensis* NIES-39. *FEBS Lett.*, 584, 3223-3226, 2010 (Impact factor: 3.541)
8. Milimo Maimbo, Kouhei Ohnishi, Yasufumi Hikichi, Hirofumi Yoshioka, Akinori Kiba: S glycoprotein-like protein regulates defense responses in *Nicotiana* plants against *Ralstonia solanacearum*. *Plant Physiology*, 152, 2023-2035, 2010 (Impact

factor: 6.982).

(2) 学会発表等 (計 31 回)

1. 木村謙太郎, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: レプリカーゼ遺伝子における一塩基置換によるトマト植物での *Paprika mild mottle virus* 日本株の細胞間移行能と全身移行能に対する影響. 日本植物病理学会平成 22 年度関西西部会, 福井市, 9 月 30-10 月 1 日, 2010
2. 芝伸健, 大西浩平, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: トランスクリプトーム解析による *Ralstoniasolanacearum* の病原性関連遺伝子の探索法の開発. 日本植物病理学会平成 22 年度関西西部会, 福井市, 9 月 30-10 月 1 日, 2010
3. 中村郁美, 水本祐之, 富田麗子, 木場章範, 小林括平, 曳地康史: 高温での抵抗性遺伝子 *L^{la}* による過敏感反応の誘導に関与する *Tobacco mild green mosaic virus* 日本株の外被タンパク質領域の同定. 日本植物病理学会平成 22 年度関西西部会, 福井市, 9 月 30-10 月 1 日, 2010
4. 水本祐之, 富田麗子, 木場章範, 小林括平, 曳地康史: トバモウイルス抵抗性遺伝子 *L^{la}* の高温機能性を決定するアミノ酸領域の探索. 日本植物病理学会平成 22 年度関西西部会, 福井市, 9 月 30-10 月 1 日, 2010
5. Masayuki Tanaka, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: An aldehyde dehydrogenase gene and a phosphinothricin N-acetyltransferase gene compose of a pathogenicity island with *hrp* genes of *Pseudomonas cichorii*. 1st Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation, 宮崎市, 9 月 20-24 日, 2010
6. Yui Hikida, Masayuki Tanaka, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: *Pseudomonas viridiflava*, a causal agent of bacterial rot of lettuce, requires both a pectatylase gene and *hrp* genes for its virulence. 1st Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation, 宮崎市, 9 月 20-24 日, 2010
7. Kentaro Kimura, Hiroyuki Mizumoto, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: Replicase genes of *Paprika mild mottle virus* are responsible for viral systemic movement in a different manner for local movement in tomato plants. 1st Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation, 宮崎市, 9 月 20-24 日, 2010
8. Masayuki Tanaka, Hitoshi Nakayashiki, Hiroyuki Mizumoto, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: An aldehyde dehydrogenase gene and a phosphinothricin N-acetyltransferase gene compose of a pathogenicity island with *hrp* genes and are implicated in virulence of *Pseudomonas cichorii*, independently of *hrp* genes. 8th International Conference on *Pseudomonas syringae* and related pathogen, Oxford, 8 月 31 日-9 月 3 日, 2010
9. Yong Zhang, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, Kouhei Ohnishi: Functional analysis of activator protein PrhG in *Ralstoniasolanacearum*. 日本細菌学会第 4 回若手コロッセウム, 伊豆市, 8 月 26-28 日, 2010

10. 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* のレタスに対する病原性への *pectatelyase* 遺伝子と *hrp* 遺伝子の関与. 日本細菌学会第4回若手コロッセウム, 伊豆市, 8月26-28日, 2010
11. 曳地康史, 吉用武史, 張勇, 大西浩平, 木場章範: *Ralstonia solanacearum* の病原性関連遺伝子のグローバルな発現制御システムの解析. 日本細菌学会第4回若手コロッセウム, 伊豆市, 8月26-28日, 2010
12. Yong Zhang, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi, Kouhei Ohnishi: *rsc2169*, *2170* and *2171* are necessary for *hrpregulon* and pathogenicity in *Ralstoniasolanacearum*. 日本細菌学会第83回総会, 横浜市, 3月27-29日, 2010
13. Yasufumi Hikichi, Takeshi Yoshimochi, Yong Zang, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba: Global infectious strategy of *Ralstonia solanacearum* on host plants, 日本細菌学会第83回総会, 横浜市, 3月27-29日, 2010
14. Masayuki Tanaka, UllahWali, KouheiOhnishi,AkinoriKiba, Yasufumi Hikichi: Implication of *aldH* located in PAI in pathogenicity of *Pseudomonas cichorii*, independently on *hrp*. 日本細菌学会第83回総会, 横浜市, 3月27-29日, 2010
15. Wali Ullah, Masayuki Tanaka, Kouhei Ohnishi, Akinori Kiba, Yasufumi Hikichi: Involvement of *hrcC* and *aldH* in pathogenicity of *Pseudomonas cichorii* on *Asteraceae* plants. 日本植物病理学会平成22年度大会, 京都市, 4月18-20日, 2010
16. 木村謙太郎, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史: レプリカーゼ遺伝子における1塩基置換により, *Paprika mild mottle virus* はトマト植物で効率よく細胞間移行する. 日本植物病理学会平成22年度大会, 京都市, 4月18-20日, 2010
17. Zhang, Y., Chen L, Kiba A., Hikichi, Y., Ohnishi, K.: In planta analysis of *hrp* regulon expression regulated by HrpG and PrhG in *Ralstonia solanacearum*. 平成22年度日本植物病理学会大会, 京都市, 4月19日, 2010
18. 伊藤慎, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: NbSGT1, NbRAR1 および NbHSP90 は青枯病菌による萎凋症状の進展に関与する. 平成22年度日本植物病理学会大会, 京都市, 4月19日, 2010
19. 疋田惟, 田中将之, 大西浩平, 木場章範, 曳地康史: *Pseudomonas viridiflava* の病原性分化への *pel* と *hrp* の関与. 平成22年度日本植物病理学会大会, 京都市, 4月19日, 2010
20. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: ホスファチジン酸分解酵素である NbPAP は病害感受性誘導因子である. 平成22年度日本植物病理学会大会, 京都市, 4月19日, 2010
21. Akinori Kiba: A *sec14P* phospholipids transfer protein regulates plant immunity in *Nicotiana* plants in response to phytopathogenic bacteria. 1st Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation, 宮崎市, 9月20-24日, 2010
22. Hiroyuki Mizumoto, Akinori Kiba, Reiko Tomita, Kappei Kobayashi, Yasufumi Hikichi: Analysis of the functional domains in *L^{1a}Tobamovirus* resistance protein from *Capsicum* plant for induction of virus resistance at high temperature. 1st

Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation, 宮崎市, 9月
20-24日, 2010

23. Ikumi Nakamura, Hiroyuki Mizumoto, Akinori Kiba, Reiko Tomita, Kappei Kobayashi, Yasufumi Hikichi: Identification of *Tobacco mild green mosaic virus* coat protein domain involved in the temperature-independent *L1a* gene-mediated resistance in *Capsicum* plants. 1st Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation, 宮崎市, 9月 20-24日, 2010
24. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: スファチジン酸脱リン酸化酵素は活性酸素種とジャスモン酸情報伝達経路の抑制を介して感受性を郵送する. 日本植物病理学会平成22年度植物感染生理談話会, 唐津市, 8月 18-20日, 2010
25. 伊藤慎, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: SGT1 と HSP90 は *Nicotianabenthamiana* 青枯病菌の親和性相互作用において, 防御応答の抑制に関与する. 日本植物病理学会平成22年度植物感染生理談話会, 唐津市, 8月 18-20日, 2010
26. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: NbPAP は *Nicotiana* 植物の病害感受性遺伝子である. 日本植物生理学会第51回年会, 熊本市, 3月 18-21日, 2010
27. 木場章範, 大西浩平, 吉岡博文, 曳地康史: リン脂質代謝系は *Nicotiana* 植物の防御応答の制御に関与する. 日本植物生理学会第51回年会, 熊本市, 3月 18-21日, 2010
28. 富田麗子, 水本祐之, 木場章範, 曳地康史, 小林括平: *Capsicum* 属植物 L 抵抗性タンパク質によるトバモウウイルス外被タンパク質の認識におけるタンパク質間相互作用. 日本植物病理学会平成22年度大会, 京都市, 4月 18-20日, 2010
29. 水本祐之, 富田麗子, 木場章範, 小林括平, 曳地康史: カプシクム属植物がもつトバモウウイルス抵抗性遺伝子 L1a の高温機能性は Leucine-rich repeat 領域にある 2 アミノ酸により決定されている. 日本植物病理学会平成22年度大会, 京都市, 4月 18-20日, 2010
30. 中村郁美, 水本祐之, 富田麗子, 木場章範, 小林括平, 曳地康史: ピーマンの高温機能性抵抗性遺伝子 L1a による抵抗性誘導に関与する *Tobacco mild green mosaic virus* 外被タンパク質領域の同定. 日本植物病理学会平成22年度大会, 京都市, 4月 18-20日, 2010
31. 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: ミャンマー国で採取された *Capsicum* 属植物のピーマン黒枯病に対する抵抗性. 日本植物病理学会平成22年度大会, 京都市, 4月 18-20日, 2010

