

生物学科 生体構造学グループ

■教員・研究分野

教授	岩坪 美兼	Yoshikane Iwatsubo	植物細胞分類学, 細胞遺伝学
准教授	前川 清人	Kiyoto Maekawa	進化発生学, 昆虫系統学, 分子生態学
准教授	山崎 裕治	Yuji Yamazaki	進化生物学, 保全遺伝学
客員教授	増田 恭次郎	Kyojiro Masuda	植物形態学
客員教授	渡邊 信	Shin Watanabe	緑藻の系統分類学

■研究概要

植物細胞分類学, 細胞遺伝学

「染色体の数, 形, 大きさは, 生物の種によって決まっている」とされている. しかし植物では, 種内に異なった染色体数をもつ個体や集団がしばしば存在する. その原因のひとつは, 配偶子(花粉や卵細胞)が形成される際に正常な減数分裂が行われず, 体細胞と同じ染色体数をもった配偶子が形成されて受精が行われた結果, 通常の 1.5 倍もしくは 2 倍の染色体数をもつ個体が生じるためである. もうひとつの原因は, 種内においてゲノムの分化した個体間での交雑と染色体の倍数化を同時に行ったことにより, 正常な減数分裂を行う倍数体が生じたためである. 正常な減数分裂ができない異数体や三倍体でも, 茎による栄養繁殖や, 卵細胞以外の細胞(体細胞)から胚が形成される無配生殖によって繁殖している植物例も知られている. 植物においては, ひとつの種が染色体数の異なる複数のグループから構成されている例も珍しくない. 身近な植物を対象とした研究室の調査から, イタドリ, オオバコ, カキドオシ, カタバミ, シロバナ サクラタデ, セイヨウタンポポ, ノチドメ, フキ, ミゾソバなどにおいて, 倍数性が存在することが明らかになった. 高等植物を対象に倍数性が存在するかどうか, ならびに倍数性が存在する場合は, それらの分布と形態の違いを明らかにして, それぞれの種の理解を深める研究を行っている. また, 雌雄異株植物の一部では, 性染色体をもつことが知られているが, 雌雄異株植物であるスイバ, ヒメスイバ, カナムグラを対象に, 染色体構成と性表現の関係から性決定のしくみの解明も行っている.

進化発生学, 昆虫系統学, 分子生態学

社会性昆虫とよばれるシロアリ類などを主材料として, 系統学・組織形態学・比較生態学・発生遺伝学的なアプローチにより, 昆虫類の社会性の進化と維持されている要因を明らかにすることを試みている. また主に食材性の昆虫類を対象に, 分子系統学的なテクニックを使って分類群間の系統関係を推定し, 種分化や分散パターンの考察をはじめとする系統地理学的な解析や, 特殊な形態の獲得や生態上の様々な特性の進化に関する解析を行っている.

進化生物学, 保全遺伝学

生物多様性の決定・変動メカニズムの解明を目指し, 水棲動物を主な対象に集団遺伝学, 生態学, 形態学, 発生学等様々な分野を扱った総合的研究を展開している.

植物形態学

植物は体細胞から再分化し 1 個体になる, 即ち分化全能性を備えている. この性質を活用して組織培養することで, 特定の 1 個体を大量に殖やすことが可能となる. ところがこの再分化の仕組みの制御機構は植物種や変異種によってその条件が異なっている. そこで目的とする植物の再分化条件を解明する必要がある. 我々はゴマ植物について再分化条件を研究してきている. 子葉片からの不定芽の分化については多数の不定芽の再分化条件が明らかになった. 一方, ゴマのカルスからの不定胚分化に取り組んでいるが, 発生が完了して完全な胚にはまだ至っていない. また, ゴマの花外蜜線の形成に関する遺伝子制御機構についてと花外蜜線の蜜の分泌について組織形態学的に研究し, 正常の花の蜜線とは異なって, 葯, 花弁等の原基が蜜を分泌する様になる事を明らかにした.

