

教育研究活動報告  
- 分子生命科学専攻 -

生命有機情報科学講座

遺伝子システム学講座

協力講座

(協力講座の場合，生命科学研究科に所属する学生が携わった情報を掲載した。)

## 生命構造化学分野

### 【研究成果の概要】

海産ポリエーテル天然物の効率的な全合成と機能解析：渦鞭毛藻 *Gambierdiscus toxicus* から単離・構造決定された強力な抗真菌活性を有するポリエーテル天然物であるガンビエル酸類の全合成研究に取り組んだ。収束的合成戦略による 9 環性ポリエーテル骨格の合成法を開発するとともに、AB 環部フラグメントの立体選択的合成を達成した。

グルタミン酸受容体サブタイプ選択的リガンドの創製と機能解析：すでに報告しているネオダイシハーベイン A および類縁体の全合成における重要中間体を出発物質として、*N*-Boc 保護 1,2-アミノアルコールの分子内  $S_N2$  環化反応により 6 員環上の官能基導入を行ってダイシハーベインの全合成を達成した。さらに、ヨードアミノ環化による C8 位アミノ基の立体選択的導入法を開発し、より効率的な全合成ルートを確立した。また、本全合成ルートを利用してダイシハーベイン類縁体を合成し、構造活性相関研究の結果から C9 位の  $\alpha$ -ヒドロキシ基がグルタミン酸受容体との結合に重要であることが示唆された。ネオダイシハーベイン A の構造類縁体について詳細な生物活性評価を行い、2,4-エピ体が GluR5 および GluR6 カイニン酸受容体に対する機能的アンタゴニストとして作用する初めての化合物であることを明らかにした。

リン酸エステルを脱離基とする新しい Pd(0)触媒反応の開発：リン酸エステルを脱離基とする Pd(0)触媒を用いる新しい合成反応を開発し、天然物合成への応用を行った。 $\alpha$ -ヘテロ原子置換アルケニルホスフェートのシラン還元によりエノールエーテルおよびエンカルバメートの新規合成法を開発し、イソインドールベンズアゼピン系アルカロイド（レノキサミン、チレニン）の全合成を達成した。また、鎖状の $\alpha$ -窒素置換アルケニルホスフェートを出発物質とするカスケード反応により 2,3-二置換インドール、2-置換インドールおよびインドリンの新しい合成法を開発した。

アクチン作用物質ゴニオドミン A の完全立体構造決定：渦鞭毛藻 *Alexandrium hiranoi* から強力な抗カビ成分として単離・構造決定されたポリエーテルマクロリドであるゴニオドミン A は、アクチン重合調節活性や血管新生阻害活性などの興味ある生物活性を有することが報告されている。ゴニオドミン A の立体構造決定を目的とし、天然物の詳細な NMR 解析を行うとともに、天然物の分解・誘導化、立体選択的に合成したモデル化合物との比較を行うことにより、ゴニオドミン A の絶対立体配置を含めた完全立体構造の決定に成功した。

その他、カプロラクタム系  $\gamma$ -セクレターゼ阻害剤を光親和性標識基とビオチンで修飾した高機能プローブに変換する簡便手法を確立し、標識実験により標的タンパク質の同定を行った。なお、本研究成果は *ACS Chemical Biology* 誌の “Most-Cited Article in 2007” および “Most-Accessed Article in the 3rd quarter of 2007” の 1 つとして選出された。

### 【発表論文】

- Fuwa H, Suzuki A, Sato K, Sasaki M (2007) Stereoselective synthesis of the AB-ring fragment of gambieric acid A. *Heterocycles* 72: 139-144
- Sasaki M (2007) Development and application of convergent strategy for total synthesis of polycyclic ether natural products. *Bulletin of the Chemical Society of Japan* 80(5): 856-871
- Sato K, Sasaki S (2007) Convergent synthesis of the BCDEFGHIJ-ring polyether core of gambieric acids, potent antifungal polycyclic ethers. *Tetrahedron (50th Anniversary Issue)* 63: 5977-6003
- Oikawa M, Takeda Y, Naito S, Hashizume D, Koshino H, Sasaki M (2007) A three-component approach to isoquinoline derivatives by cycloaddition/Heck reaction sequence. *Tetrahedron Letters* 48: 4255-4258
- Fuwa H, Takahashi Y, Konno Y, Watanabe N, Miyashita H, Sasaki M, Natsugari H, Kan T, Fukuyama T, Tomita T, Iwatsubo T (2007) Divergent synthesis of multifunctional molecular probes to elucidate the enzyme specificity of  $\gamma$ -secretase inhibitors. *ACS Chemical Biology* 2: 408-418

- Fuwa H, Sasaki M (2007) An efficient method for the synthesis of enol ethers and enecarbamates. Total syntheses of isoindolobenzazepine alkaloids, lennoxamine and chilenine. *Organic & Biomolecular Chemistry* 5: 1849-1853
- Oikawa M, Naito S, Sasaki M (2007) Skeletal diversity by Ugi four-component coupling reaction and post-Ugi reactions. *Heterocycles* 73: 377-392
- Fuwa H, Sasaki M (2007) A new method for the generation of indole-2,3-quinodimethanes and 2-(N-alkoxycarbonylamino)-1,3-dienes. Intramolecular Heck/Diels-Alder cycloaddition cascade starting from acyclic  $\alpha$ -phosphono enecarbamates. *Chemical Communications*: 2876-2878
- Sasaki M, Akiyama N, Tsubone T, Shoji M, Oikawa M, Sakai R (2007) Total synthesis of dysiherbaine. *Tetrahedron Letters* 48: 5697-5700
- Fuwa H, Sasaki M (2007) A strategy for the synthesis of 2,3-disubstituted indoles starting from N-(o-halophenyl)allenamides. *Organic & Biomolecular Chemistry* 5: 2214-2218
- Fuwa H, Sasaki M (2007) Strategies for the synthesis of 2-substituted indoles and indolines starting from acyclic -phosphoryloxy enecarbamates. *Organic Letters* 9: 3347-3350
- Sasaki M, Tsubone K, Aoki K, Akiyama N, Shoji M, Oikawa M, Sakai R, Shimamoto K (2008) Rapid and efficient total synthesis of dysiherbaine and analogues to explore structure-activity relationships. *The Journal of Organic Chemistry* 73(1): 264-273
- Lash LL, Sanders JM, Akiyama N, Shoji M, Postila P, Pentikainen OT, Sasaki M, Sakai R, Swanson GT (2008) Novel analogs and stereoisomers of the marine toxin neodysiherbaine with specificity for kainate receptors. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 324(2): 484-496
- Takeda Y, Shi J, Oikawa M, Sasaki M (2008) Assignment of the absolute configuration of goniodomin A by NMR spectroscopy and synthesis of model compounds. *Organic Letters* 10: 1013-1016
- Ikoma M, Oikawa M, Sasaki M (2008) Synthesis and domino metathesis of functionalized 7-oxanorbornene analogs toward cis-fused heterocycles. *Tetrahedron* 64: 2740-2749

【著書・総説】

- 及川 雅人 (2007) 多様骨格指向型有機合成法とライブラリー構築. *化学工業* 58: 377-385
- Fuwa H, Sasaki M (2007) Recent advances in the synthesis of marine polycyclic ether natural products. *Current Opinion in Drug Discovery & Development* 10: 784-806
- Sasaki M, Cagide E, Louzao MC (2007) Gambierol. *Phycotoxins: Chemistry and Biochemistry* (ed. Botana LM): 1-18
- Louzao MC, Cagide E, Yotsu-Yamashita M, Sasaki M (2008) Polycavernosides and gambierol: chemistry, pharmacology, toxicology, and detection. *Seafood and Freshwater Toxins, 2nd Edition* (ed. Botana LM): 597-628

【国際研究集会】

- Takeda T, Shi J, Oikawa M, Sasaki M: Complete Stereostructure of Goniodomin-A. The 1st International Symposium International Center of Research & Education for Molecular Complex Chemistry (IREMC). Sendai, Japan. March 13-14, 2008
- Ebine M, Fuwa H, Sasaki M: A Formal Total Synthesis of Brevenal. The 1st International Symposium International Center of Research & Education for Molecular Complex Chemistry (IREMC). Sendai, Japan. March 13-14, 2008
- Ikoma M, Oikawa M, Sakai R, Sasaki M: Diversity-oriented synthesis of glutamate analogues and evaluation of biological activities. The 1st International Symposium International Center of Research & Education for Molecular Complex Chemistry (IREMC). Sendai, Japan. March 13-14, 2008
- Baden DG, Abraham WM, Bourdelais AJ, Jacocks H, Fuwa H, Ebine M, Sasaki M: Natural and synthetic brevenals: New therapeutics for mucociliary dysfunction and CF. Society of Toxicology 46th Annual Meeting, Charlotte, North Carolina, March 25-29, 2008

佐々木 誠 (教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

ノースウェスタン大学：興奮性アミノ酸ダイシハーベイン類縁体の神経生理学的研究 (2003 年 4 月 - )

モデナ大学 (イタリア)：神経毒ガンピエロールの神経生理学的研究 (2003 年 4 月 - )

サンティアゴ・デ・コンポステラ大学 (スペイン)：神経毒ガンピエロールの作用解析 (2003 年 4 月 - )

ノースカロライナ大学ウィルミントン校海洋科学研究所：海産ポリエーテル化合物ブレベナールの生物活性に関する研究 (2005 年 8 月 - )

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 グルタミン酸受容体サブタイプ選択的な生体機能分子の創製と機能解析 16,400 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 生体機能分子の創製に関する研究の総合的推進 4,000 千円 研究分担者 (継続)

【学外活動】

《学外役員》

万有仙台シンポジウム組織委員会仙台シンポジウム組織委員

天然有機化合物討論会世話人

【学内委員】

生命科学研究科研究科長補佐

東北大学出版会評議員

及川 雅人 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) 貝毒アザスピロ酸の全合成とハプテン合成に関する研究 700 千円 研究代表者 (継続)

不破 春彦 (助教)

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) 新規含窒素複素環構築法の開発とその セクレターゼ阻害剤・調節剤探索への展開 1,900 千円  
研究代表者 (新規)

【学外活動】

《学会役員》

天然物化学談話会世話人

武田 善行 (D3)

【受賞関係】

GCOE 第 1 回国際シンポジウムポスターアワード (2008 年 3 月)

日本化学会第 88 春季年会学生講演賞 (2008 年 3 月)

生駒 実 (日本学術振興会特別研究員, D2)

【研究費】

《科研費》

特別研究員研究費 多様性指向型有機合成による生理活性天然有機化合物およびその類縁体の合成研究  
900 千円 研究代表者（継続）

海老根真琴（日本学術振興会特別研究員，D2）

【研究費】

《科研費》

特別研究員研究費 イオンチャンネルに拮抗作用するポリエーテル分子の全合成と活性構造の解明 900 千円  
研究代表者（継続）

## 分子情報化学分野

### 【研究成果の概要】

生物活性天然物の全合成研究を進めた。まず、貝毒ピンナ酸の不斉全合成に成功し、主要誌に発表した。パラジウム触媒を用いた環化反応によって5員環を形成するなど、斬新な合成戦略が評価された。抗生物質ケンドマイシンには、バンコマイシン耐性菌に対する抗菌活性が知られている。今回、炭素骨格からなる大環状部分の合成にメタセシス反応を用いる検討を行った。目的の炭素環を構築できたので、全合成を目指して研究を続けている。海洋天然物ナキテルピオシンの合成研究を開始し、渡環型ディールス–アルダー反応を鍵とした検討結果を報告した。

酸化ストレスによって一酸化窒素から生成する活性窒素酸化物は、生体分子をニトロ化する。これまでニトロ化生成物は、細胞損傷のバイオマーカーとして考えられてきた。熊本大学の赤池と我々は、ニトロ cGMP が細胞内に存在し、タンパク質 SH 基の翻訳後修飾によって新しいシグナル伝達経路を形成することを示した。細胞損傷という従来の見方を覆し、ニトロ化化合物が生理活性を示すことを示唆している。内因性の cGMP 誘導体として最初の例でもあり、Nature 誌を始め、多くの報道がなされた。

バンコマイシン誘導体による VRE/VRSA など耐性菌に有効な薬剤の研究を継続した。米国で行なわれた抗生物質分野の国際学会に招待され、最新の成果を講演した。また、一件の特許を国際出願した。(有本)

小豆ゾウムシの性フェロモンである Callosobruchic acid のアルキル鎖分岐メチル基の立体異性体 (R) 及び (S) の天然存在比を、遠隔位蛍光不斉誘導体化法、および 2D-HPLC の組み合わせにより、3.3-3.4:1 であることを明らかとした。

抗酸化性の目視評価のための試薬として、2,2',4,4'-tetrahydroxybenzophenone より 3-hydroxyxanthane を合成した。この 3-hydroxyxanthane を用い、目視検出抗酸化活性評価法への応用の可能性について検討した結果、酸化に伴い黄色～橙色に発色した。そこで、簡便な抗酸化性評価法構築に向け、抗酸化剤としてブチルヒドロキソトルエン (BHT) を用い、96 穴のマイクロプレートに各種濃度の試料溶液、及び試薬を溶解加え、室温で反応させ、ビデオで発色をモニターした。その結果、BHT を加えない場合 2 時間程度で発色が観測されたが、BHT を加えた場合、その濃度に従い発色開始までの時間が徐々に長くなった。抗酸化成分として、没食子酸、没食子酸プロピル、Protocatechuic acid、エピガロカテキンガレート、フェルラ酸、コーヒー酸、カテキン、Syringic acid などについても検討した結果、同様に濃度依存的に発色までの時間が遅延したことから、発色までの時間、或いは一定時間内で発色が確認される抗酸化成分の濃度のから、抗酸化能を評価する簡易評価法の妥当性が強く示唆された。(赤坂)

### 【発表論文】

Sengoku T, Uemura D, Arimoto H (2007) Ring-closing metathesis approach to a 16-membered macrocycle of kendomycin. *Chemistry Letters* 36(6): 726-727

Ito T, Ito M, Arimoto H, Takamura H, Uemura D (2007) Studies toward the total synthesis of nakiterpiosin: construction of the CDE ring system by a transannular Diels–Alder strategy. *Tetrahedron Letters* 48(31): 5465-5469

Xu S, Arimoto H, Uemura D (2007) Asymmetric total synthesis of pinnaic acid. *Angewandte Chemie International Edition* 46(30): 5746-5749

Sawa T, Zaki MH, Okamoto T, Akuta T, Tokutomi Y, Kim-Mitsuyama S, Ihara H, Kobayashi A, Yamamoto M, Fujii S, Arimoto H, Akaike T (2007) Protein S-guanylation by the biological signal 8-nitroguanosine 3',5'-cyclic monophosphate. *Nature Chemical Biology* 3(11): 727-735

Yajima A, Akasaka K, Yamamoto M, Ohmori S, Nukada T, Yabuta G (2007) Direct determination of the stereoisomeric composition of callosobruchic acid, the copulation release pheromone of the azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L., by the 2D-Ohruai-Akasaka method. *Journal of Chemical Ecology* 33(7): 1328-1335

### 【国際研究集会】

Arimoto H: Synthesis of Novel Vancomycin Derivatives with Excellent Antibacterial Activities Against Resistant Bacteria. 10th International Conference on the Chemistry of Antibiotics & other Bioactive Compounds. Nashville, USA. August 12-15, 2007

有本 博一 (教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 天然物を部分構造に含む化合物ライブラリーの調製 3,600 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 バンコマイシン耐性菌に有効な新分子の創製と機能解析 3,000 千円 研究代表者 (継続)

萌芽研究 薬剤耐性誘導に関わる細菌の 2-コンポーネントシステム 1,700 千円 研究代表者 (継続)

《その他の研究資金》

受託研究費 (持田記念医学薬学振興財団研究奨励金) 独自の分子デザインと先端的合成反応を組み合わせたバンコマイシン耐性菌との闘い 1,000 千円

【特許関係】

特許出願 有本博一, 荒木啓介, 依田正応, 吉田修, 澤田有里 グリコペプチド抗生物質誘導體 PCT/JP2007-074320 (2007 年 12 月)

【学外活動】

《学会役員》

日本農芸化学会東北支部評議員

赤坂 和昭 (准教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

ウィーン大学分析化学研究所: 新しい不斉識別法の開発研究 (2003 年 10 月 - )

U.S. Department of Agriculture: ラセンウジバエの性フェロモンの立体異性体分析 (2004 年 4 月 - )

【研究費】

《科研費》

萌芽研究 活性酸素の目視検出及び蛍光イメージングのための新規試薬の開発と応用 1,400 千円 研究代表者 (新規)

【学外活動】

《学会役員》

日本分析化学会東北支部幹事

日本分析化学会・Analytical Sciences 編集委員会編集委員

## 活性分子動態分野

### 【研究成果の概要】

海産毒を中心に生理活性物質の化学に関する幅広い研究を実施した。その主な研究成果は以下の通りである。

麻痺性貝毒化学分析法の向上：ポストカラム蛍光化分析法に改良を加え、より分離能の良い一斉分析条件の設定を行なった。あわせて、標準毒、検定試料の調製を行い、多数研究機関によるメソッドバリデーションの準備を行なった。また、渦鞭毛藻の生産する代表的な成分に目標をしばり、感度の向上を図った結果、1細胞中の毒量測定が可能なることを明らかにした。

麻痺性貝毒の動態に関する研究：研究室で開発したアフィニティークロマトグラフィーを使用し、ホタテガイ外套膜中に麻痺性貝毒の蓄積に関与する結合タンパク質の探索を行い、候補としてトロポミオシンを明らかにした。

渦鞭毛藻 *Karenia brevisulcata* の細胞毒の構造解析：ニュージーランド、ウェリントン湾周辺で大規模な赤潮を形成し、海洋生物の斃死をまねいた渦鞭毛 *K. brevisulcata* の有毒成分の構造解析を行なった。分子量 2000 を超える多成分からなり、いずれも共役アルデヒドを末端に持つポリエーテル化合物であることを明らかに、部分構造の一部を明らかにした。

Yessotoxin 群の変換メカニズムに関する研究：渦鞭毛藻 *Protoceratium reticulatum* の大量培養系を確立し、効率的に yessotoxin を得る方法を開発した。ホタテガイ組織及び抽出液とのインキュベーション実験で 45-hydroxyessotoxin 及び 44-carboxyessotoxin が酵素による変換より生ずることを明らかにした。

### 【発表論文】

Ito E, Syzuki T, Oshima Y, Yasumoto T (2008) Studies of diarrhetic activity on pectenotoxin-6 in the mouse and rat. *Toxicon* 51(4): 707-716

Makino W, Ito K, Oshima Y, Urabe J (2008) Effects of *Protoceratium reticulatum* yessotoxin on feeding rates of *Acartia hudsonica*: A bioassay using artificial particles coated with purified toxin. *Harmful Algae* 7(5): 639-645

大島 泰克 (教授)

### 【国際交流】

#### 《国際共同研究》

Cawthron Institute (New Zealand) : 渦鞭毛藻 *Karenia brevisulcata* の生産する細胞毒性成分に関する研究

李 鍾寿 (韓国敬尚大 教授) : 貝毒・赤潮毒に関する化学的研究

### 【研究費】

#### 《科研費》

萌芽研究 渦鞭毛藻の麻痺性貝毒合成遺伝子解明をめざした分子生物学的基盤技術の開発 1,000 千円  
研究代表者 (継続)

#### 《その他の研究資金》

厚生労働科学研究費補助金 (食品の安全性高度化推進研究事業) 貝毒の安全性確保に関する研究 3,000 千円

受託研究 (農林水産省 平成 19 年度二枚貝等貝毒安全対策事業) 貝毒分析用標準品の検査 729 千円

受託研究 (水産庁 平成 19 年度川上から川下に至る豊かで多様性のある海づくり委託事業) ケイ藻赤潮の他生物に及ぼす影響評価試験及び二枚貝の斃死機構に関する研究 2,938 千円

奨学寄付金 ((財) 日本冷凍食品検査協会) 貝毒検査の精度管理に関する研究 2,000 千円

### 【受賞関係】

平成 19 年度日本水産学会賞 麻痺性貝毒に関する化学・生化学的研究

### 【学外活動】



《学外役員》

内閣府食品安全委員会 かび毒・自然毒等専門調査会専門委員

仙台市地域保健・保健所運営協議会委員

仙台市食品衛生連絡協議会委員長

宮城県保健環境センター外部評価委員

《学会役員》

日本農芸化学会東北地区評議員

日本水産学会東北支部評議員

渡邊 龍一（助教）

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) 二枚貝中の麻痺性貝毒結合タンパク質の探索と同定 1,400 千円 研究代表者（継続）

## 生命素子機能分野

### 【研究成果の概要】

ウイルスからヒトに至るあらゆる生物に存在がみられる糖鎖認識タンパク質（レクチン）の構造と機能性に関して、次の知見を得た。系統進化上異なる魚種の卵巣から魚類ラムノース結合特異性レクチン（RBL）を単離し、それらの生化学的性状を解析することにより、RBLファミリーが特異な構造と活性を持つことや魚類に広く分布していること、そして病原性細菌や原虫と相互作用することを明らかにした。RBLがニジマス生殖腺由来繊維芽細胞（RTG2）や腹腔内マクロファージ（RTM5）に対してサイトカイン遺伝子発現と活性酸素産生の誘導活性をもつことを示し、細胞膜上のRBLレセプターとしてGb3を同定した。また、フロンタルアフィニティークロマトグラフィーによるRBLの糖結合特異性の解析や抗Gb3抗体を用いた共焦点レーザー顕微鏡観察からRBLがラフトに局在するGb3と架橋を形成して細胞内にシグナルを伝達すると結論づけた。

外骨格を形成する水産無脊椎動物（フジツボ）のレクチンが結晶化してカルサイトやアラゴナイトになるときに他の生体分子とともに結晶核の生成と成長において調節作用をもつことを明らかにして、レクチンのバイオミネラリゼーションにおける役割に新たな知見を加えた。食素材に含まれるレクチンの食品機能性を、ヒト腸管モデル細胞のCaco-2細胞を用いて調べ、多剤耐性関連タンパク質等の輸送経路への食品レクチンの影響を評価するとともに、レクチンへの暴露により細胞骨格タンパク質やシャペロンタンパク質の発現量に変化することをプロテオーム解析によって明らかにした。

魚類マアナゴ体表粘液中の生体防御に関わる2種のガレクチン、コンジェリンIとIIが、加速進化によりどのように機能進化して来たのか、祖先型コンジェリンCon-ancとその変異体を復元・再構築し、糖鎖認識特異性と構造安定性（耐熱性）評価、さらにX線構造解析による立体構造を解析し、タンパク質の進化の過程を明らかにするだけでなく、タンパク質の構造と機能の相関をより効率的に解析できる手法として有用であることを示した。

マベガイ真珠層のアラゴナイト結晶の配向制御に関わる因子（タンパク質・遺伝子）を同定し、結晶の光学的特性など材料科学的性質と真珠層形成因子との相関を解析し、アラゴナイト結晶の配向制御にADPリボシルトランスフェラーゼ様26 kDaタンパク質群（HSC2およびHSC3）が関連することを見いだした。このADPリボシルトランスフェラーゼ様26 kDaタンパク質の構造を明らかにした。また、ジャカリン近縁レクチンファミリー（PPL2A, PPL2B, PPL3およびPPL4）のうち、PPL2（2A, 2B）およびPPL4がマトリックスタンパク質として結晶形成に重要であることをモルフォリノオリゴによるノックダウン解析から明らかにした。

コンジェリンをタグとした大腸菌リコンビナントタンパク質の発現系を構築し、従来発現が困難であったハブ毒筋壊死因子ホスホリパーゼA2に応用し、機能をもったリコンビナント体の発現に成功した。またホスホリパーゼA2の筋壊死に関わる構造要素を明らかにした。

### 【発表論文】

- Adebiyi A P, Adebiyi AO, Ogawa T, Muramoto K (2007) Preparation and characterization of high quality rice bran proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 1219-1227
- Pambuka SE, Adebiyi AP, Muramoto K, Naude RJ (2007) Purification and partial characterization of a matrix metalloproteinase from ostrich skeletal muscle, and its activity during meat maturation. *Meat Science* 76: 481-488
- Jimbo M, Usui R, Sakai R, Muramoto K, Kamiya H (2007) Purification, cloning and characterization of egg lectins from *Tribolodon brandti*. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 147: 164-171
- Nakamura O, Inaga Y, Suzuki S, Tsutsui S, Muramoto K, Kamiya H (2007) Possible roles of congerin, a mucosal galectin of Japanese conger eel, in the intestinal lumen. *Fish Shellfish Immunology* 23: 683-692
- Terada T, Watanabe Y, Tatenno H, Naganuma T, Ogawa T, Muramoto K, Kamiya H (2007) Structural characterization of a

rhamnose-binding glycoprotein (lectin) from Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) eggs. *Biochimica et Biophysica Acta* 1770: 617-629

Konno A, Ogawa T, Shirai T, Muramoto K (2007) Reconstruction of a probable ancestral form of conger eel galectins revealed. *Molecular Biology and Evolution* 24(11): 2504-2514

Koshi Y, Nakata E, Miyagawa M, Tsukiji S, Ogawa T, Hamachi I (2008) Target-specific chemical acylation of lectins by ligand-tethered DMAP catalysts. *Journal of American Chemical Society* 130(1): 245-251

Watanabe Y, Shiina N, Shinozaki F, Yokoyama H, Kominami J, Nakamura-Tsuruta S, Hirabayashi J, Sugahara K, Kamiya H, Matsubara H, Ogawa T, Muramoto K (2008) Isolation and characterization of l-rhamnose-binding lectin, which binds to microsporidian *Glugea plecoglossi*, from ayu (*Plecoglossus altivelis*) eggs. *Developmental & Comparative Immunology* 32(5): 487-499

Tsutsui S, Yoshino Y, Matsui S, Nakamura O, Muramoto K, Watanabe T (2008) Isolation of epidermal cells and cDNA cloning of TNF decoy receptors 3 of conger eel, *Copinger myriaster*. *Fish Shellfish Immunology* 24(3): 316-371

Matsubara H, Hayashi T, Ogawa T, Muramoto K, Jimbo M, Kamiya H (2008) Modulating effect of acorn barnacle C-type lectins on the crystallization of calcium carbonate. *Fisheries Science* 74: 418-424

Seto M, Ogawa T, Kodama K, Muramoto K, Kanayama Y, Sakai Y, Chijiwa T, Ohno M (2008) A novel recombinant system for functional expression of myonecrotic snake phospholipase A2 in *Escherichia coli* using a new fusion affinity tag. *Protein Expression and Purification* 58 (2): 194-202

【著書・総説】

小川智久, 村本光二 生物化学実験法 52 レクチン研究法 (学会出版センター, 2007年) . レクチンの精製法 ( -1-3 無脊椎動物のレクチン, -2 精製レクチンの調製法 )

【国際研究集会】

Mori A, Naganuma T, Ogawa T, Muramoto K: Effect of food lectins on the intestinal absorption of polyphenols in rats. 3rd International Conference on Polyphenols and Health. Kyoto, Japan. November 25-28, 2007

Lee MS, Watanabe Y, Yamamoto S, Ogawa T, Muramoto K: Induction of apoptosis in human colon cancer cells by rhamnose-binding lectins from salmon eggs (Ikura). International Conference on Food Factors for Health Promotion. Kyoto, Japan. November 27-December 1, 2007

Muramoto K, Yamamoto S, Naganuma T, Ogawa T: Modulating effects of food lectins on the functions and protein profiles of Coco-2 cells. International Conference on Food Factors for Health Promotion. Kyoto, Japan. November 27-December 1, 2007

Ogawa T, Konno A, Yamagishi K, Muramoto K: Adaptive evolution of proteins in biological offense and defense systems: a case of conger eel galectins. 第7回国際ゲノム会議. Tokyo, Japan. November 27-28, 2007

Lee MS, Watanabe Y, Ogawa T, Muramoto K: Induction of apoptosis in human colon cancer cells by rhamnose-binding lectins from salmon eggs (Ikura). 2nd International Symposium on Translational Research on Natural Products and Cancer. Mumbai, India. December 9-12, 2007

村本 光二 (教授)

【国際交流】

《外国人招致・セミナー》

Ryno J. Naude (Nelson Mandela Metropolitan University) : 日本学術振興会 二国間共同研究 (2007年7月6 - 26日)

Krause Jason (Nelson Mandela Metropolitan University) : 日本学術振興会 二国間共同研究 (2007年7月13日 - 8月19日)

《国際共同研究》

Nelson Mandela Metropolitan University of Port Elizabeth : 大型家禽ダチョウ酵素の未利用資源としての有効利用  
に関する基盤研究 (1995年4月 - )

University of Geneva : ラムノール結合特異性レクチンの感染症防止効果に関する研究 (2005年4月 - )

The Chinese University of Hong Kong : レクチンの生理活性評価 (2006年9月 - )