(3) 著書・総説 (計3編)

1. 渡邊雄一郎, 曳地康史: 植物をねらう生物の戦略と植物の防御戦略. 遺伝, エヌ・ディー・エス, 渡邊雄一郎, 曳地康史 編, 印刷中, 2010
2. 曳地康史, 吉用武史, 張勇, 大西浩平, 木場章範: 宿主植物への感染過程に応じた青枯病菌の感染戦略. 植物防疫, 日本植物防疫協会, pp96-100, 2010
3. 木場章範, 中野真人, 伊藤慎, Maimbo Milimo, 大西浩平, 吉岡博文, 水本祐之, 曳地康史: 病害抵抗性・感受性決定に関わる植物の感染応答機構. 植物感染生理談話会

(4) 講演会, 報告会等 (計5件)

1. 曳地康史, 吉用武史, 神田絢美, 中野真人, 張 勇, 大西浩平, 木場章範: Global infectious strategy of *Ralstoniasolanacearum* on host plants. 日本植物生理学会第51回年会シンポジウム11 防御と共生: 植物-微生物相互作用に見る普遍性と特殊性, 熊本市, 3月18-21日, 2010
2. 曳地康史, 大西浩平, 水本祐之, 木場章範: 感受性の成立に関わる侵入直後の青枯病菌と宿主植物との相互作用. 日本植物病理学会平成22年度大会課題別シンポジウム - 植物-微生物相互作用の分子解析の最前線-, 京都市, 4月18-20日, 2010
3. 曳地康史, 前田由紀子, 大西浩平, 木場章範: イネもみ枯細菌病菌のGyrAのアミノ酸置換はoxolinic acid耐性とイネ体での生存適応に関与する. 第20回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム, 京都市, 4月21日, 2010
4. 木場章範, 中野真人, 伊藤慎, Maimbo Milimo, 大西浩平, 吉岡博文, 水本祐之, 曳地康史: 病害抵抗性・感受性決定に関わる植物の感染応答機構, 植物病理学会平成22年度植物感染生理談話会, 平成22年8月18-20日, 佐賀県唐津市 虹ノ松原ホテル
5. 曳地康史, 中野真人, 伊藤慎, 張勲, 吉用武史, 神田絢美, 水本祐之, 大西浩平, 木場章範: 青枯病菌の感染戦略と宿主応答, 第12回植物バイテクシンポジウム, 平成23年2月24日, 京都府京都市 京都府立大学

(5) 特許 (計0件)

(6) 受賞等 (計1件)

1. 中野真人, 大西浩平, 曳地康史, 木場章範: 日本植物病理学会平成22年度植物感染生理談話会ポスター発表賞, 2010年8月18-20日

(7) 報道 (計0件)

(8) 外部資金 (計8,100千円)

1. 曳地康史: 奨学寄付金 (住友化学), 植物細菌病の防除技術開発. 直接経費¥558,000, 間接経費¥42,000
2. 曳地康史: 科学研究費補助金 基盤研究 (B), 植物細菌の種の確立に伴う病原性遺伝子の彷徨と多様性に関する適応進化的解析. 直接経費¥2,500,000, 間接経費¥750,000
3. 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. 直接経費¥1,200,000, 間接経費¥360,000
4. 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. 直接経費¥1,300,000, 間接経費¥390,000
5. 水本祐之: 財団法人国際科学技術財団 研究助成, 植物が潜在的に持つ高温機能性免疫機構の解析, 直接接経費¥1,000,000

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)

研究協力者 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。

その中で、まず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天敵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検討した。クロヒョウタンカスミカメに動物餌なしで、バジルの葉や花を与えたときの生存の可能性を調べるために、バジルの葉、花、花粉除去した花のいずれかを羽化後 24 時間以内の雌雄個体に与えて、生存期間を調べた。その結果、葉、花、花粉除去した花での生存日数はそれぞれ 2.9 日、19.5 日、14.1 日で、花を与えたときの生存日数が有意に長くなった。このことからクロヒョウタンカスミカメはバジルの花、特に花粉から生存に必要な栄養を受けていると考えられた。動物質の餌がある場合とない場合で、クロヒョウタンカスミカメのバジルにおける部位別の滞在率に違いが出るかどうかを調査したところ、羽化後 24 時間以内のクロヒョウタンカスミカメ成虫 10 頭に動物質の餌(ブライインシュリンプ耐久卵)付きのバジルと、餌なしのバジルをそれぞれ与え、部位別滞在率を記録した。その結果、動物質の餌がある場合では花にはほとんど滞在しなかったが、動物質の餌がない場合では実験開始 3 日目以降から約 4 割の個体が花に滞在していた。従って、クロヒョウタンカスミカメは動物質の餌がない場合にバジルの花を餌としている可能性が示唆された。また、クロヒョウタンカスミカメのバジルにおける産卵部位選好性について、羽化後 10-20 日のクロヒョウタンカスミカメ成虫の雌雄各 5 頭にバジルを与え、部位別に産卵数を記録した。その結果、植物体で一番柔らかい花穂に最も多く産卵していた。また、茎のような硬い部位であっても、傷などで傷んでいる場所には産卵したことから、産卵部位として植物体の柔らかい部位を選好することが分かった。クロヒョウタンカスミカメのバジルにおける産卵数と、孵化した 1 齢幼虫がバジルのみで発育可能かどうかを調査するために、羽化後 10-20 日のクロヒョウタンカスミカメにバジルを与え、産卵数を記録し、孵化した 1 齢幼虫については花の咲いたバジル上で発育を追跡した。その結果、バジルにおける産卵数は、最小で 21 頭、最大で 85 頭であった。また、花の咲いたバジル上で発育した 1 齢幼虫は全体のうち 43.3%が成虫まで成長できた。これらの結果から、クロヒョウタンカスミカメはバジルでも十分世代を残すことができ、また花の咲いたバジルで 1 齢幼

虫から成虫まで成長できる可能性が示された。これらの結果、クロヒョウタンカスミカメはバジルの花のある環境下で産卵し、発育も可能であることから、バジルはバンカープランツとして利用可能であると考えられた。今後はクロヒョウタンカスミカメが誘引作用を受けているバジルの花の物質の解明や、ハウスにバンカープランツとしてバジルを導入したときの有効性の実地試験が必要であると思われた。

また、クロヒョウタンカスミカメについては未解明であった餌選好性について、ミナミキイロアザミウマ、カンザワハダニ、タバココナジラミの中から、2種類を同時に与えることによって調査した。その結果、本種は特に顕著な餌選好性を示さなかったが、ミナミキイロアザミウマと他2種害虫の組み合わせでは、供試個体によってどちらか一方を主に食する傾向が見られ、餌の学習効果の可能性が考えられた。

