

年度計画管理番号：24

平成22年度  
生命環境医学部門 活動報告書

「生物多様性の保全と利用に関する研究」



総合科学系生命環境医学部門長  
岩崎貢三

平成23年3月31日

## I. 生命環境医学部門の活動概要

本部門における活動を、植物健康基礎医学拠点研究、学系プロジェクト研究、および、これらの研究成果の教育へのフィードバックで構成することを確認し、各活動を開始した。なお、拠点研究の実施状況は管理番号【19】に記載したので、ここでは省略する。

学系プロジェクトに関しては、包括的テーマとして「生物多様性の保全と利用に関する研究」を企画した。そして、「植物の病・虫害管理」をキーワードとする研究として、ソテツの害虫発生状況並びに発育条件の調査を実施し、地域社会への影響について考察した。また、土着天敵の活用と土着天敵資材の提供に向けて、イチジクの害虫に対する天敵相の調査を実施した。次に、「土壌環境」、「環境物質」をキーワードとする研究では、「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」を開始し、地域社会への安全な水供給の実現に向けた事業を展開した。また、「機能物質」をキーワードとする研究として、「ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の選択合成と機能化」に関する研究を開始し、ポリ- $\gamma$ -グルタミンを利用した高性能バイオプラスチック・ゲル新素材開発に係る成果を得た。さらに、「高知県の地域資源の機能性の解明」に関する研究として、①スジアオノリの高血圧予防効果、②室戸海洋深層水を使用して培養した微細藻 *Dunaliella salina* に含まれる抗ピロリ菌活性物質の特定、③ニラ含有成分によるピロリ菌増殖抑制メカニズムの解明、④非侵襲的ヒト試験によるカツオの疲労回復効果の検討を行った。さらに、「持続可能性」をキーワードとする研究では、「フリーズドライ体細胞を用いた家畜の遺伝資源保存・再生技術の開発」を実施し、今後、高知系褐毛和種牛をはじめとする哺乳動物のフリーズドライ体細胞による再生が可能になると期待された。以上の研究は、「様々な地域資源の保全と利活用を図り、地域課題の解決に寄与する」という中期計画・目標の達成に大きく寄与するものである。

一方、学系プロジェクト研究および拠点研究の成果を教育にフィードバックして人材を育成し、「高い水準の研究成果を世界に向けて発信するとともに、地域への施策提言等を通じて地域を活性化する」という中期計画・目標の達成に貢献することを目的に、総合人間自然科学研究科に「植物医学」準専攻を設置することを検討し、カリキュラム等を明らかにし、農学専攻に研究科会議での発議を依頼するとともに、教育実施に必要な基盤的設備の整備のための概算要求を行った。

## II. 学系プロジェクトにおける各課題研究のタイトル・構成および研究組織

課題研究1「ナス科施設栽培周辺地域におけるハダニ相の解明および新規有望土着天敵の探索」

研究代表者 伊藤 桂

研究協力者 荒川 良・福田達哉

課題研究2「植物のカドミウム集積に関する輸送体の研究」

研究代表者 上野 大勢

研究協力者 陳 宗慧

### 課題研究 3 「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」

研究代表者 康 峪梅

研究協力者 岩崎貢三・田中壮太（総合科学系黒潮圏科学部門）

### 課題研究 4 「哺乳動物の遺伝資源保存に関する研究」

研究代表者 松川和嗣

研究分担者 葛西孫三郎

研究協力者 枝重圭祐

### 課題研究 5 「生分解性高分子の微生物合成と環境機能材料化」

研究代表者 芦内 誠

### 課題研究 6 「高知県地域資源食品の機能性解明および評価法の開発」

研究代表者 受田浩之

研究協力者 島村智子・柏木丈拡

## III. 学系プロジェクトの成果（総括）

### 分析項目 1) 特筆事項など

- ① 「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」が、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、平成 22 年度研究協力事業「提案公募型開発支援研究協力事業」に採択された。
- ② 「フリーズドライ体細胞を用いた家畜の遺伝資源保存・再生技術の開発」が、平成 22 年度日本学術振興会科学研究補助金若手研究(A)に採択された。

### 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））

本プロジェクトは、7 名の研究者で構成した（研究協力者を除く）。研究成果は、学術論文 17 編、学会発表等 28 件として発表し、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、73,741 千円（学系長裁量経費等の学内配分額を除く）であった。研究者 1 名あたり約 2.4 編の論文等を作成し、約 10,534 千円の外部資金を獲得したことになり、目標を十分に達成したと総括される。

## IV. 課題研究成果のまとめ

### 課題研究 1 「ナス科施設栽培周辺地域におけるハダニ相の解明および新規有望土着天敵の探索」

研究代表者 伊藤桂

研究協力者 荒川良・福田達哉

#### 1. 概要

本課題研究では、高知県において農作物に甚大な被害をもたらしているハダニ類について、その種類を調査するとともに、野外調査を並行することによって害虫となるポテンシャルを持つハダニ種の検討、新規有望土着天敵の探索、自然界における植物由来の有用成分の探索等を行った。

芸西村の施設栽培のピーマン栽培現場においては広食性のカンザワハダニがもっとも大きな被害をもたらしていた。その施設周辺の雑草でも同様の種類が生息していたが、その他にこれまで報告例の少なかったアシノワハダニやサガミハダニなどが高密度に生息している様子が観察された。したがって、これらの種もカンザワハダニと同様に害虫化する恐れがあり、これらの種類の害虫管理対策が急務であると考えられた。野外での雑草調査と室内実験での生活史の調査、およびカンザワハダニとサガミハダニの生活史を比較した結果、ハダニ密度を決定する要因は品種間差異ではなく天敵相がもっとも強いことが明らかになった。さらにこれらのハダニ種間で寄主植物の範囲を比較した結果、サガミハダニがクワ科作物に対する害虫種としてのポテンシャルを持つことが明らかになった。

さらに、筍（モウソウチク）の慣行防除園において中国で甚大な被害をもたらしたスゴモリハダニ類の本件での解明を行った。その結果、外見上は互いによく似ている7種類の遺伝的なグループが本県において共存することが明らかになった。土佐においても広大な栽培面積を持つ竹林（モウソウチク、ハチク等）が危機にさらされていることが示唆された。また、野外においてはこれらのハダニ類に対してタケカブリダニおよびニセラーゴカブリダニなどが密度抑制を果たしていることが示唆された。したがって、これらのカブリダニ類などが新規土着天敵として有望であることが明らかになった。