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 魚類レクチンの分子家系と生物機能の統合的解析 3,900千円 研究代表者(継続)

二国間交流事業 日本 - 南アフリカ共同研究 ヘルシーな天然食資源としてのダチョウ食肉に関する生化学  
的研究 2,500千円 研究代表者(継続)

《その他の研究資金》

奨学寄付金(飯島記念食品科学振興財団) 4,600千円

奨学寄付金(財団法人 杉山報公会) 1,000千円

奨学寄付金(日本水産株式会社) 1,000円

受託研究費(経済産業省地域資源活用型研究開発事業) 宮城県産高機能大豆を利用した脱「豆腐」製品の開  
発

【非常勤講師等】

東北生活文化大学「食品機能学」(2004年10月 - )

【学外活動】

《学外役員》

不二たん白質研究振興財団選考委員

日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員

《学会役員》

日本農芸化学会代議員, 東北支部評議委員

日本分析化学会代議員, 東北支部幹事

日本食品科学工学会東北支部評議委員, Food Science and Technology Research 編集委員

日本水産学会東北支部評議員, Fisheries Science 編集委員

【学内委員】

ハラスメント防止委員会委員

情報公開・個人情報開示等審査委員会委員

小川 智久(准教授)

【国際交流】

《外国人招致・セミナー》

Andre Menez (President of the French Museum of Natural History) : 東北大学学際科学国際高等研究センター特別  
講師(2007年12月7日 - 12月16日)

【研究費】

《科研費》

萌芽研究 加速進化のメカニズム解明: 加速進化遺伝子近傍にコードされる逆転写酵素の機能解析 2,400千円  
研究代表者(新規)

《その他の研究資金》

東北大学学際科学国際高等研究センター プロジェクトB 2,600千円 研究代表者

【出前授業・公開講座等】

高等学校理科研修会(高等学校理科研修会講師 2007年9月25日)

**【学外活動】**

《学会役員》

日本生物物理学会東北支部幹事  
毒素シンポジウム運営委員

永沼 孝子（助教）

**【研究費】**

《科研費》

基盤研究(C) マベガイに含まれる多様なレクチンは生体維持機能にどうかかわるのか 1,900 千円 研究代表者（新規）

今野 歩（日本学術振興会特別研究員，D3）

**【研究費】**

《科研費》

特別研究員奨励費 加速進化型ガレクチンの分子進化メカニズムの解析とタンパク質分子設計法への応用  
900 千円

**【受賞関係】**

生命科学研究科長賞（2008 年 3 月）

## 遺伝子変異制御分野

### 【研究成果の概要】

自然突然変異の生成について,出芽酵母を用いて調べたところ, Rad52 が関わる組み換えと Rev3 が関わる損傷乗り越え複製が自然 DNA 損傷を回避する過程で生じる事を明らかにした。塩基置換型突然変異を誘発しない発がん物質 (ortho-phenyl phenol およびその代謝物 phenyl hydroquinone) は, G2/M 期に細胞周期を止めること,その原因は MAPK 経路を活性化すること,その結果高頻度で染色体喪失を導くことを明らかにし,染色体喪失と発がんの関わり合いについて考察した。大腸菌 DNA 複製酵素 PolI の遺伝的安定性への役割を知る目的で, PolI の 5' 3' exonuclease と Klenow fragment のそれぞれの破壊株を作成したところ, 5'-3' exonuclease domain は複製鎖にできたループの修復に, Klenow fragment は鋳型鎖にできたループの修復に働くことを明らかにした。植物光回復酵素遺伝子をクローニングし,基質結合 domain 及び光受容体結合 domain を明らかにした。また,基質-酵素結合体の温度への感受性について解析した。

### 【発表論文】

- Nunoshiba T, Watanabe E, Takahashi T, Daigaku Y, Ishikawa S, Mochizuki M, Ui A, Enomoto T, Yamamoto K (2007) Ames test-negative carcinogen, ortho-phenyl phenol, binds tubulin and causes aneuploidy in budding yeast. *Mutation Research* 617: 90-97
- Endo K, Daigaku Y, Tago Y, Yamamoto K (2007) Error-free RAD52 pathway and error-prone REV3 pathway determines spontaneous mutagenesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *Gene & Genetic Systems* 82: 35-42
- Hidema J, Taguchi T, Ono T, Teranishi M, Yamamoto K, Kumagai T (2007) Increase in CPD photolyase activity functions effectively for preventing ultraviolet-B-caused growth inhibition. *Plant Journal* 50: 70-79
- Ui A, Seki M, Ogiwara H, Lei MS, Yamamoto K, Tada S, Enomoto T (2007) Activation of a novel pathway involving Mms1 and Rad59 in sgs1 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 356: 1031-1037
- Imai M, Tago Y, Ihara M, Yamamoto K (2007) The Role of 5' 3' exonuclease and Klenow fragment of *Escherichia coli* DNA polymerase I in base mismatch repair. *Molecular Genetics and Genomics* 278: 211-220
- Acharya N, Abu-Nasr NF, Kawaguchi G, Imai M, Yamamoto K (2007) Frameshift mutations produced by 9-aminoacridine in wild-type, *uvrA* and *recA* strains of *Escherichia coli*; Specificity within a hotspot. *Journal of Radiation Research* 48: 361-368
- Yamamoto A, Hirouchi T, Mori T, Teranishi M, Hidema J, Morioka Hi, Kumagai T, Yamamoto K (2007) Biochemical and biological properties of DNA photolyases derived from ultraviolet sensitive rice-cultivars. *Gene & Genetic Systems* 82: 311-319
- Hori M, Ishiguro C, Suzuki T, Nakagawa N, Nunoshiba T, Kuramitsu S, Yamamoto K, Kasai H, Harashima H, Kamiya H. (2007) UvrA and UvrB enhance mutations induced by oxidized deoxyribonucleotides. *DNA Repair* 6: 1786-1793
- Yonekura SI, Nakamura N, Doi T, Sugiyama H, Yamamoto K, Yonei S, Zhang QM (2007) Recombinant *Schizosaccharomyces pombe* Nth1 protein exhibits DNA glycosylase activities for 8-oxo-7,8-dihydroguanine and thymine residues oxidized in the methyl group. *Journal of Radiation Research* 48: 417-424
- Amagai A, Soramoto S, Saito S, Maeda Y (2007) Ethylene induces zygote formation through an enhanced expression of *zyg1* in *Dictyostelium mucoroides*. *Experimental Cell Research* 313(11): 2493-2503
- Yoshino T, Maeda Y, Amagai A (2007) The real factor for polypeptide elongation in *Dictyostelium* cells is EF-2B, not EF-2A. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 359(3): 586-591
- Hirata K, Amagai A, Chae SC, H S, Maeda Y (2008) Involvements of a novel protein, DIA2, in cAMP signaling and spore differentiation during *Dictyostelium* development. *Differentiation* 76(3): 310-322
- Chida J, Amagai A, Tanaka M, Maeda Yasuo (2008) Establishment of a new method for precisely determining the

functions of individual mitochondrial genes, using *Dictyostelium* cells. *BMC Genetics* 9(1): 25  
Suzuki T, Yamamoto K, Harashima H, Kamiya H (2008) Base excision repair enzyme endonuclease III suppresses mutagenesis caused by 8-hydroxy-dGTP. *DNA Repair* 7: 88-94  
Yamamoto A, Najrana T, Hirouchi T, Teranishi M, Hidema J, Morioka H, Yamamoto K (2008) Temperature-sensitive photoreactivation of cyclobutane thymine dimer in soybean. *Journal of Radiation Research* 49: 189-196  
Teranishi M, Nakamura K, Morioka H, Yamamoto K, Hidema J (2008) The native cyclobutane pyrimidine dimer photolyase of rice is phosphorylated. *Plant Physiology* 146: 1941-1951

山本 和生 (教授)

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 染色体損傷に依存しない遺伝情報システム異常の生成 6,000 千円 研究代表者 (継続)  
基盤研究(B) M 期の染色体を安定に維持する機構の破綻とその生物影響の研究 11,000 千円 研究代表者 (新規)

【出前授業・公開講座等】

高校生への生命科学実習講座 (高校生に生命科学実習を体験してもらう 2007 年 8 月 7 日)

【学外活動】

《学会役員》

日本遺伝学会学会誌編集委員

日本放射線影響学会評議員

【特記事項】

《報道》

故郷への便り, 紀伊民報 (2007 年 4 月)  
故郷への便り, 紀伊民報 (2007 年 7 月)  
故郷への便り, 紀伊民報 (2007 年 10 月)  
故郷への便り, 紀伊民報 (2008 年 2 月)

布柴 達男 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) 染色体分配機能破綻による遺伝的不安定性誘発と細胞がん化における役割 2,500 千円 研究代表者 (新規)

《その他の研究資金》

食品健康影響評価技術研究 化学物質による肝肥大誘導機序の解析を基盤とした肝発がんリスク評価系の構築 1,300 千円

【非常勤講師等】

「遺伝生理学」(2007 年 6 月 - 2007 年 7 月)

【出前授業・公開講座等】

学問の世界 (生物学の世界 宮城野高等学校 2007 年 5 月 26 日)

高校生への生命科学実習講座 (2007 年 8 月 7 日)

母校出前授業 (「大学・大学院というところ」, 「がんはなぜおこる?」 京都教育大学附属高校 2007 年 9 月 27 日)

サイエンス・エンジェルの体験科学ひろば@仙台市博物館 (仙台市博物館小学生対象の体験型化学イベント)

の企画・実施責任者 仙台市博物館 2007年11月23 - 24日)

高大連携一日大学(仙台第二高等学校 2007年12月13日)

【学外活動】

《学外役員》

内閣府食品安全委員会農薬専門調査会専門委員 確認評価第二部会座長代理

独立行政法人日本学生支援機構 協力者会議委員

《学会役員》

日本環境変異原学会評議員(2000 )

米国環境変異原学会賞等選考委員会在外委員

Gene & Environment 編集委員

【学内委員】

杜の都女性研究者育成支援推進室構成員

【特記事項】

(財)学生支援機構東北支部ホームページ インタビュー掲載

東北大学大学院生命科学研究科 新入生交流会(2007年6月)

東北大学大学院生命科学研究科 キャリアガイダンス(2007年10月)

雨貝 愛子(助教)

【出前授業・公開講座等】

高校生への生命科学実習講座(高校生に生命科学実習を体験してもらう 2007年8月7日)

【学内委員】

セクシャルハラスメント防止対策委員会委員



## 遺伝子調節分野

### 【研究成果の概要】

腎臓がんなどの原因であるがん抑制遺伝子 VHL の転写産物は Elongin B, Elongin C と複合体 (VBC 複合体) を作り, さらに Cullin 2, Rbx 1 と会合し, E3 コピキチンリガーゼの基質認識サブユニットとして機能する。この VBC 複合体の形成を, 生細胞で FRET が起きる蛍光タンパク質として, CFP を改良した Cerulean と YFP を改良した Citrine を用いて FLIM-FRET によって観察した。Elongin B と Elongin C のキメラタンパク質間で蛍光寿命短縮が観察され, 強い FRET が起きていることが証明された。pVHL30 と Elongin C で同様の実験をしたところ, FRET はほとんど観察されなかった。しかしながら, 二つのタンパク質にさらに Elongin B を共発現したところ, 明確な FRET シグナルが観察された。この結果から, Elongin C または pVHL が Elongin B によってコンフォメーション変化を起こすことが示唆された。Elongin C のコンフォメーション変化を調べる目的で, Elongin C の両末端に Citrine と Cerulean をつけた蛍光タンパク質を発現し, 分子内 FRET を計測したところ, 強い FRET シグナルが観察された。さらに Elongin B を共発現したところ, このシグナルは弱められた。以上の結果は Elongin B の結合によって, Elongin C のコンフォメーションが変化すること, そのコンフォメーション変化が, pVHL30 の Elongin C への結合に必要なことが示された。

その他, Arnt の PML ボディでの FLIM-FRET 解析, LBP-1 ダイマー間の FLIM-FRET 解析を行った。

### 【発表論文】

- Goryo K, Suzuki A, Carpio CAD, Siizaki K, Kuriyama E, Mikami Y, Kinoshita K, Yasumoto K, Rannug A, Miyamoto A, Fujii-Kuriyama Y, Sogawa K (2007) Identification of amino acid residues in the Ah receptor involved in ligand binding. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 354: 396-402
- Kinoshita K, Goryo K, Takada M, Tomokuni Y, Aso T, Okuda H, Shuin T, Fukumura H, and Sogawa K (2007) Ternary complex formation of pVHL, elongin B and elongin C visualized in living cells by a fluorescence resonance energy transfer-fluorescence lifetime imaging microscopy technique. *FEBS Journal* 274: 5567-5575
- Yamaguchi Y, Passeron T, Watabe H, Yasumoto K, Rouzaud F, Hoashi T, Hearing VJ (2007) The effects of dickkopf1 (DKK1) on gene expression and Wnt signaling by melanocytes: mechanisms underlying its suppression of melanocyte function and proliferation. *Journal of Investigative Dermatology* 127(5): 1217-1225

十川 和博 (教授)

### 【研究費】

#### 《科研費》

- 基盤研究(B) 生細胞での VBC 複合体の FLIM-FRET による可視化 4,800 千円 研究代表者 (継続)
- 特定領域研究 生細胞での Ah リセプター転写因子複合体のイメージングと活性化機構 5,100 千円 研究代表者 (継続)

安元 研一 (准教授)

### 【研究費】

#### 《科研費》

- 特定領域研究 外来薬物による遺伝子発現誘導における転写因子複合体の機能解析 3,100 千円 研究代表者 (継続)

### 【学内委員】

入試実施委員会

高崎 親久 (助教)

**【学外活動】**

《学会役員》

日本生化学会東北支部幹事

鳥居 暁（助教）

**【研究費】**

《科研費》

若手研究(B) 低酸素応答に関わる細胞内情報伝達の細胞外環境依存的な制御機構の解析 2,000 千円 研究代表者（新規）

御領 憲治（M2）

**【受賞関係】**

生命科学研究科長賞（2008年3月）

## 情報伝達分子解析分野

### 【研究成果の概要】

アクチン細胞骨格の再構築は細胞の運動，接着，極性，形態変化，分裂など細胞の基本活動を支える中心的な役割を果たしている。しかしながら，その応答制御機構や3次元の構築機構の多くは不明である。私たちの分野では，細胞の形態と運動性を制御する細胞内シグナル伝達機構とアクチン細胞骨格の再構築制御機構を明らかにすることをテーマとして，生化学，分子生物学，細胞生物学，発生工学の手法を用いた研究を進めている。これまでに，アクチン脱重合因子であるコフィリンをリン酸化，不活性化するキナーゼとして LIM キナーゼと TESK を同定し，アクチン細胞骨格を制御する新しいシグナル経路として，Rho, Rac-LIMK-コフィリン経路の存在を明らかにした。また，コフィリンの脱リン酸化（活性化）酵素として Slingshot を同定し[上村グループとの共同研究]，Slingshot が PI3 キナーゼの下流で活性化されることや，アクチンフィラメントによって活性化されることを見出した。2007 年度に得た主な研究成果は以下の通りである。1) LIM キナーゼによるコフィリンのリン酸化は，細胞分裂期の細胞表層アクチンと星状体微小管の安定化と紡錘体の配向安定化に重要であることを解明した (J. Biol. Chem.)。2) 腹水肝癌細胞の細胞遊走，接着，細胞層透過運動において LIM キナーゼ，Slingshot，コフィリンの重要性を明らかにした (J. Biol. Chem.)。3) 神経突起の伸長において LIM キナーゼと Slingshot によるコフィリンのリン酸化と脱リン酸化制御の両方が重要であることを明らかにした (J. Biol. Chem.)。4) Dronpa アクチンを用いて細胞内のアクチンモノマー量を測定し，コフィリンは細胞内アクチンモノマーを供給することによって刺激依存的なラメリポディアの形成に寄与していることを解明した (J. Cell Biol.)。5) Slingshot-1 はコフィリンの脱リン酸化によりアクチンの脱重合を促進するだけでなく，アクチンフィラメントに結合し，アクチンを束化し，安定化する活性を持つことを明らかにした (Genes Cells)。

### 【発表論文】

- Kiuchi T, Ohashi K, Kurita S, Mizuno K (2007) Cofilin promotes stimulus-induced lamellipodium formation by generating an abundant supply of actin monomers. *The Journal of Cell Biology* 177(3): 465-476
- Kurita S, Gunji E, Ohashi K, Mizuno K (2007) Actin filaments-stabilizing and -bundling activities of cofilin-phosphatase Slingshot-1. *Genes Cells* 12(5): 663-676
- Endo M, Ohashi K, Mizuno K (2007) LIM-kinase and Slingshot are critical for neurite extension. *Journal of Biological Chemistry* 282(18): 13692-13702
- Iida J, Ishizaki H, Okamoto-Tanaka M, Kawata A, Sumita K, Ohgake S, Sato Y, Yorifuji H, Nukina N, Ohashi K, Mizuno K, Tsutsumi T, Mizoguchi A, Miyoshi J, Takai Y, Hata Y (2007) Synaptic scaffolding molecule alpha is a scaffold to mediate N-methyl-D-aspartate receptor-dependent RhoA activation in dendrites. *Molecular and Cellular Biology* 27(12): 4388-4405
- Kligys K, Claiborne JN, DeBiase PJ, Hopkinson SB, Wu Y, Mizuno K, Jones JCR (2007) The Slingshot family of phosphatases mediates Rac1 regulation of cofilin phosphorylation, laminin-332 organization and motility behavior of keratinocytes. *Journal of Biological Chemistry* 282(44): 32520-32528
- Han L, Stope MB, Lopez de Jesus M, Oude Weernink PA, Urban M, Wieland T, Roskopf D, Mizuno K, Jakobs KH, Schmidt M (2007) Direct stimulation of receptor-controlled phospholipase D1 by phospho-cofilin. *EMBO Journal* 26(19): 4189-4202
- Chandramouli S, Yu CY, Yusoff P, Lao D-H, Leong HF, Mizuno K, Guy GR (2008) TESK1 interacts with Sprouty2 to abrogate its inhibition of Erk phosphorylation downstream of receptor tyrosine kinase signaling. *Journal of Biological Chemistry* 283(3): 1679-1691
- Kaji N, Muramoto A, Mizuno K (2008) LIM-kinase-mediated cofilin phosphorylation during mitosis is required for precise spindle orientation. *Journal of Biological Chemistry* 283(8): 4983-4992

San MA, Lee MY, Williams HC, Mizuno K, Lassegue B, Griendling KK (2008) Dual regulation of cofilin activity by LIM kinase and Slingshot-1L phosphatase controls Platelet-derived growth factor-induced migration of human aortic smooth muscle cells. *Circulation Research* 102(4): 432-438

Horita Y, Ohashi K, Mukai M, Inoue M, Mizuno K (2008) Suppression of the invasive capacity of rat ascites hepatoma cells by knockdown of Slingshot or LIM-kinase. *Journal of Biological Chemistry* 283(10): 6013-6021

【著書・総説】

栗田宗一, 水野健作 (2007) コフィリンを中心としたタンパク質間相互作用. *生体の科学* 58(5): 444-445

【国際研究集会】

Kiuchi T, Ohashi K, Kurita S, Mizuno K : The role of cofilin in actin filament assembly during lamellipodium formation. ELSO 2007, Dresden, Germany. September 1-4, 2007

Kurita S, Ohashi K, Mizuno K: Functional roles of cofilin-phosphatase Slingshot in cell migration and tumor cell invasion. OLS/NUS-Tohoku COE Joint Symposium. Singapore. September 5-6, 2007

水野 健作 (教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Dr. Jonathan Jones (Northwestern University) : 細胞運動における Slingshot の機能解析 (2006年1月 - 2007年12月)

Dr. Martina Schmidt (Universitat Essen) : リン酸化コフィリンによるホスホリパーゼ D の活性制御機構(2006年1月 - 2007年12月)

Dr. Graeme Guy (Institute of Molecular and Cell Biology, Singapore) : TESK1 と Sprouty2 の結合の細胞機能(2006年1月 - 2007年12月)

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 がん細胞の運動能と浸潤・転移能亢進におけるコフィリン制御系の役割 6,800千円 研究代表者(継続)

特定領域研究 神経ガイダンスとスパイン形態変化におけるアクチン動態制御の機能解析 3,900千円 研究代表者(継続)

萌芽研究 分割GFPの再構成を利用した分子間相互作用可視化プローブの作成 1,600千円 研究代表者(継続)

特定領域研究 移動細胞先端におけるアクチン動的システムの時空間的制御機構 2,700千円 研究代表者(新規)

基盤研究(B) 細胞遊走,細胞分裂時の極性形成におけるコフィリン制御機構とその役割 7,600千円 研究代表者(新規)

《その他の研究資金》

21世紀COEプログラム シグナル伝達病の治療戦略創生拠点

【学外活動】

《学会役員》

日本細胞生物学会評議員

日本生化学会評議員, 研究体制検討委員会委員

日本蛋白質科学会年会実行委員

【学内委員】

総長特任補佐

副研究科長

大橋 一正 (准教授)

【受賞関係】

日本生化学会東北支部会 第7回日本生化学会東北支部奨励賞 (2007年5月12日)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) アクチン骨格ダイナミクスにおけるコフィリンの作用機構の解明 2,100千円 研究代表者 (新規)

千葉 秀平 (日本学術振興会特別研究員, D3)

【研究費】

特別研究員奨励費 ニューレグリン刺激依存的な細胞運動におけるコフィリンの活性制御機構の解明  
900千円

## 分子応答制御分野

### 【研究成果の概要】

植物ポリアミン(主にプトレッシン, スペルミジンそしてスペルミンからなる)の環境ストレス時の役割について解析を行っている。従来, シロイヌナズナのスペルミン合成酵素遺伝子は二つ存在すると言われてきたが, このうちの一つ *ACL5* 遺伝子は, サーモスペルミン合成酵素をコードすることが確認された。そこで, シロイヌナズナの唯一のスペルミン合成酵素遺伝子 *SPMS* の遺伝子破壊株を用いた解析を行っている。また, ポリアミン分解に関わる遺伝子についても体系的に解析を進めている。

タバコ葉から調製した cDNA ライブラリーを対象に植物の細胞死誘導因子を探索した。得られたクローンの一つは, スフィンゴ脂質生合成経路の最初の反応を触媒するセリンパルミトイルトランスフェラーゼ(*SPT*) をコードしていた。*SPT* 遺伝子による植物細胞死の機構を解析し, この *SPT* 遺伝子が非宿主病原細菌に対する抵抗性に関与していることを示した。

植物を使って重金属による土壤汚染を修復しようとする, いわゆるファイトレメデーション技術の確立のために重金属高蓄積植物を分子育種しようとしている。今年度は, 酵母を用いたスクリーニング法により, 鉱山跡地に生育する数種の植物の cDNA ライブラリーからカドミウム耐性遺伝子を探索した。メヒシバから単離したクローンは, システインに富む 55 個のペプチドをコードしていた。この相同遺伝子は, 単子葉植物には存在するものの双子葉植物には存在せず, 既知のメタロチオネイン遺伝子とは異なっていた。メヒシバのクローンを過剰発現させたシロイヌナズナは, カドミウム耐性となった。耐性機構について, 現在, 解析を行っている。

片岡グループは, 黄色植物 (Stramenopile) に属するフシナシミドロ (*Vaucheria*) で発見した LOV ドメインと bZIP ドメインだけでできた新奇の FMN 結合蛋白質が, フシナシミドロの光形態形成反応の光受容体であることを RNAi を用いて証明した。類似蛋白がケイ藻や褐藻を含む多くの黄色植物に分布していることをみつけたので, このを黄色植物にちなんでオーレオクロム (AUREOCHROME) と名づけた。オーレオクロムは青色光を吸収すると FMN が LOV 領域のシステインと共有結合を作り, この結合は暗黒下で約 5 分の半減期で離れる。そして, オーレオクロムが青色光を吸収すると bZIP ドメインは DNA 標的配列 TGACGT と結合し, 光を消すと DNA から離れることから, オーレオクロムは青色光で活性化する転写因子であることがわかった。これらの結果を PNAS 誌に発表した (Takahashi *et al.* PNAS 104: 19625-19630)。この成果は内外の新聞や TV にも報道された。オーレオクロムは黄色植物に広く分布するが, 緑色植物には存在しない。オーレオクロムの発見は, これまで未開拓であった黄色植物の生物学を発展させる指導的役割を果たすだけでなく, 任意の遺伝子の発現を光で制御するナノマシンの開発を可能にすると期待されている。

### 【発表論文】

Kusano T, Yamaguchi K, Berberich T, Takahashi Y (2007) The polyamine spermine rescues Arabidopsis from salinity and drought stresses. *Plant Signaling & Behavior* 2: 251-252

Yamaguchi K, Takahashi Y, Berberich T, Imai A, Takahashi T, Michael AJ, Kusano T (2007) A protective role for the polyamine spermine against drought stress in Arabidopsis. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 352: 486-490

Takahashi Y, Nasir KHB, Ito A, Kanzaki H, Matsumura H, Saitoh H, Fujisawa S, Kamoun S, Terauchi R (2007) A High-throughput screen of cell-death-inducing factors in *Nicotiana benthamiana* identifies a novel MAPKK that mediates INF1-induced cell death signaling and non-host resistance to *Pseudomonas cichorii*. *Plant Journal* 49: 1030-1040

Rakshit S, Rakshit A, Matsumura H, Takahashi Y, Hasegawa Y, Ito A, Ishii T, Miyashita N, Terauchi R (2007) Large-scale DNA polymorphism study of *Oryza Sativa* and *O. rufipogon* reveals the origin and divergence of Asian rice. *Theoretical and Applied Genetics* 114: 731-743

- Mitsuya Y, Takahashi Y, Uehara Y, Berberich T, Miyazaki A, Takahashi H, Kusano T (2007) Identification of a novel Cys2/His2-type zinc finger protein as a component of a spermine-signaling pathway in tobacco. *Journal of Plant Physiology* 164: 785-793
- Takahashi Y, Nasir KHB, Ito A, Kanzaki H, Matsumura H, Saitoh H, Fujisawa S, Kamoun S, Terauchi R (2007) A novel MAPKK involved in cell death and defense signaling. *Plant Signaling & Behavior* 2: 280-281
- Takahashi F, Yamagata D, Ishikawa M, Fukamatsu Y, Ogura Y, Kasahara M, Kiyosue T, Kikuyama M, Wada M, Kataoka H (2007) AUREOCHROME, a photoreceptor required for photomorphogenesis in stramenopiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 19625-19630
- Takahashi F, Okabe Y, Sekimoto H, Ito M, Kataoka H, Nozaki H (2007) Origin of the secondary plastids of Euglenophyta and Chlorarachniophyta as revealed by an analysis of the plastid-targeting nuclear-encoded gene psbO. *Journal of Phycology* 43: 1302-1309
- Mei-Fang Chien, Chieh-Chen Huang, Tomonobu Kusano, Ginro Endo (2008) Facilities for transcription and mobilization of an exon-less bacterial group intron nested in transposon TnMER11. *Gene* 408: 164-171
- 【著書・総説】
- Kusano T, Yamaguchi K, Berberich T, Takahashi Y (2007) Advances in polyamine research in 2007. *Journal of Plant Research* 120: 345-350
- 寺内良平, 松村英生, 神崎洋之, 高橋芳弘, 藤澤志津子, 伊東明子, 斎藤宏昌 (2007) イネ - いもち病菌相互作用の解析 *生物の科学 遺伝 別冊 日本の遺伝学の潮流* 21: 131-134
- 片岡博尚, 高橋文雄, 石川美恵 (2007) フシナシミド口光形態形成運動の青色光受容体. *遺伝* 61(6): 20-22
- 【国際研究集会】
- Kusano T: Evidence for a protective role of the polyamine spermine against environmental stresses. Gordon Research Conference Polyamine in Waterville Valley. Waterville Valley, USA. June 17-22, 2007
- Kataoka H, Takahaashi F, Ishikawa M: A newly discovered blue light receptor of heterokonts. 10th International Colloquium on Endocytobiology and Symbiosis. Gmunden, Austria. September 10-14, 2007
- Tamura T, Miyazaki A, Nakazawa M, Matsui M, Takahashi Y, Ishizawa K, Kusano T: Hypoxia-tolerant mutants in *Arabidopsis thaliana*. 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis. Matsushima, Japan. November 19-23, 2007
- Kataoka H, Takahaashi F, Ishikawa M: AUREOCHROME: the newly discovered blue-light receptor of Stramenopiles. Gordon Research Conference on Photosensory Receptors & Signal Transduction. Ventura, CA. USA. January 27-February 1, 2008
- Tateda C, Kusano T, Takahashi Y: Role for plant VDACS in plant innate immune systems. International Conference on Biotic Plant Interactions. Brisbane, Australia, March 27-29, 2008

草野 友延 (教授)

【研究費】

《科研費》

萌芽研究 ショ糖特異的翻訳抑制をうける転写因子の制御による乾燥耐性植物の耐性機構 1,700 千円 研究代表者 (新規)