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、ビニールハウス栽培のシソにおけるマデイラコナカイガラムシの防除試験を行い、幼虫の大量放飼がコナカイガラの防除に有効であることを明らかにした。また、本種の放飼方法としては輸入資材であるヤマトクサカゲロウで行われている幼虫放飼よりも、卵放飼の方が一度に大量の個体を放飼することが可能であり、実用の可能性を見いだした。

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、健康食品をして利用されているスクアレンおよびビタミンEの園芸害虫に対する防除活性を見出し特許の申請を行った（特許公開2010-209062：半翅目害虫、アザミウマ目害虫、またはダニ目害虫に対する防除剤）。実用化に資するためにさら広範囲な防除活性の検索を行いモモアカアブラムシ、ナミハダニ（黄緑型）、ホコリダニなどへの防除活性が確認された。本剤はカメムシ類（ホオズキカメムシ・シラホシカメムシ）などへの殺虫活性が確認されないことから天敵に対して影響はないものと考えられ実用可能と推測された。これらの成果をイノベーション・ジャパン（9月・東京）に出展し、技術移転先企業のリクルートを行うとともに情報の社会還元を行った。さらに精油や、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おこないチョウ目および甲虫目の害虫の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は JST（A-step：探索タイプ）の支援をも受けて研究を進め、多くの害虫の防除に利用可能であることが判明し、特許申請の準備をおこなっている。

2. 研究業績

(1) 原著論文（計19編）

1. Katsura Ito, Hiroshi Nishikawa, Takuji Shimada, Kohei Ogawa, Yukio Minamiya, Hiroshi Hayakawa, Tatsuya Fukuda, Ryo Arakawa: Molecular identification of genotypes of *Pilophorus typicus* (Heteroptera: Miridae) in Japan using PCR-RFLP analysis of mitochondrial DNA. *Environment Control in Biology*, 48, 191-195, 2010
2. Andres Felipe Montoya-Alvarez, Katsura Ito, Kengo Nakahira, Ryo Arakawa: Functional response of *Chrysoperla nipponensis* and *C. carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) to the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Applied Entomology and Zoology*, 45(1), 201-206, 2010

3. Katsura Ito: Sensitivity of immature and adult stages to the host plant in diapause induction of *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, DOI 10.1007/s10493-010-9342-3, 2010
4. Nakahira Kengo, Ryoya Kashitani, Masafumi Tomoda, Rika Kodama, Katsura Ito, Satoshi Yamanaka, Mitsutoshi Momoshita, Ryo Arakawa: Side effects of vegetable pesticides on a predatory mirid bug, *Pilophorus typicus* Distant (Heteroptera: Miridae). *Applied Entomology and Zoology*, 45(2), 239-243, 2010
5. Hiroshi Nishikawa, Takuji Shimada, Kengo Nakahira, Ryo Arakawa: Thermal effect on the development and reproduction of an indigenous mirid bug, *Pilophorus typicus* Distant (Heteroptera: Miridae), a potential biological control agent in Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 45(2), 313-318, 2010
6. Katsura Ito: Overwintering survival and postdiapause fecundity in a population of the Kanzawa spider mite *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) on *Orixa japonica* (Rutaceae). *Experimental and Applied Acarology*, in press, 2010
7. Nemoto T, Yokoyama J, Fukuda T, Iokawa Y, Ohashi H: Phylogeny of Lespedeza (Leguminosae) based on chloroplast trnL-trnF sequences. *Journal of Japanese Botany*, 85, 213-229, 2010
8. Hiroshi Hayakawa, Tetsuya Kobayashi, Yukio Minamiya, Katsura Ito, Akira Miyazaki, Tatsuya Fukuda, Yoshinori Yamamoto: Molecular identification of Turmeric (*Curcuma longa* L.) with a high content of curcumin. *The Journal of Japanese Botany*, 85(5), 85, 263-269, 2010
9. 木村拓郎・荒川良: 高知県において誘引トラップで捕獲したスズメバチ属の種構成とスズメバチネジレバネの寄生率. *げんせい*, 86, 17-23, 2010
10. 荒川良・前蘭剛: クロマダラソテツシジミの寄生蜂の記録. *げんせい*, 86, 44, 2010
11. Hayakawa H, Hamachi H, Muramatsu Y, Hirata A, Minamiya Y, Matsuyama K, Ito K, Yokoyama J, Fukuda T: Interspecific hybrid between *Arisaema sikokianum* Franch. et Savat. and *A. tosaense* Makino (Araceae) revealed from chloroplast and nuclear DNA comparisons. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* 61, 57-63. 2010
12. 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, (in press) 2011
13. 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
14. 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, (in press) 2011

15. 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, (in press) 2011
16. 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, (in press) 2011
17. 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, (in press) 2011
18. 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, (in press) 2011
19. Kengo Nakahira, Ryoya Kashitani, Masafumi Tomoda, Rika Kodama, Katsura Ito, Satoshi Yamanaka, Mitsutoshi Momoshita, Ryo Arakawa and Masami Takagi. Systemic Nicotinoid Toxicity against the Predatory Mirid *Pilophorus typicus*: Residual Side Effect and Evidence for Plant Sucking. *Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University* 56: 53-55, 2011.

(2) 学会発表等 (計 16 回)

1. 早川宗志、小林徹也、南谷幸雄、伊藤桂、宮崎彰、福田達哉、山本由徳: ウコンの高クルクミン含有系統の分子同定, 日本育種学会第 117 回大会, 京都府, 3 月, 2010
2. 荒川良・竹内真梨子・友田真文・児玉梨花・中平賢吾・伊藤桂: 土着天敵クロヒョウタンカスミカメの飼育におけるブラインシュリンブ耐久卵の有効性, 日本応用動物昆虫学会第 54 回大会, 千葉市, 3 月 26-28 日, 2010
3. 伊藤桂、西川洋史、中平賢吾、児玉梨花、友田真文、島田拓治、小川浩平、福田達哉、荒川良: クロヒョウタンカスミカメの 2 系統間における塩基配列変異と生殖和合性. 日本応用動物昆虫学会第 54 回大会, 千葉市, 3 月 26-28 日, 2010
4. 小川浩平・荒川良 イエバエに寄生する土着寄生蜂ハエヤドリコガネコバチの増殖における加熱処理寄主の有効性. 日本応用動物昆虫学会第 54 回大会, 千葉市, 3 月 26-28 日, 2010
5. Andres Felipe Montoya Alvalez・伊藤桂・中平賢吾・荒川良: ニッポンクサカゲロウとヤマトクサカゲロウのワタアブラムシに対する機能の反応. 日本応用動物昆虫学会第 54 回大会, 千葉市, 3 月 26-28 日, 2010
6. 手林慎一・下神晴可・金 哲史・及川 彰・斉藤和季: オカボノクロアブラムシのアキニレにおけるゴール形成. 日本応用動物昆虫学会第 54 回大会, 千葉市, 3 月 26-28 日, 2010