さらに、土壌中に生息する比較的大型の害虫に対しての土着天敵として期待されるアカザトウムシ科について、その基礎生態学、実質的利用に際する遺伝リスクの解明、背景および活用法を検討した。西日本地域にニホンアカザトウムシおよびその近縁種について生態学的解析および遺伝学的な解析を行った結果、西日本では主に地理的に分かれる3つのグループが存在し、それぞれが異なる生態を持つことがわかった。これらの諸々の特性を活用した天敵の活用を行うことが期待できる。

以上のことから、高知県の病害虫管理学においてこれらの天敵相の活用を図ることが必要であると考えられた。

#### 2. 研究業績

##### (1) 原著論文（計2編）

1. Yukio MINAMIYA, Kyohei OHGA, Hiroshi HAYAKAWA, Katsura ITO, Tatsuya FUKUDA. Coelomic fluid: A non-invasive source of DNA in earthworms. *Molecular Ecology Resources*, in press.

2. Ito Katsura, Yokoyama Nanako, Hayakawa, Hiroshi, Minamiya, Yukio, Yokoyama, Jun, Fukuda, Tatsuya. Molecular phylogenetic relationship of *Stigmaeopsis* spider mites (Acari: Tetranychidae) collected from Yamagata Prefecture. Bulletin of Yamagata University. Natural Science, 17(2): 19 -29, 2011.

(2) 学会発表等 (計3回)

1. 糸川 義雅, 伊藤 桂, 南谷 幸雄, 早川 宗志, 横山 菜々子, 福田 達哉. 西日本のニホンアカザトウムシにおける遺伝的変異. 日本蜘蛛学会第42回大会, 2010, 東京, 2010/8/21-22.
2. 伊藤 桂, 横山 菜々子, 南谷 幸雄, 早川 宗志, 糸川 義雅, 福田 達哉. ササ・タケに寄生するスゴモリハダニ属の寄主植物の変異. 第19回日本ダニ学会仙台大会, 2010, 宮城, 2010/9/10-12.
3. 伊藤 桂. ハダニの密度は寄主植物の質には関係ない? サガミハダニ高密度の原因. 第55回日本応用動物昆虫学会大会, 2011, 福岡, 2011/3/27-29.

(3) 著書・総説 (計0編)

(4) 講演会, 報告会等 (計1件)

1. 平成22年度新農薬実用化試験(稲・野菜等)四国地域成績検討会, 徳島, 2010/12/16-17.

(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0千円)

## 課題研究2 「植物のカドミウム集積に関与する輸送体の研究」

研究代表者 上野 大勢

研究協力者 陳 宗慧

### 1. 概要

本課題では、人間と植物の両方にとって有害元素であるカドミウム(Cd)が主要穀物であるコメに集積されるメカニズム、また Cd 超集積植物の地上部に著しい濃度で集積されるメカニズムを分子レベルで解明する。その研究成果は、特に Cd 汚染土壌における安全な食糧の生産に貢献できる。

コメへの Cd 集積に関する研究では、Cd 高集積系統 (Anjana Dhan) と低集積系統 (日本晴) を交配して得た F<sub>2</sub> 集団を用いた QTL 解析により、heavy-metal ATPase をコードする遺伝子 *OsHMA3* を候補遺伝子として同定した。日本晴において RNAi により遺伝子発現を抑制した場合には、コメの Cd 濃度が増加したのに対し、過剰発現させた場合は逆に濃度が減少した。抗体染色とプロモーター-GFP により *OsHMA3* タンパクの局在を調べたところ、根の全ての細胞でシグナルが検出され、液胞膜への局在が認められた。酵母を用いた同遺伝子の機能解析の結果、日本晴型は Cd の輸送活性を示したのに対し、Anjana Dhan 型は活性を示さなかった。これらの結果から、この輸送体が根で液胞内へ Cd を隔離する役割があり、その機能の欠損が Anjana Dhan の Cd 高集積に起因していると考えられた。今年度、その結果を *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (IP: 9.432) に投稿し受理された。さらに、別のイネ系統 Jarjan も同遺伝子機能の欠損が Cd 高集積の原因であることを突き止め、*Journal of Experimental Botany* (IP: 4.271) に投稿し受理された。

Cd 超集積植物の研究では、マイクロアレイ解析により Cd 超集積性グンバイナズナ (*Thlaspi caerulescens*) の Ganges エコタイプにおいて、Cd 非集積性の Prayon エコタイプに対して高発現していた遺伝子から、液胞への Cd 輸送に関与していると考えられる候補遺伝子 *TcHMA3* (Heavy-metal ATPase 3) を単離した。酵母を用いて HMA3 の様々な重金属への輸送活性を調べたところ、*TcHMA3* は Cd を特異的に輸送することがわかったが、輸送特性におけるエコタイプによる違いは認められなかった。定量的 PCR による発現解析を行ったところ、*HMA3* の発現はどちらのエコタイプにおいても地上部と根で同程度であったが、Ganges は Prayon に対して 9~18 倍高かった。また、Cd 及び Zn 処理による発現への影響は見られなかった。GFP 融合タンパク質の発現解析及びウエスタン解析により *TcHMA3* の細胞内局在性を調べたところ、*HMA3* は液胞膜に局在していることが明らかになった。さらに、抗体染色により *TcHMA3* の組織局在性を調べた結果、葉肉組織と表皮全体に細胞を取り囲むようにシグナルが検出された。以上の結果から、Cd 超集積性のエコタイプ Ganges の地上部において、*TcHMA3* は構成的に液胞膜に高発現し、Cd を特異的に液胞へ排出するトランスポーターとして機能していると考えられた。今年度、その結果を *The Plant Journal* (IP: 6.942) に投稿し受理された。

### 2. 研究業績

#### (1) 原著論文 (計3編)

1. Daisei Ueno, Naoki Yamaji, Izumi Kono, Chao Feng Huang, Tsuyu Ando, Masahiro

Yano, Jian Feng Ma. Gene limiting cadmium accumulation in rice. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107 (38): 16500-5, 2010.

2. Daisei Ueno, Emi Koyama, Naoki Yamaji, Jian Feng Ma: Physiological, genetic, and molecular characterization of a high-Cd-accumulating rice cultivar, Jarjan. Journal of Experimental Botany, in press.
3. Daisei Ueno, Matthew J. Milner, Naoki Yamaji, Kengo Yokosho, Emi Koyama, M. Clemencia Zambrano, Molly Kaskie, Stephen Ebbs, Leon V. Kochian and Jian Feng Ma: Elevated expression of *TcHMA3* plays a key role in the extreme Cd tolerance in a Cd-hyperaccumulating ecotype of *Thlaspi caerulescens*. The Plant Journal, in press.