《その他の研究資金》

受託研究 農林水産省 イネのカドミウム蓄積能の改良及びカドミウム高吸収イネの選定と検定法の確立 2,000 千円

広報活動支援 日本農芸化学会 学校教育における農芸化学の普及活動補助金 300 千円

【出前授業・公開講座等】

高校生のための生命科学実験-農芸化学・仙台・夏の実験セミナー（2007年8月7日）

【学内委員】

百周年記念事業推進実行委員会教職員担当部会

国際交流企画室国際共同教育小委員会

国際交流戦略室国際共同教育小委員会

留学生運営委員会

教育基盤技術センター運営専門委員会，百万ボルト電子顕微鏡室部会委員

【学外活動】

《学会役員》

日本農芸化学会代議員，東北支部評議員

日本植物生理学会評議員

片岡 博尚（准教授）

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 黄色植物で発見された新奇 bZIP-LOV 蛋白質の構造と機能の解明 11,200 千円 研究代表者( 継続)

【学外活動】

《学会役員》

日本藻類学会編集委員 藻類，Phycological Research

日本植物学会学会賞選考委員

【特許関係】

特許出願 清末知宏，小倉康裕，深松陽介，片岡博尚，高橋文雄 青色光による遺伝子発現制御 特願 2007-217666（2007年8月）

高橋 芳弘（助教）

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) 超高効率手法による植物の有用形質制御因子の探索と機能解析 2,300 千円 研究代表者（新規）

萌芽研究 ショ糖特異的翻訳抑制をうける転写因子の制御による乾燥耐性植物の耐性機構 研究分担者( 新規)

【受賞関係】

住友財団 平成 19 年度基礎科学研究助成 植物の細胞死ネットワークの網羅的解析 900 千円( 2007 年 10 月)

【出前授業・公開講座等】

高校生のための生命科学実験-農芸化学・仙台・夏の実験セミナー（2007年8月7日 - 10日）

舘田 知佳（D1）

【受賞関係】

財団法人斎藤報恩会 平成 19 年度学術研究助成 動物細胞に細胞死を誘導する新規植物因子の探索 300 千円  
植物学会東北支部口頭発表最優秀学術賞（2007年12月）

奈良先端科学技術大学院大学植物科学推進事業「植物タンパク質ネットワーク」研究プロジェクト採択( 2008 年 1 月)



生体機能分子科学講座 生体機能分子設計分野（協力講座）

【発表論文】

Hirai K, Marinkova M, Igarashi J, Saiful I, Yamauchi S, El-Mashtoly S, Kitagawa T, Shimizu T (2007) Identification of Cys385 in the isolated kinase insertion domain of heme-regulated eIF2 kinase (HRI) as the heme axial ligand by site-directed mutagenesis and spectral characterization. *Journal of Inorganic Biochemistry* 101: 1171-1179

【著書・総説】

Igarashi J, Kitanishi K, Martinkova M, Murase M, Iizuka A, Shimizu T (2008) The roles of thiolate-heme proteins, other than the P450 cytochromes, in the regulation of heme-sensor proteins. *Acta Chimica Slovenica* 55: 67-74

北西 健一 (M2)

【受賞関係】

第15回チトクローム P450 国際会議：生化学，生物物理，及び機能ジェノミクス 優秀ポスター賞（スロベニア）(2007年6月)

生体機能分子科学講座 生体機能分子解析分野（協力講座）

【発表論文】

- Miyagi Y, Matsumura Y, Sagami H (2007) Human geranylgeranyl diphosphate synthase is an octamer in solution. *Journal of Biochemistry* 142: 377-381
- Matsumura Y, Kidokoro T, Miyagi Y, Marilingaiah NR, Sagami H (2007) The carboxyl-terminal region of geranylgeranyl diphosphate synthase is indispensable to stabilization of the region involved in substrate binding and catalysis. *Journal of Biochemistry* 142: 533-537
- Kodaira Y, Kusumoto T, Takahashi T, Matsumura Y, Miyagi Y, Okamoto K, Shidoji Y, Sagami H (2007) Formation of lipid droplets induced by 2,3`-dihydrogeranylgeranoic acid distinct from geranylgeranoic acid. *Acta Biochimica Polonica* 54: 777-782

教育研究活動報告  
- 生命機能科学専攻 -

細胞機能構築統御学講座

脳機能解析構築学講座

海洋生物学講座

協力講座

(協力講座の場合，生命科学研究科に所属する学生が携わった情報を掲載した。)

## 膜輸送機構解析分野

### 【研究成果の概要】

我々の体の構成単位である細胞はさらに様々な細胞内小器官（オルガネラ）により構成されているが、これらは決して独立した器官ではなく、小胞（膜）輸送を介して頻りに情報交換を行っている。適切な膜交通は生命活動の維持に不可欠であることから、その制御メカニズムの解明は生物学・医科学における重要な課題の1つと考えられる。当研究分野では低分子量 G タンパク質 Rab（ラブ）及びシナプトタグミンと呼ばれる膜輸送制御因子に焦点を当て、生命現象の基盤となっている膜輸送（例えば、メラノソームの輸送や神経伝達物質放出に代表される調節性分泌）の分子メカニズムの解明に取り組んでいる。

Rab は Ras スーパーファミリーに属する低分子量 G タンパク質で、真核生物に普遍的に存在している。Rab は GTP と結合している活性化型、GDP と結合している不活性化型の 2 つのフォームをとり、活性化型がエフェクターと呼ばれるパートナー分子と結合することで膜輸送を促進する。また、GTP-GDP のサイクリングは、特定の活性化因子（GEF: guanine nucleotide exchange factor）及び不活性化因子（GAP: GTPase-activating protein）により制御されると考えられている。しかし、ヒトやマウスなどのほ乳動物では、60 種類以上の異なる Rab アイソフォームが存在するため、個々の Rab アイソフォームのエフェクター分子や調節因子の同定はほとんど進んでおらず、それらの生理機能はほとんど分っていないのが現状である。これまでの研究で、当研究分野では Rab の機能を網羅的に解析するツール「Rab panel」を世界に先駆けて開発することに成功している。本年度は、この Rab panel を用いて 脂肪細胞における Glut4 輸送体の Rab10 による輸送制御機構（Cell Metab. 5: 293-303, 2007）や嚢胞性線維症の原因遺伝子産物 CFTR、コレステロール輸送における Rab11 の役割、及びインスリン顆粒上の Rab37 の局在などを明らかにしている（J. Biol. Chem. 282: 23725-23736, 2007; Mol. Biol. Cell 18: 2667-2677, 2007; Mol. Cell. Proteomics 6: 1007-1017, 2007）。

シナプトタグミン分子は、アミノ末端側に膜貫通領域を一箇所、カルボキシル末端側の細胞質領域には C2 調節領域と相同性を示す領域（C2A 及び C2B ドメイン）をタンデムに有する小胞上の膜タンパク質である。ヒトやマウスにおいては、少なくとも 15 種類のアイソフォームが存在し、調節性分泌の際のカルシウムセンサーとして機能するのではないかと考えられている。当研究分野では、これまで神経伝達物質放出（シナプス小胞輸送）におけるシナプトタグミン I 分子の機能解明を行って来たが、最近では非神経系における他のシナプトタグミンアイソフォームの機能にも注目している。本年度は、肥満細胞におけるシナプトタグミン IX の役割（Blood 109: 3385-3392, 2007）、副腎髄質クロマフィン細胞由来の PC12 細胞からのホルモン分泌におけるシナプトタグミン IV / VII の役割（Genes Cells 12: 511-519, 2007; EMBO J. 27: 76-87, 2008）、及び膵臓細胞からのインスリン分泌におけるシナプトタグミン VII の役割（FASEB J. 22: 194-206, 2008）を明らかにすることができた。

### 【発表論文】

- Tsuboi T, Fukuda M (2007) Synaptotagmin VII modulates the kinetics of dense-core vesicle exocytosis in PC12 cells. *Genes to Cells* 12(4): 511-519
- Sano H, Eguez L, Teruel MN, Fukuda M, Chuang TD, Chavez JA, Lienhard GE, McGraw TE (2007) Rab10, a target of the AS160 Rab GAP, is required for insulin-stimulated translocation of GLUT4 to the adipocyte plasma membrane. *Cell Metabolism* 5(4): 293-303
- Haberman Y, Ziv I, Gorzalczany Y, Hirschberg K, Mittleman L, Fukuda M, Sagi-Eisenberg R (2007) Synaptotagmin (Syt) IX is an essential determinant for protein sorting to secretory granules in mast cells. *Blood* 109(8): 3385-3392
- Hashii M, Fukuda M, Nomura H, Ito N, Takahashi H, Hattori S, Mikoshiba K, Noda M, Higuchi Y (2007) Up-regulation of *ras-GAP* genes is reversed by a MEK inhibitor and doxorubicin in *v-Ki-ras* transformed NIH/3T3 fibroblasts. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 356(2): 374-380
- Musch MW, Arvans DL, Walsh-Reitz MM, Uchiyama K, Fukuda M, Chang EB (2007) Synaptotagmin I binds intestinal

epithelial NHE3 and mediates cyclic AMP- and  $\text{Ca}^{2+}$ -induced endocytosis by recruitment of AP2 and clathrin. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology* 292(6): G1549-1558

Brunner Y, Couté Y, Iezzi M, Foti M, Fukuda M, Hochstrasser D, Wollheim CB, Sanchez JC (2007) Proteomic analysis of insulin secretory granules. *Molecular & Cellular Proteomics* 6(6): 1007-1017

Takahashi M, Murate M, Fukuda M, Sato SB, Ohta A, Kobayashi T (2007) Cholesterol controls lipid endocytosis through rab11. *Molecular Biology of the Cell* 18(7): 2667-2677

Misaki R, Nakagawa T, Fukuda M, Taniguchi N, Taguchi T (2007) Spatial segregation of degradation- and recycling-trafficking pathways in COS-1 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 360(3): 580-585

Swiatecka-Urban A, Talebian L, Kanno E, Moreau-Marquis S, Coutermarsh B, Hansen K, Karlson KH, Barnaby R, Cheney RE, Langford GM, Fukuda M, Stanton BA (2007) Myosin Vb is required for trafficking of cystic fibrosis transmembrane conductance regulator in Rab11a-specific apical recycling endosomes in polarized human airway epithelial cells. *Journal of Biological Chemistry* 282(32): 23725-23736

Gauthier BR, Duhamel DL, Iezzi M, Theander S, Saltel F, Fukuda M, Wehrle-Haller B, Wollheim CB (2008) Synaptotagmin VII splice variants  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\delta$  are expressed in pancreatic  $\beta$ -cells and regulate insulin exocytosis. *FASEB Journal* 22(1): 194-206

Mori Y, Higuchi M, Hirabayashi Y, Fukuda M, Gotoh Y (2008) JNK mediates Syt 4 localization to mature secretory vesicles and enhances  $\text{Ca}^{2+}$ -evoked release. *EMBO Journal* 27(1): 76-87

Fukuda M, Sagi-Eisenberg R (2008) Confusion in the nomenclature of synaptotagmins V and IX: which is which? *Calcium Binding Proteins* 3(1): 1-4

#### 【著書・総説】

福田光則 (2007) メラニン色素輸送の分子メカニズム. *太陽紫外線防御研究委員会学術報告* 17(1): 45-49

福田光則 (2007) 学会レポート：第40回日本発生生物学会・第59回日本細胞生物学会 合同大会，細胞内輸送とオルガネラミニシンプジウム, Organelle transport, partition, and inheritance. *メントラ Group News Letter* 8: 25-27

福田光則 (2007) Rab ファミリータンパク質による膜輸送制御の特異性と多様性. *生化学* 79(11): 1046-1051

福田光則 プレインサイエンスレビュー2008 (財団法人プレインサイエンス振興財団, 2008年) Rab27 による分泌小胞の輸送制御メカニズム 91-106 項

#### 【国際研究集会】

Fukuda M, Agnieszka Swiatecka-Urban: Rab4 negatively regulates CFTR expression in the plasma membrane in human airway epithelial cells. The 20th Annual North American Cystic Fibrosis Conference. Anaheim, USA. October 5, 2007

Horiuchi H, Shirakawa R, Kondo H, Higashi T, Kawato M, Ikeda T, Fukuda M, Ishii E, Kita T: Regulation of platelet dense granule secretion by the small GTPase Rab27 and its effector, Munc13-4 pathway. International Symposium on Membrane Traffic. Awajishima, Japan. November 27-29, 2007

Fukuda M: Regulation of secretory vesicle exocytosis by Rab small GTPases. International Symposium on Membrane Traffic. Awajishima, Japan. November 27-29, 2007

Fukuda M: Role of small GTPase Rab27A and its effectors in regulated exocytosis. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE from Genes to Development and Behavior. Zao, Japan. January 23-24, 2008

Ishibashi K, Kanno E, Itoh T, Fukuda M: Identification and characterization of a novel TBC (Tre-2/Bub2/Cdc16) domain-containing Rab3A-GAP. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE from Genes to Development and Behavior. Zao, Japan. January 23-24, 2008

福田 光則 (教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Dr. Rodolfo R. Llinás (New York University Medical Center): イカの巨大軸索を用いた神経伝達物質放出の分子メカニズムの解明 (1994年6月 - )

Dr. Claes B. Wollheim (Geneva University): 膵臓 細胞のインスリン分泌におけるシナプトタグミンの役割 (1997年1月 - )

Dr. Romano Regazzi (University of Lausanne): 膵臓 細胞のインスリン分泌における Rab エフェクターの機能解析 (2003年1月 - )

Dr. Gillian M. Griffiths (Cambridge Institute for Medical Research): 細胞傷害性 T 細胞の免疫シナプスからの分泌機構の解明 (2003年4月 - )

Dr. Ronit Sagi-Eisenberg (Tel Aviv University): Role of synaptotagmin in mast cell function. (2003年11月 - )

Dr. Gustav E. Lienhard (Dartmouth Medical School): 脂肪細胞における AS160 の Glut4 輸送における機能解明 (2005年1月 - )

Dr. Agnieszka Swiatecka-Urban (Dartmouth Medical School): 嚢胞性線維症の原因遺伝子産物 CFTR の輸送機構の解明 (2005年1月 - )

Dr. Sunil K. Saxena (Stevens Institute of Technology): Rab27a, Slp5, Munc13-4 による上皮ナトリウムチャンネル (ENaC) 輸送制御機構の解析 (2005年12月 - )

Dr. Faustino Mollinedo (Universidad de Salamanca): 新規遺伝子 sytdep ( a new synaptotagmin XIV-related gene ) の解析 (2006年2月 - )

Dr. Eugene B. Chang (The University of Chicago): シナプトタグミン 1 による sodium hydrogen exchanger 3 (NHE3) の制御機構に関する研究 (2006年4月 - 2007年6月)

Dr. Yannick Brunner (Geneva University): インスリン顆粒のプロテオミクス解析 (2006年4月 - 2007年6月)

Dr. Michael L. Nonet (Washington University School of Medicine): 線虫の低分子量 G 蛋白質 Rab3 及び Rab27 による神経伝達物質放出制御機構の解明 (2006年6月 - )

Dr. Stefano Confalonieri (The FIRC Institute of Molecular Oncology Foundation): Arf6 依存的マクロピノサイトーシスにおける TBC1D3 の役割 (2007年4月 - 2008年4月)

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 迅速 Rab-GAP スクリーニング法の開発 3,100 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 分泌過程における Rab27 A エフェクターのヒエラルキー解析 3,300 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 ミオシン a 受容体 Slac2-c と微小管モーターの相互作用 3,300 千円 研究代表者 (継続)

基盤研究(A) メラニン色素輸送制御の分子メカニズムの解明 11,100 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 Atg16L-Rab 複合体による隔離膜形成機構の解明 3,600 千円 研究代表者 (新規)

《その他の研究資金》

第 4 回 柿内三郎記念研究助成 オートファゴソーム形成に関わる低分子量 G タンパク質 Rab の網羅的解析 500 千円

財団法人 武田科学振興財団・特定研究助成金 [ ]2007 ミオシンモーターによるカーゴ認識機構と神経疾患発症の分子メカニズムに関する研究 2,500 千円

【特許関係】

公開特許 福田光則, 伊藤敬 Rab27A 不活性化剤 特開 2007-137821 (2007年6月)

【受賞関係】

日本分子生物学会 第 5 回 日本分子生物学会三菱化学奨励賞 (2007年12月12日)

【出前授業・公開講座等】

第一回脳カフェ「杜の都で脳を語る」(グローバルCOEプログラム・生命科学「脳神経科学を社会へ還流する教育研究拠点」 2007年12月16日)

【学外活動】

《学外役員》

Calcium Binding Proteins, Associate editor

International Journal of Medical Engineering and Informatics, Editorial Board member

Journal of Biochemistry, Advisory Board Member

《学会役員》

日本生化学会評議員

日本細胞生物学会評議員

日本色素細胞学会評議員

【学内委員】

情報シナジー機構大規模科学計算システム全国共同利用連絡会議委員

情報シナジー機構ネットワークシステム学内共同利用連絡会議委員

遺伝子組換え実験安全専門委員会委員

放射線とRIの安全取り扱いに関する全学講習会実習指導員

【特記事項】

《報道》

人,街に生きる:理化学研究所5,未来を拓く若い力,東京新聞(夕刊)(2007年5月11日)

東北大学の新世紀「美白に期待!?メラニン色素の輸送」,東日本放送(KHB)(2007年10月1日)

先端を見る「メラニン運搬防いで美白」,朝日新聞(28面・宮城版)(2008年2月28日)

伊藤 敬(助教)

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) Griscelli 症候群原因遺伝子 Rab27A の活性化制御メカニズムの解明 1,700 千円 研究代表者(新規)

特定領域研究 Atg16L-Rab 複合体による隔離膜形成機構の解明 3,600 千円 研究分担者 研究代表者(新規)

《その他の研究資金》

財団法人 コスメトロジー研究振興財団 第 18 回研究助成 低分子量 G 蛋白質 Rab27A によるメラノソーム輸送制御メカニズムの解明 1,000 千円

生命科学研究科 平成 19 年度生命科学研究科内グラント メラノソーム形成における膜輸送メカニズムの解明 1,000 千円

【特許関係】

公開特許 福田光則,伊藤敬 Rab27A 不活性化剤 特開 2007-137821 (2007年6月)

## 細胞認識応答分野

### 【研究成果の概要】

我々が発見した I $\kappa$ B- $\zeta$ は、様々な微生物由来の自然免疫刺激物質によって、発現誘導され、interleukin (IL)-6 や IL-12、転写因子 C/EBP- $\delta$ などの二次応答性の炎症性遺伝子発現誘導に必須である一方、tumor necrosis factor (TNF)- $\alpha$ に代表される一次応答性遺伝子群の転写を抑制するという二面性をもった炎症反応制御の鍵を握る分子である。

本年度は、I $\kappa$ B- $\zeta$ による転写制御について検討し、ヒト $\beta$ -defensin 2 及び neutrophil gelatinase lipocalin 遺伝子のいずれにおいても、そのプロモーターの NF- $\kappa$ B 結合部位と C/EBP 結合部位の双方が、I $\kappa$ B- $\zeta$ を介した転写亢進に必須であることを見出した。一方、典型的な NF- $\kappa$ B 結合配列をもつプロモーターの転写に対して、I $\kappa$ B- $\zeta$ は抑制的に働いた。刺激に伴い誘導された I $\kappa$ B- $\zeta$ は、NF- $\kappa$ B と複合体を形成し、NF- $\kappa$ B 及び C/EBP 結合部位をもつプロモーターへ結合し、転写の亢進に機能することが明らかになった。

また、I $\kappa$ B- $\zeta$ の発現は、LPS 等と同様に IL-1 $\beta$ 刺激によって誘導されるが、炎症性サイトカインである TNF- $\alpha$ では誘導されない。研究代表者らは、I $\kappa$ B- $\zeta$ の誘導機構について解析を進め、I $\kappa$ B- $\zeta$ 誘導における転写後制御の重要性を指摘した。さらに、LPS/IL-1 $\beta$ 刺激特異的に I $\kappa$ B- $\zeta$  mRNA の安定化が起きること、この転写後制御には 3'非翻訳領域内の 165 ヌクレオチドの領域が必要かつ十分であることを証明した。

さらに、B 細胞での I $\kappa$ B- $\zeta$ の発現誘導について検討し、B 細胞の抗原受容体を刺激に伴い I $\kappa$ B- $\zeta$ が発現誘導され、その誘導は抑制性 Fc 受容体の共刺激によって阻害されることを見出した。従って、I $\kappa$ B- $\zeta$ は、獲得免疫系でも機能している可能性が強く示唆された。

### 【発表論文】

Hijioka K, Matsuo S, Kimura-Eto A, Takeshige K, Muta T (2007) Induction of the nuclear I $\kappa$ B protein I $\kappa$ B- $\zeta$  upon stimulation of B cell antigen receptor. *Biochemical Biophysical Research Communication* 356(2): 476-480

Watanabe S, Takeshige K, Muta T (2007) A cis-element in the 3'-untranslated region of I $\kappa$ B- $\zeta$  mRNA governs its stimulus-specific expression. *Biochemical Biophysical Research Communication* 356(3): 785-791

Matsuo S, Yamazaki S, Takeshige K, Muta T (2007) Crucial roles of binding sites for nuclear factor- $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B) and CCAAT/enhancer-binding proteins (C/EBPs) in I $\kappa$ B- $\zeta$ -mediated transcriptional activation. *Biochemical Journal* 405(3): 605-615

### 【著書・総説】

牟田達史 (2007) TLR シグナルにおける I $\kappa$ B- $\zeta$ の役割. *炎症と免疫* 15(5): 609-614

牟田達史 (2007) マクロファージの TLR シグナル. *臨床検査* 51(10): 1096-1100

牟田達史 (2008) 誘導型転写制御因子 I $\kappa$ B- $\zeta$ を介した炎症応答反応の制御機構. *日本応用酵素協会誌* 42: 35-43

牟田 達史 (教授)

### 【研究費】

#### 《科研費》

基盤研究(B) 刺激誘導型因子群による多段階転写制御機構の解析 8,710 千円 研究代表者 (継続)

### 【学外活動】

#### 《学外役員》

科学技術動向研究センター専門調査員

文部科学省学術調査官

#### 《学会役員》

日本生化学会評議員, 東北支部評議員



**【学内委員】**

国際高等研究教育院運営専門委員会委員

環境保全センター運営委員会委員

マイクロ・ナノマシニング・研究教育センター運営委員会委員

学際科学国際高等研究センター運営専門委員会委員

## 植物細胞壁機能分野

### 【研究成果の概要】

植物の形態形成や成長制御の過程で重要な役割を担う細胞壁の機能を解明するために、モデル植物のゲノム情報等を用いた網羅的発現解析と逆遺伝学的手法を用いて、包括的な研究を進めている。本年度は以下の研究成果を得た。

1) シロイヌナズナ花茎形成に関与する細胞壁関連遺伝子群について、プロモーター::GUS 形質転換体を作成して発現組織の詳細な解析を行なった。この結果、花茎伸長領域で維管束形成に関わる細胞壁関連遺伝子群が明らかになった。また2次細胞壁の構築に関与する細胞壁関連遺伝子が花茎の支持組織で特異的に発現していることを明らかにした。

2) 花茎の支持組織で、2次細胞壁の肥厚や硬化に関与する遺伝子が荷重刺激によって発現制御されていることを明らかにした。植物の支持組織形成における重力の役割を明らかにするための国際宇宙ステーション (ISS)内の European Modular Cultivation System を用いた研究提案が一昨年度に採択されていたが、この宇宙実験を実施するための実験機材及び材料のスペースシャトルによる打ち上げ、そしてISSへの搬入が完了した。

3) コケ植物の一種であるヒメツリガネのゲノム上に存在する全てのキシログルカン転移酵素/加水分解酵素(XTH)遺伝子を同定した。この研究は、非維管束植物のXTH遺伝子ファミリーについての最初の報告例となっただけでなく、コケ植物に固有のタイプのXTH遺伝子を発見するという研究成果に繋がった。新規タイプのコケXTH遺伝子の発現部位や機能を解明するためにノックアウトやプロモーター::GUS形質転換体を作成した。

4) イネは、キシログルカンの代わりにグルクロノアラビノキシランなどの多糖で細胞壁の基本骨格を構築する特殊な植物である。これまでキシログルカンだけが基質と考えられていたXTHのイネにおける機能を解明するため、*Pichia pastoris*細胞を用いてXTHタンパク質を大量に生産するシステムを確立した。リアルタイムRT-PCR法を用いた発現解析によってイネの細胞伸長時に高発現するXTHを同定して、このイネXTHタンパク質を大量に生産して精製することに成功した。

5) バイオエタノールの材料に適した作物を選別するための細胞壁のセルロース含量やヘミセルロース成分分析法を確立した。この方法を用いて、ソルガムなどの作物の糖分析を行なった。

### 【発表論文】

Koizumi K, Yokoyama R, Kamada M, Omori K, Ishioka N, Takeoka H, Shimazu T, Nishitani K (2007) Reverse genetic approach to exploring genes responsible for cell-wall dynamics in supporting tissues of *arabidopsis thaliana* under microgravity conditions. *Biological Sciences in Space* 21(3): 48-55

Kamada M, Omori K, Nishitani K, Hoson T, Shimazu T, Ishioka N (2007) JAXA space plant research on the ISS with European Modular Cultivation System. *Biological Sciences in Space* 21(3): 62-66

### 【国際研究集会】

Osato Y, Matsui A, Kurasawa K, Yokoyama R, Nishitani K: Cell-type specific roles for XTH family of proteins. Copenhagen 2007 XI Cell Wall Meeting. Copenhagen, Denmark. August 12-17, 2007

Yokoyama R, Nishitani K: Functional analyses of an Arabidopsis cell wall genes involved in physical properties of xylem cell wall. Copenhagen 2007 XI Cell Wall Meeting. Copenhagen, Denmark. August 12-17, 2007

Hara Y, Yokoyama R, Nishitani K, Ishizawa K: A role of plasma membrane<sup>+</sup>-ATPase in anoxic tolerance of pondweed turions. 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis. Matsushima, Japan. November 18-23, 2007

Nishitani K, Yokoyama R, Osato Y, Matsui A, Kurasawa K, Hara Y, Uwagaki Y: Cell-type specific roles for members of the XTH family of proteins in plants. Frontier in Plant Proteome Research. Tsukuba, Japan. March 10-11, 2008

西谷 和彦（教授）

【研究費】

《科研費》

萌芽研究 細胞壁タンパク質の選別回収機構解明を目指した比較ゲノムのアプローチ 1,600 千円 研究代表者  
（継続）

特定領域研究 環境シグナル応答性の細胞壁構造タンパク質の機能と細胞内移行 2,100 千円 研究代表者（新規）

基盤研究(B) 組織形成に関わる細胞壁タンパク質のアポプラスト内での機能調節と移行制御 5,720 千円 研究代表者（新規）

《その他の研究資金》

受託研究 微小重力環境下におけるシロイヌナズナの支持組織形成に関わる遺伝子群の逆遺伝子学的解析 4,000 千円

【非常勤講師等】

明治大学「植物細胞壁の構築と機能の包括的解析」(2007年5月)

【学外活動】

《学会役員》

日本植物生理学会評議員

日本植物学会理事，Journal of Plant Research（日本植物学会誌）編集長

【特記事項】

《報道》

「きぼう」宇宙へ(8) 重力わずか植物どうなる，朝日新聞(2008年1月17日)

横山 隆亮（講師）

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) 組織分化における細胞壁構造タンパク質の細胞間輸送と機能の解明 2,340 千円 研究代表者(新規)

特定領域研究 生殖器官形成における細胞壁構築関連遺伝子群の機能解析 2,900 千円 研究代表者（新規）

【学外活動】

《学会役員》

日本植物学会 Journal of Plant Research（日本植物学会誌）編集協力委員

## 多様化機構分野

### 【研究成果の概要】

色素細胞の発生と機能発現機構，およびその進化に関して解析を続けている。

転写因子 *Mitf* (microphthalmia-associated transcription factor) は全てのメラニン色素細胞の発生に必須である。我々が維持するマウス *Mitf<sup>mi-bw</sup>* 変異体 (黒眼白毛色変異体) は黒眼白毛色を示し，脳胞からの色素細胞 (網膜色素上皮) の発生は正常であるが，脊椎動物特異的な胚の細胞集団である神経冠 (堤) からは色素細胞を分化させることができない。この変異体マウスと野生型マウスの換気応答能を比較した。その結果，この変異体マウスは野生型と比べて換気量は変わらず，また血球数とその容積もかわらないものの，呼吸数が少なく，一回の換気量が大きいことがわかった。低酸素状態や炭酸ガスの過剰状態に置くと過換気症状を示した。これらの結果は，色素細胞と，呼吸リズムとパターンを生み出す中枢の呼吸調節機構に機能的な連携があることを示唆している (Takeda *et al.*)。