7. 池澤舞・荒川良：トンボ成虫に外部寄生する'トンボダニカ'について. 第 49 回日本昆虫学会四国支部大会, 松山市, 7 月 24 日, 2010
8. 尾崎由理・荒川良：高知大学農学部構内におけるハグロトンボの個体数推定. 第 49 回日本昆虫学会四国支部大会, 松山市, 7 月 24 日, 2010
9. モントーヤ・フェリペ・荒川良：ニッポンクサカゲロウの休眠における温度と日長の効果. 日本昆虫学会大会第 70 回大会, 山形市, 9 月 18-20 日, 2010
10. 室井美和子・早川宗志・濱地秀徳・松山佳那子・宮田晴希・大賀教平・村松優子・齋藤倫広・横山潤・福田達哉：シュンランの葉と花における形態変異の相関関係. 日本育種学会四国談話会第 75 回講演会, 松山市, 2010 年 11 月 25-26 日.
11. 松山佳那子・村松優子・横山菜々子・室井美和子・早川宗志・福田達哉：テンナンショウ属植物の性転換に関する研究. 日本育種学会四国談話会第 75 回講演会, 松山市, 2010 年 11 月 25-26 日.
12. 室井美和子・早川宗志・伊藤桂・横山潤・福田達哉：マメ科植物の左右相称花形成に関する形態学的及び解剖学的研究. 日本育種学会四国談話会第 75 回講演会, 松山市, 2010 年 11 月 25-26 日.
13. 早川宗志・小林徹也・南谷幸雄・青木佑允・齋藤倫広・伊藤桂・宮崎彰・山本由徳・福田達哉：ウコンのクルクミン含有率の変異は他のウコン属植物との雑種形成に起因する. 日本作物学会四国支部会第 47 回大会, 松山市, 2010 年 11 月 25-26 日.
14. 荒川良・伊藤桂・福田達哉・児玉幸信：2010 年高知県におけるオオミノガヤドリバエの寄生状況の観察例. 第 55 回日本応用動物昆虫学会大会, 福岡市, 2011 年 3 月 27-29 日.
15. 手林慎一・下山亮輔・及川 彰・斉藤和季：オカボノクロアブラムシのアキニレにおけるゴール形成と植物成分の変化, 第 45 回植物化学調節学会大会, 神戸, 2010 年 11 月 1-2 日.
16. Shinichi Tebayashi, Ryu Wakui, Masanori Horie, Yoshichika Nishimura, Yoshihide Nishiyama, Yasunori Ikeno, Chul-Sa Kim, Li Jing; Host selection of a Lauraceae-feeding swallowtail butterfly (*Graphium sarpedon* L.): feeding and oviposition stimulants from the camphor tree leaves (*Cinnamomum camphora* Sieb), PACIFICHEM2010: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Honolulu, Hawaii, USA, 2010 年 12 月 16-21 日

(3) 著書・総説 (計 2 編)

1. 福田達哉：ラジオで花を見てみよう。“Liberation ---高知大学ラジオ公開講座読本---”, 中島出版, 高知大学ラジオ公開講座企画編集プロジェクト編, 114-126, 2010
2. 手林慎一：植物がもつ防御物質。“農家が教える農薬に頼らない病虫害防除ハンドブック”, 農文協, 農文協編, 66-69, 2010

(4) 講演会, 報告会等 (計 6 件)

1. 荒川良：“知”と”地”の協奏 地域貢献を目指す高知発の科学技術～ J S T イノベーション

ンサテライト高知 研究成果報告会～ 育成研究成果報告① 天敵も地産地消で！－施設園芸における土着天敵の開発利用－，～クロヒョウタンカスミカメを利用した施設果菜類の害虫防除方法の確立～，2010年9月9日高知新阪急ホテル"

2. 荒川良：夏休み企画展「土佐の昆虫」，横倉山自然の森博物館，高知県の有望土着天敵を展示，2010年7月24日～9月5日
3. 荒川良：共同研究（高知県農業技術センター），施設栽培葉ジソ（オオバ）の総合的害虫管理技術の確立，2010年4月～2011年3月．
4. 荒川良：高知県における土着天敵を利用した施設果菜類の害虫防除の現状，平成22年度近畿中国四国農業試験研究推進会議 生産環境推進部会 問題別研究会 「高度管理手法による作物病虫害制御技術」基調講演，2011年3月1-3日
5. 伊藤桂：これからの休眠生態学、第55回日本応用動物昆虫学会 小集会（ハダニ談話会）2011年3月27日～29日．
6. 手林慎一：健康商品を利用した害虫防除 ー体によい農薬ー，イノベーションジャパン2010，2010年9月29日～10月1日

（5）特許（計2件）

1. 特許公開 2010-1237：B T剤の殺虫効果を低減化させる影響を回避する方法及び防除剤：金 哲史、手林慎一、田辺博司、志佐倫子
2. 特許公開 2010-209062：半翅目害虫、アザミウマ目害虫、またはダニ目害虫に対する防除剤：手林慎一、金哲史

（6）受賞等（計0件）

（7）報道（計2件）

1. 荒川良：カメムシで害虫駆除．読売新聞(高知版)，2010年8月17日朝刊
2. 荒川良：天敵農法やがん研究 科学技術振興機構高知市で報告会．高知新聞，2010年9月10日朝刊

（8）外部資金（計14,185千円）

1. 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¥1,800,000，間接経費¥540,000
2. 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．¥1,700,000
3. 手林慎一：日本学術振興会科学研究費補助金（若手研究B），日本産アゲハチョウと寄主植物との共進化の化学的解明：アオスジアゲハの産卵刺激物質．直接経費¥1,300,000，間接経費¥390,000
4. 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．¥2,593,500
5. 荒川良：日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究C），オオミノガヤドリバエの寄主利用戦略ーなぜ高知でオオミノガが絶滅しないのかー．直接経費¥700,000，間接経費¥210,000

6. 荒川良：高知大学学長裁量経費，高知県の施設園芸の害虫防除で利用されている土着天敵の増殖・展示室開設. ¥3,600,000
7. 手林慎一：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：甘味料を用いた保存食品害虫防除技術の開発，直接経費¥500,000，間接経費¥150,000

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2編）

1. Takuro Nishina, Chu Ngoc Kien, Nguyen Van Noi, Ha Minh Ngoc, Chul-Sa Kim, Sota Tanaka, Kōzō Iwasaki: Pesticide residues in soils, sediments, and vegetables in the Red River Delta, northern Vietnam. *Environ. Monit. Assess.* 169, 285-297, 2010
2. Hiroshi Hoshiba, Jumpei Uchiyama, Shin-ichiro Kato, Takako Ujihara, Asako Muraoka, Masanori Daibata, Hiroshi Wakiguchi, Shigenobu Matsuzaki: Isolation and characterization of a novel *Staphylococcus aureus* bacteriophage, φMR25, and its therapeutic potential. *Arch. Virol.* 155(4), 545-552, 2010

（2）学会発表等（計5件）

1. 西岡寛美、下神晴可、田中久美子、吉井三賀、廣瀬正和、金 哲史：カヤ（*Torreya nucifera*）に含まれる機能性成分について。日本農芸化学会中四国支部例会、松山市、1月23日、2010
2. Yuan Son, Kumiko Tanaka, Masakazu Hirose, Mika Yoshii, Chul-Sa Kim, Antifeedants against *Thrips palmi* from *Solidago altissima*. 日本農芸化学会中四国支部例会、松山市、1月23日、2010
3. 吉井三賀、西野華菜、岩本恒平、田中久美子、廣瀬正和、金 哲史，ワタアブラムシの

寄主転換に関する化学生態学的研究, 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会、千葉市、3 月 26 日-28 日 2010

4. 廣瀬正和、田中久美子、吉井三賀、安井 秀、金 哲史、植物二次代謝成分変化からのツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子の機能解明、第 54 回日本応用動物昆虫学会大会、千葉市、3 月 26 日-28 日 2010
5. 戸田恭平、田中久美子、廣瀬正和、吉井三賀、金 哲史、セジロウンカに含まれる殺卵誘導物質の解明、第 54 回日本応用動物昆虫学会大会、千葉市、3 月 26 日-28 日 2010

(3) 著書・総説 (計 0 編)

(4) 講演会, 報告会等 (計 0 件)

(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 2,430 千円)

1. 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

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．

高知県長岡郡高知県本山町の山下一穂氏は，山下農園において，長期間にわたり無農薬有機栽培を実践してきた．また，同氏が塾長を務める「有機のがっこうー土佐自然塾」では，無農薬有機栽培の普及に取り組んでいる．そのような山下式有機農法は，有機農業の成功事例として全国的にも注目を集めている．そこで，圃場管理法の一つである堆肥と雑草の鋤き込み栽培を研究対象として取り上げ，それらの組み合わせによる試験区を設けることにより，土壌物理性に及ぼす影響について検討した．その結果，雑草の鋤き込みは交換性カリウムの供給源となるとともに，土壌の気相率を高め，仮比重を小さくする効果があること，堆肥の施用は継続的な窒素供給源となると同時に，耐水性団粒の平均重量直径値を低下させる効果があることが見出された．一方，水稻栽培では，冬期湛水栽培法が実践されている．同栽培法では，トロトロ層と呼ばれる土層が表面に形成され，小動物などの生物相が豊かになると言われている．そこで，水田土壌を採取し，水稻根圏に生息する土壌細菌相についての研究を行った．採取土壌の酸化還元電位は -200mV 以下であり嫌気性細菌の生存に適していたことから，クロストリジウム属細菌の集積培養，単離を試みた．特にセルロースを炭素源としてアセトンーブタノールーエタノール（ABE）発酵を行う細菌の単離を目指した．その結果，多数の ABE 発酵を行うクロストリジウム属細菌を単離することができたが，いずれもセルロースを資化することはできなかった．他方で，ABE 発酵は行わないが，セルロースを資化するクロストリジウム属細菌の存在も確認できたため，両者による混合培養を行った．その結果，まずセルロース資化菌によってセルロースをオリゴ糖に変換後，ABE 発酵菌が利用することで発酵産物のブタノールの生産を行うことが見出された．