(2) 学会発表等 (計2回)

1. 上野大勢, ついに同定! カドミウム輸送体. 日本土壌肥料学会 2010年度北海道大会サテライトシンポジウム, 札幌市 (北海道), 2010/9/6.
2. 上野大勢, 山地直樹, 河野いづみ, 黄朝鋒, 安藤露, 矢野昌裕, 馬建鋒. イネ玄米のカドミウム集積を制御するトランスポーターの同定. 日本土壌肥料学会 2010年度北海道大会, 札幌市 (北海道), 2010/9/7-9.

(3) 著書・総説 (計0編)

(4) 講演会, 報告会等 (計2件)

1. 上野大勢: コメのカドミウム集積を制御するトランスポーターOsHMA3の同定. 第2回高知大学植物健康基礎医学シンポジウム「高知大学若手生命科学研究者セミナー」, 南国市 (高知), 2010/9/16-17.
2. Daisei UENO: OsHMA3, a transporter limiting Cd accumulation in rice. 第三回日中植物栄養ワークショップ, 倉敷市(岡山県), 2011/3/27-29.

(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0千円)

## 課題研究 3 「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」

研究代表者 康 峪梅

研究協力者 岩崎貢三・田中壮太（総合科学系黒潮圏科学部門）

### 1. 概要

#### (1) 事業の目的

本プロジェクトの目的は①簡単で、使いやすく、安全なヒ素除去浄水装置を開発すること、②本装置を村や学校などのコミュニティに設置して実証試験を行い、本技術の普及を図ることである。

#### (2) 事業の概要

高知大学で発明した高性能鉄吸着剤（非晶質鉄水酸化物）を利用して、簡便で安全なヒ素除去浄水装置を開発し、カンボジアで地下水からヒ素を除去する実証試験を行う。初年度（H22）には地下水に関する現地調査、前処理法の検討を行うと同時に、浄水装置を設計・製作する。次年度（H23）には初年度の現地調査で選定した井戸に浄水装置を設置し、約一年間水質のモニタリングを行う。室内と現場実験を通して、吸着剤の適量、吸着剤と RO 膜の耐久性などを明らかにし、浄水装置の最適条件を確立する。これらの結果に基づき、最終的にカンボジアの実情に合った浄水システムを提示する。また、上記の研究開発と並行して、地域住民への説明会、シンポジウム開催などを通して、本事業の成果普及を図る。

#### (3) 平成 22 年度研究成果

##### ①前処理法の選定

地下水の場合、濁度が高いことがしばしば問題となる。フィルターの寿命の延長及びヒ素除去効率を向上させるために、水の前処理が必要である。本事業では、3 種類の前処理法（凝集剤の Water clean EX、炭化物、バックフィルター）を検討した。その結果、バッグフィルターは微小粒子状物質に関しては処理することはできないが、大きな粒子状物質に対しては効果が認められた。またコスト面も安価であり、定期的にクリーニングすることにより繰り返し使用できるため、現段階では前処理してバッグフィルターを用いることにした。

##### ②ヒ素除去浄水装置の開発・製造

様々な水処理パーツ（バックフィルター、紫外線殺菌装置、塩素投入装置、FRP 製フィルター（砂、活性炭）、活性炭フィルター、硬化カーボンフィルター、軟水フィルター、セラミックフィルター、抗菌フィルター、中空糸膜、マイクロフィルター、逆浸透膜メンブレン）を組み合わせることによって、数種類の浄水システムを組み立て、浄水テスト、検証及び改良を繰り返した。その結果、最適組み合わせを選定し、2 種類（逆浸透膜ありとなし）の浄水器を計 16 基製作した。カンボジアの状況を考慮して、16 基のうち 8 基は手動で、残り 8 基は電動とした。

浄水器は下記 5 つの部分から構成される。(i)殺菌用塩素投入装置（無電力タイプ）、(ii)前処理用バックフィルター、(iii)ヒ素除去用高性能鉄吸着剤カートリッジ、(iv)1 ミクロン以上不純物除去用中空糸膜フィルター、(v)0.2 ミクロン以上の不純物除去用マイクロフィルターあるいは逆浸透膜である。

##### ③地下水の水質調査及び浄水器設置箇所の選定

2010年9月22日～10月1日にかけて、カンボジアのカンダール州（14井戸）、コンポ  
ンチャム州（16井戸）、プレイベン州（7井戸）で地下水の利用状況に関する聞き取り調査  
と水質調査を行った。聞き取り調査の結果、地下水は飲み水、炊事、洗濯、シャワー、植  
物の水やりなど様々な目的に使われており、地域住民の日常生活に欠かせない存在となっ  
ていることが分かった。現場での簡易検査の結果、ヒ素濃度が 500  $\mu\text{g L}^{-1}$  を超える井戸が  
数多くみられ、しかも近隣の井戸でもその値は大きく変動した。実験室での分析結果は簡  
易検査と同じ傾向を示した。調査した 37 井戸のうち、27 井戸のヒ素濃度が WHO の飲料  
水基準値（10  $\mu\text{g L}^{-1}$ ）を上回った。また、数千（1044～6903） $\mu\text{g L}^{-1}$  のヒ素を含も井戸も  
確認され、地下水のヒ素汚染が深刻であることが明示された。

上記の結果に基づいて、浄水器設置箇所 16 井戸を選定し、浄水器を設置した。その内訳  
は学校 6、お寺 2、保健センター2、町役場 1、民家 5 箇所となっている。

## 2. 研究業績

### (1)原著論文(計 1 編)

1. Nguyen Minh Phuong, Yumei Kang, Katsutoshi Sakurai, Kōzō Iwasaki, Chu Ngoc Kien, Nguyen Van Noi, Le Thanh Son: Levels and Chemical Forms of Heavy Metals in Soils from Red River Delta, Vietnam. *Water Air Soil Pollut.*, 207, 319-332 (2010)

### (2)学会発表等(計 0 回)

### (3)著書・総説(計 0 編)

### (4)講演会, 報告会等(計 1 件)

1. NEDO 研究協力事業「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」報告会、2011/2/18.

### (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 44,344 千円)

1. 「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 平成 22 年度研究協力事業「提案公募型開発支援研究協力事業」