緑藻の系統分類学

緑藻はクロロフィル a, b をもつ緑色植物のうち原生物段階のもので, いわば陸上植物の祖先グループである. この中には陸上植物に直接つながるものと, 海水中や淡水中にとどまったものなどがふくまれている. 特に土壌や気生環境に生息する緑藻を対象に系統分類学的研究を進めている.

■論文

1. Chromosome studies of *Meehanian montis-koyae* and *M. urticifolia* in Japan, Miura, N. and Iwatsubo, Y., *The Japan Mendel Society Cytologia*, **79**(3), 371-377.
2. Chromosome diversity of Japanese *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg. s.l. (common dandelion; *Asteraceae*), Sato, K., Yamazaki, T., and Iwatsubo, Y., *The Japan Mendel Society Cytologia*, **79**(3), 395-408.

-
3. Physicochemical conditions, metabolites, and community structure of the bacterial microbiota in the gut of wood-feeding cockroaches (Blaberidae: Panesthiinae),
Bauer, E., Lampert, N., Mikaelyan, A., Kohler, T., Maekawa, K., and Brune, A.,
FEMS Microbiology Ecology, **1(2)**, 1-14.
 4. Genetic groups and endosymbiotic microbiota of the *Bemisia tabaci* species complex in Japanese agricultural sites,
Fujiwara, A., Maekawa, K., and Tsuchida, T.,
Journal of Applied Entomology, **139**, 55-66.
 5. Reproductive soldier-like individuals induced by juvenile hormone analog treatment in *Zootermopsis nevadensis* (Isoptera, Archotermopsidae),
Saiki, R., Yaguchi, H., Hashimoto, Y., Kawamura, S., and Maekawa, K.,
Zoological Science, **31(9)**, 573-581.
 6. Intracolony genetic variation affects reproductive skew and colony productivity during colony foundation in a parthenogenetic termite,
Miyazaki, S., Yoshimura, M., Saiki, R., Hayashi, Y., Kitade, O., Tsuji, K., and Maekawa, K.,
BMC Evolutionary Biology, **14**, 177.
 7. Gene expression and molecular phylogenetic analyses of beta-glucosidase in the termite *Reticulitermes speratus* (Isoptera: Rhinotermitidae),
Shimada, K. and Maekawa, K.,
Journal of Insect Physiology, **65**, 63-69.
 8. Presoldier differentiation of Australian termite species induced by juvenile hormone analogs,
Maekawa, K., Hayashi, Y., Lee, T., and Lo, N.,
Austral Entomology, **53**, 138-143.
 9. 富山県氷見市を流れる小規模河川における淡水魚類の生息場所決定要因,
山崎裕治, 高木竜太郎, 馬場幸大, 西尾正輝,
日本生物地理学会会報, **69**, 1-10.
 10. Decreasing genetic diversity in wild and captive populations of endangered Itasenpara bittering (*Acheilognathus longipinnis*) in the Himi region, central Japan, and recommendations for conservation,
Yamazaki, Y., Nakamura, T., Sasaki, M., Nakano, S., and Nishio, M.,
Conservation Genetics, **15**, 921-932.

■総説・解説

1. Social interactions affecting caste development through physiological actions in termites,
Watanabe, D., Gotoh, H., Miura, T., and Maekawa, K.,
Frontiers in Physiology, **5**, 127.
2. タカサゴシロアリの兵隊がもつ防衛形態の形成機構,
梅 浩平, 前川清人,
比較内分泌学, **41(154)**, 32-34.