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の解明を試みた．その結果，研究地の土壌は孔隙に富み，火入れ時の灰中の養分は大孔隙を通過したものは速やかに溶脱

されるが、小孔隙を通過したものは表層土壌に吸着保持されたと推察された。表層土による吸着保持について、灰中の塩基性陽イオンが土壌中に浸透し、まず表層土の交換座に吸着され、交換座が飽和された後に、一価のカリウムが陽イオン交換により表層土から次表層土に移動する現象がみられた、このような陽イオン移動の際の対イオンは、火入れ直後は硫酸イオンであるが、しだいに硝酸イオンの寄与が増加することも明らかとなった。今後は土壌の微生物性を含めた検討を行う予定である。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 10 編)

1. Takashi Kotegawa, Sota Tanaka, Katsutoshi Sakurai: Soil characteristics under lowland rice field in an intermountain basin of northern Laos. ペドロジスト (受理)
2. Sota Tanaka, Yusuke Shibahara, Atsushi Torii, 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 (受理)
3. Feroze A. Bhuiyan, Shinji Nagata and Kouhei Ohnishi. Dissimilatory sulfite reductase genes in marine sediments of eutrophic inner bay in Japan. *International Journal of BioResearch* (2011) in press.
4. F.A. Bhuiyan, S. Nagata and K. Ohnishi. Novel chitinase genes from metagenomic DNA prepared from marine sediments in southwest Japan. *Pakistan Journal of Biological Sciences* doi: 10.3923/pjbs.2011
5. Tida Ge, San'an Nie, Jinshui Wu, Jianlin Shen, He'ai Xiao, Chengli Tong, Danfeng Huang, Yun Hong, and Kozo Iwasaki: Chemical properties, microbial biomass, and activity differ between soils of organic and conventional horticultural systems under greenhouse and open field management: a case study. *J. Soils Sediments*, DOI 10.1007/s11368-010-0293-4 (2010)
6. Tida Ge, San'an Nie, Yun Hong, Jinshui Wu, He'ai Xiao, Chengli Tong, Kozo Iwasaki: Soluble organic nitrogen pools in greenhouse and open field horticultural soils under organic and conventional management: A case study. *European Journal of Soil Biology*, doi:10.1016/j.ejsobi.2010.07.001 (2010)
7. Takashi Kotegawa, Sinsuke Tomita, Yasuyuki Kono, Sota Tanaka and Katsutoshi Sakurai: Soil fertility and rice productivity in an intermountain basin of northern Laos. ペドロジスト 54(2) 93-103, 2010
8. Sota Tanaka, Thanakorn Lattirasuvan, Kenji Nakamoto, Chalathorn Sritulanon, Katsutoshi Sakurai: Soil fertility status under various types of upland farming in northern Thailand. I. A case study of a village located in a transitional zone of hill evergreen and mixed deciduous forests. *Tropics*, 18(4), 185-199, 2010
9. Thanakorn Lattirasuvan, Sota Tanaka, Kenji Nakamoto, Daisuke Hattori, Katsutoshi Sakurai: Ecological characteristics of home gardens in northern

Thailand. *Tropics, Tropics*, 18(4), 171-184, 2010

10. Jatindra N. Bhakta, Kouhei Ohnishi, Yukihiro Munekage and Kozo Iwasaki: Isolation and Probiotic Characterization of Arsenic-Resistant Lactic Acid Bacteria for Uptaking Arsenic. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 71, 188-195, 2010

(2) 学会発表等 (計 6 件)

1. Mohd Effendi Wasli, Sota Tanaka, Joseph Jawa Kendawang, Arifin Abdu, Katsutoshi Sakurai, Shabdin Mohd Long. *Soils and Vegetation of Natural Forests and Secondary Fallow Forests within Batang Ai National Park Boundary, Sarawak, Malaysia*. 第 4 回黒潮圏科学国際シンポジウム, 高知大学, 2010 年 11 月 7 日
2. 西垣直哉, 兵頭一星, 大西浩平: *Clostridium* 属細菌の共培養によるセルロースからのブタノール生産の試み. 日本農芸化学会中四国支部大会, 香川, 9 月 25 日, 2010
3. 田中壮太, 山下垂須加, 小山真知子, 櫻井克年: 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 1 報. 焼畑の概要. 日本土壤肥料学会北海道大会, 札幌市, 9 月 8 日, 2010
4. 山下垂須加, 田中壮太, 小山真知子, 櫻井克年: 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 2 報. 初年度の土壤養分変化. 日本土壤肥料学会北海道大会, 札幌市, 9 月 8 日, 2010
5. 桑尾昌宏, 山本岳彦, 岩崎貢三, 田中壮太: 有機栽培圃場における雑草と堆肥の鋤き込みが, 土壤の団粒構造に及ぼす影響—高知県長岡郡本山町での事例—. 日本土壤肥料学会関西支部会, 神戸市, 12 月 10 日, 2010
6. 洪 云, 葛 体達, 岩崎貢三: 中国上海市周辺の有機栽培圃場における微量元素の動態. 日本土壤肥料学会関西支部会, 神戸市, 12 月 10 日, 2010

(3) 著書・総説 (計 0 編)

(4) 講演会, 報告会等 (計 0 件)

(5) 特許 (計 0 件)

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 1 件)

1. 田中壮太: 「現代型焼き畑」地域ブランドに. 朝日新聞, 2010 年 8 月 16 日朝刊

(8) 外部資金 (計 332 千円)

1. 田中壮太: 井上石灰工業株式会社. トマト栽培に関する研究. ¥332,500

3 B 「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．

近年のキュウリ栽培は，ブルームレス台木の使用が主流となっているが，高知県でブルームレス台木の導入された 1990 年頃には，マンガン過剰症が多発し問題となった．これには，ブルームレス台木カボチャのケイ素吸収能力が低いことが関係していることが，これまでの研究で明らかにされているが，双子葉植物のケイ素吸収機構は明らかにされていない．そこで，岡山大学との共同研究で，台木カボチャ 2 品種のケイ酸吸収機構を解明した．その結果，ブルームレス台木カボチャでは，根に存在するケイ酸内向きトランスポーターの 242 番目のアミノ酸が V から P に変異し，ケイ酸吸収能が失われていることが明らかとなり，今年度，その結果を *Plant Journal* (IP: 6.946) に投稿し受理された．

一方，高知県香長平野は，1970 年ごろまで水稻二期作が盛んに行われた地域であり，水稻は，高知県の特産作物と呼んでも過言ではない．水稻は，他の植物と比べて著しく高いマンガン集積能力を持つ．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．そこで今年度から，イネのマンガン集積の分子機構を明らかにする研究に着手した．その結果，イネ地上部に由来する cDNA ライブラリーから，酵母のマンガン感受性を相補する輸送体遺伝子を同定した．この遺伝子は主に地上部で発現しており，ORF に Tos17 が挿入されたミュータントでは，地上部のマンガン濃度が野生株の半分近くに低下した．パーティクルガンによりタマネギの表皮細胞に GFP 融合タンパク質を発現させたところ，液胞膜となんらかの小胞への局在が認められた．また，この遺伝子のホモログからマンガン輸送に関与するものを複数単離し，現在これらの遺伝子について機能解析を進めているところである．