## 課題研究 4 「哺乳動物の遺伝資源保存に関する研究」

研究代表者 松川和嗣

研究分担者 葛西孫三郎

研究協力者 枝重圭祐

### 1. 概要

本課題研究では、実験動物や家畜だけでなく絶滅に瀕する哺乳動物種の保護や増殖に役立つ遺伝資源保存法の開発を目的としている。そこで、現在主流となっている超低温で保存する凍結保存法ではなく、低温あるいは常温で保存可能な真空凍結乾燥法によって哺乳動物体細胞を調整し、これらの細胞を核移植のドナー細胞として用いることで、種の保存および再生技術を開発する。そのために家畜として有用性が高く、クローン作出が比較的容易なウシをモデル家畜として研究に供試した。

本年度は、まず核移植技術の安定化のために、(1) 自動化マニピュレーションの開発、(2) ドナー細胞の前処理の影響を検討した。さらに、凍結乾燥技術の核移植への適用のために、(3) 凍結乾燥保存に適した緩衝液および凍結乾燥後の保存法がウシ顆粒膜細胞の DNA 損傷および核移植後の発生能に及ぼす影響を検討した。

その結果、(1) 熟練を要する卵子のマニピュレーション操作を微小流路内で再現することに成功し、集積回路のような基板上での卵子を用いたマニピュレーション操作が可能となった。(2) 脱アセチル化酵素であるスクレプタイド処理はウシ核移植胚の発生率向上に効果的であった。また、G0 期よりも G1 期細胞のほうが核移植後の胚の発生率が向上したが、胚移植後の産子生産率は向上しなかった。さらに、マウス ES 細胞の抽出液処理により胚盤胞の質が向上し、胚移植後のクローン産子生産率も向上することが分かった。(3) 修正 EGTA トリス塩酸液中で凍結乾燥したときに DNA 損傷が無傷～軽度損傷細胞の回収率が最も高くなった。凍結乾燥後の DNA 損傷度は、窒素充填よりも真空状態で保存したものの方が低く、1 週間から 1 ヶ月間の真空保存では DNA 損傷は増加しない傾向にあった。核移植の結果、窒素充填区の卵割率は低率で、胚盤胞期までの発生は認められなかった。一方、真空区の卵割率は窒素充填区よりも有意に高く、さらに低率であったものの胚盤胞までの発生例が認められた。

以上より、自動化マニピュレーションを開発することができ、農学分野だけでなく不妊治療等医学分野での応用が期待される。また、核移植後の産子生産率向上には ES 細胞抽出液によるドナー細胞の前処理が効果的であることがわかった。さらに、体細胞の凍結乾燥後の保存には窒素充填よりも真空状態が適しており、真空保存した凍結乾燥細胞の核移植によって胚盤胞の作出が可能となった。

### 2. 研究業績

#### (1) 原著論文 (計 5 編)

1. Kumiko Takeda, Mariko Tasai, Satoshi Akagi, Kazutsugu Matsukawa, Seiya Takahashi, Masaki Iwamoto, Kanokwan Srirattana, Akira Onishi, Takahiro Tagami, Keijiro Nirasawa, Hirofumi Hanada, Carl A. Pinkert. Microinjection of serum-starved mitochondria derived from somatic cells affects parthenogenetic development of bovine and murine oocytes. *Mitochondrion*, 10 (2): 137-142, 2010.

2. Yoko Yamanishi, Shinya Sakuma, Tomohiro Iyanagi, Fumihito Arai, Tatsuo Arai, Akiyuki Hasegawa, Tamio Tanikawa, Akihiko Ichikawa, Osamu Sato, Akihiro Nakayama, Hiroshi Aso, Mitsuhiro Goto, Seiya Takahashi, Kazutsugu Matsukawa. Design and fabrication of all-in-one unified microfluidic chip for automation of embryonic cell manipulation. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 22 (3): 371-379, 2010.
3. Satoshi Akagi, Misa Hosoe, Kazutsugu Matsukawa, Akihiko Ichikawa, Tamio Tanikawa, Seiya Takahashi. Culture of bovine embryos on a polydimethylsiloxane (PDMS) microwell plate. *Journal of Reproduction and Development*, 56(4): 475-479, 2010.
4. Satoshi Akagi, Kazutsugu Matsukawa, Eiji Mizutani, Kazuhiro Fukunari, Masahiro Kaneda, Shinya Watanabe, Seiya Takahashi. Treatment with a Histone Deacetylase Inhibitor After Nuclear Transfer Improves the Preimplantation Development of Cloned Bovine Embryos. *Journal of Reproduction and Development*, 57 (1): 120-126, 2011.
5. Kanokwan Srirattana, Kazutsugu Matsukawa, Satoshi Akagi, Mariko Tasai, Takahiro Tagami, Keijiro Nirasawa, Takashi Nagai, Yukio Kanai, Rangsun Parnpai, Kumiko Takeda. Constant transmission of mitochondrial DNA in intergeneric cloned embryos reconstructed from swamp buffalo fibroblasts and bovine ooplasm. *Animal Science Journal*, in press.

(2) 学会発表等 (計7回)

1. Bo Jin, Keiji Mochida, Atsuo Ogura, Magosaburo Kasai, Keisuke Edashige: Handy transportation of vitrified mouse embryos with dry ice, 47th Annual Meeting of the Society for Cryobiology, Bristol, 2010/7/17-20.
2. 和田紗希子, 中田裕一, 金波, 越本知大, 葛西孫三郎, 枝重圭祐. 耐凍剤チャンネル発現の誘導によるマウス卵子の耐凍性向上の試み. 第57回日本実験動物学会総会, 京都, 2010/5/12-14.
3. 長尾さや子, 長瀬祐樹, 枝重圭祐, 葛西孫三郎, 保地眞一, 松川和嗣. 凍結乾燥したウシ体細胞による核移植胚作出の試み. 第103回日本繁殖生物学会, 北里大学 (青森), 2010/9/2-4.
4. 赤木悟史, 山中賢一, 高橋昌志, 金田正弘, 水谷英二, ソムファイ・タマス, 渡辺伸也, 久保正法, 橋谷田豊, 松川和嗣: スクレプタイド処理がウシ核移植胚の発生に及ぼす影響. 第103回日本繁殖生物学会, 北里大学 (青森), 2010/9/2-4.
5. Thanh Quang Dang-Nguyen, Masahiro Kaneda, Tamas Somfai, Kazutsugu Matsukawa, Satoshi Akagi, Kazuhiro Kikuchi, Michiko Nakai, Bui Xuan Nguyen, Atsushi Tajima, Yukio Kanai, Takashi Nagai. Significant improvement of blastocyst yield by production of twin blastosysts derived from two sister blastomeres of 2-cell embryos in pigs, 第103回日本繁殖生物学会, 北里大学 (青森), 2010/9/2-4.
6. S. Akagi, E. Mizutani, Y. Inaba, M. Kaneda, T. Somfai, S. Haraguchi, S. Watanabe,

Y. Hashiyada, K. Matsukawa. Effect of treatment of bovine donor cells with mouse embryonic stem cell extract on the development of embryos after nuclear transfer. 37th Annual Conference of the International Embryo Transfer Society, Orlando, 2011/1/8-12.