■学術関係受賞

1. 第16回日本進化学会ポスター賞(学生最優秀賞), 日本進化学会,
倉田 歩, 藤原亜希子, 前川清人, 土田 努
2. 平成26年度日本動物学会中部支部大会発表賞(学生最優秀口頭発表賞), 日本動物学会中部支部会,
井上享也, 矢口 甫, 佐々木 謙, 前川清人
3. 平成26年度日本動物学会中部支部大会発表賞(学生優秀ポスター発表賞), 日本動物学会中部支部会,
東北考史, 矢口 甫, CA Nalepa, 前川清人
4. 平成26年度日本動物学会中部支部大会発表賞(学生優秀口頭発表賞), 日本動物学会中部支部会,
倉田 歩, 藤原亜希子, 前川清人, 土田 努

生物学科 生体制御学グループ

■教員・研究分野

教授	松田 恒平	Kouhei Matsuda	比較神経内分泌学, 分子神経行動学, 神経機能形態学
教授	山田 恭司	Kyoji Yamada	植物分子生物学, 植物遺伝子工学
教授	若杉 達也	Tatsuya Wakasugi	植物分子生物学
教授	池田 真行	Masayuki Ikeda	時間生物学, 睡眠学, 神経科学
教授	唐原 一郎	Ichirou Karahara	植物形態学, 植物生理学, 細胞生物学, 宇宙生物学
准教授	菊川 茂	Shigeru Kikukawa	昆虫生理学
講師	山本 将之	Masayuki Yamamoto	植物分子遺伝学, 作物育種学
助教	今野 紀文	Norifumi Konno	比較内分泌学, 動物生理学
助教(テニュアトラック教員)	中町 智哉	Tomoya Nakamachi	比較内分泌学, 動物組織学
客員教授	内山 実	Minoru Uchiyama	比較内分泌学, 動物生理学

■研究概要

比較神経内分泌学, 分子神経行動学, 神経機能形態学

神経ペプチドは、ヒトや動物の体内各所で様々な制御機能を担っている。今日、生体成分の極微量分析法など新技術の開発発展に伴い、未知の神経ペプチド類が次々と発見されている。神経ペプチドに関する研究は、学際複合領域である神経科学において益々重要になってきている。私たちは神経ペプチドの分析方法を工学部や企業の研究者らと共に開発しつつ、比較神経内分泌学的観点から下等脊椎動物の神経ペプチド、特に摂食行動を調節する脳ペプチドの探索、同定、体内分布、遺伝子発現および生理機能に関する研究を行っている。また、理学部を中心とした「恒常性維持のニューロン情報ネットワークシステム」プロジェクト研究の主宰や「環境要因と生物応答システムの解析」プロジェクト研究および医学部を中心とした高次脳機能解析プロジェクト研究に参画して、動物の食欲を制御する脳機構の解明を目指した研究を行っている。さらには、昭和大、北里大、九州大、国立循環器病センター研、早稲田大、奈良医大、Tulane University (USA)、University of Rouen (France) などの国内外共同研究を展開して、本能行動の低次脳機能解析や個体間情報伝達に関するペプチドフェロモンに関する研究を行っている。

植物分子生物学, 植物遺伝子工学

植物に備わる種々の能力(有機物生産能力、環境浄化能力、および有用物質合成能力)を解明するために、植物遺伝子の構造と機能に関する研究に取り組んでいる。

- (1) 根も葉ももたない簡単な体制である寄生植物ネナシカズラに着目して、高等植物における発生・分化に関わる遺伝子や色素体機能を調節する遺伝子に関して研究している。
- (2) 人類が古来、食用や薬用に利用してきた油脂植物であるゴマを対象として、本学部が誇るゴマ属遺伝資源にも依拠しながら、種子組織に蓄積する有用成分の量・質を改変する研究をすすめている。

植物分子生物学

寄生植物ネナシカズラを主な実験材料として「植物の器官分化の分子機構に関する研究」と「色素体ゲノムの構造と機能に関する研究」を主な研究テーマとして、以下のような研究を行っている。

- (1) ネナシカズラ寄生根形成の分子機構についての研究

寄生植物ネナシカズラは、宿主に寄生する際に寄生根と呼ばれる器官を形成する。ネナシカズラの寄生根は、光や植物ホルモンのサイトカイニンによって誘導されることが知られている。この寄生根誘導の機構について生理学および分子生物学的手法を用いて研究している。

- (2) 色素体ゲノムの機能と色素体・核のゲノム間の相互作用についての研究

緑色植物だけでなく寄生植物や非光合成植物を実験材料にして、色素体ゲノムの構造と色素体遺伝子の発現に関する研究と色素体機能に関わる核遺伝子についての研究を行っている。