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*) について，重金属集積機構に関与するタンパク質の同定を試みている．その結果，カドミウム処理により 20 ほどのタンパク質が特異的に発現誘導されていることが明らかになった．そのうち発現誘導が著しい *plant defensin 1.3* については，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．宿主大腸菌内において *plant defensin 1.3* は封入体を形成し不溶性画分に高発現していたため，塩酸グアニジン存在下で精製を行ったのちリフォールディング処理を行った．得られた精製標品については抗真菌活性の評価を通じて立体構造の再生を確認するとともに重金属結合能などの機能解析を進めている．

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計3編)

1. Namiki Mitani, Naoki Yamaji, Yukiko Ago, Kozo Iwasaki and Jian Feng Ma: Isolation and functional characterization of an influx silicon transporter in two pumpkin cultivars contrasting in silicon accumulation. *Plant J.* doi: 10.1111/j.1365-313X.2011.04483.x, 2011
2. Chu N. KIEN, Nguyen V. NOI, Le T. SON, Ha M. NGOC, Sota TANAKA, Takuro NISHINA and Kozo IWASAKI: Heavy metal contamination of agricultural soils around a chromite mine in Vietnam. *Soil Science and Plant Nutrition* 56, 344-356, 2010

(2) 学会発表等 (計3件)

1. 加藤伸一郎, 梅川美紗, 浜田朋江, 相川良雄, 岩崎貢三: Molecular characterization of plant defensin from *Arabidopsis thaliana*. 日本分子生物学会年会・日本生化学会大会 合同大会, 神戸市, 12月7日, 2010
2. 岩崎貢三, Kien Chu Ngoc, Noi Nguyen Van, Son Le Thanh, 野田倫代, 田中壮太: Accumulation of heavy metals in rice plants growing around a chromite mining area in Vietnam. 日本土壌肥料学会北海道大会, 札幌市, 9月7日, 2010
3. B.T.Q. Trang, K. Iwasaki, C.N. Kien, N.V. Noi: Metal contamination of agricultural soils near waste disposal facility in Hanoi, Vietnam. 日本土壌肥料学会関西支部会, 神戸市, 12月10日, 2010

(3) 著書・総説 (計1編)

1. 岩崎貢三: 第3章 植物の必須元素, 栄養元素, 5.3)マンガン, “植物栄養学 第2版”, 文永堂出版, 間藤徹, 馬建鋒, 藤原徹編, 148-155, 2010

(4) 講演会, 報告会等 (計0件)

(5) 特許 (計0件)

(6) 受賞等 (計1件)

1. 岩崎貢三: エスペック環境研究奨励賞, エスペック株式会社, 2010年8月18日.

(7) 報道 (計0件)

(8) 外部資金 (計3710千円)

1. 加藤伸一郎: 日本学術振興会科学研究費補助金 (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, 直接経費¥700,000, 間接経費¥210,000

2. 加藤伸一郎：独立行政法人科学技術振興機構研究成果最適展開支援事業（A-STEP），新奇酵素を利用したホモシステインの簡便かつ安価な定量試薬の開発．直接経費¥1,000,000，間接経費¥300,000
3. 上野大勢、陳宗慧：（財）倉田記念日立科学技術財団（倉田奨励金），イネの高マンガン集積を担う新規輸送体の同定と機能解明，直接経費¥1,000,000
4. 岩崎貢三：公益信託エスベック地球環境研究・技術基金，ベトナム・ハノイにおける廃棄物処分場周辺の農耕地土壌の保全と安全な食料生産環境の創造． ¥500,000

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。また、低ピルビン酸生産能や高アルコール耐性を有する清酒酵母を、既存の優良酵母を親株として育種した。さらに、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の検討を開始した。これらの研究の成果をもとに国内学会で7件の一般講演を行った。

2) β -グルカンを高生産する黒酵母の分離と特性評価

黒酵母は成長の過程で様々に細胞形態を変化させ、その生活環は非常に複雑である。そのため、黒酵母に機能性多糖 β -グルカンを安定して生産させるのは非常に難しく、優良菌株の保存も困難であることが産業利用する為のボトルネックとなっている。これらの課題を克服するため、黒酵母の生活環の解明に取り組み、その研究成果を生物工学会誌に投稿し受理された。また、培地成分による黒酵母の細胞形態の変化や機能性多糖の定量に有効な微生物酵素の探索に関する研究成果をもとに国内学会で5件の一般講演を行った。

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

光学活性フェニルセリン (PS) はパーキンソン病治療薬などの医薬品原料として有用であるが、分子内に2つの不斉炭素を持ち、4種類の立体異性体が存在するため、高い光学純度で合成することが難しい。そこで、自然界からの PS 資化性細菌の分離を試み、PS の4種類の立体異性体のうち1種類のみを識別する D-PS デアミナーゼを持つ細菌の分離に成功した。さらに、D-PS デアミナーゼ遺伝子の同定と遺伝子産物の分子機能解析を行った。これらの成果を *Applied Microbiology and Biotechnology* 誌に投稿し受理された。また、L-PS に立体特異的に作用する新奇微生物酵素 L-PS 脱水素酵素を発見し、本酵素の分子機能を解析し、研究成果を *Enzyme Research* 誌に投稿し受理された。さらに、我々が発見した PS アルドラーゼ遺伝子上流域に本酵素の発現制御を司るタンパク質 Reg-psald をコードす

る遺伝子見出し、*reg-psald* 遺伝子を用いた大腸菌遺伝子発現系を構築して、有用物質生産における本発現系の有効性について示し、これらの研究成果をビタミン誌に投稿し受理された。これらの課題に関連する研究成果をもとに国内学会で4件の一般講演を行った。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計4編)

1. Sakuko Ueshima, Hisashi Muramatsu, Takanori Nakajima, Hiroaki Yamamoto, Shin-ichiro Kato, Haruo Misono, and Shinji Nagata: Identification, cloning, and characterization of L-phenylserine dehydrogenase from *Pseudomonas syringae* NK-15. *Enzyme Research*, doi:10.4061/2010/597010, 2010
2. 村松久司、上島左久子、山本浩明、加藤伸一郎、味園春雄、永田信治 ピリドキサール 5'-リン酸依存性フェニルセリンアルドラーゼの発現を制御するタンパク質 Reg-psald の同定とその利用, *ビタミン*, 84(2), 37-45, 2010
3. 宮脇香織、寺尾啓吾、山北真一、高橋佐知、池上裕倫、藤井昇、尾仲隆、村松久司、永田信治: *Aureobasidium pullulans* における機能性 β -グルカン生産と細胞形態の関係, *生物工学会誌*, 88(12), 634-641, 2010
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(1), 159-172, 2011

(2) 学会発表等 (計16回)

1. 木村有希、井上寿子、須藤千賀、茂野光正、上東治彦、加藤麗奈、村松久司、永田信治: 発酵食品に適した実用酵母の探索と利用. 日本農芸化学会 2010 年度大会, 東京, 3月27-30日, 2010
2. 宮脇香織、寺尾啓吾、松尾知佳、山本純史、高橋佐知、池上裕倫、村松久司、永田信治: 黒酵母における機能性 β -グルカン生産と細胞形態に及ぼす窒素源の効果. 日本農芸化学会 2010 年度大会, 東京, 3月27-30日, 2010
3. 井上寿子、川崎紗知、木村有希、徳井あすみ、穴井直博、村松久司、永田信治: 動物餌料によるプロバイオティクスを目指した動物由来の乳酸菌の分離. 日本農芸化学会 2010 年度大会, 東京, 3月27-30日, 2010
4. 市田英雄、村上潤、村松久司、上東治彦、加藤麗奈、永田信治: 清酒酵母のアルコール耐性株及びピルビン酸低産生株の育種. 日本農芸化学会 2010 年度大会, 東京, 3月27-30日, 2010
5. 清野由佳、宮脇香織、松岡靖子、和田いくみ、中谷麻衣、池上裕倫、村松久司、永田信治: 機能性 β -1,3-1,6-グルカンの特異的定量法の開発. 日本農芸化学会 2010 年度大会, 東京, 3月27-30日, 2010
6. 村松久司、鈴木裕理、今井岳志、加藤伸一郎、山本浩明、永田信治: D-フェニルセリン