7. K. Matsukawa, S. Akagi, K. Fukunari, Y. Hosokawa, C. Yonezawa, S. Watanebe, and S. Takahashi. The effects of donor cell cycle and the timing of oocyte activation on development of bovine nuclear transferred embryos in vivo. 37th Annual Conference of the International Embryo Transfer Society, Orlando, 2011/1/8-12.

(3) 著書・総説 (計1編)

1. 葛西孫三郎, 枝重圭祐: 生殖系列細胞の保存. 生命の誕生に向けて (第二版) 生殖補助医療 (ART) 培養の理論と実際, 日本哺乳動物卵子学会編, pp. 27-34, 近代出版, 2011.

(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9,990千円)

1. 葛西孫三郎: 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, 日本学術振興会科学研究補助金基盤研究(B), 91万円 (直接70万円、間接21万円), 分担 (代表者: 枝重圭祐)
2. 松川和嗣: フリーズドライ体細胞を用いた家畜の遺伝資源保存・再生技術の開発, 日本学術振興会科学研究補助金若手(A), 884万円 (直接680万円, 間接204万円)、代表
3. 松川和嗣: 「種雄牛の現場後代検定」, 高知県農業振興部 (受託研究), 24万円

## 課題研究 5「生分解性高分子の微生物合成と環境機能材料化」

研究代表者 芦内 誠

### 1. 概要

近年、微生物が生産する生分解性高分子に注目が集まっている。ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸(PGA)は“納豆の糸”の主成分としてよく知られ、化成ナイロンに類似の基本骨格を持ったキラルポリマーである。生分解性をはじめ、様々な有用環境機能を有することから、多様な産業分野での応用が期待されている。このような状況下、PGAの増産技術の確立が強く求められるようになった。本研究では、まずPGAバイオ製造において未利用資源の有効活用が可能かどうか調べるため、本発酵生産に必要な糖質について調査した。従来、グルコースやスクロース等、可食性バイオマス糖質が利用されてきたが、本研究の結果、植物の非可食性構造多糖“ヘミセルロース”を起源とするキシロースやアラビノース等が好適糖質の部類に入ることが判明した。これにより、未利用資源から有用バイオポリマー“PGA”を生産するバイオマスリファイナリーの新戦略を提案するに到った。さらに、PGA増産を可能にする遺伝子の探索を進め、*pgsE*遺伝子を同定した。これまでほぼ上限に達していると信じられていた納豆菌のPGA生産能を最大で6倍まで引き上げることに成功した。本遺伝子の機能発現が亜鉛イオンに依存していることも見だし、PGA増産のONとOFFが該金属イオンをもって簡単に制御できることも分かった。さらに都合のよいことに、本遺伝子を持つベクターは著しく安定化することが判明した。実際、選択圧なしで500世代培養しても宿主微生物から全く脱落しなくなる。組換え体の培養に抗生物質は不要である。そのため、抗生物質の大量使用(乱用)の結果として懸念される耐性菌出現の助長やこれらによる生産品の使用制限等の問題が解決できるという利点も見つかった。以上の成果については、原著論文1~4や特許3等を通じて広く情報提供してきた。

PGAは産業用途性の面でポテンシャルの高い素材であることが分かっている。一方、その異常に高い水への親和性(分散性)は実用材料化を妨げる大きな要因であり、画期的な制御技術の確立が求められてきた。今回、PGAの効率的な親水性制御法としてイオンコンプレックス法を確立した。具体的には、歯磨き粉成分として知られるヘキサデシルピリジニウム塩とPGAを混和するだけの簡単な操作であるが、これによって出来上がったものは熱可塑性と制菌性を示すバイオプラスチック新素材であることが判明した。PGAイオンコンプレックスは成形においても優位性を発揮し、PGAをポリマーベースとするものでは初めてのナノファイバー(超微細繊維)化にも成功した。さらに、高性能バイオゲル新素材“ドーパミルPGA”の合成原料になることも判明した(特許4)。本合成法では、過激な反応条件、毒性の強い有機修飾物質、化学触媒等を一切必要とせず、反応平衡をデザインすることによって効率的に目的物質を作り出すことができることから、環境に調和した機能材料創製技術としての利点も認められる。これらの成果については、講演会1や特許2・3等を通じて広く情報提供してきた。

### 2. 研究業績

#### (1) 原著論文(計4編)

1. D. Yamashiro, Y. Minouchi, M. Ashiuchi, Moonlighting role of a poly- $\gamma$ -glutamate-synthetase component from *Bacillus subtilis*: Insight into novel

- extra-chromosomal DNA maintenance, *Appl. Environ. Microbiol.* in press.
2. D. Yamashiro, M. Yoshioka, M. Ashiuchi. *Bacillus subtilis pgsE* (formerly *ywtC*) stimulates poly- $\gamma$ -glutamate production in the presence of zinc. *Biotechnol. Bioeng.* 108: 226-230, 2011.
  3. T. Kamei, D. Yamashiro, T. Horiuchi, Y. Minouchi, M. Ashiuchi. Identification and biochemical characterization of membranous short-chain polyglutamate from *Bacillus subtilis*. *Chem. Biodiv.* 6: 1563-1572, 2010.
  4. D. Yamasaki, Y. Minouchi, M. Ashiuchi. Extremolyte-like applicability of an archaeal exopolymer, poly- $\gamma$ -L-glutamate, *Environ. Technol.* 31: 1129-1134, 2010.