時間生物学, 睡眠学, 神経科学

睡眠覚醒リズム形成にかかわる脳の仕組みを、行動学的・神経生物学的手法を用いて研究している。特に、哺乳動物の概日リズム中枢である視床下部視交叉上核(SCN)ニューロンの培養や細胞内 Ca^{2+} イメージング技法については世界をリードする研究を行なっている。近年われわれのグループは、 Ca^{2+} 感受性蛍光タンパク遺伝子を導入した SCN ニューロンを用いて、自律的な約 24 時間周期の Ca^{2+} 濃度振動が存在することを突き止めた。現在、これを手掛かりに、体内時計の分子機構について解析を進めている。

植物生理学, 植物形態学, 細胞生物学, 宇宙生物学

植物体においては、隣合う細胞どうしが細胞壁というセメントで固められ、相互の位置関係が固定された煉瓦ブロックのような植物組織が形成されている。植物の生長や体の組み立て方については、個々の細胞のふるまいや個体レベルでの挙動は良く調べられてきた。しかし細胞間の問題となると話は簡単ではない。例えば、光の有無により植物の形態はダイナミックに変化するが、組織の中で、個々の細胞の分裂・伸長・分化のプロセスは、どのように秩序だって制御されているのか、神経系もないのに指令系統はどうなっているのかなどについてはまだよくわかっていない。このことを明らかにするためには、まず、組織を扱いながら、その中で細胞の分裂・伸長・分化という個々の素過程を把握した上で、それらの過程の関係を調べていく必要がある。そこで私たちのグループでは、形成が細胞間にまたがるカスパリ一線や二次壁の形成に着目した実験系を開発し、その解明に取り組んでいる。

昆虫生理学

主に、メイガ科の昆虫であるノシメダラメイガの休眠に関わる光周測時機構(生物時計)の研究を行っている。この昆虫は、幼虫期の光周期(明暗周期)に反応して、幼虫末期(終令)で休眠する。これまでの研究から、この昆虫の測時機構は、多くの昆虫と同様、暗期を測っていると思われる。光周反応曲線は、長日型で、12時間以下の明期で休眠し、14時間以上の明期で休眠が阻止される。いろいろな光周条件下で休眠反応を調べると、非24時間周期で休眠率は暗期の長さの関数として変化する。しかし、明期が全く関係していないというのではなく、明期長の変化によって、臨界暗期(50%休眠率を示す点)は、多少変動する。これは、光パルスにより長夜を分断した時にも見られる。一般に、長夜を光パルスで分断すると、休眠率は低下する。この時、暗期は2つ存在するが、どうやらこの昆虫は長い方の暗期を測時しているようだ。

植物分子遺伝学, 作物育種学

- (1) 被子植物の転写調節機構を調べるため、種子貯蔵物質遺伝子の発現に関わる転写活性化因子について解析している。
- (2) 本学で系統保存しているゴマ属植物の遺伝資源を用いて、ゴマの有用形質の遺伝解析を行っている。

比較内分泌学, 動物生理学

脊椎動物、特に魚類や両生類の内分泌(ホルモン)系による恒常性維持機構について研究を行っている。魚類の淡水-海水適応や社会行動(攻撃行動や親和行動)に関わる神経葉ホルモンを介した内分泌制御機構とその進化的背景について調べている。また、これまでに報告されていない新しいホルモンの機能を、ホルモン受容体の体内分布と生理機能の解析、さらに様々な動物を用いた比較解析から探っている。

比較内分泌学, 動物組織学

神経細胞で合成される生理活性ペプチドを神経ペプチドと呼びます。当研究室では主に魚類モデル動物(キンギョ、ゼブラフィッシュ)を用い、遺伝子組換え技術等による神経ペプチドの機能解析を行うことにより、神経ペプチドの機能・役割とその制御機構を解明すること目的として研究を進めています。特に哺乳類よりも脳構造のシンプルな魚類を用いることにより、本能行動とそれに関わる基礎的神経回路を明らかにし、さらに神経ペプチドの機能的進化過程を解明することを目指しています。