デアミナーゼの探索, 日本農芸化学会 2010 年度大会, 東京, 3 月 27-30 日, 2010

7. 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：食餌利用を目指した植物性バイオマス由来の乳酸菌の分離、日本農芸化学会中四国支部大会、香川、9 月 25 日、2010
8. 宮脇香織、山本純史、松尾知佳、村松久司、永田信治： β -1,3-1,6-グルカンを生産する黒酵母 *Aureobasidium pullulans* の細胞形態について、日本農芸化学会中四国支部大会、香川、9 月 25 日、2010
9. 松井祐士、山川 匠、村松久司、永田信治：ランダム変異導入による *N*-メチル-L-アミノ酸脱水素酵素の改変、日本農芸化学会中四国支部大会、香川、9 月 25 日、2010
10. 松岡靖子、清野由佳、和田いくみ、宮脇香織、中谷麻衣、村松久司、永田信治：機能性 β -1,3-1,6-グルカンの特異的に分解する微生物の分離と評価、日本農芸化学会中四国支部大会、香川、9 月 25 日、2010
11. 村上潤、市田英雄、加藤麗奈、上東治彦、村松久司、永田信治：芋や栗の加工後の規格外品を利用した焼酎醸造法の検討、日本農芸化学会中四国支部大会、香川、9 月 25 日、2010
12. 木村有希、穴井直博、須藤千賀、井上寿子、村松久司、永田信治：様々な動物の腸内環境を利用した有用酵母の探索、日本農芸化学会中四国支部大会、香川、9 月 25 日、2010
13. 村松久司、鈴木裕理、今井岳志、尾崎旬、松井裕士、加藤伸一郎、大西浩平、上田桃子、山本浩明、永田信治：*Arthrobacter* sp. TKS1 由来 D-フェニルセリンデアミナーゼの諸性質、日本分子生物学会年会、日本生化学会大会合同大会、神戸、12 月 7-10 日、2010
14. 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 2011 年度大会, 京都, 3 月 25-28 日, 2011
15. 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 2011 年度大会, 京都, 3 月 25-28 日, 2011
16. 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 2011 年度大会, 京都, 3 月 25-28 日, 2011

(3) 著書・総説 (計 1 編)

1. 永田信治：不思議の国のマコモ、まこも草子 100 号記念誌、(株) マコモ、6-7、2010

(4) 講演会、報告会等 (計 15 件)

1. 村松久司：財団法人野田産業科学研究所主催、「野田産研研究助成」研究成果報告会、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構築をめざして-、2010 年 5 月 31 日、東京會館

2. 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、2010年6月2日～8日、新宿タカシマヤ
3. 永田信治：紀伊国屋書店新宿南店、学市学座、食生活に役立つβグルカンを作る黒酵母の不思議。2010年6月2日、紀伊国屋書店新宿南店
4. 永田信治：紀伊国屋書店新宿南店、学市学座、微生物が醸した発酵茶「基石茶」を育てた暮らしの不思議、2010年6月3日、紀伊国屋書店新宿南店
5. 永田信治：株式会社アデカ、講演会、高知県産の黒酵母・野生酵母・乳酸菌を利用した商品開発とその可能性、2010年8月3日、アデカ本社
6. 石塚悟史、永田信治：日本化学会中四国支部主催、おもしろワクワク化学の世界 '10 高知化学展、微生物の不思議な分子を使った水質浄化実験、2010年8月28日～30日、高知会館
7. 永田信治：NPO フードサイエンスファクトリー主催、講演会、なぜ美味しい野生酵母パンのひみつ、2010年9月4日、天使大学
8. 永田信治：大阪国際見本市委員会主催、フードテック 2010・国際食品産業展 2010 大阪、微生物βグルカンを利用した機能性食品と野生酵母を用いた製パン法、2010年9月7～10日、インテックス大阪
9. 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、野生酵母による発酵力と香気性を高めた新しい製パンの開発、2010年9月9日、高知新阪急ホテル
10. 永田信治：高知県産業地域振興推進部、食品加工生産管理高度化研修講演会、食と健康と環境に役立つ高知生まれの微生物、2010年9月28日、高知県工業技術センター
11. 永田信治：高知大学農学部教養講座、秋の自然体験講演会、食と微生物～発酵を利用した生活の知恵、2010年10月9日、南国市立大篠公民館
12. 永田信治：名古屋大学産業生命工学研究分野、講演会、産学連携の光と影～研究者が忘れること、2010年10月14日、名古屋大学農学部
13. 永田信治：社団法人高知県食品衛生協会主催、食品衛生指導員研修支部大会・講演会、地域の人と文化と生活を支える微生物、2010年11月18日、須崎市立市民文化会館
14. 永田信治：農林水産省主催、アグリビジネス創出フェア、プロバイオティクス素材としての乳酸菌の探索、2010年11月24～26日、幕張メッセ
15. 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 2010、①黒酵母βグルカンを利用した機能性食品、②植物性廃棄物の乳酸発酵を利用した餌料開発、③野生酵母を利用した製パンと醸造利用、④四国の伝統的な植物利用と発酵、2010年12月8日、岡山コンベンションセンター

(5) 特許 (計2件)

1. 永田信治、村松久司：特許公開 2010-41957：β-1, 3-1, 6-グルカンの定量方法
2. 村松久司、永田信治：特許公開 2010-187658：D-フェニルセリンデアミナーゼ及びその利用

(6) 受賞等 (計0件)

(7) 報道 (計8件)

1. 永田信治：事典～日本の大学ブランド商品 (2010年4月16日発行)、高知大学ブランド紹介 (ロールケーキ「くるり」、やさしいゆず酒など)、日外アソシエーツ、紀伊国屋書店、
2. 永田信治：サライ 2010年7月号増刊号 (2010年5月20日発行)、美味サライ、大学は美味しい (やさしいゆず酒とロールケーキ「くるり」)、小学館
3. 応用微生物学研究室 (永田信治)：新宿タカシマヤ案内 (2010年6月2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」)、
4. 永田信治：紀伊国屋書店南新宿店案内 (2010年6月2日発行)、学市学座、紀伊国屋書店
5. 永田信治：お料理@LEE vol.1. (2010年9月7日発行)、大学発の味をマークせよ (やさしいゆず酒)、集英社
6. 永田信治：日経ヘルスブルミエ 12月号 (2010年10月15日発行)、大学発の食の成果 (ロールケーキ「くるり」とやさしいゆず酒)、日経BP
7. 永田信治：高知新聞朝刊 (2010年12月30日発行)、酵母に興味津々・高岡中生ら学ぶ～土佐市で出前科学授業、高知新聞社
8. 応用微生物学研究室 (永田信治)：大阪タカシマヤ案内(2011年3月16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」)

(8) 外部資金 (計3,760千円)

1. 永田信治：共同研究 (株式会社ソフィ)、新規単離株を用いたアウレオバシジウム培養液の製造とその有効成分の分析及び評価、¥1,650,000
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、¥500,000
3. 永田信治 (代表)・村松久司：奨学寄付金 (ダイセル化学工業株式会社)、「アミノ酸、アミン関連酵素ライブラリーの拡充」に関する研究、¥500,000
4. 村松久司：日本学術振興会科学研究費補助金 (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、直接経費¥900,000, 間接経費¥210,000

4B「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)

研究協力者 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に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す。

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

耐凍性が低い細胞の凍結保存法を改良するために、作物や樹木が冬期に低温順応して凍害を防止する過程で蓄積する細胞内氷晶形成阻害物質を調べ、細胞透過性耐凍剤の補助効果が期待できる新規物質を探索する。

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。

2. 研究業績

(1) 原著論文 (計 9 編)

1. Bo Jin, Keiji Mochida, Atsuo Ogura, Eri Hotta, Yukiko Kobayashi, Kaori Ito, Go Egawa, Shinsuke Seki, Hiroshi Honda, Keisuke Edashige, Magosaburo Kasai: Equilibrium vitrification of mouse embryos. *Biology of Reproduction*, 82(2), 444-450, 2010.
2. Shinsuke Seki, Toshimitsu Kouya, Ryoma Tsuchiya, Delgado M. Valdez Jr., Bo Jin, Chihiro Koshimoto, Magosaburo Kasai, Keisuke Edashige: Cryobiological properties of immature zebrafish oocytes assessed by their ability to be fertilized and develop into hatching embryos. *Cryobiology*, 62(1) 8-14, 2011.