## (2) 学会発表等 (計7回)

1. 平沖敏文, 永井圭祐, 芦内 誠, 松尾嘉英, 樋口直樹. 固体  $^{13}\text{C}$ -NMR によるラセミ化率が異なるポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の研究. 日本高分子学会年次大会, 横浜市, 2010/5/26-28.
2. 芦内 誠, 亀井 亨, 山城大典, 蓑内 裕. 戦国醤菌 *Bacillus subtilis* subsp. *chungkookjang* の膜局在性短鎖ポリグルタミン酸: 発見と分子解析. 日本農芸化学会中四国支部大会, 香川県木田郡, 2010/9/24-25.
3. 山城大典, 芦内 誠. 戦国醤菌 *Bacillus subtilis* subsp. *chungkookjang* の染色体上に存在する染色体外 DNA 維持遺伝子: 発見と生化学的解析. 日本農芸化学会中四国支部大会, 香川県木田郡, 2010/9/24-25.
4. 蓑内 裕, 山城大典, 芦内 誠. 巨大菌 *Bacillus megaterium* WH320 由来ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸合成オペロンのファンクショナルクローニング. 日本農芸化学会中四国支部大会, 香川県木田郡, 2010/9/24-25.
5. 山城大典, 芦内 誠. 枯草菌変異株を用いた新規染色体外 DNA 維持遺伝子 *edmS* の機能発現解析. BMB 2010, 神戸市, 2010/12/7-10.
6. 芦内 誠, 山城大典, 吉岡 恵. 納豆菌 *pgsE* 遺伝子産物は亜鉛イオン存在下で機能するポリ- $\gamma$ -グルタミン酸増産因子である. 日本農芸化学会中四国支部・日本ビタミン学会中国四国地区合同例会, 徳島市, 2011/1/22.
7. 山城大典, 芦内 誠. 枯草菌変異株を用いた染色体外 DNA 維持機能の相互作用解析. 日本農芸化学会大会, 京都市, 2011/3/25-28.

## (3) 著書・総説 (計2編)

1. M. Ashiuchi. Analytical approaches to poly- $\gamma$ -glutamate: Rapid quantification, molecular size determination, and stereochemistry investigation. *J. Chromatogr. B*, in press.
2. M. Ashiuchi. Occurrence and biosynthetic mechanism of poly- $\gamma$ -glutamic acid, In: *Microbiol. Monogr.* (Amino-Acid Homopolymers Occurring in Nature; Y. Hamano, ed.) Vol.15: 77-94, Heidelberg, Springer-Verlag., 2010.

## (4) 講演会, 報告会等 (計3件)

1. 大矢遥那, 芦内 誠. ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸ベースバイオプラスチックの構造と化学的安定性, 高分子討論会シンポジウム, 札幌市, 2010/9/15-17.

2. 芦内 誠. ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の生合成、生分解、並びに新用途開発, 日本農芸化学会中四国支部大会特別講演, 香川県木田郡, 2010/9/24-25.
3. 芦内 誠, 山城大典, 蓑内 裕. DL-混成型ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸のバイオ合成システムと多用途性, 日本生物工学会大会シンポジウム, 宮崎市, 2010/10/27-29.

(5) 特許 (計4件)

1. 芦内 誠, 福島賢三: 特開 2010-222496: PGAイオンコンプレックス
2. 西村浩和, 芦内 誠: 特願 2010-226930: 繊維とその製造方法
3. 芦内 誠, 山城大典, 蓑内 裕, 小林秀峰, 井出輝彦: 特願 2011-032010: 組換えタンパク質の製造方法
4. 芦内 誠, 大矢遥那: 特願 2011-064054: 生分解性ハイドロゲルとその製造方法

(6) 受賞等 (計0件)

(7) 報道 (計0件)

(8) 外部資金 (計3,210千円)

1. 芦内 誠: 新たな染色体外 DNA 維持機構の解明と画期的な分子育種技術への応用, 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 (山城大典), 91 万円 (直接経費 70 万円; 間接経費 21 万円)
2. 芦内 誠: ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸の選択合成と機能化, 旭硝子財団研究助成「若手継続グラント」(旭硝子財団), 170 万円
3. 芦内 誠: バイオ新素材ポリグルタミン酸の量産化とバイオジェル吸水部材の応用研究, 東洋紡株式会社 (共同研究経費) 10 万円
4. 芦内 誠: 工業微生物の開発, 東ソー株式会社 (共同研究経費), 50 万円

## 課題研究 6 「高知県地域資源食品の機能性解明および評価法の開発」

研究代表者 受田浩之

研究協力者 島村智子・柏木丈拵

### 1. 概要

食品（特に地域資源）の機能性の解明と食品機能性評価法の開発に取り組んだ。研究業績の内訳は、原著論文 2 編、学会発表 12 回、著書 1 編、講演会 15 件、報道 4 件、外部資金 16,197 千円であった。

今年度、研究素材として取り扱った地域資源は、碁石茶（長岡郡大豊町）、微細藻 *Dunaliella salina*（室戸市）、ニラ（南国市、香南市、香美市）、スジアオノリ（四万十市）、カツオ（幡多郡黒潮町）であり、抗酸化活性、抗ピロリ菌活性、アンジオテンシン I 変換酵素（ACE）阻害活性、抗疲労効果に関する研究を行った。主に *in vitro* での試験を行ったが、スジアオノリの ACE 阻害活性に関しては動物実験へと発展させた。また、カツオの疲労回復効果の検証は非侵襲的なヒト試験にまで発展させた。いずれの地域資源についても新規の知見が得られたため、引き続き今後も研究を進める予定である。その他としては、メイラード反応の機構解明、ならびにメイラード反応生成物の抗菌活性に関する研究に取り組んだ。

食品機能性評価法の開発に関しては、酸化防止剤の力価評価における公定法の設定、および化学発光法を用いた新規脂質ラジカル消去活性評価法の開発を進めた。特に酸化防止剤の力価評価法に関しては、全国各地の 14 試験室が参加した室間共同試験を実施し、公定法の候補である DPPH 法の妥当性確認を行った。その結果、DPPH 法が公定法として十分に利用できることが示唆された。本研究の成果は食品の安心・安全の確保に貢献し得るものであると考えられた。

### 2. 研究業績

#### （1）原著論文（計 2 編）

1. 石附京子, 多田敦子, 杉本直樹, 松本清, 受田浩之, 松藤寛, 山崎壮, 河村葉子. 既存添加物ドクダミ抽出物の品質評価, 日本食品化学会誌, 17(3), 192-197, 2010.
2. Vu Thu Trang, Tomoko Shimamura, Takehiro Kashiwagi, Hiroyuki Ukeda. Elucidation of mechanism of aminoreductone formation in the Maillard reaction of lactose, International Journal of Dairy Technology, in press.