アフリカツメガエルの受精卵に野生型の *Mitf* mRNA またドミナントネガティブ型の *Mitf* mRNA を前もってマイクロインジェクションしておき，その後神経管から黒色素胞を分化させる培養系を用いて，*Mitf* の機能解析を行ったところ，*Mitf* がこれまで知られていたメラニン色素細胞の発生や分化また機能発現に重要な役割を果たしているだけでなく，この転写因子が黒色素胞の形やメラニン顆粒の輸送にも深く関わっていることを初めて見いだした (Kawasaki *et al.*)。この論文は編集長の特別の注釈付きで掲載された。

ヒトのそばかすや日光性 (老人性) 色素斑の形成に，メラノコルチン 1 型リセプター遺伝子 (*MC1R*) のプロモーター領域の多型が深く関わる可能性について共同研究者として報告した (Motokawa *et al.*)。

ここ数年進めてきた色素細胞と聴覚の関連については，内耳色素細胞に酸化ストレスに重要な遺伝子の発現を見だし，当該タンパク質がメラニン色素形成と協調して内耳の機能を守っている可能性について論文を投稿したところである。

また眼球の外側を覆う脈絡膜にも神経冠 (堤) 細胞由来の色素細胞が分布するが，前述の黒眼白毛色変異体はこの部位にも色素細胞を分化させることができない。この変異体において視覚も影響を受けていることを強く示唆する結果を得た。

### 【発表論文】

- Takeda K, Adachi T, Han F, Yokoyama S, Yamamoto H, Hida W, Shibahara S (2007) Augmented chemosensitivity in black-eyed white *Mitf<sup>mi-bw</sup>* mice, lacking melanocytes. *Journal of Biochemistry (Tokyo)* 141: 327-333
- Kawasaki A, Kumasaka M, Satoh A, Suzuki M, Tamura K, Goto T, Asashima M, Yamamoto H (2008) *Mitf* contributes to melanosome distribution and melanophore dendricity. *Pigment Cell and Melanoma Research* 21: 56-62
- Motokawa T, Kato T, Hashimoto Y, Yamamoto H, Katagiri T (2008) Polymorphism patterns in the promoter region of the *MC1R* gene are associated with development of freckles and solar lentigines. *Journal of Investigative Dermatology* 128: 1588-1591

山本 博章 (准教授)

### 【国際交流】

《外国人招致・セミナー》

Lionel Larue (Institut Curie) : 2007 年 6 月 24 日 - 7 月 8 日 (日本学術振興会 外国人招へい研究者 (短期))

《国際共同研究》

Colin Goding (Marie Curie Research Institute) : 色素細胞の発生に関わる遺伝子群の発現調節機構 (1997 年 4 月 - )

Lionel Larue (Institut Curie) : 脊椎動物特異的な色素細胞の発生遺伝学的研究 (2006 年 4 月 - )

### 【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 視聴覚に必須の色素細胞の発生と機能分化に関する遺伝学的研究 3,000 千円 研究代表者（継続）

《その他の研究資金》

トヨタ財団研究助成プログラム 厩猿の研究 - 消えゆく民間信仰の記録とサルをめぐる日本およびアジアの自然観の研究 150 千円

共同研究費 加齢と毛周期に依存して毛色を変化させるマウス新規突然変異体の原因遺伝子のマッピングと発現解析 1,050 千円

【出前授業・公開講座等】

子どもの夢を育む科学展「コムえんす」 - みる・きく・かんじる科学のおもしろさ - （福島市 2007 年 8 月 14 日）

日本遺伝学会主催「第 10 回遺伝学談話会」（2008 年 3 月 10 日）

【学外活動】

《学外役員》

マウスミュタジェネシス研究評価委員

《学会役員》

日本遺伝学会幹事

日本動物学会評議員

日本色素細胞学会理事

【学内委員】

百周年記念事業部局代表者連絡会議委員

東北大学創立百周年記念事業実行委員会

百周年記念事業学旗学歌学色に関する WG 委員

東北大学創立百周年記念まつり企画小委員会委員，業者選定委員会委員

川崎 あきは（M2）

【受賞関係】

生命科学研究科長賞（2008 年 3 月）

## 器官形成分野

### 【研究成果の概要】

両生類の四肢再生に関して、トランスジェニック技術を用いて Prx1-GFP を *Xenopus* ゲノム中に導入することにより再生芽細胞の可視化に成功した。この動物を用いた器官培養系により、再生芽細胞の誘導に MAPK 経路と PI3K 経路が重要であることを示した (Suzuki *et al.* 2007)。また、同様のトランスジェニック技術を用いて横山は、Wnt/ $\beta$ -catenin シグナル経路が四肢再生の開始に必須であることを示した (Yokoyama *et al.* 2007)。一方、*Xenopus* 成体のパターン形成不全を伴った四肢再生時において Shh 遺伝子の発現不全が見られること、さらに Shh 遺伝子の発現の有無と Shh 遺伝子の四肢特異的エンハンサーの DNA メチル化状態との間に相関関係があることを見出した。この結果は、両生類の器官再生時のパターン再形成には、エピジェネティックな制御が関与することを示唆するものである (Yakushiji *et al.* 2007)。四肢の発生に関しては、まずエレクトロポレーションによる遺伝子導入系を用いて、正常な肢芽パターン形成に heparan sulfate 2-O-sulfotransferase が必須の役割を持つことを示した (Kobayashi *et al.* 2007)。また軸形成に関して、基部 - 先端部軸方向のパターン形成の実際を詳細に把握するために発生運命図の作成を行い、発生運命の重なりと HoxA 遺伝子群の発現変化との相関についても調べた (Sato *et al.* 2007)。基部先端部軸形成と HoxA 遺伝子群の発現との関係は四肢再生の系でも解析を行い、HoxA13 遺伝子の発現量の低下を伴うこの方向の軸形成の不全が *Xenopus* 四肢再生のパターン形成不全の一因となっていることを見出している (Ohgo *et al.* in preparation)。四肢発生の進化的側面についての解析においては、魚類の鰭の発生と四肢発生との相同性を調べるために zebrafish の正中鰭の初期発生を正確に記述し、さらに FGF シグナリングの役割と調べた (Abe *et al.* 2007)。さらに研究を胸鰭の発生に発展させ、肢芽発生との比較解析を行った (Tamura *et al.* 2008, in press)。四肢発生の進化的側面に関しては総説としてまとめた (田村と米井 2008) ほか、論文投稿中である (Yonei-Tamura *et al.* under revision)。心臓発生における左右非対称形成についても解析を行い、蛍光タイムラプス観察による非対称形成の詳細な追跡を行なえる実験系を構築し、形成される非対称の状態が心筒の前後で異なること、それらの形態変化に Pitx2 経路が関与すること、前後の非対称な形態形成はそれぞれ独立に起こり得ることなどを示した (Kidokoro *et al.* under revision)。

### 【発表論文】

- Abe G, Ide H, Tamura K (2007) Function of FGF signaling in the developmental process of the median fin fold in zebrafish. *Developmental Biology* 304(1): 355-366
- Sato K, Koizumi Y, Takahashi M, Kuroiwa A, Tamura K (2007) Specification of cell fate along the proximal-distal axis in the developing chick limb bud. *Development* 134(1): 1397-1406
- Suzuki M, Satoh A, Ide H, Tamura K (2007) Transgenic *Xenopus* with prx1 limb enhancer reveals crucial contribution of MEK/ERK and PI3K/AKT pathways in blastema formation during limb regeneration. *Developmental Biology* 304(2): 675-686
- Yokoyama H, Ogino H, Stoick-Cooper CL, Grainger RM., Moon RT. (2007) Wnt/ $\beta$ -catenin signaling has an essential role in the initiation of limb regeneration. *Developmental Biology* 306(1): 170-178
- Kobayashi T, Habuchi H, Tamura K, Ide H, Kimata K (2007) Essential role of heparan sulfate 2-O-sulfotransferase in chick limb bud patterning and development. *Journal of Biological Chemistry* 282(27): 19589-19597
- Yakushiji N, Suzuki M, Satoh A, Sagai T, Shiroishi T, Kobayashi H, Sasaki H, Ide H, Tamura K (2007) Correlation between Shh expression and DNA methylation status of the limb-specific Shh enhancer region during limb regeneration in amphibians. *Developmental Biology* 312(1): 171-182
- Kawasaki A, Kumasaka M, Satoh A, Suzuki M, Tamura K, Goto T, Asashima M, Yamamoto H (2008) Mitf contributes to melanosome distribution and melanophore dendricity. *Pigment Cell and Melanoma Research* 21: 56-62

### 【著書・総説】

Yokoyama H (2008) Initiation of limb regeneration: the critical steps for regenerative capacity. *Development, Growth & Differentiation* 50(1): 13-22

田村宏治, 米井小百合 四肢の進化と発生 (6章) 21世紀の動物科学シリーズ3. 204-236. 「動物の形態進化のメカニズム」(社団法人 日本動物学会監修)(培風館)

田村宏治 生化学辞典(第4版)項目「四肢(脊椎動物)」(東京化学同人)

【国際研究集会】

Tamura K: Epigenetic Regulation of Shh Expression for Limb Regeneration in Amphibians. NIBB-EMBL 合同シンポジウム Cell & Developmental Biology. Okazaki, Japan. May 24, 2007

Tamura K: Conserved developmental mechanism of vertebrate appendages. 8th International Congress of Vertebrate Morphology. Paris, France. July 16-21, 2007

Tamura K: Epigenetic regulation of Shh expression as a key for limb regeneration in amphibians. The Healing Foundation Centre for Tissue Regeneration Opening Symposium. Manchester, Great Britain. September 13-14, 2007

田村 宏治(教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 四肢再生に見る器官再生メカニズムの基盤 7,900千円 研究代表者(新規)

萌芽研究 鳥類爬虫類起源説の発生学的解明 1,600千円 研究代表者(継続)

《その他の研究資金》

共同研究(発生・再生科学総合研究センター形態進化研究グループ)脊椎動物体側部領域化の多様性の進化 発生学 3,000千円

【非常勤講師等】

東京慈恵会医科大学「ヒトの発生学」講義 四肢の発生(2007年12月21日)

東京大学大学院理学研究科 東京大学「GCOE 大学院講義」脊椎動物の四肢/鰭の発生メカニズム(2008年1月23日)

【出前授業・公開講座等】

東北大学理学部オープンキャンパス 脊椎動物の発生様式 - 動物の生き方と生まれ方の関係 - (2007年7月31日)

栃木県立宇都宮高等学校(SSH事業)動物四肢の発生と進化(2008年3月18日)

【学外活動】

《学外役員》

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員

《学会役員》

日本動物学会将来計画委員

日本発生生物学会運営委員, 機関誌 *Development, Growth & Differentiation*, Associate editor

*Developmental Dynamics*, Editorial board member

【学内委員】

女性研究者育成支援推進室 室員

研究推進審議会 委員

【特記事項】

《報道》

研究ノート拝見 生物の設計図を解く, 河北新報(2007年7月24日)

横山 仁(助教)

【研究費】

《その他の研究資金》

東北大学生命科学研究科・研究科 Grant 器官形成・再生の開始と領域化に関する研究 600 千円

薬師寺 那由他(D2)

【受賞関係】

平成 19 年度青葉理学振興会黒田チカ賞(2008 年 3 月)

【特記事項】

横山仁助教が平成 19 年 9 月に就任した。



## 脳機能遺伝分野

### 【研究成果の概要】

山元研究室では、キイロショウジョウバエの性行動を制御する遺伝子と脳の機構を中心に研究を進めた。特に、雄が同性愛行動をとる突然変異体 *satori* の変異原因遺伝子, *fruitless* に焦点を当て、*fruitless* を発現するニューロンの網羅的同定と、それらのニューロンの機能の解明を重点的に行った。体細胞染色体組換えによって脳内のごく少数のニューロンだけにレポーター（GFP など）を発現させ、細胞体の位置と投射様式に基づいて、約 50 の *fruitless* 発現ニューロンクラスターを同定した。続いて、雌の脳のニューロンクラスターを順次 *transformer*<sup>1</sup> 変異を利用して雄化し、雄型の性行動を示すか否かによって、行動のジェンダーを 205 個体について決定した。これらの個体から脳を取り出し、そのクラスターが雄化していたかを全て決定し、雄化ニューロンと雄型行動の有無の相関を分析した。その結果、*fruitless* 発現ニューロンのうち、P1 と命名したクラスターの雄化が、行動の雄化と強く相関することが明らかとなった。

水波研究室では、ゴキブリにおいて、匂いによる唾液分泌の条件づけが成立することを明らかにした。唾液分泌の条件付けはパブロフによる犬での報告が有名であるが、イヌとヒト以外の動物では今回が初めての報告であり、ゴキブリはこの条件づけの神経機構の解明のための有力なモデル系となると期待できる。さらにアリの脳における警報フェロモン情報処理経路を、前大脳ニューロンの細胞内記録・染色によって明らかにした。警報フェロモン情報は一次嗅覚中枢である触角葉で処理されたのち、多種の感覚の統合中枢である前大脳に入り、側角、キノコ体、内側前大脳などの領域で処理される。その情報は特定のクラスの前大脳ニューロンによって統合され、背側前大脳などの前運動領域に伝えられ、行動の選択・決定に至る。この発見は社会性昆虫のフェロモンを用いたコミュニケーションの脳基盤の解明に先鞭をつける成果であった。

### 【発表論文】

- Edwards KA, Doescher LT, Kaneshiro KY, Yamamoto D (2007) A database of wing diversity in the Hawaiian *Drosophila*. *PLoS ONE* 2: e487
- Watanabe H, Mizunami M (2007) Pavlov's cockroach: classical conditioning of salivation in an insect. *PLoS ONE* 6: e529
- Asztalos Z, Baba K, Yamamoto D, Tully T (2007) The fickle mutation of a cytoplasmic tyrosine kinase effects sensitization but not dishabituation in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Neurogenetics* 21(1): 59-71
- Yamagata N, Nishino H, Mizunami M (2007) Neural pathways for the processing of alarm pheromone in the ant brain. *The Journal of Comparative Neurology* 505: 424-442
- Clark AG, Eisen MB, Smith DR, Bergman CM, Oliver B, Markow TA, Kaufman TC, Kellis M, Gelbert W, Iyer VN, Pollard DA, Sackton TB, Larracuent AM, Singh ND, Abad JP, Abt N, Adryan B, Aguade M, Akashi H, Anderson WW, Aquadro CF, Ardell DH, Arguello R, Atrieri CG, Barbash DA, Baker D, Barsanti P, Batterham P, Batzoglou S, Begun D, Bhutkar A, Blanco E, Bosak SA, Bradley RK, Brand AD, Brent MR, Brooks AN, Brown RH, Butlin RK, Caggese C, Calvi BR, Bernardo de Carvalho A, Caspi A, Castrezana S, Celniker SE, Chang JL, Chapple C, Chatterji S, Chinwalla A, Civetta A, Clifton SW, Comeron JM, Costello JC, Coyne JA, Daub J, David RG, Delcher AL, Delehaunty K, Do CB, Ebling H, Edwards K, Eickbush T, Evans JD, Filipowski A, Findeiss S, Freyhult E, Fulton L, Fulton R, Garcia ACL, Gardiner A, Garfield DA, Garvin BE, Gibson G, Gilbert D, Gnerre S, Godfrey J, Good R, Gotea V, Gravely B, Greenberg AJ, Griffith-Jones S, Gross S, Guigo R, Gustafson EA, Haerty W, Hahn MW, Halligan DL, Halpern AL, Halter GM, Han MV, Heger A, Hillier L, Hinrichs AS, Holmes I, Hoskins RA, Hbisz MJ, Hultmark D, Huntley MA, Jaffe DB, Jagadeeshan S, Jeck WR, Johnson J, Jones CD, Jordan WC, Karpen GH, Kataoka E, Keightley PD, Kheradpour P, Kirkness EF, Koerich LB, Kristiansen K, Kudrna D, Kulathinal RJ, Kumar S, Kwok R, Lander E, Langley CH, Lapoint R, Lazzaro BP, Lee S-J, Levesque L, Li R, Lin C-F, Lin MF, Lindblad-Toh K, Machado CA, Makalowski W, Marzo M, Matsuda M, Matzkin L, McAllister B, McBride CS,

McKernan B, McKernan K, Mendez-Lago M, Minx P, Mollenhauer MU, Montooth K, Mount SM, Mu X, Myers E, Negre B, Newfeld S, Nielsen R, Noor MAF, O'Grady P, Pachter L, Papaceit M, Parisi MJ, Parisi M, Parts L, Pedersen JS, Pesole G, Phillipy AM, Ponting CP, Pop M, Poecelli D, Powell JR, Prohaska S, Pruitt K, Puig M, Quesneville H, RK Ram, Rand D, Rasmussen MD, Reed LK, Reenan R, Reily A, Remington KA, Rieger T, Richie MG, Robin C, Rogers Y-H, Rohde C, Rozas J, Rubenfiels MJ, Ruiz A, Russo S, Salzburg SL, Saochez-Garcia A, Saranga DJ, Sato H, Schaeffer SW, Schatz MC, Schlenke T, Schwartz R, Segarra C, Singh RS, Sirot L, Sirota M, Sisneros NB, Smith CD, Smith TF, Spieth J, Stage DE, Stark A, Stephan W, Strausberg RL, Stempel S, Sturgill D, Sutton G, Sutton GG, Tao W, Teichman S, Tobar YN, Tomimura Y, Tsolas JM, Valente VLS, Venter E, Venter JC, Vicario S, Vieira FG, Vieira AJ, Villasante A, Walenz B, Wang J, Wasserman M, Wolfner MF, Wong A, Wong GK-S, Wu C-I, Wu G, Yamamoto D, Yang H-P, Yang S-P, Yorke JA, Yoshida K, Zdobnov E, Zhang P, Zhang Y, Zimin AV, Broad Institute Genome Sequencing Platform and Broad Institute Whole Genome Assembly Team. (2007) Evolution of genes and genomes on the Drosophila phylogeny. *Nature* 450 (7167): 203-218

Nishino H, Mizunami M (2007) Both circumferential and longitudinal position of sensilla on an insect antennae influence afferent terminal location in glomeruli. *Neuroreport* 18: 1765-1769

#### 【著書・総説】

山元 大輔 男は匂いでえらびなさい (K.K.ベストセラーズ, 2007年)

山元 大輔 (2007) 性行動を生み出す脳と遺伝子のしくみ. *理科通信 サイエンスネット* (29): 10-13

山元 大輔 (2007) ショウジョウバエの性行動を生み出す脳と遺伝子の仕組み. *生物の科学 遺伝* 61(3): 71-75

山元 大輔 (2007) 記憶力は遺伝するのか. *教育と医学* 55(6): 12-19

山元 大輔 行動はどこまで遺伝するか (ソフトバンク クリエイティブ株式会社, 2007年)

山元 大輔 浮気をしたい脳 (小学館, 2007年)

水波 誠 神経系の多様性: その起源と進化 (培風館, 2007年) 4章 (昆虫の微小脳: 脳進化の1つの頂点), 97-132

山元 大輔 KEY WORD 精神 (先端医学社, 2007年) 性行動制御遺伝子

Yamamoto D Genetics of Sexually Dimorphic Behavior and Sexual Differentiation of the Nervous System (Advances of Genetics, 2007年)

GKH Zupanc 著 (山元 大輔 訳) 行動の神経生物学 (シュプリンガー・ジャパン, 2007年)

水波 誠 昆虫はスーパー脳 (技術評論社, 2008年) 第3章 (昆虫の学習能力はどれくらい?), 73-99

水波 誠 探索昆虫微小脳 (世茂出版, 2008年)

#### 【国際研究集会】

Mizunami M, Sato C, Matsumoto Y, Sakura M, Watanabe H: Context-dependent learning in cockroaches. The 8th International Congress of Neuroethology. Vancouver, Canada. July 22-27, 2007

Mizunami M, Unoki S, Nakatani Y, Matsumoto Y: OAcergic reward system and DAergic punishment system underlying insect visual learning. The 8th International Congress of Neuroethology. Vancouver, Canada. July 22-27, 2007

Mizunami M, Watanabe H: Salivary conditioning in cockroaches. The 8th International Congress of Neuroethology. Vancouver, Canada. July 22-27, 2007

Yamamoto D, Koganezawa M, Kimura K-I: The fruitless gene functions as a neural masculinization factor that produces cellular and behavioral sexual dimorphism in Drosophila. 20th EDRC. Vienna, Austria. September 12-14, 2007

Yamamoto D: Sexual dimorphism of the Drosophila brain and the function of sex determination genes. National Institute of Biological Sciences Beijing Symposium. Beijing, China. October 19-19, 2007

Yamamoto D, Koganezawa M: A candidate pheromone receptor Gr32a contributes to the male courtship behavior of Drosophila. Cold Spring Harbor Meeting on Drosophila Neurobiology. Cold Spring Harbor, USA. October 3-9,

2007

Yamamoto D, Hamada N, Nishida Y, Matsumoto K: The Drosophila Btk ortholog is required for fate determination pathways of somatic follicle cells. Biologies Workshop: Biology in Motion. Evian-les-Bains, France. October 11-13, 2007

Mizunami M, Ikeno H, Kanzaki R, Aonuma H, Takahata M, Yasuyama K, Matui N, Yokohari F, Usui S: Development of invertebrate brain platform. 14th International Conference on Neural Information Processing. Kitakyushu, Japan. November 13, 2007

Yamamoto D: The fruitless gene functions as a neural masculinization factor that produces cellular and behavioral sexual dimorphism in Drosophila. THE 1st international conference of Tohoku Neuroscience GCOE. MiyagiZao, Japan. January 23-24, 2008

山元 大輔 (教授)

【国際研究集会の主催・運営】

The 1st international conference of Tohoku Neuroscience GCOE, from GENES to DEVELOPMENT and BEHAVIOR Miyagi, Japan. January 23-24, 2008

【研究費】

《科研費》

特別推進研究 ショウジョウバエ fru 遺伝子による脳神経系と行動の性決定機構に関する研究 107,250 千円  
研究代表者 (継続)

【学内委員】

GCOE ゲノム行動神経科学グループリーダー

GCOE 国際連携委員長

【特記事項】

《報道》

先端を見る異性愛か同性愛か 決めては、朝日新聞 (2007年11月1日)

水波 誠 (准教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

ジルファ教授 (フランス ポールサバティエ大学): 昆虫の嗅覚学習に関する比較研究 (2000年4月 - )

メンゼル教授 (ドイツ ベルリン自由大学): 昆虫の匂い識別に関するイメージング法を用いた研究 (2005年7月 - )

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 昆虫の学習における報酬系と罰系の役割の解明 4,000 千円 研究代表者 (継続)

【出前授業・公開講座等】

日本動物学会, 動物学ひろば展示 (展示 2007年7月)

高大連携特別授業「昆虫の驚異的な学習能力」(出前授業 2007年8月)

【学外活動】

《学外役員》

COE プログラム「昆虫科学が拓く未来型食料環境学の創生」外部評価委員

《学会役員》

日本神経科学学会専門会員

日本比較生理生化学会吉田奨励賞選考委員

【特記事項】

《報道》

Pavlov's cockroach , The Times (2007年6月)

Pavlov's Cockroach , The New York Times (2007年6月)

において条件反射, ゴキブリでも確認 , 河北新報 (2007年7月)

進化とげた昆虫の目 , 山梨日日新聞 (2007年8月)

佐藤 千尋 (D1)

【受賞関係】

ICN Travel award (2007年6月)

動物学会川口基金海外渡航助成 (2007年6月)

渡邊 英博 (D3)

【受賞関係】

ICN congress award (2007年6月)

東北大学生命科学会会長賞 (2008年2月)

生命科学研究科長賞 (2008年3月)

山方 恒宏 (D3)

【受賞関係】

ICN congress award (2007年6月)

森 康博 (M2)

【受賞関係】

ハート大賞優秀賞 (2007年10月)

平島 大介 (M1)

【受賞関係】

ハート大賞 (2007年10月)

## 脳機能解析分野

### 【研究成果の概要】

短期および長期の可塑性において、海馬苔状線維-CA3 シナプスの伝達に大きなダイナミックレンジを示す特徴がある。本論文においては、易放出性小胞プールの補充速度が速いことが、伝達の安定性を保証しているメカニズムであることを解明した。

陳皮から抽出されたノビレチンの記憶改善メカニズムを検証した。海馬ニューロンにおいて、ノビレチンは、PKA を活性化し、AMPA 受容体サブユニット GluR1 の Ser845 のリン酸化を促進した。また、海馬のシヤファー側枝-CA1 シナプスにおける AMPA 受容体依存的なシナプス伝達を促進した。ノビレチンには、PKA を活性化し、AMPA 受容体をリン酸化することにより、シナプス伝達を促進する作用があることが示唆される。

緑藻類の一種クラミドモナスのロドプシンアポタンパク質の一つチャンネルオプシン 2 の遺伝子を、光受容細胞の変性した網膜の神経細胞に導入することにより、視力の回復が図られることを、網膜色素変性モデル動物の RCS(rdy/rdy)を用いて検証した。チャンネルオプシン 2 を発現した神経節細胞が光を受容することにより、光受容細胞に代わり、光情報を大脳皮質へ伝えたことが示唆される。

野生型チャンネルロドプシン 2 の構造の一部をチャンネルロドプシン 1 に置き換えたハイブリッドオプシタンパク質をさまざまに作製することにより、野生型に比べ、コンダクタンス、波長応答特性、キネティクスなどの機能特性において、光受容チャンネル型ロドプシタンパク質を改良した。

### 【発表論文】

Tomita H, Sugano E, Yawo H, Ishizuka T, Isago H, Narikawa S, Kügler S, Tamai M (2007) Restoration of visual response in aged dystrophic RCS rats using AAV-mediated channelopsin-2 gene transfer. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 48(8): 3821-3826

Suyama S, Hikima T, Sakagami H, Ishizuka T, Yawo H (2007) Synaptic vesicle dynamics in the mossy fiber-CA3 presynaptic terminals of mouse hippocampus. *Neuroscience Research* 59: 481-490

Matsuzaki K, Miyazaki K, Sakai S, Yawo H, Nakata N, Moriguchi S, Fukunaga K, Yokosuka A, Sashida Y, Mimaki Y, Yamakuni T, Ohizumi Y (2008) Nobiletin, a citrus flavonoid with neurotrophic action, augments protein kinase A-mediated phosphorylation of the AMPA receptor subunit, GluR1, and the postsynaptic receptor response to glutamate in murine hippocampus. *European Journal of Pharmacology* 578(2008/02/03): 194-200

### 【国際研究集会】

Yawo H, Suyama S, Sakagami H, Ishizuka T: Quantification of synaptic vesicle pools in the large mossy fiber boutons of hippocampus. 7th IBRO World Congress of Neuroscience. Melbourne, Australia. July 12-17, 2007

Hikima T, Araki R, Ishizuka T, Yawo H: Optical analysis of PKC-dependent modulation at mossy fiber terminals of hippocampus using mice genetically-expressing synaptopHluorin. 7th IBRO World Congress of Neuroscience. Melbourne, Australia. July 12-17, 2007

Sugano E, Tomita H, Yawo H, Ishizuka T, Isago H, Narikawa S, Tamai M: Restoration of visual responses in genetically blind rats using AAV-mediated channelopsin-2 gene transfer. Society for Neuroscience 37<sup>th</sup> Annual Meeting. San Diego, USA. November 3-7, 2007

Tomita H, Sugano E, Yawo H, Ishizuka T, Isago H, Narikawa S, Tamai M: Improvement of behavioural response in genetically blind rat transferred the channelopsin-2 gene. Society for Neuroscience 37<sup>th</sup> Annual Meeting. San Diego, USA. November 3-7, 2007

Moriguchi S, Nishi M, Yawo H, Takeshima H, Fukunaga K: Deficit of memory formation in neural junctophilin deficient mice. *Neuroscience 2007 Abstr.* 788.1 (San Diego, USA).