比較内分泌学, 動物生理学

多様な環境とそこに生息する下等脊椎動物の適応機構について、以下の2つのテーマを分子・細胞レベルから器官・個体レベルまでを対象にして研究している。

- (1) 水・電解質代謝における各種ホルモンによる調節機構: 各種イオン輸送体やイオンポンプが水・電解質調節器官の何処に発現しどのようなホルモンによる調節を受けているのかについて調べている。
- (2) 河川環境と野生動物における内分泌現象と内分泌攪乱: 下等脊椎動物の生殖腺の発達には、内因性要因(神経ペプチドや性ホルモン)や外因性要因(温度や環境汚染など)がどのように関わっているのかについて調べている。

■論文

1. Extracellular acidification activates ovarian cancer G-protein-coupled receptor 1 and GPR4 homologs of zebrafish,
Morimaru, Y., Azuma, M., Oshima, N., Ichijo Y., Satou, K., Matsuda, K., Asaoka, Y., Nishina, H., Nakakura, T., Mogi, C., Sato, K., Okajima, F., and Tomura, H.,
Biochem. Biophys. Res. Commun. **457**(4), 493-499.
2. Orexin A enhances locomotor activity and induces anxiogenic-like action in the goldfish, *Carassius auratus*,
Nakamachi, T., Shibata, H., Sakashita, A., Inuma, N., Wada, K., Konno, N., and Matsuda, K.,
Hormones and Behavior, **66**, 317-323.
3. Orexin A enhances food intake in bullfrog larvae,
Shimizu, S., Nakamachi, T., Konno, N., and Matsuda, K.,
Peptides, **59**, 79-82.
4. Effects of hypergravity stimulus on global gene expression during reproductive growth in Arabidopsis,
Tamaoki, D., Karahara, I., Nishiuchi, T., Wakasugu, T., Yamada, K., and Kamisaka, S.,
Plant Biology, **16**, 179-186.