#### （2）学会発表等（計 9 回）

1. Vu Thu Trang, Hiroaki Takeuchi, Tomoko Shimamura, Sinya Katsuno, Tetsuro Sugiura, Hiroyuki Ukeda, Takehiro Kashiwagi; Antimicrobial Activity of Aminoreductone against *Helicobacter pylori*, 110th General Meeting of the American Society for Microbiology, San Diego, CA, 2010/5/23-27.
2. 市川厚, 公文義雄, 田中十志也, 竹中裕行, 竹内啓晃, 受田浩之, 杉浦哲朗: 藻類 *Dunaliella salina* の生活習慣病予防効果, 第 53 回日本糖尿病学会年次学術集会, 岡山, 2010/5/28.
3. 隅倉功大, 山崎壮, 柏木丈拵, 島村智子, 受田浩之: 酸化防止剤の抗酸化活性評価に対する ORAC 法の適用性について, 第 57 回大会日本食品科学工学会, 東京, 2010/9/22.

4. Hiroyuki Ukeda, Le Hoang Lam, Tomoaki Nina, Yasuka Kaneko, and Tomoko Shimamura: 3rd regional conference in biotechnology, Hanoi, Vietnam, 2011/3/3-4.
5. Vu Thu Trang, Hiroaki Takeuchi, Takehiro Kashiwagi, Shinya Katsuno, Vu Hong Son, Tomoko Shimamura, Tetsuro Sugiura, Hiroyuki Ukeda: 3rd regional conference in biotechnology, Hanoi, Vietnam, 2011/3/3-4.
6. 小山泰史, 島村智子, 柏木丈拵, 受田浩之: アミノ糖が関与するアミノカルボニル反応の機構解明, 日本農芸化学会 2011 年度大会, 京都, 2011/3/25-28.
7. 勝部祐美, 島村智子, 柏木丈拵, 受田浩之: 化学発光を用いた脂質ラジカル消去活性評価法の確立, 日本農芸化学会 2011 年度大会, 京都, 2011/3/25-28.
8. 隅倉功大, 吉田鉄平, 島村智子, 柏木丈拵, 山崎壮, 受田浩之: ロダン鉄法による酸化防止剤の脂質酸化抑制能の評価, 日本農芸化学会 2011 年度大会, 京都, 2011/3/25-28.
9. 勝野眞也, 佐藤 薫, 島村智子, 柏木丈拵, 受田浩之: 生乳の溶存酸素濃度が加熱後の牛乳のアミノレダクトン濃度に及ぼす影響, 日本農芸化学会 2011 年度大会, 京都, 2011/3/25-28.

### (3) 著書・総説 (計 1 編)

1. 受田浩之, 島村智子: 「WST-1による食品抗酸化能の測定法～測定法の技術と特徴～」, “農産物・食品検査法の新展開”, pp. 209-217 (2010).

### (4) 講演会, 報告会等 (計 15 件)

1. 受田浩之: 実用的な食品機能解析法の開発と地域資源の付加価値創出への応用, 健康工学研究部門講演会, 香川, 2010/6/28.
2. 受田浩之: アンセリン効能データー、検証手法について, 漁業者支援セミナー, 黒潮町, 2010/7/22.
3. 受田浩之: 地域資源の付加価値を高め、高知の産業振興を実現する!! , 平成 22 年度市町村議会議員研修, 高知市, 2010/7/28.
4. 受田浩之: 地域の食材を活用した健康増進と産業振興, 平成 22 年度高知県立副校長・教頭研修会, 高知市, 2010/8/18.
5. 受田浩之: 地域一次製品の強みを磨く, 第 3 回食品加工講座, 香美市, 2010/8/24.
6. 受田浩之: 産学官のコラボレーションによる地域資源の付加価値創出, 岡山県食品新技術応用研究会 第 268 回研修会, 岡山, 2010/8/25.
7. 受田浩之: 地域の食材を活用した産業振興, JA 青壮年部組織活動強化研修会, 高知市, 2010/9/6.
8. 受田浩之: 食品機能評価のための流れ分析法の開発, 日本分析化学会第 59 年会, 宮城, 2010/9/15.
9. 受田浩之: 実用的な食品機能評価法の開発と地域資源の付加価値創出への応用, 第 45 回 JFRL 講演会, 福岡, 2010/11/2.
10. 受田浩之: 地域の食材を売れる商品に磨き上げる! ～大学の知恵を活用して～, (財) 横浜企業経営支援財団 第 172 回産学交流セミナー, 神奈川, 2010/12/17.
11. 受田浩之: アンセリン効能結果を基に今後の展開を探る, 漁業者支援セミナー, 黒潮町, 2010/12/28.

12. 受田浩之：高知県産業振興計画の推進と食品加工について，安芸市産業振興市民講座，安芸市，2011/1/11.
13. 受田浩之：地域間格差をぶち壊せ！～高知の強みを活かす～，農業の活性化セミナー 1回，香南市，2011/1/22.
14. 受田浩之：農産物の有する健康推進効果について考える！，農業の活性化セミナー 2回，香南市，2011/2/7.
15. 受田浩之：農産物の有する食品的価値の創造，ナチュラルアート農業ビジネススクール，東京，2011/3/8.

(5) 特許 (計 0 件)

(6) 受賞等 (計 0 件)

(7) 報道 (計 5 件)

1. 朝日新聞，2010年2月11日(水)，「県産食材の弁当やバーガー 高知大生が開発」
2. 岡山日日新聞，2010年8月25日(水)，「食品技術で連携を」食品技術シンポジウム【大学とコラボしよう】
3. RKC 高知放送 ラジオ「中四国ライブネット」,2010年9月5日(土)，高知発 地産地消・地産外商の取り組みについて
4. NHK 松山放送局 テレビ「スマイル四国」,2010年11月5日(金)，食の力で元気になろう
5. FM 高知 ラジオ，2010年12月25日(金)，高知大学と黒潮町の連携に基づく活動について

(8) 外部資金 (計 16,197 千円)

1. 受田浩之：「既存添加物の有効性と品質を確保するための規格試験法の開発」,平成21年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業，250万円，分担
2. 受田浩之：「乳および乳製品の品質とメイラード反応の関連に関する研究」,日本ミルクコミュニティ(株)，200万円，代表
3. 受田浩之：「碁石茶」,平成22年度新需要創造フロンティア育成事業，999万7千円，代表
4. 受田浩之：「スジアオノリの有効成分による健康増進効果の実証実験」,四万十市(受託研究)，170万円，分担