Yawo H: Space-time physiology of the CNS network - shedding light in the black box. Th 4th Lyon-Tohoku engineering

and science forum. Sendai. December 13-14, 2007

Wang H, Ishizuka T, Yawo H: Structure-functional analysis of Chlamydomonas channelrhodopsins. The 1<sup>st</sup> International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE. Miyagi. January 23-24, 2008

Yawo H, Suyama S, Hikima T, Sakagami H, Ishizuka T: Synaptic vesicle dynamics in the large mossy fiber boutons of hippocampus. The 1<sup>st</sup> International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE. Miyagi. January 23-24, 2008

八尾 寛 (教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Baylor College of Medicine, USA : Thy1-シナプトフルオロトランスジェニック動物の解析 (2003年9月 - )

At. Jude Children Research Hospital, USA : Thy1-シナプトフルオロトランスジェニック動物の解析 (2005年7月 - )

Friedrich Miescher Institute, Switzerland : Thy1-シナプトフルオロトランスジェニック動物の解析 (2006年5月 - )

【研究費】

《科研費》

萌芽研究 新世代エキソサイトーシス光学プローブの開発 2,300千円 研究代表者 (新規)

特定領域研究 クラミドモナスロドプシンの光受容 - チャネル関連メカニズムの分子生理学的研究 3,300千円 研究代表者 (新規)

【特許関係】

特許出願 八尾寛, 石塚徹 改変された光受容体チャネル型ロドプシンタンパク質 特願 2008-076538 (2008年3月24日)

【非常勤講師等】

「薬理学」(山形大学)(2007年4月 - 2008年3月)

【出前授業・公開講座等】

春季講演会 (青森県弘前市弘前市市民会館 2007年4月21日)

オープンキャンパス (東北大学医学部 2007年7月30日)

東北大学脳科学グローバルCOE 発足シンポジウム in 東京 (東京・六本木 2007年10月13日)

第1回 脳カフェ 杜の都で脳を語る (せんだいメディアテーク 2007年12月16日)

【学外活動】

《学外役員》

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員

《学会役員》

日本生理学会将来計画委員, IUPS2009 総務委員, 学術研究委員会科研費作業部会

海馬と脳機能学会常任幹事

【学内委員】

学生支援審議会委員

男女共同参画委員会委員

スマートエイジングプログラム推進室室員

石塚 徹 (講師)

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 海馬スライス培養を用いた神経ネットワークの活動依存的な神経新生過程の解析 3,700 千円

研究代表者(継続)

若手研究(B) 長期増強誘発刺激による海馬苔状線維終末での神経伝達物質放出効率の変動解析 1,500 千円

研究代表者(継続)

【特許関係】

特許出願 八尾寛,石塚徹 改変された光受容体チャネル型ロドプシンタンパク質 特願 2008-076538(2008年3月24日)

宮崎 健一(GCOE フェロー)

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) 遊離海馬標本における苔状線維または苔状細胞を介した海馬長軸方向への伝達経路の解析

2,600 千円 研究代表者(新規)

引間 卓弥(D2)

【受賞関係】

2007 IBRO Travel Award (2007年7月12日)

## 脳情報処理分野

### 【研究成果の概要】

1) 海馬周辺皮質における感覚/情動情報の統合機序の研究：嗅周囲皮質 - 嗅内皮質 - 海馬神経回路において、嗅周囲皮質からの感覚入力と扁桃体からの情動性入力により引き起こされる神経興奮の動態、およびそれらの統合機序について調べた。実験には嗅周囲皮質・嗅内皮質・海馬・扁桃体の間の神経結合を維持したスライス標本を用い、光計測法と電気生理学的手法を併用した。光計測法による実験の結果、嗅周囲皮質 35 野の刺激では惹起された神経興奮は海馬まで到達し、嗅周囲皮質 36 野の刺激では先行研究と同様に扁桃体刺激との連合により海馬まで神経興奮が伝達するという現象が認められた。さらに、2 つの情報伝達経路の中心は嗅内皮質深層であることが明らかになった。また、感覚情報と情動情報の伝達経路は少なくともその一部を共有していることが光計測法結果から示唆され、スライスパッチクランプ法により感覚入力にも情動性入力にも応答する細胞の存在が証明された (Koganezawa *et al.* 2008)。

2) ブレイン・マシン・インターフェースの研究：脳の信号から機械デバイスを制御する技術、ブレイン・マシンインターフェース(BMI)の確立を目指して研究を行った。運動課題遂行中におけるニホンザルの運動領野神経細胞群の活動から、実際の上肢の動きと静止姿勢を正確に予測できる BMI を設計した。本 BMI は上肢の運動軌道だけでなく筋活動も予測対象となるよう設計された為、機械デバイスの位置と力を同時制御できるという独自の能力を備えた。これと同時に、運動領野神経細胞群の活動を同時計測する多点電極システムの開発を行った。本電極システムは、多芯電極を複数実装した電極ユニット群から構成された。ラットを用いた検証実験から、数十個に及ぶ神経細胞の活動を同時計測することに成功した。今後は、本 BMI を用いて、運動課題遂行中のサル運動野活動から、機械デバイスを実時間制御することを目標とする。

3) 体性感覚情報処理の研究：ラットのヒゲ感覚情報処理について、毛帯路及び毛帯外路に属する神経核の活動を通電焼灼により阻害し、これらが一本ヒゲ刺激方向弁別課題の成績に与える影響を調べた。その結果、毛帯路に属する神経核の活動阻害により課題成績の低下がみられ、この経路が一本ヒゲにおける方向弁別の情報処理に関与していることが示唆された(Narumi *et al.* 2007)。さらに、課題遂行中のラットに対して神経活動阻害物質ムシモールを用いて各神経核の活動抑制を行い、同様の結果を得た。また、オプティカルイメージング法を用いて、ムシモールによる各神経核の抑制が一本ヒゲの刺激に対するパレル野の応答に与える影響を調べた。その結果、一本ヒゲの刺激に対するパレル野表層の神経応答の形成には毛帯路が重要であることが示唆された。

4) 神経回路の二重標識法の開発・実用化研究：ウィルスベクターを用いた神経回路の二重標識法は、それぞれ異なるレポータータンパク質を発現する狂犬病ウィルスベクターを用いて、複数の神経回路を個別に標識するものである。それら神経回路が同一神経細胞から派生する場合、その起源細胞は異なるマーカータンパク質を同時発現することになり、異なる色として容易に検出可能となる。これによって多様な脳機能を担っている複雑な神経回路の結合関係を明らかにすることができる。これまでの研究で、GFP と  $\beta$ -gal を発現する狂犬病ウィルスベクターを用いた二重標識により、大脳半球の両側の嗅内皮質に出力する海馬 CA3 錐体細胞の存在を証明した。

5) 単離脳標本を用いた嗅覚系の研究：モルモットを用いて嗅上皮付き単離脳標本を作製し、二オイ物質を水溶液に溶存させ嗅上皮に与えることで、自然刺激により惹起された神経活動を嗅覚関連領野の複数箇所から同時に計測した。二オイ刺激によって引き起こされた細胞外電場電位変化を前梨状皮質から記録したところ、嗅球からの入力を反映していると考えられる電位変化の成分が、二オイ物質によって異なる空間的パターンを示した。このことから、嗅球から嗅皮質への入力は二オイ物質に対応して異なる空間的分布を示す可能性が示唆された。

6) 報酬価値の脳内表現の研究:a) ヒトを対象とした機能的 MRI 実験 金銭的な報酬や罰に関係した脳活動を調べため、被験者が金銭報酬を伴う自由選択課題を遂行中に脳機能イメージングを行って。その結果、直感的な価値判断を行う際には帯状回が、反実仮想的な思考などを伴う分析的な価値判断を行う際には前頭連合野が、それぞれ高い活動を示すことが明らかになった。また、前頭眼窩部における損失に対して特異的な脳活動は、内向性傾向や神経質傾向が高い被験者ほど高くなることが明らかになった (Fujiwara *et al.* 2008)。b) 線条体における単一ニュー



ーロン活動記録 線条体における報酬情報の表現について調べるため、確率条件付け課題を遂行中のラットの線条体より単一ニューロン活動を記録した。その結果、線条体には、条件刺激に対して反応するニューロンや、報酬が与えられるタイミングに向かって徐々に発火頻度を増大させていくニューロンが存在することが明らかになった。さらに、そのような活動を示すニューロンの多くで、発火頻度と条件刺激によって示された報酬確率との間に線形な関係があったことから、線条体において刺激の価値や報酬への期待の度合いが量的に表現されていることが明らかになった。

7) 前頭連合野の高次認知機能の研究：「グループ逆転課題」をサルに行わせながら、前頭連合野の背外側部および眼窩部から単一ニューロン活動を記録した。この課題においては、複数の条件刺激（抽象図形）と2種類の無条件刺激の関係（ルール）の変化に柔軟に対応することが求められる。前頭連合野のニューロンの多くが、条件刺激の呈示に短い潜時で反応し、それが予告する無条件刺激の違いによって異なる活動レベルを示した。さらに、それらのニューロンの活動がルール逆転時にどのように変化するかを分析したところ、背外側部では、サルの行動と対応して即座に条件刺激に対する選択性が逆転していたのに対して、眼窩部では、サルの行動が逆転した後にそれよりも遅れて徐々に条件刺激に対する選択性が逆転していたことが明らかになった。これによって、前頭連合野の背外側部は先読みによる行動の制御、眼窩部は経験学習に基づいた行動の変容において重要な役割を果たしていることが示唆された。

#### 【発表論文】

Kojima T, Onoe H, Hikosaka K, Tsutsui KI, Tsukada H, Watanabe M (2007) Domain-related differentiation of working memory in the Japanese macaque (*Macaca fuscata*) frontal cortex: a positron emission tomography study. *European Journal of Neuroscience* 25(8): 2523-2535

Narumi T, Nakamura S, Takashima I, Kakei S, Tsutsui KI, Iijima T (2007) Impairment of the discrimination of the direction of single-whisker stimulation induced by the lemniscal pathway lesion. *Neuroscience Research* 57(4): 579-586

Koganezawa N, Taguchi A, Tominaga T, Ohara S, Tsutsui KI, Witter MP, Iijima T (2008) Significance of the deep layers of entorhinal cortex for transfer of both perirhinal and amygdala inputs to the hippocampus. *Neuroscience Research* 61(2):172-81.

Fujiwara J, Tobler PN, Taira M, Iijima T, Tsutsui KI (2008) Personality-dependent dissociation of absolute and relative loss processing in orbitofrontal cortex. *European Journal of Neuroscience* 27(6): 1547-52.

飯島 敏夫（教授）

#### 【研究費】

##### 《科研費》

特定領域研究 光・分子イメージングを用いた運動関連領野の機能的構造の研究 6,200 千円 研究代表者（継続）

萌芽研究 嗅上皮付き単離脳を用いた二オイ情報処理の研究 1,300 千円 研究代表者（継続）

##### 《その他の研究資金》

研究リソース開発「標的神経回路選択的な光学的神経活動計測用分子プローブシステムと測定機器の開発」  
10,000 千円

戦略的創造研究推進事業 (CREST) 脳の機能発達と学習メカニズムの解明 9,600 千円

BMI プラットフォームの構築 4,700 千円

#### 【学内委員】

生命科学研究科長

筒井 健一郎（准教授）

**【研究費】**

**《科研費》**

特定領域研究 予測・推論の神経機構の研究 3,800 千円 研究代表者（継続）

若手研究(S) カテゴリ形成と推論的思考の脳内機序の研究 21,200 千円 研究代表者（新規）

**【非常勤講師等】**

「神経科学特論」（2007 年 4 月 - 2007 年 7 月）

**【出前授業・公開講座等】**

日本生理学会主催 生理学若手サマースクール（講演「前頭連合野研究のこれまでとこれから」 2007 年 8 月 6 日）

## 脳構築分野

### 【研究成果の概要】

鳥類以下の脊椎動物の中脳視蓋は視覚の中枢として働き網膜からの位置特異的投射を受ける。実験的操作が施しやすいことから、このシステムは神経回路形成のモデルとして採用されてきている。一方、発生初期に中脳後脳境界部(峽部)はオーガナイザーとして働き、そのシグナルにより Ras-ERK 経路が活性化され小脳が分化する。本年度は、ERK の活性化と視蓋前後極性の形成について、Fgf8-Ras-ERK シグナル経路の負の調節因子に焦点を当てて研究を行った。

1) DN-Ras (ドミナントネガティブ型 Ras) を強制発現すると ERK のリン酸化が抑制され、後脳領域に視蓋が分化する。DN-Ras により、En2 の発現、及び EphrinA2, A5 の発現が抑えられる。耳側網膜線維をラベルすると、その標的が後により、鼻側網膜線維は異所的視蓋まで到達していた。一方 Fgf8a を強制発現すると ERK が中脳胞で全体的に活性化され、EphrinA2 の発現が誘導され、鼻側網膜線維の標的が前に移動する。En2 を強制発現すると、細胞自律的には EphrinA2 の発現が抑制され、その周りに EphrinA2 の発現が誘導されていた。これは En2 により Sprouty2 が誘導され、それにより EphrinA2 の発現が抑制されたと考えられる。総合して考えると、En2 よりも Fgf8 が EphrinA2, A5 の発現誘導に関わり、視蓋の極性形成により直接的に働いていると思われる。

2) 強い Fgf8 シグナルにより Ras-ERK 経路が活性化されると小脳が分化するが、正常発生、中脳胞での異所的小脳分化の過程を観察すると ERK は活性化されたしばらく後に脱リン酸化され、その活性は押さえられているように見える。そこで、小脳の分化には ERK が活性化され、その後その活性が押さえられる必要があるという仮説のもとに実験を行った。E2 のニワトリ胚中脳 - 後脳部に Fgf8b とドミナントネガティブ型 Sprouty2 (DN-Sprouty2) のエレクトロポレーションを行うと、中脳部では ERK が持続してリン酸化される。マーカー遺伝子の発現、組織構築を観察すると、中脳胞は視蓋として分化していた。Fgf8b と DN-Sprouty2 のエレクトロポレーション後 17 時間たったときに Mek 阻害剤の U0126 ピーズを中脳部に挿入すると、中脳胞に後脳のマーカー遺伝子の発現が誘導された。Fgf8b とテトラサイクリンによりその発現を止めることができる Tet-off の DN-Sprouty2 をエレクトロポレーションし、その後 doxycyclin を投与すると、ERK の脱リン酸化が起こり、中脳部に異所的な小脳が誘導された。このことから、小脳の分化には Fgf8b により Ras-ERK が活性化され、その後 Ras-ERK 経路の負の調節因子により ERK の活性を抑制する必要があることが示された。Ras-ERK 経路の負の調節因子は複数存在するが、小脳の分化には Sprouty2 が最も重要な働きを示しているように見える。

ニワトリ胚発生期において IgSF 分子である Protogenin の発現が、原腸陥入運動での原条から沿軸中胚葉への細胞移動の過程で顕著であることに着目して機能解析を行った。強制発現実験から細胞膜上の Protogenin が細胞接着性を制御して原腸陥入運動時の細胞移動に関与することを示した。

### 【発表論文】

Omata Y, Nojima Y, Nakayama S, Okamoto H, Nakamura H, Funahashi J (2007) Role of Bone morphogenetic protein 4 in zebrafish semicircular canal development. *Development, Growth and Differentiation* 49(9): 711-719

Odani N, Pfaff SL, Nakamura H, Funahashi J (2007) Cloning and developmental expression of a chick G-protein-coupled receptor SCGPR1. *Gene Expression Patterns* 7 (4): 375-380

Aoki M, Kiyonari H, Nakamura H, Okamoto H (2008) R-spondin2 expression in the apical ectodermal ridge is essential for outgrowth and patterning in mouse limb development. *Development, Growth and Differentiation* 50(2): 85-95

### 【著書・総説】

仲村春和 (2007) 細胞間相互作用を担うシグナル系. *化学* 62(9): 23-27

仲村春和 加齢医学 - エイジングファイン (東北大学出版会, 2007 年) 第 章 脳はいかにしてかたちづけられるか

**【国際研究集会】**

- Nakamura H, Harada H, Matsuda Y, Tanaka J, Suzuki-Hirano A: Establishment of anteroposterior axis of the chick optic tectum by Fgf-Ras-ERK signaling. International Chick Meeting. Barcelona, Spain. April 11-14, 2007
- Nakamura H, Hou X, Katahira T, Kimura J: Analysis of coactosin, an actin binding protein, in neural crest cell migration. International Chick Meeting. Barcelona, Spain. April 11-14, 2007
- Nakamura H, Suzuki-Hirano A, Sato T: Sequential regulations of ERK signaling activity and cerebellar development. International Chick Meeting. Barcelona, Spain. April 11-14, 2007
- Suzuki A, Sato T, Nakamura H: Regulation of the Fgf8-Ras-ERK signaling pathway for cerebellar development. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE, "from GENES to DEVELOPMENT and BEHAVIOR". MiyagiZao, Japan. January 23-24, 2008
- Harada H, Tanaka J, Matsuda Y, Suzuki-Hirano A, Nakamura H: Fgf signaling and En2 for tectal polarity formation. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE, "from GENES to DEVELOPMENT and BEHAVIOR". MiyagiZao, Japan. January 23-24, 2008
- Hou X, Katahira T, Kimura J, Nakamura H: Analysis of coactosin, an actin binding protein, in neural crest cell migration. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE, "from GENES to DEVELOPMENT and BEHAVIOR". MiyagiZao, Japan. January 23-24, 2008
- Ito K, Toyoda R, Nakamura H, Watanabe Y: Protogenin(PRTG) is involved in gastrulation cell movement. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE, "from GENES to DEVELOPMENT and BEHAVIOR". MiyagiZao, Japan. January 23-24, 2008
- Tanaka J, Harada H, Nakamura H: Analysis of EphrinA2/A5 expression in the optic tectum. The 1st International Conference of Tohoku Neuroscience GCOE, "from GENES to DEVELOPMENT and BEHAVIOR". MiyagiZao, Japan. January 23-24, 2008
- Harada H, Nakamura H: Fgf signaling in tectal polarity formation. Gordon Conference 'Fibroblast Growth Factors in Development & Disease. Il Ciocco, Italy. March 2-7, 2008
- Nakamura H: Regulation of ERK phosphorylation for the MHB formation and cerebellar development. Gordon Conference 'Fibroblast Growth Factors in Development & Disease'. Il Ciocco, Lucca, Italy. March 2-7, 2008

仲村 春和 (教授)

**【研究費】**

《科研費》

特定領域研究 中脳視蓋の層形成と回路形成機構の解析 21,000 千円 研究代表者 (継続)

基盤研究(B) Fgf8 シグナルによる小脳分化の制御 7,000 千円 研究代表者 (新規)

**【学外活動】**

《学外役員》

理研脳科学総合研究センターレビュー委員

科学研究費委員会学術創生部会評価協力者

Developmental Dynamics 編集委員

《学会役員》

日本発生生物学会学会誌 (Dev. Growth Differ.) 編集委員

**【学内委員】**

図書館商議会委員

舟橋 淳一 (准教授)

**【研究費】**

《科研費》

基盤研究(C) 脊椎動物内耳・三半規管の形態形成機構の解析 2,210 千円 研究代表者（継続）

渡邊 裕二（助教）

**【研究費】**

《科研費》

基盤研究(C) 初期発生における新規膜分子プロトジェニンの役割の解明 2,210 千円 研究代表者（新規）

## 発生生物学分野

### 【研究成果の概要】

1) ウニ幼生のセロトニン神経節は胞腔中のセロトニン受容体細胞ネットワークを経由するシグナル伝達系を使って、幼生上皮細胞にカルシウムイオン波を発生させることを解明した。これは幼生の遊泳運動を制御していることを示している。2) オーストラリア産直接発生ウニの幼生を用いて、幼生の神経系が成体原基と構造的つながりを持っていることを発見した。これは、新口動物の系統の中で孤立して見えた棘皮動物は幼生を評価し直すことでウニの神経系進化が他の左右相称動物の構造を引き継いでいることを示唆する。3) ウニ幼生の神経節形成時に見られるセロトニン神経細胞の分化に achaete/scute 遺伝子が深く関わっていることを解明した。4) マナマコの卵成熟を誘起する放射神経に含まれる因子の遺伝子及び蛋白構造を解明し、活性を持っているペプチドを人工的に合成することに成功した。(加藤)

5) ヒトデ卵成熟再開時に上昇する卵内カルシウムイオンの伝播機構: イトマキヒトデ卵巣内にある第一減数分裂前期卵母細胞は、卵成熟誘起ホルモン(1-メチルアデニン, 1-MA)の添加により卵成熟を再開して受精発生可能な第一減数分裂中期卵母細胞となる。1-MA 添加直後に植物極付近から動物極方向にカルシウム( $\text{Ca}^{2+}$ )上昇が伝播して  $\text{Ca}^{2+}$ 波が走る。この  $\text{Ca}^{2+}$ イオン上昇はホスファチジルイノシトール三リン酸( $\text{PIP}_2$ )からの  $\text{IP}_3$ 産生に依存して起こるものか確認するために蛍光ラベルした  $\text{PIP}_2/\text{IP}_3$  センサーを作成しこれが卵細胞膜上の  $\text{PIP}_2$ の局在を検出できることを確認した。現在このセンサーにより1-MA 添加時の  $\text{Ca}^{2+}$ 波の発生と  $\text{IP}_3$ の動態からその関連性の検討を行っている。6) 環形動物エラコ受精時の卵活性化機構: 受精時に卵内カルシウムイオンの上昇が起こることは普遍的な現象である。環形動物の場合、従来この際に動員される  $\text{Ca}^{2+}$ イオンは卵外からの流入によるものであると報告されてきたが、本研究ではこれに先行して精子侵入部位周辺に局所的なイノシトール三リン酸依存性卵内  $\text{Ca}^{2+}$ イオンの遊離が起こることを明らかにした。この局所的な  $\text{Ca}^{2+}$ イオン上昇が起こらないと引き続いて精子侵入部位(受精丘)の形成が起こらず、精子の卵内への侵入も起こらないことを見た。この局所的な卵内  $\text{Ca}^{2+}$ イオンの遊離を誘起する精子因子の単離に成功し、現在のこの因子の同定を行っている。7) ウニ卵受精直後の卵内  $\text{Ca}^{2+}$ イオンの上昇及びそれに続く初期発生過程に対する卵内 NO 上昇の役割: 受精時に精子侵入部位付近から卵内  $\text{Ca}^{2+}$ イオンの上昇が起こる。ウニ卵受精時の最初の  $\text{Ca}^{2+}$ 上昇は、イノシトール三リン酸依存性卵内  $\text{Ca}^{2+}$ イオンの遊離による、あるいはNO 及びサイクリック ADP リボースの関与する  $\text{Ca}^{2+}$ 上昇によるとする2つの考え方があるが、後者は前年度の我々の研究で否定された。受精直後の卵内 NO 上昇により NADPH が産生されこれにより受精膜の硬化が引き起こされることを、NO 阻害剤 (PTIO) を用いて明らかにした。(経塚)

### 【発表論文】

Katow H, Yaguchi S, Kyojuka K (2007) Serotonin stimulates  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  elevation in ciliary ectodermal cells of echinoplutei through a serotonin receptor cell network in the blastocoel. *Journal of Experimental Biology* 210: 403-412

### 【著書・総説】

美濃川拓哉 (2007) ゲノムからみたウニの特徴. *生物の科学 遺伝* 61(4): 2-3

### 【国際研究集会】

Kyojuka K, Chun JT, Studer AP, Gragnaniello G, Santella L: Role of F-actin and Actin-Binding proteins in the maturation calcium signaling induced by 1-methyladenine. 14th Congress of  $\text{Ca}^{2+}$ -Binding Proteins and  $\text{Ca}^{2+}$  Function in Health and Disease La Palma (CanaryIslands), Spain. October 16-21, 2007

Chun JT, Ercolano E, Kyojuka K, Carafoli E, and Santella L.: Regulation of  $\text{Ca}^{2+}$  signalling and maturation process of starfish oocytes by calcineurin. 14th Congress of  $\text{Ca}^{2+}$ -Binding Proteins and  $\text{Ca}^{2+}$  Function in Health and Disease. La Palma (CanaryIslands), Spain. October 16-21, 2007

加藤 秀生 (教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Maria Byrne 教授 (シドニー大学医学部): オーストラリア産直接発生ウニの神経形成の研究 (2007年 - )

【研究費】

《その他の研究資金》

その他受託研究費 (先端技術を活用した農林水産研究高度事業) 良質な種苗を確保するための成熟制御技術の開発 1,050千円

【特許関係】

特許出願 加藤秀生 マナマコ卵成熟誘起活性合成ペプチド 特願 2008-5430 (2008年1月15日)

【出前授業・公開講座等】

青森県平成18年度青森県熟成シーズ活用産官学共同研究成果発表会 (2007年5月)

【特記事項】

《報道》

マナマコ卵成熟誘起活性ペプチド合成の成功 デーリー東北新聞, 読売新聞, 河北新報, 東奥日報, みなと新聞, ニッケイプレスリリース, 山陽新聞等

経塚 啓一郎 (准教授)

【国際交流】

《外国人招致・セミナー》

Agostina Puppo (Cell Signaling laboratory, Stazione Zoologica 'Anton Dohrn') 共同研究「イトマキヒトデ卵成熟過程に關与する卵内カルシウムイオンの役割」(2007年8月31日 - 9月14日)

Luigia Santella (Cell Signaling laboratory, Stazione Zoologica 'Anton Dohrn') 共同研究「イトマキヒトデ卵成熟再開時の卵内  $Ca^{2+}$  上昇に關与する卵表層のアクチン細胞骨格系の機能について」(2007年9月9日 - 10月12日)

【研究費】

《その他の研究資金》

ナマコ高度化事業 乾燥ナマコ輸出のための計画的生産技術の開発 1,050千円

その他寄附金 マイナス水素イオンの受精及び初期発生に及ぼす効果に關する研究 5,000千円

【出前授業・公開講座等】

模擬授業 栃木県立宇都宮女子高等学校 (2007年5月24日)

青森県教育委員会東青教育事務所「ウニの発生実習」(2007年7月3日)

黒石市夏季野外科学教室 (2007年7月14日)

夏の自然観察会 (2007年7月22日)

青森県立青森高等学校「生物学実習」(2007年7月25日)

秋田県立大館鳳鳴高等学校「SSH 生物海浜研修」(2007年7月27 - 28日)

青森県東津軽郡平内町立小湊中学校「海産無脊椎動物の観察, 解剖実習」(2007年9月18日)

公開シンポジウム, 先生と楽しむ動物学-白神, 津軽の動物たち 日本動物学会 (2007年9月22日)

動物学ひろば「ホタテガイを覗いてみよう」日本動物学会 (2007年9月23日)

動物学ひろば「ウミホタルやヤコウチュウを光らせてみよう」日本動物学会 (2007年9月23日)

青森県東津軽郡平内町立小湊中学校「ウニの発生実験」(2007年9月25日)

美濃川 拓哉 (准教授)

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) 転写調節領域の構造的多様性からみた遺伝子発現機構の機能的進化の研究 1,000 千円 研究代表者(継続)

特定領域研究 脊椎動物起源の研究 1,200 千円 研究分担者(継続)

倉石 立(助教)

【非常勤講師等】

宮城教育大学教育学部「生命環境実習」(2004年8月21-23日)

【出前授業・公開講座等】

動物学ひろば「ホタテガイを覗いてみよう」日本動物学会(2007年9月23日)

動物学ひろば「ウミホタルやヤコウチュウを光らせてみよう」日本動物学会(2007年9月23日)



## 海洋生態行動学分野

### 【研究成果の概要】

海産底生無脊椎動物の個体群の特徴のひとつは、均質に見える環境の中の限定された場所に同種個体が高密度に分布し、そのベッドが長期間維持されることである。この普遍的な分布パターンの形成・維持について、砂浜に住むウニの1種であるハスノハカシパンを材料にして、その個体群動態、特に幼生の変態・定着、およびその後の生残を大型個体の存在と関連させて研究した。大型個体が高密度で生息している場所では、幼若個体の新規加入は見られなかった。しかし、先住大型個体から砂に分泌された物質は、浮遊幼生の変態を誘起した。また、先住個体の活動を模倣し底質を攪乱した条件下では、幼若個体の死亡率は著しく高くなった。以上の結果から、先住個体の活動による底質攪乱は、競争者、ならびに幼若個体を排除するように働くこと、また本種の高密度ベッドは、先住個体の分泌物に誘引されてベッドの周囲に定着した個体が成長後に加入して長期間維持されていることを明らかにした。

武田 哲（助教）

### 【非常勤講師等】

宮城教育大学自然環境専攻「生命環境実習」（2007年8月）

分化制御学講座 分子免疫分野（協力講座）

【発表論文】

Kon S, Tanabe K, Watanabe T, Sabe H, Satake M (2008) Clathrin dependent endocytosis of E-cadherin is regulated by the Arf6GAP isoform SMAP1. *Experimental Cell Research* 314: 1415-1428

## 遺伝子機能分野（協力教員）

### 【発表論文】

Kanno S, Kuzuoka H, Sasao S, Hong Z, Lan L, Nakajima S, Yasui A (2007) A novel human AP endonuclease with conserved zinc-finger-like motifs involved in DNA strand break responses. *EMBO Journal* 26: 2094-2103



教育研究活動報告  
- 生態システム生命科学専攻 -

環境遺伝生態学講座

進化生態科学講座

協力講座

(協力講座の場合，生命科学研究科に所属する学生が携わった情報を掲載した。)

## 遺伝情報動態分野

### 【研究成果の概要】

難分解性の環境汚染物質分解能を有する幾種かの環境微生物株を対象にして、遺伝情報の再編成や水平伝播等の構造的動態、そして、環境との相互作用に伴う遺伝情報の調和的発現制御ネットワーク等の機能的動態を解明することをめざし、以下の成果を得た。