-
5. Bmal1 is an essential regulator for circadian cytosolic Ca²⁺ rhythms in suprachiasmatic nucleus neurons, Ikeda, M. and Ikeda, M., *Society of Neuroscience, Journal of Neuroscience*, **34**, 12029-12038.
 6. Identification, tissue distribution and functional characterization of the ghrelin receptor in West African lungfish, *Protopterus annectens*, Kaiya, H., Konno, N., Kangawa, K., Uchyama, M., and Miyazato, M., *General and Comparative Endocrinology*, **209**, 106-117.
 7. A little sorrow and some notable joys of the year, Karahara, I., *Plant Root*, **9**, 1-5.
 8. Effects of long-term hypergravity treatment on the development of arabidopsis plants, Karahara, I., Ohara, K., Katayama, M., Kume, A., Kamachi, H., and Kamisaka, S., Proceedings of the 10th Asian Microgravity Symposium.
 9. Effects of long-term hypergravity treatment on the development of inflorescence stems of Arabidopsis, Karahara, I., Shinohara, H., Yamaguchi, T., Tamaoki, D., Kume, A., Inoue, H., and Kamisaka, S., Proceedings of the 40th COSPAR (Committee on Space Research) Scientific Assembly.
 10. Role of ethylene signalling in the formation of constitutive aerenchyma in primary roots of rice, Karahara, I., *AoB Plants*, **6**, plu043.
 11. Growth stimulation in inflorescences of an Arabidopsis tubulin mutant under microgravity conditions in space, Hoson, T., Soga, K., Kazuyuki, W., Takahashi, H., Karahara, I., Yano, S., Tanigaki, F., Shimazu, T., Kasahara, H., Masuda, D., and Kamisaka, S., *Plant Biology*, **16**, 91-96.
 12. Electron tomographic analysis of changes in actin-microtubule interactions during preprophase band formation, Takeuchi, M., Karahara, I., Kajimura, N., Takaoka, A., Misaki, K., Yonemura, S., Staehelin, L.A., and Mineyuki, Y., Proceedings of the International Symposium on the Diversity of Cell Division System in Eukaryotes.
 13. Comprehensive Analysis of Neonatal versus Adult Unilateral Decortication in a Mouse Model Using Behavioral, Neuroanatomical, and DNA Microarray Approaches, Yoshikawa, A., Nakamachi, T., Shibato, J., Rakwal, R., and Shioda, S., *International Journal of Molecular Sciences*, **15**, 22492-22517.
 14. PACAP Stimulates Functional Recovery after Spinal Cord Injury through Axonal Regeneration, Tsuchida, M., Nakamachi, T., Sugiyama, K., Tsuchikawa, D., Watanabe, J., Hori, M., Yoshikawa, A., Imai, N., Kagami, N., Matkovits, A., Atsumi, T., and Shioda, S., *Journal of Molecular Neuroscience*, **54**, 380-387.
 15. NADPH Oxidase Deficiency Exacerbates Angiotensin II-Induced Abdominal Aortic Aneurysms in Mice, Kigawa, Y., Miyazaki, T., Lei, X.F., Nakamachi, T., Oguchi, T., Kim-Kaneyama, J.R., Taniyama, M., Tsunawaki, S., Shioda, S., and Miyazaki, A., *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **34**, 2413-2420.
 16. PACAP38 Differentially Effects Genes and CRMP2 Protein Expression in Ischemic Core and Penumbra Regions of Permanent Middle Cerebral Artery Occlusion Model Mice Brain, Hori, M., Nakamachi, T., Shibato, J., Rakwal, R., Tsuchida, M., Shioda, S., and Numazawa, S., *International Journal of Molecular Sciences*, **15**, 17014-17034.
 17. Comparison of expression and proliferative effect of pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) and its receptors on human astrocytoma cell lines, Nakamachi, T., Sugiyama, K., Watanabe, J., Imai, N., Kagami, N., Hori, M., Arata, S., and Shioda, S., *Journal of Molecular Neuroscience*, **54**, 388-394.

■総説・解説

1. バソプレシン/バソトシンの浸透圧調節作用からみた脊椎動物の環境適応と進化, 今野紀文, 比較生理生化学, 31(2), 68-74.
2. PACAP の脊髄・網膜傷害に対する保護・再生機構,

中町智哉, 塩田清二,
比較内分泌学, 40, 58-59.

■著書

1. Atlas of Plant Cell Structure,
Noguchi, T., Kawano, S., Tsukaya, H., Matsunaga, S., Sakai, A., Karahara, I., and Hayashi, Y.,
Springer.
2. Atlas of Plant Cell Structure 中の項目 Cell geometry in a whole Arabidopsis seed visualized by X-ray micro-CT,
Mineyuki, Y., Fukuda, A., Yamauchi, D., and Karahara, I.,
Springer.
3. Atlas of Plant Cell Structure 中の項目 Ultrastructural appearance of nuclei at different cell stages in high
pressure frozen onion epidermal cells,
Karahara, I., Staehelin, L.A., and Mineyuki, Y.,
Springer.
4. Atlas of Plant Cell Structure 中の項目 Ultrastructural appearance of microtubules in high-pressure frozen
onion epidermal cells,
Karahara, I., Murata, T., Staehelin, L.A., Mineyuki, Y.,
Springer.
5. Atlas of Plant Cell Structure 中の項目 Microtubules and their end structures in high-pressure frozen onion
epidermal cells visualized by electron tomography,
Karahara, I., and Mineyuki, Y.,
Springer.
6. Atlas of Plant Cell Structure 中の項目 Meshwork structure of the Casparian strip,
Honma, Y. and Karahara, I.,
Springer.
7. 「2.3.4 ゴマにおける遺伝子操作の現状と展望」,
山田恭司,
『ゴマの機能と科学』(並木満夫・福田靖子・田代 亨 編), 朝倉書店, 35-38 頁.