#### IV. 「植物医学準専攻」設置準備

生命環境医学部門の研究活動（学系プロジェクト研究および拠点研究）の成果を教育にフィードバックして人材を育成し、「高い水準の研究成果を世界に向けて発信するとともに、地域への施策提言等を通じて地域を活性化する」ことに繋げるために、以下の内容の準専攻設立をめざし、現在、農学専攻学務委員会・専攻会議での議論を経て、専攻学務委員長から研究科委員会への発議を依頼している。

##### （１）植物医学準専攻の目的と内容

人間にとって健全な生存環境を創り出すためには、植物の健全な生育が不可欠である。すなわち、温室効果ガスである CO<sub>2</sub> 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るとともに、安全な食料を生産し、植物機能及び生産物・残さの高度利用を図り、地域社会の活性化を通じて健全な生活環境を構築する必要がある。

そこで、本準専攻では、総合人間自然科学研究科の各主専攻分野の履修に軸足を置きつつ、健全な植物生育環境の構築、病虫害の予防・診断・治療、障害発生メカニズムの解明、植物が有する様々な機能の高度利用、生産物・残さの高付加価値化などに関する知識を総合的に習得させる。さらに、関連する最先端の研究に取り組みせることを通じて、植物のみならず人間にとっても健全な生存環境の創出に貢献できる人材を育成することを目指す。

##### （２）アドミッション・ポリシー

植物医学準専攻では、主専攻の学問分野を深めつつ、健全な植物生育環境の構築、病虫害の予防・診断・治療、障害発生メカニズムの解明、植物が有する様々な機能の高度利用、生産物・残さの高付加価値化などの植物の健全な生育と利用に興味のある学生、また、植物の健全な育成を通じて、人間にとっても健全な生存環境の創出に貢献したいと考えている学生を求める。

##### （３）植物医学準専攻の履修について

植物医学準専攻のカリキュラムは、準専攻共通科目、所属専攻科目および ISK 科目から構成する。主専攻の学問分野を深めつつ、植物の健全な生育と利用に関する最先端の研究能力を身につけさせる。そして、それらを基礎として、健全な人間生存環境の創出に貢献できる人材を育成する。

また、「副専攻プログラム」では、「準専攻履修」と同時に、学生個々の目的に応じて、基礎となる学問分野に加え、近接分野・異分野の知識を獲得する横断的科目群を履修することも可能にする。

##### ① 準専攻修了要件

準専攻修士課程を修了するためには、修士課程に2年以上在学し、下記に示すように、準専攻共通科目（必修）12単位＋所属専攻科目12単位＋ISK科目8単位の合計32単位以上を修得し、必要な研究指導を受けたうえ、学位論文を提出しその審査及び最終試験に合格しなければならない。

科目群	科目名	単位数	概略
準専攻共通科目 (必修)	植物医学特論	2	健全な植物生育環境の構築, 病害虫の予防・診断・治療, 障害発生メカニズムの解明, 植物が有する様々な機能の高度利用, 生産物・残さの高付加価値化などについて探ることを目的とした一連の科目群である. 植物医学を健全な人間生存環境の創出に繋げる科学としてとらえ, 最先端の領域を切り拓いていく.
	植物医学セミナー	1	
	植物医学カンファレンス	1	
	植物医学特別研究 I	4	
	植物医学特別研究 II	4	
所属専攻科目	主専攻開講科目	12*	主専攻科目群から 12 単位以上を修得すること.
ISK 関連科目	副専攻科目	8*	ISK 関連科目 (ISK 副専攻プログラム) から 8 単位以上を修得すること. 高知大学大学院教員と地域研究関連機関の研究者による世界に向けた高知発の新しい連携研究の成果について学ぶことができることに大きな意義がある.

(注) 植物医学セミナーは次のとおり取り扱うこととする。

- 1) 学内外で開催される下記①又は②のセミナー・シンポジウム・講演会等に 2 年間で 15 時間以上出席しなければならない。
  - ①指導教員が必要と認めるもの。
  - ②総合人間自然科学研究科修士課程教務委員会が指定するもの  
(DCセミナー指定講演会、部局間合同セミナーなどを含む。)
- 2) セミナー等の終了後は、毎回「レポート」を指導教員に提出しなければならない。

## ② 学位論文

学位論文は、1 年以上在学し、修了要件単位数のうち 15 単位以上を修得した者でなければ提出することができない。

『学位論文及び論文要旨』は、修了年度の 1 月末日（9 月修了予定者については 7 月末日）までに物部学務課に提出させる。学位論文の審査方法に関しては、別途定める。

## ③ 学位の種類

授与する学位の種類は、修士（学術）または、修士（主専攻分野名）とする。

## ④ 履修登録の方法

授業担当教員に申し出たうえで、「履修登録票・現住所届」に履修する授業科目名等を記載し、主指導教員、副指導教員の指導と承認を得て、物部学務課へ期日までに提出させる。同時に、下記に従って、「植物医学準専攻システム履修申請書」を提出させる。

- i) 準専攻履修を希望する者は、入学当初に、「植物医学準専攻システム履修（1年次登録）申請書」に1年次および2年次に履修する授業科目名等を記載のうえ、主指導教員、副指導教員の指導と承認を得て、物部学務課へ期日までに提出させる。なお、2年次からの準専攻履修開始は認めない。
  - ii) 引き続き準専攻履修を希望する2年生に対し、「植物医学準専攻システム履修（2年次登録）申請書」に、1年次に履修した授業科目名等と修得の有無、2年次に履修する授業科目名等を記入させ、主指導教員、副指導教員の指導と承認を得て、物部学務課へ期日までに提出させる。
- ⑤ 植物医学準専攻履修を中止した場合の取り扱い
- 修士課程1年生終了時に、植物医学準専攻履修を中止し、主専攻履修に変更する場合、修得済み科目の取り扱いは、以下のようになる。
- i) 共通科目およびISK科目の修得単位は、10単位以内に限り、主専攻修了に必要な修得単位とみなす。
  - ii) 所属専攻科目として修得した単位は、そのまま、主専攻修了に必要な主専攻科目講義科目群または準専攻科目選択科目の修得単位とする。
  - iii) 「修士（農学）」の学位を取得するためには、必修科目である修士論文関係科目10単位を修得する必要がある。