2つのDNA配列を簡便に比較するためのソフトウェア GenomeMatcher を作成・一般公開した。本ソフトウェアを用いて、多重染色体性細菌のセバシア菌とその類縁菌のゲノム配列を相互に比較することで、ゲノムの大規模再編成の痕跡を見だし、また、DNA配列に変異が入る速度がレプリコンによって異なることを見出すなど、土壌細菌のゲノム進化にかかわる重要な知見を得た。さらに、本菌細胞内鉄濃度ホメオスタシスの統括的発現制御因子 Fur が活性窒素除去系の発現制御にも関与することを示した。一方、土壌環境で特異的に発現する遺伝子群と本環境での生存に必要な遺伝子群を各々網羅的に同定する手法を用い、セバシア菌の当該遺伝子候補をさらに絞り込んだ。

有機塩素系農薬 $\gamma$ -HCH完全分解細菌 *Sphingobium japonicum* UT26株の全塩基配列の解析を更に進め、菌の生育に必須な遺伝子群は第1染色体に存在する、 $\gamma$ -HCH分解遺伝子群は、類縁菌株で保存性の低い領域に挿入配列と近接して主要3レプリコンに散在する、などの本菌ゲノムの特徴を明らかにした。また、新たに単離した $\gamma$ -HCH分解菌 *Sphingobium* sp. MI1205株のUT26株より強い $\beta$ -HCH分解能が、ハロアルカンデハロゲナーゼ LinB の数アミノ酸残基の違いによることを明らかにした。さらに、根粒菌由来のハロアルカンデハロゲナーゼ活性が、根粒菌の根粒形成に影響を及ぼすことを示唆する結果を得た。

芳香族系化合物で人工的に汚染させた土壌から調製したメタゲノムライブラリーを種々の環境細菌株に導入・発現させることで、新規性が高い当該化合物分解酵素遺伝子を取得した。一方、海生動物共生細菌メタゲノムから、芳香族系化合物分解酵素やハロアルカンデハロゲナーゼの構造的ホモログ遺伝子を取得し、これらが新規性を備えた酵素をコードすることを明らかにした。

トルエン分解酵素遺伝子群を担う IncP-7 プラスミド pWW53 上の複数トランスポゾンの転移能を示し、これらトランスポゾンの有する転移活性や部位特異的組換え活性が IncP-7 プラスミド群の担う様々な形質遺伝子の構造的多様性の出現に関与することを示した。また、ナフタレン分解酵素遺伝子群を担う IncP-9 プラスミド NAH7 支配の機能が未知であった遺伝子群は、接合伝達に関与するとともに、接合伝達の宿主域を規定していることを示した。

### 【発表論文】

Sota M, Tsuda M, Yano H, Forney LJ, Top EM (2007) Region-specific insertion of transposons in combination with selection for high plasmid transferability and stability accounts for the structural similarity of IncP-1 plasmids. *Journal of Bacteriology* 189(8): 3091-3098

Endo R, Ohtsubo Y, Tsuda M, Nagata Y (2007) Identification and characterization of genes encoding a putative ABC-type transporter essential for the utilization of  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane in *Sphingobium japonicum* UT26. *Journal of Bacteriology* 189(10): 3712-3720

Sato Y, Natsume R, Tsuda M, Damborsky J, Nagata Y, Senda T (2007) Crystallization and preliminary crystallographic analysis of a haloalkane dehalogenase DbjA from *Bradyrhizobium japonicum* USDA110. *Acta Crystallographica* F63: 294-296

Yano H, Garruto CE, Sota M, Ohtsubo Y, Nagata Y, Zylstra GJ, Williams PA, Tsuda M (2007) Complete sequence determination combined with analysis of transposition/site-specific recombination events to explain genetic organization of IncP-7 TOL plasmid pWW53 and related mobile genetic elements. *Journal of Molecular Biology* 369(1): 11-26

Miyakoshi M, Shintani M, Terabayashi T, Kai S, Yamane H, Nojiri H (2007) Transcriptome analysis of *Pseudomonas*

*putida* KT2440 harboring the completely sequenced IncP-7 plasmid pCAR1. *Journal of Bacteriology* 189(19): 6849-6860

Ito M, Prokop Z, Klvana M, Otsubo Y, Tsuda M, Damborsky J, Nagata Y (2007) Degradation of  $\beta$ -hexachlorocyclohexane by haloalkane dehalogenase LinB from  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane-utilizing bacterium *Sphingobium* sp. MI1205. *Archives of Microbiology* 188(4): 313-325

#### 【著書・総説】

永田裕二 (2007) 環境 DNA. *日本生化学会誌* 79(7): 706

永田裕二 (2007) 2007 年度日本農芸化学会見聞記「環境科学」. *バイオサイエンスとインダストリー* 65: 35-35

津田雅孝, 西山依里, 永田裕二, 大坪嘉行 (2007) 自然環境で実際に機能する微生物遺伝子の遺伝学的手法による検索と解析. *化学と生物* 45(8): 557-563

野尻秀昭, 宮腰昌利, 新谷政己, 西田洋巳 (2007) プラスミドは環境中でどのように振る舞うのか - 接合伝達がかき起こすプラスミド機能の多様性解明に向けて -. *化学と生物* 45(9): 635-643

Nagata Y, Endo R, Ito M, Ohtsubo Y, Tsuda M (2007) Aerobic degradation of lindane ( $\gamma$ -hexachlorocyclohexane) in bacteria and its biochemical and molecular basis. *Applied Microbiology and Biotechnology* 76(4): 741-752

津田雅孝, 永田裕二, 大坪嘉行 (2007) 土壌環境細菌の比較ゲノム. 比較ゲノム学から読み解く生命システム - 基本概念から最新ゲノム情報まで (秀潤社) 166-172

津田雅孝, 小野玲, 宮崎亮, 府中玄樹, 永田裕二 (2007) 機能発現に基づく環境汚染物質分解酵素遺伝子の生態系からの直接的取得と解析. *Journal of Environmental Biotechnology* 7(2): 75-78

津田雅孝, 西山依里, 宮腰昌利, 永田裕二, 大坪嘉行 (2007) 土壌生態系での環境細菌ゲノム情報発現. *極限環境微生物学会誌* 6: 59-62

永田裕二 (2007) メタゲノム研究と環境バイオテクノロジー. *日本生物工学会誌* 85(12): 535-536

永田裕二, 津田雅孝 (2008) 難培養性細菌も研究対象とするメタゲノム解析. バイオフィルムの基礎と制御: 特性・解析事例から形成防止・有効利用まで (エヌ・ティー・エス社) 103-111

#### 【国際研究集会】

Prokop Z, Sato Y, Mozga T, Jerabek P, Natsume R, Florian J, Tsuda M, Nagata Y, Senda T, Damborsky J: Haloalkane dehalogenases possess two different structural bases for their enantioselectivity. 8th International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations. Oviedo, Spain. July 8-13, 2007

Ono A, Ohtsubo Y, Nagata Y, Tsuda M: Functional screening of genes for aromatic ring-hydroxylating oxygenases from soil. Metagenomics 2007. San Diego, USA. July 11-13, 2007

Miyazaki R, Ohtsubo Y, Nagata Y, Tsuda M: Characterization of the *traD* gene cluster involved in the conjugative transfer of naphthalene-catabolic plasmid NAH7. ASM Conference on Pseudomonas 2007. Seattle, USA. August 26-30, 2007

Miyakoshi M, Nishida H, Hisakazu H, Nojiri H: High-resolution mapping of plasmid transcriptome in different host bacteria. ASM Conference on Pseudomonas 2007. Seattle, USA. August 26-30, 2007

津田 雅孝 (教授)

#### 【国際交流】

《外国人招致・セミナー》

Weightman AJ (Cardiff University, UK): 講演並びに研究打ち合わせ (2008 年 1 月 20 - 22 日)

#### 【研究費】

《科研費》

特定領域研究 環境修復・環境生態に関する先導的ゲノム研究 22,100 千円 研究代表者 (継続)

基盤研究(B) 細菌が持つ環境汚染物質分解酵素遺伝子の水平伝播 4,000 千円 研究代表者 (継続)

基盤研究(B) 未開拓遺伝子資源を利用した細菌の有機塩素系環境汚染物質浄化能力の総合的開発 研究分担者(継続)

萌芽研究 挿入配列の土壌環境での動態の解明と新規遺伝子獲得への応用 研究分担者(新規)

《その他の研究資金》

受託研究費(農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発)難分解性化合物分解酵素を支配する新規遺伝子の未利用土壌遺伝資源からの取得と解析 4,300 千円

受託研究費(ゲノム情報に基づいた未知微生物遺伝資源ライブラリーの構築)未知遺伝資源ライブラリー構築に係る技術の開発及び取得した遺伝資源の機能解析 2,100 千円

【非常勤講師等】

「東京農工大学(環境分子生物学)」(2007年10月-2008年3月)

「東京大学大学院(微生物機能開発学)」(2007年10月-2008年3月)

【学内役員】

教務情報システム運営委員会委員

情報シナジーセンターネットワークシステム学内共同利用委員会委員

施設整備委員会片平キャンパス整備委員会委員

未来科学技術共同研究センター兼務教員

【学外活動】

《学外役員》

(独)製品評価技術基盤機構「遺伝子組換え生物等検出技術高度化検討委員会」委員

《学会役員》

日本農芸化学会東北支部評議員

Microbes and Environments, Associate Editor

Applied and Environmental Microbiology (American Society for Microbiology), Editorial Board

日本ゲノム微生物学会評議員

永田 裕二(准教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Damborsky J(チェコ・マサリク大学):環境浄化への応用のための環境汚染物質分解酵素の分子構築

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 未開拓遺伝子資源を利用した細菌の有機塩素系環境汚染物質浄化能力の総合的開発 2,900 千円  
研究代表者(継続)

萌芽研究 挿入配列の土壌環境での動態の解明と新規遺伝子獲得への応用 2,200 千円 研究代表者(新規)

基盤研究(B) 細菌が持つ環境汚染物質分解酵素遺伝子の水平伝播 研究分担者(継続)

《その他の研究資金》

受託研究費(農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発)難分解性化合物分解酵素を支配する新規遺伝子の未利用土壌遺伝資源からの取得と解析 研究分担者

受託研究費(ゲノム情報に基づいた未知微生物遺伝資源ライブラリーの構築)未知遺伝資源ライブラリー構築に係る技術の開発及び取得した遺伝資源の機能解析 研究分担者

【非常勤講師等】

「東京大学農学部」(2007年4月-2007年9月)

「長浜バイオ大学」(2007年4月-2007年9月)



**【学外活動】**

《学外役員》

宮城県埋設農薬適正管理検討会委員

《学会役員》

日本生物工学会北日本支部評議員

環境バイオテクノロジー学会シンポジウム担当幹事

Applied and Environmental Microbiology (American Society for Microbiology), Editorial Board

大坪 嘉行（助教）

**【研究費】**

《科研費》

若手研究(B) 環境細菌のカタボライト調節分子メカニズムの解明 1,400 千円 研究代表者（継続）

基盤研究(B) 細菌が持つ環境汚染物質分解酵素遺伝子の水平伝播 研究分担者（継続）

遠藤 諒（日本学術振興会特別研究員）

**【研究費】**

《科研費》

特別研究員奨励費 難分解性農薬分解細菌の分解酵素タンパク質の細胞内局在性と基質輸送に関する研究  
900 千円 研究代表者（継続）

宮腰 昌利（日本学術振興会特別研究員）

**【研究費】**

《科研費》

特別研究員奨励費 宿主染色体との協調的相互作用による分解プラスミドのゲノム機能に関する研究  
1,100 千円 研究代表者（新規）

宮崎 亮（日本学術振興会特別研究員，D3）

**【研究費】**

《科研費》

特別研究員奨励費 遺伝子の可動性を利用した新規遺伝子資源の探索とその水平伝播機構に関する研究  
900 千円 研究代表者（継続）

**【受賞関係】**

生命科学研究科長賞（2008 年 3 月）

## 植物生殖遺伝分野

### 【研究成果の概要】

当該分野は、高等植物の生殖形質、特に自家不和合性、生殖器官特異的遺伝子と受粉・受精、生殖器官形態形成、性染色体の分化と機能という点について、遺伝学的、分子生物学的手法により、その分子機構を解明することを目的に平成 17 年度から発足した。

今年度の注目すべき点は、植物科学では一流紙の *Plant Cell* に 2 報の論文が掲載されたことである。

アブラナ科植物の自家不和合性に関する研究では、奈良先端大との共同研究によりアブラナ科植物の自家不和合性の雌ずい側 *S* 因子である *SRK* の下流の因子である *MLPK* が直接的に *SRK* と相互作用することを示した。自家不和合性研究において、変異体、遺伝子、相互作用という 3 つの点が明らかにできた、下流因子の初めての例を示した(Kakita *et al.* 2007)。また、自家不和合性に関する総説を 2 報、発表した。

植物において、花粉の発達、花粉管の伸長には様々な植物ホルモンが機能していることは予想されていたが、実際に、どのような場面で機能しているかは不明であった。この点に関して、名古屋大との共同研究により、変異体を用いた研究を展開して、植物ホルモン・ジベレリンが花粉の発達・花粉管の伸長を制御していることを明らかにした(Chhun *et al.* 2007)。

また、生殖器官が温度、特に低温に対して影響を受けやすいことから、温度反応性の異なるイネ品種とアレイ解析を組み合わせて、共同研究を開始した。

こうした基礎的研究だけでなく、国際会議の主催、学外委員、非常勤講師、出前授業などの貢献も行った。  
(渡辺)

雌雄異株植物の性分化機構に関する研究では、ヨーロッパ原産の食用アスパラガス (*Asparagus officinalis*) と日本在来のキジカクシ (*A. schoberioides*) の種間雑種を作出し、その形態と遺伝子分析を行った。得られた種間雑種後代も、両親と同様に雌雄の個体があることから、食用アスパラガスとキジカクシの雌雄性が同じメカニズムで決定されていることを明らかにした (Ito *et al.* 2007)。

単子葉植物における花被形成機構に関する研究では、アルストロメリアを用いて花被の器官決定に関わるクラス B 遺伝子の単離を試み、3 つのクラス B 遺伝子を単離した。RT-PCR 法により、この遺伝子発現解析を行った結果、この遺伝子が外花被片、内花被片、雄ずいで発現していたことから、アルストロメリアはクラス B 遺伝子の発現領域が拡大しているために同花被花になるという改変 ABC モデルを支持する結果となった (Hirai *et al.* 2007) 。またラン科植物のサギソウからもクラス B 遺伝子の単離を行い、3 つのクラス B 遺伝子を単離した。野生型のサギソウは二層の花被ががく片と花弁に分かれているが、品種 飛翔 は二層とも花弁状の花被を有する。これらの植物におけるクラス B 遺伝子の発現解析を行った結果、飛翔 におけるがく片の花弁化はクラス B 遺伝子の発現領域の拡大と関係していることを明らかにした (Kim *et al.* 2007) 。またドイツとの共同研究により、ピリジフローラ系チューリップの花被の緑色化にはクラス B 遺伝子の発現量の減少が関与していることを発見した (Kanno *et al.* 2007) (菅野)。

### 【発表論文】

Hirai M, Kamimura T, Kanno A (2007) The expression patterns of three class B genes in distinctive two whorls of petaloid tepals in *Alstroemeria ligtu*. *Plant and Cell Physiology* 48(2):310-321

Kim SY, Yun PY, Fukuda T, Ochiai T, Yokoyama J, Kameya T, Kanno A (2007) Expression of a *DEFICIENS*-like gene correlates with the differentiation between sepal and petal in the orchid, *Habenaria radiata* (Orchidaceae). *Plant Science* 172(2):319-326

Ito T, Ochiai T, Ashizawa H, Shimodate T, Sonoda T, Fukuda T, Yokoyama J, Kameya T, Kanno A (2007) Production and analysis of reciprocal hybrids between *Asparagus officinalis* L. and *A. schoberioides* Kunth. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54(5): 1063-1071

Kanno A, Hirai M, Simon H, Ochiai T, Theissen G (2007) Reduced expression of *DEFICIENS*-like genes in the sepaloid

- tepals of viridiflora tulips. Proceedings of International Horticulture Congress. *Acta Horticulturae* 763: 43-48
- Nakano M, Umehara H, Hara Y, Makino M, Nakada M, Nakamura T, Hoshino Y, Kanno A (2007) Flower form alteration by ectopic expression of the class B MADS-box genes of *Agapanthus praecox* spp. *orientalis* in transgenic dicot and monocot plants. *Molecular Breeding* 20(4): 425-429
- Chhun T, Aya K, Asano K, Yamamoto E, Mrinaka Y, Watanabe M, Kitano H, Ashikari M, Matsuoka M, Ueguchi-Tanaka M (2007) Gibberellin regulates pollen viability and pollen tube growth in rice. *Plant Cell* 19: 3876-3888
- Kakita M, Murase K, Iwano M, Matsumoto T, Watanabe M, Shiba H, Isogai A, Takayama S (2007) Two distinct forms of *M*-locus protein kinase localize to the plasmamembrane and interact directly with *S*-locus receptor kinase to transduce self-incompatibility signaling in *Brassica rapa*. *Plant Cell* 19: 3961-3973

【著書・総説】

- 渡辺正夫, 鈴木剛, 柴博史, 高山誠司 (2007) アブラナ科植物の自家不和合性にみられる花粉側優劣性発現機構と DNA メチル化. 遺伝「栽培植物の遺伝学: 雑種形成, 倍数化進化, 多様性」 21: 225-229
- 柴博史, 渡辺正夫, 高山誠司 (2007) 自家不和合のエピジェネティックな制御機構. *植物の生長調節* 42: 22-22
- Kanno A, Nakada M, Akita Y, Hirai M (2007) Class B gene expression and the modified ABC model in nongrass monocots. *TSW Development & Embryology* 2:17-28
- Watanabe M, Endo M, Hakozaiki H, Masuko H, Park JI, Kawagishi-Kobayashi M, Tsuchiya T Handbook of New Technologies for Genetic Improvement of Legumes( Haworth Press ,2008 年 )Gene expression analysis with DNA array technology in legumes. 467-476

【国際研究集会】

- Watanabe M, Park JI, Endo M, Kazama T, Hakozaiki T, Takada Y, Kawagishi-Kobayashi M: Functional analysis of the novel anther specific gene, *AtPLIM2a*, encoding LIM-domain proteins in *Arabidopsis*. Plant Biology and Botany 2007. Chicago, USA. July 7-11, 2007
- Watanabe M, Hakozaiki H, Park JI, Endo M, Takada Y, Kazama T, Takeda Y, Suzuki G, Kawagishi-Kobayashi M: *Arabidopsis thaliana 3-ketoacyl-ACP synthase2 (AtKAS2)* gene is required for embryogenesis. Plant Biology and Botany 2007. Chicago, USA. July 7-11, 2007
- Kazama T, Kaneko F, Fujioka T, Park JI, Suwabe K, Endo M, Nagano K, Kawagishi-Kobayashi M, Watanabe M: Characterization of specific genes in reproductive stage under cold stress in rice. Iwate International Symposium on Biological Sciences, -The Impacts of OMICS-. Morioka, Japan. October 29, 2007
- Kanno A: Floral organ development in higher plant. 中国東北林業大学生命科学院セミナー. 中国東北林業大学, China. December 12, 2007
- Kaneko F, Fujioka T, Kazama T, Park JI, Suwabe K, Endo M, Nagano K, Kawagishi-Kobayashi M, Watanabe M: Morphological and gene expression analysis under low temperature condition in rice anther development. Plant and Animal Genome 2008. San Diego, USA. January 10-17, 2008
- Fujioka T, Kaneko F, Kazama T, Takada Y, Suwabe K, Suzuki G, Endo M, Kawagishi-Kobayashi M, Watanabe M: Identification and characterization of new small RNAs associated with male organ differentiation in rice. Plant and Animal Genome 2008. San Diego, USA. January 10-17, 2008
- Suwabe K, Morgan C, Isokawa S, Watanabe M, Bancroft I: Comparative genetics and genomics between *Brassica* and *Arabidopsis thaliana*. Plant and Animal Genome 2008. San Diego, USA. January 10-17, 2008
- Watanabe M, Takada Y, Suwabe K, Isokawa S, Suzuki G, Shiba S, Isogai A, Takayama S: Recent topics of self-incompatibility research in Brassica species. The symposium for the Opening Ceremony of CMRC. Daejeon, Korea. February 19-19, 2008
- Suwabe K, Morgan C, Isokawa S, Matsumoto S, Hirai M, Bancroft I, Watanabe M: SSR markers for comparative

genetics and genomics in *Brassica*. The symposium for the Opening Ceremony of CMRC. Daejeon, Korea. February 19-19, 2008

Kanno A: Floral organ development in nongrass monocots. 韓日交流植物科学シンポジウム, Jeju, Korea. February 29, 2008

渡辺 正夫 (教授)

【国際研究集会の主催・運営】

岩手大学 21 世紀 COE プログラム・岩手生物工学研究所・岩手医科大学共催国際シンポジウム「Iwate International Symposium on Biological Sciences 2007-The Impacts of OMICS-」 Morioka, Japan. October 29-29, 2007

【国際交流】

《国際共同研究》

Chicago University: アブラナ科植物の自家不和合性認識制御遺伝子の進化に関する研究 (1995 年 4 月 - )

York University: アブラナ科植物の自家不和合性制御因子下流に関する研究 (1999 年 2 月 - )

Ecole Normale Supérieure de Lyon: アブラナ科自家不和合性の雌ずい側因子 SRK に関する研究 (2000 年 5 月 - )

順天大学: アブラナ科植物の自家不和合性遺伝子に関する研究 (2003 年 4 月 - )

The University of Melbourne: 高等植物の雄性配偶子特異的遺伝子に関する研究 (2003 年 9 月 - )

John Innes Center: ミヤコグサ葯特異的遺伝子に関する研究 (2004 年 2 月 - )

The University of Melbourne: 高等植物の雄性配偶子特異的遺伝子に関する研究 (2004 年 5 月 - )

University of Aarhus: ミヤコグサ根粒菌形成関連遺伝子に関する研究 (2005 年 8 月 - )

University of Zurich: シロイヌナズナ関連野生種の自家不和合性に関する研究 (2006 年 1 月 - )

忠南大学: アブラナ科植物 *Brassica rapa* のゲノム解析に関する研究 (2008 年 2 月 - )

Tronto University: アブラナ科植物 *Brassica napus* の完全長 cDNA 解析に関する研究 (2008 年 2 月 - )

【研究費】

《科研費》

学術創成研究費 植物自家不和合性の分子基盤 15,600 千円 研究分担者 (継続)

基盤研究(B) 自家不和合性アブラナ科植物に見いだした新規種内一側性不和合性の分子遺伝学的解析 4,300 千円 研究代表者 (継続)

特別研究員奨励費(外国人特別研究員) アブラナ科自家不和合性花粉因子 SP11 の発現抑制による S 対立遺伝子の優劣性制御 1,200 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 受粉反応時に「ゲノム障壁」を誘起する花粉・柱頭因子の分子遺伝学的解析 22,500 千円 研究代表者 (継続)

特定領域研究 植物の生殖過程におけるゲノム障壁 1,000 千円 研究分担者 (継続)

特定領域研究 植物の生殖過程を通じた遺伝子発現のプロファイリング 1,000 千円 研究分担者 (継続)

《その他の研究資金》

21 世紀 COE プログラム 熱・生命システム相関学拠点形成 7,000 千円

【非常勤講師等】

「東京大学 (生物科学特論 XI)」(2007 年 6 月)

【出前授業・公開講座等】

愛媛県立丹原高校「植物から遺伝子を単離してみよう」(2007 年 4 月 3 日)

愛媛県立丹原高校「高等植物の交配・遺伝子から見えてくるもの」(2007 年 4 月 4 日)

第 17 回愛媛ソフトフェア産業振興セミナー(「植物科学研究・地球環境問題・農業と IT 産業 - 水と空気が安

全でなくなった今、何をすべきなのか - 」 2007 年 9 月 28 日 )  
今治市立今治小学校「花の不思議な世界 - りんごの花を知ってますか?? - 」(2007 年 9 月 27 日 )  
今治市立常盤小学校「花の不思議な世界 - りんごの花は、どうやってりんごになるの?? - 」(2007 年 9 月 28 日 )  
仙台市立川前小学校 6 年生出前授業「博士って何だろう??? - 良い博士も、悪い博士もいました、そして。。 - 」(2007 年 10 月 19 日 )  
仙台市立立町小学校 5 年生出前授業「花の不思議な世界 - りんごの花は、どうやってりんごの実になるの?? - 」(2007 年 10 月 18 日 )  
仙台市立人來田小学校 5 年生出前授業「花の不思議な世界 - 花が咲いてから、りんごの実ができるまで - 」(2007 年 10 月 23 日 )  
仙台市立東四郎丸小学校 5 年生出前授業「花の不思議な世界 - リンゴはどうやってあんな風に赤く食べられるようになるの?? - 」(2007 年 10 月 31 日 )  
平成 19 年度東北地区 SSH 校合同発表会 (2008 年 1 月 26 日 )  
岩手県水沢高校・平成 19 年度東北地区 SSH 校合同発表会・コメンテーター (2008 年 1 月 26 日 )  
第 4 回食と農コミュニケーションづくりの集い講演会「植物の生殖の不思議 - わかってきた のからくり - 」(2008 年 3 月 29 日 )

【学外活動】

《学外役員》

岩手大学 21 世紀 COE プログラム特任教授

文部科学省・科学技術・学術審議会学術部会科学技術・学術審議会専門委員

東京大学理学部非常勤講師

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター研究課題事後評価専門委員

《学会役員》

日本植物生理学会 Plant Cell Physiology 編集実行委員

【学内委員】

環境・安全委員会環境保全専門委員

学生生活協議会協議員 (課外活動専門委員長)

国際交流企画室員, 国際交流連絡会議委員

施設整備・運用委員会 片平キャンパス整備委員

菅野 明 (准教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Jena University: ユリとチューリップにおける花器官形態形成遺伝子群の単離と発現解析 (1997 年 4 月 - )

東北林業大学: トルコギキョウにおける花器官形態形成遺伝子群の単離と発現解析 (2005 年 10 月 - )

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) アスパラガスにおける花器官ホメオティック突然変異の形態学および分子生物学的解析 500 千円 研究分担者 (継続)

基盤研究(B) 形質転換技術を用いたラン科植物特有の花器官形成機構の解明 6,600 千円 研究代表者 (新規)

## 臨界環境遺伝生態分野

### 【研究成果の概要】

当分野では、太陽光に含まれる有害紫外線 UVB がイネの生育収量に及ぼす影響、並びに UVB に対する高等植物の防御・耐性機構の全容を明らかにし、紫外線 UVB に耐性な植物の創出を目指した研究を行っている。これまでの研究から、紫外線 UVB によって誘発される DNA 損傷（シクロブタン型ピリミジン二量体：CPD）を修復する CPD 光回復酵素が植物の UVB 耐性機構に関わる主要因であることを実証してきた。そこで、本年度は 1) 世界各地で栽培されているイネ品種、さらには野生イネ種を材料に、CPD 光回復酵素遺伝子の多様性（変異の多様性）と UVB 感受性、2) CPD 光回復酵素の生体内機能の解明、3) イオンビームを変異誘発源として選抜した UVB 耐性イネ突然変異体を利用した新規 UVB 耐性遺伝子資源の探索、4) 太陽紫外線がイネの生育・収量に及ぼす影響に関する環境影響評価試験を主な研究課題として研究を展開した。以下に本年度の主な研究成果を記す。

#### 1) CPD 光回復酵素遺伝子の多様性（変異の多様性）と UVB 感受性

これまでにイネの UVB 感受性は品種間で大きく異なり、このような UVB 感受性の品種間差異は、CPD 光回復酵素の自然突然変異に由来した、CPD 光回復酵素活性の違いに起因していることを示した（Hidema *et al.*, Plant J. 2005; 2007, Ueda *et al.*, Genetics 2005）。イネは、東南アジアを中心にアフリカ、オーストラリアなど世界各地で、様々な起源、生態型に属する品種が栽培されているため、CPD 光回復酵素遺伝子においても変異の多様性が存在することが予想される。そこで、新たに活性に影響を及ぼす遺伝子型を探索するために、世界各地で栽培されているイネ品種、さらには遺伝資源の宝庫と言われる野生イネを材料に、CPD 光回復酵素の遺伝子型と UVB 感受性との関係について解析を行った。その結果、オーストラリアに自生する野生イネ（*O. meridionalis* Ng. W1299）において、高い酵素活性を導く遺伝子型が存在することを見出した（Iwamatsu *et al.*, Photochem. & Photobiol. Sci. 2008）

#### 2) CPD 光回復酵素の生体内機能の解明

CPD 光回復酵素の生体内機能を解析するために、CPD 光回復酵素をイネ葉から精製することを試みた。その結果、高等生物が有する Class II CPD 光回復酵素の精製に成功し、植物細胞内においては、リン酸化されているという事実を見出した（Teranishi *et al.*, Plant Physiol. 2008）。現在、生体内でのリン酸化の機能について解析を行っている。