3. Yohei Yamaji, Shinsuke Seki, Kazutsugu Matsukawa, Chihiro Koshimoto, Magosaburo Kasai, Keisuke Edashige: Developmental Ability of Vitrified Mouse Oocytes Expressing Water Channels. *The Journal of Reproduction and Development*, doi:10.1262/jrd.10-201M (in press)
4. Takehiro KASHIWAGI, Nguyen Thi Lan Phi, Masayoshi Sawamura: Compositional changes in yuzu (*Citrus junos*) steam-distilled oil and effects of antioxidants on oil quality during storage *Food Science and Technology Research*, 16(1), 51-58, 2010
5. Takayuki Yamada, Takehiro Kashiwagi, Masayoshi Sawamura, Masayuki Maki: Floral differentiation among insular and mainland populations of *Weigela coraeensis* (Caprifoliaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 288:113–125, 2010
6. 深田陽久、樋口智美、柏木丈拵、妹尾歩美、高桑史明、森岡克司、沢村正義、益本俊郎：ゆず果汁添加試料を給与したブリにおける血合筋の褐変抑制と筋肉中からのユズ香気成分の検出, *日本水産学会誌*, 76(4) 678-685, 2010
7. Hayato Kudo, Tamitake Itoh, Takehiro Kashiwagi, Mitsuru Ishikawa, Hiroaki Takeuchi, and Hiroyuki Ukeda: Surface enhanced Raman scattering spectroscopy of Ag nanoparticle aggregates directly photo-reduced on pathogenic bacterium (*Helicobacter pylori*), (in Press)
8. Jing LI, Ryu WAKUI, Shin-ichi TEBAYASHI, and Chul-Sa KIM: Volatile Attractants for the Common Bluebottle, *Graphium sarpedon nipponum*, from the Host, *Cinnamomum camphora*, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, in press
9. Jing Li, Ryu Wakui, Masanori Horie, Yoshichika Nishimura, Yoshihide Nishiyama, Yasunori Ikeno, Shin-ichi Tebayashi, and Chul-Sa Kim, Feeding Stimulant in *Cinnamomum camphora* for the Common Bluebottle, *Graphium sarpedon nipponum* (Lepidoptera: Papilionidae), *Zeitschrift für Naturforschung*, in press

(2) 学会発表等 (計 8 件)

1. Keisuke Edashige, Shinsuke Seki, Hayato Arimura, Kan Matsuo, Yu-ichi Nakata, Bo Jin, Chihiro Koshimoto, Magosaburo Kasai: The role of aquaporin 9 in the movement of Me2SO and acetamide in mouse morulae. *The Society for Cryobiology*, Bristol, 7月17～20日, 2010
2. Keisuke Edashige, Shinsuke Seki, Hayato Arimura, Kan Matsuo, Yu-ichi Nakata, Bo Jin, Kazutsugu Matsukawa, Chihiro Koshimoto, Magosaburo Kasai: Aquaporin 9 facilitates the movement of DMSO and acetamide through the plasma membrane in mouse morulae. 第15回中国畜産獣医学会 (動物繁殖分会), 天津, 8月15～18日, 2010
3. 有村隼、中田裕一、関信輔、松尾完、金波、松川和嗣、葛西孫三郎、枝重圭祐: マウスの卵子および胚への耐凍剤透過における Aquaporin 9 の役割. 日本繁殖生物学会, 和田市, 9月2～4日, 2010

4. 柏木丈拈, 松本結香, 島村智子, 森山洋憲, 受田浩之: 碁石茶に含まれる抗酸化成分の解明、日本食品科学工学会 第 57 回大会、東京、9 月 1 日-3 日 2010
5. 浅井孝則・柏木丈拈・吉金 優・東谷望史・沢村正義: ユズ精油中のフラノクマリン類の GC-MS による分析、第 54 回香料・テルペンおよび精油科学に関する討論会、甲府市、10 月 23-24 日 2010
6. 工藤勇人、原暢宏、竹内啓晃、島村智子、柏木丈拈、杉浦哲朗、受田浩之: ニラに含まれる抗ピロリ菌関与成分の探究、日本農芸化学会 2011 年度大会、3 月 25-27 日 2011
7. 新名智明、柏木丈拈、島村智子、受田浩之、今村潤、杉本千鶴子、津田雅之、秋丸陽子、岡田保志、杉浦哲郎: スジアオノリ (*Enteromorpha prolifera*) に含まれるアンジオテンシン I 変換酵素 (ACE) 阻害活性、日本農芸化学会 2011 年度大会、3 月 25-27 日 2011
8. Shinichi Tebayashi, Akihiro Shimase, Hiromasa Sawada, Nakao Nomura, Veronica P. Migo, Sarowar Hossain, Abdur Rahim: Study on diversity of flavonoids, luteolin and apigenin, in sweet pepper, *Capsicum annum*. The 5th JSP-CCTNM-KSP Joint Symposium on Pharmacognosy. Tokushima, Japan, 9 月 25 日, 2010

(3) 著書・総説 (計 2 編)

1. Magosaburo Kasai, Keisuke Edashige: Movement of water and cryoprotectants in mouse oocytes and embryos at different stages: relevance to cryopreservation, In “Fertility Cryopreservation”, Cambridge University Press, (Eds) Ri-Cheng Chian & Patrick Quinn, 16-23, 2010.
2. Takehiro Kashiwagi, and Masayoshi Sawamura: Eco-conscious system of oil extraction from citrus peel wastes, In “Citrus Essential Oils”, wiley, (Ed) Masayoshi Sawamura, pp 367-380, 2010

(4) 講演会, 報告会等 (計 1 件)

1. 枝重圭祐: LAS セミナー 3 : EFS を用いた簡易ガラス化法. 第 57 回日本実験動物学会総会. 京都市, 5 月 12~14 日, 2010.

(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 18,670 千円)

1. 枝重圭祐: 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 B), 耐凍剤チャンネル発現の誘導による卵子・胚の万能凍結保存法の開発. 直接経費¥1,900,000, 間接経費¥570,000
2. 枝重圭祐: 地域イノベーションクラスタープログラム (都市エリア型) 愛媛県南予エ

リア持続可能な“えひめ発”日本型養殖モデルの創出，テーマ3：温暖化対応型真珠養殖技術の研究開発：系統保存技術の開発． ¥2,000,000

3. 金 哲史（代表），加藤伸一郎（分担）：こうち産業振興基金地域研究成果事業化支援事業，かや（榎）からの有用成分抽出と安全性の高い機能製品の開発，直接経費 ¥12,900,000
4. 手林慎一：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：マン葉を用いた有用フラボノイドの高効率大量生産技術の開発，直接経費 ¥1,000,000，間接経費 ¥300,000

VI.研究業績

課 題	原著論文	著書・総説	学会発表	報道	獲得外資(千円)
1A, 1B	8	3	31	0	8,100
2A	19	2	16	2	13,483
2B	2	0	5	0	2,430
3A	10	0	6	1	332
3B	2	1	3	0	3,710
4A	4	1	16	8	3,760
4B	9	2	8	0	18,670
合 計	54	9	85	11	50,485

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	6,500	0	1,600	0	8,100
2A	4,940	4,943	0	3,600	13,483
2B	0	0	2,430	0	2,430
3A	0	0	332	0	332
3B	910	1,300	1,500	0	3,710
4A	1,110	2,150	500	0	3,760
4B	2,470	16,200	0	0	18,670
合計	15,930	24,593	6,362	3,600	50,485