#### 3) イオンビーム誘発 UVB 超耐性イネ突然変異体の変異原因遺伝子の同定

日本原子力機構・高崎研究所の田中淳らのグループとの共同で、UVB 抵抗性品種ササニシキに変異誘発源としてイオンビームを照射し、ササニシキよりも UVB 抵抗性を示す変異体イネ 319 系統を選抜した。319 系統の変異原因遺伝子を探索するために、CGH 法により変異箇所の同定を行った結果、第 7 染色体中湾部約 40 kb が欠損してことを見出した。この領域には 2 つの機能未知な遺伝子がコードされていた。

#### 4) 太陽紫外線がイネの生育・収量に及ぼす影響に関する環境影響評価試験

現在の太陽光に含まれる紫外線 UVB がイネの生育・収量にどの程度の影響を及ぼしているかに関する野外環境影響評価試験を行った。材料として、コシヒカリとコシヒカリの第 10 染色体の CPD 光回復酵素遺伝子が座位する領域を、低い CPD 光回復酵素活性を導く遺伝子型を有するインド型品種カサラスで置換した部分置換系統を用いた。その結果、低い活性を有する部分置換系統は、コシヒカリと比較して 1 株当たりの穂数、1 穂当たりの穂重が減少するだけでなく、玄米のサイズ（厚さ）も減少してことを見出した。これらの結果は、現在の紫外線もイネの生育・収量に悪影響を及ぼしている可能性を示唆していると考えられた。

### 【発表論文】

Yamamoto A, Hirouchi T, Mori T, Teranishi M, Hidema J, Morioka H, Kumagai T, Yamamoto K (2007) Biochemical and biological properties of DNA photolyases derived from ultraviolet-sensitive rice cultivars. *Genes and Genetic Systems* 81: 311-319

Hidema J, Taguchi T, Ono T, Teranishi M, Yamamoto K, Kumagai T (2007) Increase in CPD photolyase activity functions effectively for preventing ultraviolet-B-caused growth inhibition. *The Plant Journal* 50: 70-79  
Teranishi M, Nakamura K, Morioka H, Yamamoto K, Hidema J (2008) The native cyclobutane pyrimidine dimer photolyase of rice is phosphorylated. *Plant Physiology* 146:1941-1951  
Yamamoto A, Tanbir N, Hirouchi T, Teranishi M, Hidema J, Morioka H, Yamamoto K (2008) Temperature-Sensitive Photoreactivation of Cyclobutane Thymine Dimer in Soybean. *Journal of Radiation Research* 49: 189-196  
Iwamatsu Y, Aoki C, Takahashi M, Teranishi M, Ding Y, Sun C, Kumagai T, Hidema J (2008) UVB sensitivity and cyclobutane pyrimidine dimer (CPD) photolyase genotypes in cultivated and wild rice species. *Photochemical and Photobiological Sciences* 7: 311-320

日出間 純 (准教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

John C. Sutherland ら (Brookhaven National Lab. Biology Dept. USA) : イネの UVB 感受性とピリミジン二量体光回復酵素 (1994 年 5 月 - )

Ivanka Fedina (ブルガリア科学アカデミー植物生理学研究所): 環境紫外線 UVB が農作物に及ぼす影響解析 (2006 年 6 月 - )

Muthukrishnan Jayakumar (VHNSN College): 環境紫外線 UVB が農作物に及ぼす影響解析 (2006 年 10 月 - )

【研究費】

《科研費》

萌芽研究 イネ CPD 光回復酵素形質転換体を用いた隔離圃場での, 太陽紫外線植物影響評価解析 1,200 千円  
研究代表者 (新規)

《その他の研究資金》

共同研究費 イネ CPD 光回復酵素のリン酸化機能の解明とその応用に関する研究 950 千円

共同研究費 コヒーレント光・テラヘルツ波システムの開発と学際展開研究 1,000 千円

受託研究費 (宇宙開発事業団・宇宙環境利用科学委員会研究班 WG) 宇宙ステーションにおける宇宙放射線の生物影響研究 3,000 千円

【受賞関係】

東北大学 東北大学バイオサイエンスシンポジウムポスター賞 (2007 年 6 月)

日本放射線影響学会 日本放射線影響学会第 50 回大会発表賞 (2007 年 11 月)

【学外活動】

《学外役員》

日本原子力開発機構博士研究員業績評価委員, 放射線フロンティア研究委員専門委員

独立行政法人国立環境研究所有害紫外線モニタリングネットワーク委員

寺西 美佳 (助教)

【受賞関係】

東北大学 東北大学バイオサイエンスシンポジウムポスター賞 (2007 年 6 月)

日本放射線影響学会 日本放射線影響学会 口頭発表部門優秀発表賞 (2007 年 11 月 17 日)

【出前授業・公開講座等】

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (仙台向山高校への出前授業 2007 年 10 月 27 日)

山岸 朋香 (M1)

【受賞関係】

東北大学バイオサイエンスシンポジウムポスター賞（2007年6月）

中村 憲太郎（M2）

【受賞関係】

日本放射線影響学会優秀発表賞（2007年11月）



## 地圏共生遺伝生態分野

### 【研究成果の概要】

当研究分野では、植物と相互作用する窒素固定微生物を主な対象にし、生物資源の豊富な熱帯も含めた地圏生態系における植物と微生物の多様性とその分子基盤を解明し、地球環境の恒常性の理解と食糧環境問題の解決に貢献する研究を行っている。

ダイズ根粒菌の Signature-tagged Mutagenesis 変異株ライブラリーを用いて、土壌および宿主植物根の競合的根粒形成に影響を受けた変異株の探索を行った。ダイズ根粒菌のリグニンモノマーなどのメトキシ化芳香族化合物の分解に、メタノール酸化を起こす異化的 C1 代謝系が関与していることを明らかにした。ダイズ根粒菌のメタノール酸化 *mxoF* 遺伝子破壊株は、宿主植物への単独接種では、親株との共生窒素固定能に変化は認められなかった。

根粒菌の共生成立の分子機構解明の一環として、アルファルファ根粒菌外膜蛋白質 TolC の共生における機能を解析し、*tolC* 遺伝子破壊株では、共生に必須である低分子の菌体外多糖の産生が起こらず共生不全となること明らかにした。TolC は低分子菌体外多糖の合成に重要な未知蛋白質の輸送を行っていること示唆される。ミヤコグサ根粒菌では、ペリプラズムグルカンの構造解析とその生合成遺伝子の同定、更にその変異が共生能に及ぼす影響の解析を実施した。その結果、グルカン骨格とその置換基のそれぞれが宿主植物への感染過程に重要な役割を果たすことを見出した。

ダイズ根粒根圏から発生する亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) には、土壌微生物と根粒老化が必須であったが、ダイズ根粒菌の *nosZ* 遺伝子の有無により  $N_2O$  発生量が変化する傾向が観察された。ダイズ根粒菌 *Bradyrhizobium japonicum* USDA110 株の *nosZ* 遺伝子群に *rm*, *aph* promoter を導入したところ、培養細胞において *nosZ* 遺伝子の転写活性および亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) 還元酵素活性の上昇が見られた。また、複製時の変異促進によって亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) 還元酵素活性の高まった細胞集団が得られた。

ダイズの根粒着生変異体を圃場で栽培し、茎および根から抽出した DNA を用いて微生物群集構造解析を行った。茎では細菌やカビの微生物群集構造の明らかな差異は認められなかったが、根では複数の微生物において根粒着生変異による影響が観察された。主成分解析により、根粒非着生根の細菌群集構造は、根粒超着生根のそれと類似しており、菌根菌感染が低いことを考慮すると Autoregulation 系がダイズの根圏微生物相に影響を与えている可能性が考えられた。また、植物摩砕試料からの微生物濃縮法により、直接抽出 DNA では当初差異が認められないダイズ茎においても、根粒着生変異により微生物群集に差異があることが分かった。モデルマメ科植物ミヤコグサを用いて青葉山森林土壌より、生育促進エンドファイトを分離し、エンドファイト - 植物相互作用の解析の基盤を作った。

### 【発表論文】

Sugawara M, Haramaki R, Nonaka S, Ezura H, Okazaki S, Eda S, Mitsui H, Minamisawa K (2007) Rhizobitoxine production in *Agrobacterium tumefaciens* C58 by *Bradyrhizobium elkanii* *rtxACDEFG* genes. *FEMS Microbiology Letters* 269(1): 29-35

Ikeda S, Fuji S, Sato T, Furuya H, Naito H, Ytow N, Ezura H, Minamisawa K, Fujimura T (2007) Microbial diversity in milled rice as revealed by ribosomal Intergenic spacer analysis. *Microbes and Environments* 22(2): 165-174

Saito A, Ikeda S, Ezura H, Minamisawa K (2007) Microbial community analysis of the phytosphere using culture-independent methodologies. *Microbes and Environments* 22(2): 93-105

Okazaki S, Sugawara M, Yuhashi KI, Minamisawa K (2007) Rhizobitoxine-induced chlorosis occurs in coincidence with methionine deficiency in soybeans. *Annals of Botany* 100: 55-59

Kawaharada Y, Eda S, Minamisawa K, Mitsui H (2007) A *Mesorhizobium loti* mutant with reduced glucan content shows defective invasion of its host plant *Lotus japonicus*. *Microbiology* 153(12): 3983-3993

### 【著書・総説】

齋藤 朝美, 池田 成志, 則武 ちあき, 赤坂 真理子, 藤城 圭輔, 安藤 勝彦, 南澤 究 (2007) RISA 法による微生物多様性評価. *日本微生物生態学会誌* 22(2): 59-71

【国際研究集会】

Minamisawa K, Sugawara M, Okazaki S, Nukui N, Nonaka S, Ezura H, Eda S, Mitsui H: Ethylene-mediated interactions between plants and bacteria by rhizobitoxine and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. International Conference Rhizosphere-2. Montpellier, France. August 26-31, 2007

Minamisawa K, Sugawara M, Okazaki S, Nukui N, Nonaka S, Ezura H, Eda S, Mitsui H: Genomic ecology of plant-associated bacteria: rhizobia and endophytes. International Conference between Tohoku University and Lyon group in France. Sendai, Japan. December 12-13, 2007

南澤 究 (教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 耕地土壌における脱窒のエコ・ゲノミクス 3,600 千円 研究代表者 (継続)

萌芽研究 嫌気窒素固定コンソーシアムの植物分布と機能発現 1,100 千円 研究代表者 (継続)

《その他の研究資金》

受託研究 根圏微生物コミュニティの N<sub>2</sub>O 発生メカニズムの解明とその低減化 23,000 千円

科学技術振興調整費 植物・微生物間共生におけるゲノム相互作用 7,496 千円

【学外活動】

《学外役員》

農林水産省拡散防止措置確認会議拡散防止措置確認会議

日本学術振興会ゲノムテクノロジー164 委員

生物多様性影響評価検討会委員 (環境省自然環境局)

農林水産省農林水産技術会議中央農業総合研究センタープロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」外部評価委員

農林水産省農業生物資源研究所交付金プロジェクト研究「共生系の解明による生物制御基盤技術(植物分野)」外部評価委員

研究顧問 (ジナリス)

《学会役員》

日本微生物生態学会編集委員長

Microbes and Environments, Editor-in-Chief

日本土壌微生物学会評議員

アメリカ微生物学会 Applied and Environmental Microbiology 編集委員

【学内委員】

東北大学六ヶ所村センター検討委員会

三井 久幸 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) 根粒菌ペリプラズムに局在する環状グルカンの酸性置換基が共生成立に果たす役割 2,600 千円  
研究代表者 (新規)

【学外活動】

《学外役員》

Microbes and Environments, Editorial Board Managing Editor

The Journal of General and Applied Microbiology, Editorial Board Member

江田 志磨 (助教)

【研究費】

《科研費》

若手研究(B) 根粒菌の多剤排出トランスポーターによる環境適応機構の解析 1,400 千円 研究代表者 (継続)

## 宇宙環境適応生態分野

### 【研究成果の概要】

当分野では、植物の環境応答と形態形成の分子機構を解明するための研究を行っている。本年度の主な成果は以下の通りである。

シロイヌナズナを用いた研究から、根の水分屈性に必須の遺伝子として *MIZU-KUSSEI* (*MIZI*)ならびに *MIZ2* を同定し、それらのタンパク質の機能、そして重力屈性と水分屈性におけるオーキシン輸送の役割を解析し、水分屈性特異的な新規の分子機構の存在を明らかにした。

キュウリ芽生えの根と茎（胚軸）の境界領域におけるペグ形成面は重力依存的に制御され、上側となった境界領域ではペグ形成が抑制される。この制御には重力依存的に形成されるオーキシン勾配が関与し、ペグ形成はオーキシンレベルが低下することによって抑制される。この重力形態形成が光によって阻害されることを見出し、この阻害が光のオーキシン分布・レベルに対する作用を介することを、オーキシン誘導性遺伝子の発現解析から明らかにした。さらに、オーキシン作用阻害剤の *p*-chlorophenoxyisobutyric acid を用いた解析から、*Cucumis sativus glycine-rich protein1* (*CsGRP1*)の発現がオーキシンによってネガティブに制御され、オーキシンレベルの低下に起因する *CsGRP1* 発現の増大がペグ形成の抑制に関与することを明らかにした。この重力応答に伴うオーキシン動態変化の制御機構を明らかにする目的で、抗体を用いてオーキシン排出キャリアタンパク質ならびにオーキシン動態を解析し、重力形態形成制御機構に関するモデルを構築し、それを国際宇宙ステーションで検証すべく宇宙実験課題として提案した。

新規シダレアサガオの *weeping2* (*we2*)は、*PnSHORT-ROOT1* 遺伝子に突然変異を生じたことにより、地上部の重力感受細胞として機能する内皮細胞の分化が異常になった重力屈性変異体であることが明らかになった。さらに *we2* を用いて、アサガオの回旋運動と蔓巻き性が重力依存的現象であることを証明した。

キュウリは一般に雌花と雄花を同一個体上に発達させるが、それらの発現割合は環境条件によって変化する。また、いずれの花芽も初期発育段階において両性花的形態を示し、花の性分化はその後の雄ずい原基か雌ずい原基の選択的な発育停止により起こる。エチレンは、この花の性分化を制御し、雌性化を促進する。本年度は、エチレン前駆物質 ACC の合成酵素をコードする *CS-ACS2* 遺伝子の発現部位および発現時期を *in situ* hybridization により調べた結果、*CS-ACS2* は花の性分化期以降の花芽の雌ずい基部に発現し、その発現のみられる花芽は環境条件によって性表現が変化した場合もすべて雌花節に限られることがわかった。これらの結果から、*CS-ACS2* が個々の花芽のエチレン生合成を調節して花の性分化を制御することが示された。

### 【発表論文】

Saito S, Fujii N, Miyazawa Y, Yamasaki S, Matsuura S, Mizusawa H, Fujita Y, Takahashi H (2007) Correlation between development of female flower buds and expression of the *CS-ACS2* gene in cucumber plants. *Journal of Experimental Botany* 58: 2897-2907

Fujii N, Saito Y, Miyazawa Y, Takahashi H (2007) Light inhibits gravity-regulated peg formation and symmetric mRNA accumulation of auxin-inducible *CsIAA1* in the cortex of the transition zone in cucumber seedlings. *Advances in Space Research* 39: 1147-1153

Godo T, Okuno H, Saito H, Miyazawa Y, Ryuto H, Fukunishi N, Abe T (2007) Effects of ion beam irradiation on survival and mutation induction of triploid Senno (*Lychnis senno* Siebold et Zucc.). *Bulletin of the Botanic Gardens of Toyama* 12: 41-46

Higashibata A, Higashitani A, Adachi R, Kagawa H, Honda S, Honda Y, Higashitani N, Sasagawa Y, Miyazawa Y, Szewczyk NJ, Conley CA, Fujimoto N, Fukui K, Shimazau T, Kuriyama K, Ishioka N (2007) Biochemical and molecular biological analyses of space-flown nematodes in Japan, the First International *Caenorhabditis elegans* Experiment (ICE-First). *Microgravity Science and Technology XIX-2*: 45-49

Kitazawa D, Miyazawa Y, Fujii N, Nitasaka E, Takahashi H (2008) Characterization of a novel gravitropic mutant of

morning glory, *weeping*2. *Advances in Space Research* 42:1050-1059

Shimizu M, Miyazawa Y, Fujii N, Takahashi H (2008) *p*-Chlorophenoxyisobutyric acid impairs auxin response for gravity-regulated peg formation in cucumber seedlings. *Journal of Plant Research* 121: 107-114

Kazama Y, Saito H, Miyagai M, Takehisa H, Ichida H, Miyazawa Y, Mishiba K, Kanaya T, Suzuki K, Bae CH, Miyoshi K, Mii M, Abe T (2008) Effect of heavy ion-beam irradiation on plant growth and mutation induction in *Nicotiana tabacum*. *Plant Biotechnology* 25: 105-111

【著書・総説】

Miyazawa Y, Takahashi H (2007) How do Arabidopsis roots differentiate hydrotropism from gravitropism? *Plant Signaling & Behavior* 2: 388-389

【国際研究集会への出席状況】

Takahashi H: Studies on plant responses to environmental stimuli: Development from spaceflight experiment. 日本生物環境工学会 2007 年創立記念大会国際シンポジウム . 大阪 . 2007 年 6 月 26 日

Takahashi H, Miyazawa Y, Fujii N, Morohashi K, Yanai K, Hotta T: A spaceflight experiment for the study of hydrotropism in seedling roots. 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis. Matsushima, Japan, November 18-23, 2007

Miyazawa Y, Kobayashi A, Kakimoto Y, Fujii N, Higashitani A, Takahashi H : A gene that separates hydrotropism from gravitropism in roots. 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis. Matsushima, Japan, November 18-23, 2007

Kato F, Miyazawa Y, Araki M, Fujii N, Suge H, Takeda K, Takahashi H: Cell division but not cell elongation contributes to long first internodes of Hong Mang Mai, a wheat variety tolerant to deep-sowing. 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis. Matsushima, Japan, November 18-23, 2007

Takahashi H: Molecular identification and spaceflight experiments for the studies of the gravity-influenced growth in plants. Korea Japan Exchange Seminar on Plant Science . Cheju University (South Korea) . February 28, 2008

高橋 秀幸 (教授)

【国際交流】

《外国人研究者の招致・セミナー》

Michael B. Jackson ( ブリストル大学教授 ): 講演 (Plants in deep water - adaptations to the real water stress) 並びに研究打ち合わせ (2007 年 11 月 15 - 18 日)

【国際研究集会の主催・運営】

9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis (ISPA) ( 組織委員 ) Matsushima, Japan. November 18-23, 2007

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 植物の環境応答に必須な植物固有の新規ドメイン「MIZ」が統御するオルガネラ動態 2,300 千円 研究代表者 (新規)

《その他の研究資金》

独立行政法人宇宙航空開発研究機構プロジェクト共同研究 微小重力下における根の水分屈性とオーキシン制御遺伝子の発現 1,000 千円

独立行政法人宇宙航空開発研究機構宇宙環境利用に関する研究班ワーキンググループ フロンティア生物の戦略 - 植物の重力受容システム - 3,690 千円 研究代表者 (継続)

【出前授業・公開講座等】

《出前授業》

山形県真室川町立及位中学校 (2007年8月8-10日)

《公開講座》

第28回宇宙ステーション利用計画ワークショップ 「きぼう」から始まる未来 - 研究魂/実験魂 無重力  
科学がもたらす豊かな未来 - 植物は無重力でどうなるの (2007年8月7日, 東京)

【非常勤講師等】

山形大学理学部 生物学特講V, 生物学特別講義II (2007年6月12-13日)

名古屋大学大学院生命農学研究科 植物の環境応答と生長制御 (2007年7月5-6日)

岩手大学農学部 リサイクル生物生産工学特別講義 (2007年12月12-13日)

【学内役員】

教育研究評議会評議員

百年史編集委員会委員 (兼 部局史編纂委員会委員長)

百年史編集委員会部会委員 (兼 通史専門委員会委員)

百周年記念事業準備委員会ワーキンググループ委員

東北大学学術資源研究公開センター植物園部会委員会委員

【学外活動】

《学外役員》

日本学術会議地球惑星科学委員会国際対応分科会小委員会委員

独立行政法人宇宙航空開発研究機構宇宙環境利用科学委員会委員

独立行政法人宇宙航空開発研究機構宇宙科学研究本部プロジェクト共同研究員

《学会役員》

日本宇宙生物科学会副会長

日本植物化学調節会評議員・役員選考委員

日本生態工学会理事

第9回植物の嫌気応答に関する国際会議 (ISPA) 組織委員

《学術出版物の編集》

Annals of Botany (Oxford University Press), Japan editor

Plant and Cell Physiology (Oxford University Press), Editor

Plant Root (Japanese Society for Root Research), Editor

宇宙生物科学 (日本宇宙生物科学会), 編集委員

藤井 伸治 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) 根冠コルメラ細胞に重力感受・応答機能を付与する分子機構 2,470千円 研究代表者 (新規)

宮沢 豊 (助教)

【研究費】

《科研費》

特定領域研究 植物の環境応答に必須な植物固有の新規ドメイン「MIZ」が統御するオルガネラ動態 研究分  
担者 (新規)

基盤研究(C) 根冠コルメラ細胞に重力感受・応答機能を付与する分子機構 研究分担者 (新規)

《その他の研究資金》

受託研究費 (新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業) 植物の生長を統御する根の水分屈性と水獲得

戦略の解明 22,500 千円 研究代表者（継続）

【出前授業・公開講座等】

山形県真室川町立及位中学校（2007 年 8 月 8 10 日）

東北大学・農学・生命科学融合シンポジウム 地球温暖化と植物 植物の乾燥適応能と水分獲得戦略の解明  
（2007 年 12 月 4 日，仙台）

理研シンポジウム 重イオン加速器を用いた植物科学研究の革新 重イオンマイクロビームを用いた水分屈  
性機構の解明（2008 年 1 月 24 25 日，和光市）

科学技術館「ユニバース」ゲスト講演「アサガオのつるはどうやって巻くのか」（2007 年 8 月 18 日，東京）

【学外活動】

《学会役員》

日本植物形態学会編集委員，ホームページ委員

日本植物学会東北支部会在仙幹事

北澤 大典（日本学術振興会特別研究員，D3）

【研究費】

《科研費》

特別研究員奨励費 園芸植物の頂芽優勢と蔓巻き性を制御する重力応答機構の解明 900 千円

【受賞関係】

東北大学総長賞（2008 年 3 月）

清水 美順（日本学術振興会特別研究員，D3）

【研究費】

《科研費》

特別研究員奨励費 キュウリ芽ばえの重力形態形成を支配するオーキシン応答性細胞壁タンパク質の解析  
900 千円

【特記事項】

《報道》

発信 7 みちのくから 宇宙から植物を考える 産経新聞（2008 年 1 月 10 日）

2008 年 2 月 22 日に宇宙航空研究開発機構から，国際宇宙ステーション「きぼう」船内実験室第 2 期利用に  
向けた候補テーマが発表され，当研究分野（研究代表者 高橋秀幸）提案の「植物の重力依存的成長制  
御を担うオーキシン排出キャリア動態の解析」が採択され，2010-2011 年の宇宙実験の実施に向けて準  
備を開始した (<http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/jpm02/pick.html>)。

2008 年 3 月発行の「植物まるかじり叢書 第 2 巻 植物は感じて生きている」（日本植物生理学会監修，瀧  
澤美奈子著，化学同人）に「6 章 重力の下で生きる」として当分野の研究が 20 頁にわたって紹介され  
た。

## ゲノム継承システム分野

### 【研究成果の概要】

今年度の主な6つの研究成果について以下に記す。

1) 個体レベルにおいて mtDNA のコピー数の低下が、どのような分子応答を引き起こすのか明らかにするために、線虫 *C. elegans* を用いて、(1) mtDNA の複製に必須なミトコンドリア 1 本鎖 DNA 結合タンパク質 (mtSSB) を特定し、(2) その RNAi 法による機能不全で mtDNA のコピー数を低下させた線虫を作成し、(3) 全ゲノム遺伝子に対する遺伝子発現の変動および、(4) アポトーシスや寿命に関わる表現型について解析した。mtDNA のコピー数の低下は、解糖系や糖新生に関わる酵素遺伝子群、さらに活性酸素種による酸化ストレスに応答する遺伝子群、また興味深いことに低酸素応答に関わる遺伝子群などの顕著な発現誘導が生じること、さらに、アポトーシス活性が有意に低下することを明らかにした (Sugimoto *et al.* 2008)。これまで多くのガン細胞で独立に報告されてきた mtDNA のコピー数の低下や変異と低酸素応答の誘導が、今回の知見により密接に関連する現象である可能性が強く示唆され、ミトコンドリアとガン化に関わる1つの分子基盤に資するものと期待され、当該論文は掲載号の "HIGHLIGHTS" として取り上げられた。

2) オオムギの高温障害時による雄性不稔の現象が、葯壁タペト細胞の早期崩壊と花粉母細胞を含めた早期細胞分裂の停止に起因することを示すとともに、高温障害時にみられる遺伝子発現の網羅的な変動について明らかにした (Oshino *et al.* 2007)。

3) 線虫 *C. elegans* においてアポトーシス制御遺伝子として知られる *c-Abl* を欠損した変異体では、薬物代謝や解毒に機能する P450 ファミリー遺伝子と Glutathione S-transferase (GST) ファミリー遺伝子のうち複数の遺伝子で発現レベルが常に野生株に比べて低下しているという現象を見出した。また、マウス培養細胞においても *c-Abl* を欠損した細胞株では野生株に比べて GST ファミリー遺伝子の幾つかで発現の低下が認められた。これらの結果は、これまでに知られていない *c-Abl* 遺伝子がかかわる解毒系酵素の発現制御シグナル伝達系が存在することを示唆するものであった。

4) 日本水稻品種 "Nipponbare" に炭素イオンを照射して作出したイネ突然変異集団から、選抜した突然変異系統 6-99L は、(1) 高い浸透圧ストレス耐性を有することにより塩害水田においても登熟期の恒常性を維持できる塩害耐性突然変異系統であること、(2) その塩害耐性は第6染色体に座乗する1遺伝子変異に支配される劣性形質であることが示唆された。耐塩性に関わるイネ葉身の水孔のナトリウムイオンの排出に関しても研究をすすめた。これまでの研究成果をふまえてイネの塩害耐性に関する総説を取りまとめた (Takehisa and Sato 2007)。

5) イネの発芽および発芽後の生育の多様性に関わる遺伝生理要因の研究を進めた。種子の寿命に關与する *qLG-9* の候補領域を高密度連鎖解析により約 30Kbp に絞り込んだ。発現解析により原因遺伝子として機能している可能性のある遺伝子を特定した。イネコアコレクション 22 品種を用いた多型解析により、*qLG-9* がこれらの品種の種子寿命の差異にも寄与していることを示した。さらに、種子発芽後のメソコチールの伸長および冠根の伸長方向に関する研究を進めている。

6) 総合地球環境学研究所との共同研究として、ラオス北部地域およびインドネシア・スラウェシ南部地域のイネ遺伝資源および伝統的農業の調査を進めた。

### 【発表論文】

Oshino T, Abiko M, Saito R, Ichiishi E, Endo M, Kawagishi-Kobayashi M, Higashitani A (2007) Premature progression of anther early developmental programs accompanied by comprehensive alterations in transcription during high-temperature injury in barley plants. *Molecular Genetics and Genomics* 278(1): 31-42

Hayashi Y, Takehisa H, Kazama Y, Kanba C, Saito H, Ohbu S, Tabayashi A, Ryuto H, Fukunishi N, Tokairin H, Sato T, Abe T (2007) Effects of ion beam irradiation on mutation induction in rice. *Cyclotrons* <http://felino.elettra.trieste.it/cyc07/papers/WEPPRA03.pdf>



- Hayashi Y, Takehisa H, Kazama Y, Kanba C, Saito H, Ohbu S, Tabayashi A, Ryuto H, Fukunishi N, Tokairin H, Sato T, Abe T (2007) Isolation of salt-tolerant mutants of rice induced by heavy-ion irradiation. *RIKEN Accelerator Program Reports* 40: 253
- Hanzawa E, Ichida H, Hayashi Y, Ryuto H, Fukunishi N, Abe T, Sato T, Higashitani A (2007) Isolation of inflorescence mutants induced by heavy-ion radiation in barley (*Hordeum vulgare* L.). *RIKEN Accelerator Program Reports* 40: 254
- Takehisa H, Sato T (2007) Stress, physiological and genetic factors of rice leaf bronzing in paddy fields. *Japanese Journal of Plant Science* 1: 63-68
- Higashibata A, Higashitani A, Adachi R, Kagawa H, Honda S, Honda Y, Higashitani N, Sasagawa Y, Miyazawa Y, Szewczyk NJ, Conley CA, Fujimoto N, Fukui K, Shimazu T, Kuriyama K, Ishioka N (2007) Biochemical and molecular biological analyses of space-flown nematodes in Japan, the First International *Caenorhabditis elegans* Experiment (ICE-First). *Microgravity Science and Technology XIX-2*: 45-49
- Sugimoto T, Mori C, Takanami T, Sasagawa Y, Saito R, Ichiishi E, Higashitani A (2008) *Caenorhabditis elegans par2.1/mtssb-1* is essential for mitochondrial DNA replication and its defect causes comprehensive transcriptional alterations including a hypoxia response. *Experimental Cell Research* 314(1): 103-114 (selected as “HIGHLIGHTS in this issue”)
- Selch F, Higashibata A, Imamizo-Sato M, Higashitani A, Ishioka N, Szewczyk NJ, Conley CA (2008) Genomic response of the nematode *Caenorhabditis elegans* to spaceflight. *Advances in Space Research* 41(5):807-815
- 【著書・総説】**
- Higashitani A, Mori C, Kimura T, Ikenaga T, Takanami T, Sakashita T, Wada S, Hamada N, Kobayashi Y (2007) Effect on energetic heavy-ion irradiation on gene expression in *Caenorhabditis elegans*. *JAEA-Reviews* 60
- 【国際研究集会】**
- Sato T: On-farm conservation of rice resources in Cambodia -Endophytes isolated from wild rice in Angkor-. Research on genomic resources in Cambodia. Kyoto, Japan. June 11-11, 2007
- Hayashi Y, Abe T, Ichiba H, Kazama Y, Takehisa H, Kamba C, Sato T, Fukunishi N, Ryuto H: Effects of ion beam irradiation on mutation induction in rice. 18th International Conference on Cyclotrons and their Applications. Sicily, Italy. September 30-October 5, 2007
- Sato T: Epistatic Interaction of qLb-3 and qLb-11 Controlling Leaf-bronzing in rice (*Oryza sativa* L.) Grown in Reduced Soil. 9th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis. Matsushima, Japan. November 18-23, 2007
- Sato T: Harmonizing of agricultural and environmental control based on biodiversity study - Isolation and characterization of diazotrophic endophytes in rice. Development of Durable Resistance System to Blast Disease in Laos. Vientiane, Laos. March 11, 2008
- Higashitani A: JAXA-ANGKASA Research Collaboration on the Space Experiment of *C. elegans*. HUKM Molecular Biology Institute, Kuala Lumpur, Malaysia. March 10-12, 2008

東谷 篤志 (教授)

**【研究費】**

《科研費》

基盤研究(B) 重イオンマイクロビームによる生殖細胞の放射線影響とバイスタンダー効果の研究 3,600 千円  
研究代表者 (継続)

特定領域研究 高温により誘導される雄性不稔実行プログラムの解明 2,800 千円 研究代表者 (新規)

萌芽研究 モデル生物を利用したミトコンドリアゲノムの安定性に関わる新規遺伝子群の探索 1,900 千円 研

究代表者（新規）

《その他の研究資金》

受託研究費（第9回 宇宙環境利用に関する地上研究）モデル生物を利用した宇宙環境バイオドシメータの開発 1,848 千円

【受賞関係】

日本植物学会東北支部大会 学術奨励賞（2007年12月9日）

【出前授業・公開講座等】

中学校への出前授業「遺伝子をみよう」（遺伝子に関する講義と細胞から実際に抽出する実験指導 2003年8月 - ）

【学内委員】

東北大学総長特別補佐

佐藤 雅志（准教授）

【国際研究集会の主催・運営】

Research on genetic resources in Cambodia Kyoto, Japan. June 11, 2007

【学外活動】

《学会役員》

International Journal of Agriculture and Biology 編集委員

【学内委員】

百周年記念事業実行委員会

三浦 慎也（M1）

【受賞関係】

日本植物学会東北支部会 学術奨励賞（2007年12月）

苫米地 真理（M1）

【受賞関係】

日本植物学会東北支部会 学術奨励賞（2007年12月）

押野 健（D1）

【受賞関係】

日本植物学会東北支部会 学術奨励賞（2007年12月）

杉本 朋子（D3）

【受賞関係】

平成19年度 青葉理学振興会賞（2008年3月）

## 生物多様性進化分野

### 【研究成果の概要】

同所的・側所的種分化がどのような条件で生じるかを解析するために、アフリカのタンガニーカ湖に生息するシクリッドをモデルに予測を行った。モデルは、視物質遺伝子、色覚モデル、行動、環境勾配などのデータを元に作成し、具体的な分子機構を取り入れたモデルを作成した。その結果、タンガニーカ湖で観察されるような深度にともう光環境勾配と現実的な視物質遺伝子の突然変異の様式が種分化を引き起こす上で、重要であることが明らかになった。チョウの多様性の決定要因を調べるために、松島湾松島群島の浦戸諸島を調査対象とし、チョウの種の相対的な資源量とチョウの多様性を比較した。その結果は、異なる種の食草のバイオマス（生物量）の相対的量が、どの種のチョウがどの程度の個体数生息するのに大きく影響していることを示した。その結果は、野外の広い範囲で、食べ物などの相対量が種の多様性を決定していることを示した初めての研究となり、ニッチ分配説を強く支持する証拠となった。

野生植物の交雑帯の維持機構に関する研究として、ガガイモ科の2種フナバラソウとイヨカズラの交雑集団の遺伝的構造をマイクロサテライト DNA マーカーを用いて解析した。集団の遺伝的構成は形態的な解析から予測されるのとほぼ並行的になり、宮城中部の集団はイヨカズラ寄りの個体から、宮城北部の集団はフナバラソウ寄りの個体から構成されていた。一方、福井の集団は非常に多様な遺伝的構成を示していた。同様の解析をメギ科2種バイカイカリソウとトキワイカリソウの交雑帯において行ったが、形態的な解析から予測されるよりも遺伝的にはトキワイカリソウ寄りの遺伝的構成を示す集団が多かった。後者では非対称的に遺伝子流動が起きている可能性があり、その原因について解析を始めた。種分化が起きつつある分類群のモデルとして、伊豆諸島固有の植物について解析を進めており、本年度は昨年度に引き続きハチジョウイボタについて解析を行った。また、あらたにシチトウスミレの解析を行った。後者は本州の対応種タチツボスミレと遺伝的分化及び交配システムに違いが見られなかった。この可能性としては、種子による遺伝子流動が頻繁に起きている可能性があげられる。

### 【発表論文】

- Kamada T, Yamashiro T, Maki M (2007) Intraspecific morphological and genetic differentiation in *Scrophularia grayana* (Scrophulariaceae). *Journal of Plant Research* 120: 437-444
- Yamamoto N, Yokoyama J, Kawata M (2007) Relative resource abundance explains butterfly biodiversity in island communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 10524-10529
- Kawata M, Shoji A, Kawamura S, Seehausen O (2007) A genetically explicit model of speciation by sensory drive within a continuous population in aquatic environments. *BMC Evolutionary Biology* 7: 99
- Horie S, Suzuki K, Maki M (2007) Characterization of microsatellite loci for a barren-wort species (*Epimedium diphyllum*, Berberidaceae). *Molecular Ecology Notes* 8: 1172-1174
- Takahashi Y, Maki M (2007) Isolation and characterization of microsatellite loci in the threatened wild toad lily *Trycirtis flava* (Liliaceae). *Molecular Ecology Notes* 8: 1172-1174
- Yamaji H, Fukuda T, Yokoyama J, Pak JH, Zhou CZ, Yang CS, Kondo K, Morota T, Takeda S, Sakaki H, Maki M (2007) Reticulate evolution and phylogeography in *Asarum* sect. *Asiasarum* documented in internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 863-884
- Yamaji H, Fukuda T, Yokoyama J, Pak JH, Kondo K, Morota T, Maki M (2007) Molecular phylogeny and reticulate evolution of *Asarum* sect. *Asiasarum* (Aristolochiaceae) documented by chloroplast DNA sequences. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* 58: 87-96
- Yamashiro T, Yokoyama J, Maki M (2008) Morphological aspects and phylogenetic analyses of pollination systems in *Tylophora-Vincetoxicum* complex (Apocynaceae-Asclepiadaceae) in Japan. *Biological Journal of the Linnean Society* 93: 325-341

Yamada T, Maki M (2008) Isolation and characterization of microsatellite loci from *Weigela coraeensis* (Caprifoliaceae).  
*Molecular Ecology Resources* 9: 155-157

Yamamoto H, Yamada T, Maki M (2008) Isolation and characterization of microsatellite markers from the hosta species  
*Hosta albomarginata* (Liliaceae). *Molecular Ecology Resources* 9: 185-187

【著書・総説】

河田雅圭 シリーズ進化学 行動・生態の進化 (岩波書店, 2007年) 第1章 13-53

河田 雅圭 (教授)

【国際交流】

《国際共同研究》

Uniseristy of Sheffield, UK : Genetics and the boundaries of species (2002年4月 - )

University of Bern, Switzerland : Speciation of cichlid fishes (2004年8月 - )

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) グッピーの色覚に影響する視物質遺伝子の多様性：雌の配偶者選好の変異と関連づけて 4,400  
千円 研究代表者 (継続)

【学外活動】

《学会役員》

日本生態学会全国委員

日本進化学会評議委員

個体群生態学会運営委員

Ecology Letters, Editor

Ecological Resarch, Editor-in-Chief

牧 雅之 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(C) 伊豆諸島に固有な植物の形態的, 生態的, 遺伝的分化に関する研究 2,200千円 研究代表者 (新  
規)

【受賞関係】

日本植物分類学会 日本植物分類学会論文賞 (2008年3月22日)

【非常勤講師等】

宮城教育大学非常勤講師「生命地球科学A」(2007年6月 - 2007年9月)

【学外活動】

《学外役員》

Journal of Plant Research, Editor

Population Ecology, Editorial Board

## 機能生態分野

### 【研究成果の概要】

熱帯林の樹木の共存機構について、樹形とアロケーション、個体間距離や密度に依存した生存率などの点から解明が進んだ。また、森林の利用形態と生物多様性について、とくに小型哺乳類の多様性や食性と森林の発達過程との関係が明らかになった。

花内における胚珠の余剰生産は、花の余剰生産同様に一般的な現象である。こうした余剰胚珠の進化を説明する新しい仮説を提唱した(Sakai 2007)。発達中の種子の一部は、食害などによって死亡することが多い。これに対抗して植物は、余剰の胚珠を作り、種子数を適応的に調節しているという視点の研究がなされている。しかしそれだけではなく、種子の大きさを適応的に調節することも有利となるのではないだろうか？そこで、大きさと数のトレードオフを取り入れ、食害数が予測不能な環境における、最適な種子の大きさと数を解析した(Sakai and Harada 2007)。

天然 CO<sub>2</sub> 噴出地を利用することにより、長期間の高 CO<sub>2</sub> 環境が植物にどのような進化的影響を与えるのかを、丹生鉱泉周辺に生育するオオバコを用いて、現地および実験圃場における光合成・成長特性の生理生態的解析と集団遺伝学的解析によって調べた。その結果、低 CO<sub>2</sub> 環境に分布している植物に比べ、高 CO<sub>2</sub> 環境に分布する植物は地上部/地下部比や気孔コンダクタンスに違いがあり、また両者の間は遺伝的に離れていることが明らかとなった。これらの結果から、丹生 CO<sub>2</sub> 噴出地周辺のオオバコには何らかの進化が起こっていると結論した。この他、植物の高 CO<sub>2</sub> 応答や緯度・標高傾度に沿った光合成特性の地理変異の研究などを行った。

### 【発表論文】

- Nakagawa M, Hyodo F, Nakashizuka T (2007) Effect of forest use on trophic levels of small mammals: An analysis using stable isotopes. *Canadian Journal of Zoology* 85: 472-478
- Aiba M, Nakashizuka T (2007) Differences in the dry-mass cost of sapling vertical growth among 56 woody species co-occurring in a Bornean tropical rain forest. *Functional Ecology* 21: 41-49
- Nakagawa M, Miguchi H, Sato K, Sakai S, Nakashizuka T (2007) Population dynamics of arboreal and terrestrial small mammals in a tropical rainforest, Sarawak, Malaysia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 55: 389-395
- Takeuchia Y, Nakashizuka T (2007) Effect of distance and density on seed/seedling fate of two dipterocarp species. *Forest Ecology and Management* 274: 167-174
- Fujitaka T, Sakai S (2007) Sexual dimorphism in clonal growth forms and ramet distribution patterns in *Rumex acetosella* (Polygonaceae). *Ecological Research* 22: 197-203
- Onoda Y, Hirose T, Hikosaka K (2007) Effect of elevated CO<sub>2</sub> on leaf starch, nitrogen and photosynthesis of plants growing at three natural CO<sub>2</sub> springs in Japan. *Ecological Research* 22: 475-484
- Makino T, Ohashi K, Sakai S (2007) How do floral display size and the density of surrounding flowers influence the likelihood of bumble-bee revisitation to a plant? *Functional Ecology* 21: 87-95
- Sakai S, Harada Y (2007) Optimal size and number of seeds when seeds suffer predispersal predation. *Evolutionary Ecology Research* 9: 599-617
- Sakai S (2007) A new hypothesis for the evolution of overproduction of ovules: an advantage of selective abortion for females not associated with variation in genetic quality of the resulting seeds. *Evolution* 61: 984-993
- Makino T, Sakai S (2007) Experience changes pollinator responses to floral display size: from size-based to reward-based foraging. *Functional Ecology* 21: 854-863
- Yasumura Y, Hikosaka K, Hirose T (2007) Nitrogen resorption and protein degradation during leaf senescence in *Chenopodium album* grown in different light and nitrogen conditions. *Functional Plant Biology* 34: 409-417
- Hikosaka K, Nabeshima E, Hiura T (2007) Seasonal changes in temperature response of photosynthesis in canopy leaves

of *Quercus crispula* in a cool-temperate forest. *Tree Physiology* 27: 1035-1041

Miyagi KM, Kinugasa T, Hikosaka K, Hirose T (2007) Elevated CO<sub>2</sub> concentration, nitrogen use, and seed production in annual plants. *Global Change Biology* 13: 2161-2170

Ishikawa K, Onoda Y, Hikosaka K (2007) Intraspecific variation in temperature dependence of gas exchange characteristics of *Plantago asiatica* ecotypes from different temperature regimes. *New Phytologist* 176: 356-364

Sakai S, Suzuki Y, Itagaki T, Tsujisawa H, Makino T (2008) On the function of hermaphrodite florets in female inflorescences in *Petasites japonicus* (Asteraceae). *Botany* 86: 213-217

【著書・総説】

榎木勉, 柴田英昭, 日浦勉, 中静透 (2007) 日本における LTER の稼働: 森林科学からのアプローチ. *日本森林学会誌* 80: 311-313

Nakashizuka T (2007) An interdisciplinary approach to sustainability and biodiversity of forest ecosystems: an introduction. *Ecological Research* 22: 359-360

中静 透 (2007) 生態学的空間スケールとデータ. *日本リモートセンシング学会* (巻頭言)

佐々木恵彦・木平勇吉・鈴木和夫編 森林科学 (文永堂出版, 2007年) 第2章 森林の生態, 1. 生態系と生態学 p. 17-30

Kohyama T, Yoshioka T, Urabe J, Hikosaka K, Sugimoto A, Shibata H, Wada E Terrestrial ecosystems in a changing world (Springer-Verlag, 2007年) pp. 285-296

酒井聡樹 これからレポート・卒論を書く若者のために (共立出版, 2007年)

【国際研究集会】

中静 透: EcoSummit. EAFES3. Beijing, China. May 22-27, 2007

彦坂 幸毅: 日米会議 Phenotypic plasticity in response to environmental changes: Scaling from the molecular to ecosystem levels. Nikko, Japan. October 23-26, 2007

中静 透 (教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(A) 短期乾燥が熱帯雨林生態系に与える影響に関する野外操作実験 12,600 千円 研究代表者(新規)

【受賞関係】

内閣府 みどりの学術賞 (2007年4月27日)

【出前授業・公開講座等】

新長岡市域「田んぼの学校」座談会 - いきものたちと暮らすふるさとづくり - (2007年12月22日)

【学外活動】

《学外役員》

中央環境審議会臨時委員

地球温暖化影響・適応研究委員

森林吸収源データ公開基準検討委員会専門委員

《学会役員》

日本生態学会常任委員, 東北地区委員長

日本景観生態学会幹事

日本熱帯生態学会評議員

EcoScience, Associate Editor

Ecological Research, Associate Editor-in-Chief

酒井 聡樹 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) 種子生産戦略に関する新理論：雌雄の対立理論と胚珠の余剰生産理論の統合 4,600 千円 研究代表者 (継続)

【学外活動】

《学会役員》

日本生態学会全国委員

日本生態学会誌編集委員

Plant Ecology 編集委員

Population Ecology 編集委員

【出前授業】

山形南高校

彦坂 幸毅 (准教授)

【研究費】

《科研費》

基盤研究(B) “未来の生態系”天然二酸化炭素噴出地における植物の進化プロセスの解明 8,000 千円 研究代表者 (新規)

【受賞関係】

(社)日本植物学会 Journal of Plant Research Most-cited Paper Award (2007年9月)

【学外活動】

《学会役員》

日本植物学会東北支部会在仙幹事, ホームページ委員

日本光合成研究会幹事

Ecological Research Editor

Oecologia Editorial board

日本生態学会東北地区地区委員, 庶務幹事

太田 宏 (助教)

【国際交流】

《国際共同研究》

ロシア科学アカデミーシベリア支所動物分類生態研究所：西シベリア, チャニー湖沼群における両生爬虫類の分布について (2001年8月 - )

【研究費】

《その他の研究資金》

共同研究費 キタサンショウウオの行動圏調査 805 千円

【非常勤講師等】

「仙台電波工業高等専門学校 (生物学)」(2005年4月 - )

「宮城工業高等専門学校 (生物学)」(2007年4月 - )

【学外活動】

《学外役員》

東北北海道地区自然保護事務所調査研究員

## マクロ生態学分野

### 【研究成果の概要】

本研究分野では、環境変動に対する生物種間相互作用を介した、生物群集・生態系の応答を分子生態、生態化学量や栄養動態の観点から解析し、遺伝子から生態系へ至る生態圏過程を統合的に理解することを目的に研究を進めている。

本年度に行った研究と主な成果は以下の通りである。

1) 温暖化に伴う山岳湖沼の群集応答を解析するために、中部・東北・北海道の山岳湖沼について総合的な調査を実施した。その結果、山岳湖沼は特有の生水生生物群集が形成されていること、温暖化影響は温度上昇そのものよりも、捕食者の侵入や周囲植生変化により間接的な影響を受ける可能性のあることが明らかとなった。

2) *Daphnia* (ミジンコ類)を対象にした二酸化炭素上昇に伴う物質転移効率に関する実験を行い、一般に二酸化炭素上昇は藻類の栄養的な質を低下させて植食者へ至る物質転移効率を低下させるが、藻類群集の種多様性が高い場合には、二酸化炭素上昇しても高い物質転移効率が維持されることを示した。

3) 我が国の湖沼生物群集に対する広域的な環境変動の影響を調べるために、八幡平の2つの山岳湖沼で柱状堆積物を採集し、プラクトン遺骸や休眠卵を用いた分子古陸水学的解析を開始した。

4) 小笠原諸島の固有陸産貝類の種多様性を決めている環境要因を推定し、群集の多様性パターンの形成維持に対する歴史性の重要性を示した。固有種の遺伝的分化機構を推定し、過去の種間相互作用が分化に果たす役割の重要性を示した。外来種の在来生態系に対する影響評価を行い、固有種保全対策を提言した。

5) 陸貝とその捕食者であるマイマイカブリをモデル系として、形態の不連続性が生じる生態学的、遺伝学的機構を解明した。

6) 青森県陸奥湾芦崎干潟において底生動物群集の調査を継続し、本州最北端の干潟の生物多様性の実態を明らかにした。

7) 市民参加型の干潟底生動物調査の手法を開発し、仙台湾沿岸域を対象としたガイドブックを作成した。

8) タイ国の熱帯海草藻場において、堆積物攪乱の影響評価に関する予備調査を行った。

9) 陸水産ヒゲナガケンミジンコ類の遺伝構造の地理的変異を、mtCOIの塩基配列をもとに解析した結果、i) 従来ヤマヒゲナガケンミジンコと分類されていた種が隠蔽種の複合体であること、ii) 等しく移動分散能力が高いとされているヒゲナガケンミジンコ類においても、個体群遺伝構造には著しい種間差が見られること、iii) ヒゲナガケンミジンコ類の種多様性と遺伝的多様性は、西南日本で最大となること、が明らかとなった。また生活史特性のタクサ間差と、個体群遺伝構造のタクサ間差の関係を調べるために、同様の分子生物学的解析をミジンコなど他の動物プランクトンでも行なっている。

### 【発表論文】

Chiba S, Davison A, Mori H (2007) The endemic land snail fauna on a remote peninsula in Ogasawara, northwestern Pacific. *Pacific Science* 61: 257-265

Chiba S, Davison A (2007) Shell shape and habitat use in the NW Pacific land snail *Mandarina polita* from Hahajima, Ogasawara Islands: current adaptation or ghost of species past? *Biological Journal of the Linnean Society* 91: 149-159

Konuma J, Chiba S (2007) Trade-offs between force and fit: extreme morphologies associated with feeding behavior in carabid beetles. *American Naturalist* 170: 90-100

Konuma J, Chiba S (2007) Ecological character displacement caused by reproductive interference. *Journal of Theoretical Biology* 247: 354-364

Ohbayashi T, Okochi I, Sato H, Ono T, Chiba S (2007) Rapid decline of the endemic snails in the Ogasawara Islands. *Applied Entomology and Zoology* 42: 479-485



- Chiba S (2007) Species richness patterns along environmental gradients in island land molluscan fauna. *Ecology* 88: 1738-1746
- Chiba S (2007) Morphological and ecological shifts in a land snail caused by the impacts of an introduced predator. *Ecological Research* 22: 884-891
- Miura O, Nishi S, Chiba S (2007) Temperature-related diversity of shell colour in the intertidal gastropoda Batillaria. *Journal of Molluscan Studies* 73: 235-240
- Miura O, Chiba S (2007) Effects of double infection on the shell size and distribution of snail hosts. *Parasitology International* 56:19-22
- Chiba S (2007) Taxonomic revision of the fossil land snail species of the genus *Mandarina* in the Ogasawara Islands. *Paleontological Research* 11: 317-329
- Shimizu Y, Urabe J (2007) Regulation of phosphorus stoichiometry and growth rate of consumers: theoretical and experimental analyses with *Daphnia*. *Oecologia* 155: 21-31
- Sekino T, Genkai-Kato M, Kawabata Z, Melnik NG, Logacheva NP, Belykh OI, Obolkina LA, Bondarenko NA, Khodzher TV, Gorbunova LA, Tanichev AI, Yoshida T, Kagami M, Gurung TB, Urabe J, Higashi M, Nakanishi M (2007) Role of phytoplankton size distribution in lake ecosystems revealed by a comparison of the whole plankton community structure between Lakes Baikal and Biwa. *Limnology* 8: 227-232
- Chiba S, Sasaki T, Suzuki H, Horikoshi K (2008) The subfossil land snail fauna from the central Chichijima, Ogasawara Islands, with description of a new species. *Pacific Science* 62: 137-145
- Makino W, Ito K, Oshima Y, Urabe J (2008) Effects of *Protoceratium reticulatum* yessotoxin on feeding rates of *Acartia hudsonica*: a bioassay using artificial particles coated with purified toxin. *Harmful Algae*, doi:10.1016/j.hal
- 【著書・総説】**
- Bronmark C, Hansson L-A 著 (占部城太郎監訳/占部城太郎・石川俊之・吉田丈人・鏡味麻衣子・岩田智也訳) 湖と池の生物学 (共立出版, 2007年) 翻訳と監訳
- 占部城太郎・槻木(加)玲美 (2008) 地域・地球環境変化と生態系応答: 湖沼研究のタテとヨコから. *日本生態学関東地区会報* 56:11-15
- 鈴木孝男 (2008) 干潟底生動物調査ガイドブック - 仙台湾沿岸域編 - . 日本国際湿地保全連合 . 48p
- 【国際研究集会】**
- Togashi H, Suzuki T, Urabe J: Spatial variations of chironomid larvae and dragonfly predation in a high mountain moor, Japan. 30th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology. Montreal, Quebec, Canada. August 12-18, 2007
- Urabe J: Land-use and stoichiometric effects of CO<sub>2</sub> on planktonic herbivores. Effects of Climate Change on aquatic ecosystems- a stoichiometric perspective, Academy Colloquium of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. October 30-31, 2007
- Urabe J: Environmental changes and stoichiometric impacts on algae-herbivore interface. CLIMAQS MasterClass. Amsterdam, The Netherlands. November 1, 2007
- Urabe J: Effects of land-cover/land-use on lake pCO<sub>2</sub>: An empirical analysis in the Japan Islands. 環境変動・生物資源・地球温暖化に関する第1回日中科学フォーラム (日本学術振興会) 北京 2008年3月6日

占部 城太郎 (教授)

**【研究費】**

《科研費》

基盤研究(A) 地球・地域環境変化と生物進化: ミジンコ休眠卵を用いた分子生物学的解析 15,600 千円 研究代表者 (新規)

《その他の研究資金》

環境省地球環境研究推進費 生物間相互作用に着目した高山・亜高山生態系の脆弱性評価システムの構築に関する研究 33,000 千円 研究代表者（継続）

財団法人リバーフロント整備センター 津軽十三湖の食物網動態とそれを支える岩木川の環境特性に関する研究 1,900 千円 研究代表者（継続）

【学外活動】

《学外役員》

Science Committee of the Global Land Project

日本学術会議 IGBP WCRP 合同分科会連携会員，GLP 小委員会委員長

国土交通省北上川水系河川整備学識者懇談会委員

環境省地球温暖化影響・適応研究委員会 自然生態系分野ワーキンググループ委員

《学会役員》

日本生態学会全国委員，大会企画委員，大規模長期委員会委員

Ecological Research, Associate Editor-in-Chief

30th Congress of Science Committee, the International Association of Theoretical and Applied Limnology Member of Science Committee

【学内委員】

浅虫運営委員会

教育実習実施委員会運営協議会

千葉 聡（准教授）

【国際交流】

《国際共同研究》

University of Nottingham：陸産貝類のゲノム解読（2000年6月 - ）

University of California, Smithsonian Inst.：海生生物の移入とその効果（2002年6月 - ）

Vrije University：Sexual conflict が雌雄同体生物に及ぼす効果（2002年10月 - ）

University of California：海洋における貝類の種多様性の空間的，時空的パターンの成因（2005年10月 - ）

University of Hawaii：太平洋島嶼地域の陸産貝類の生物地理学研究（2006年4月 - ）

【研究費】

《科研費》

基盤研究(A) 多様性爆発の生物学的メカニズム 9,360 千円 研究代表者（継続）

【学外活動】

《学外役員》

小笠原世界遺産候補地科学委員

《学会役員》

日本古生物学会将来計画委員

【特記事項】

《報道》

多様な世界のカタツムリ，日本経済新聞（2007年6月10日）

生態系の再生に挑む，読売新聞（2007年11月30日）

希少生物残る南硫黄島，朝日新聞（2008年2月20日）

牧野 渡（助教）

**【研究費】**

《科研費》

若手研究(B) 日本のミジンコは本当に空を飛んでいるのか：DNA データからの検討 2,500 千円 研究代表者  
(新規)

**【学外活動】**

《学会役員》

日本陸水学会学会誌 Limnology 編集委員

鈴木 孝男(助教)

**【国際交流】**

《国際共同研究》

カセサート大学(タイ): 熱帯海草藻場における堆積物攪乱の影響評価：津波と局所的環境変動の複合効果  
(2007年 - )

**【出前授業・公開講座等】**

福島県立相馬高等学校(2007年5月26日)

相馬市立中村第二小学校「干潟を調べよう」(2007年10月26日)

基調講演「干潟の生きものと役割について」(自然ふれあい学校 第3回子ども水と生命のシンポジウム  
2007年12月9日)

**【学外活動】**

《学外役員》

宮城県自然環境保全審議会専門委員

一般国道108号花淵山バイパス環境対策検討委員

相馬市史編さん調査執筆員 自然部会委員

重要生態系監視地域モニタリング推進事業 沿岸域調査手法等検討会委員

荒沢県自然環境保全地域候補地学術調査検討会委員

《学会役員》

日本生態学会自然保護専門委員会地区委員

富樫 博幸(D2)

**【受賞関係】**

国際応用陸水学会ポスター賞(モンリオール)(2007年8月)

岩淵 翼(D2)

**【受賞関係】**

日本生態学会ポスター賞(優秀賞)(2008年3月)

清水 雄一郎(M2)

**【受賞関係】**

生命科学研究科長賞(2008年3月)

地域生態学講座 地域生態分野（協力講座）

安野 翔（M1）

【受賞関係】

日本生態学会ポスター賞優秀賞（2008年3月）