

分子昆虫学研究室

Molecular Entomology and Baculovirology Laboratory

主任研究員 松本正吾
MATSUMOTO, Shogo

全動物種の7割以上を占め、脊椎動物とは全く違った方向に進化してきた昆虫は、4億年という長い年月の間、様々な環境に適応する過程で独自の多様性と数多くのユニークな機能や能力を獲得してきた。昆虫が持つ多様な機能や能力に着目し、それが成り立つメカニズムを分子レベルで解明することは、普遍的な生命原理を理解するとともに、それらの理解に基づいて環境保全、食糧確保や有用物質生産など応用面での展開を可能にする。当研究室では、昆虫ホルモンや昆虫ウイルスを切り口として、昆虫あるいはそれを構成する組織・細胞が示す固有の機能発現の分子機構を解明する。また、昆虫を見据え、その特性を生かした新しい系、方法論を確立し、これらの手法を昆虫機能解析に応用・実践する。これらの成果に基づき、農学、医学、生命科学の分野での応用面への展開をはかる。

1. 神経ホルモンが支配する昆虫機能の分子機構

(1) カイコ EST データベースの拡充 (岡野^{*1}, 栗原, 阿津沢, 松本)

触角、脳、前胸腺、フェロモン腺などの感覚器、神経、内分泌器官由来の平均化 cDNA ライブラリーを作製し、大量 cDNA 解析による EST データベースを元にした網羅的な解析を行うことで、ホルモンによる組織・細胞レベルでの機能調節のメカニズムを分子レベルで解明することを試みた。平均化ライブラリーは、培養細胞 cDNA ライブラリーを元として Bonaldo らの方法に従って平均化を行い、その有効性を検討した。平均化前のライブラリーとの遺伝子発現プロファイルの比較を行った結果、個別遺伝子レベルでは2~8倍程度の出現頻度の減少が認められ、平均化 cDNA ライブラリーの作成は新規 EST 獲得に有効であることが推察された。現在、この方法によるフェロモン腺、脳、前胸腺、触角、神経節の平均化ライブラリーの作成を試みている。

(2) バキュロウイルスを利用した遺伝子導入系の構築とフェロモン産生の分子機構解析への応用 (本, 王^{*2}, 阿津沢, 松本)

昆虫ではショウジョウバエを除いてトランスジェニック系が実用化されていないため、新規な遺伝子が得られてもその機能を解析する手段が極めて限定されている。そこで、本研究ではカイコガへの遺伝子導入系の構築を目的とし、昆虫のみを宿主とするバキュロウイルスの特性を生かした特定の遺伝子を特定の細胞に効率よく導入するシステムの構築を試みた。まず、宿主域の異なる2種のバキュロウイルス(カイコを宿主とする BmNPV, およびカイコを宿主としない AcNPV) に対する各々の GFP 組換えウイルスをカイコや蛹に *in vivo* で接種し、GFP の蛍光を指標として遺伝子導入の是非を検討した。その結果、BmNPV を用いた場合では、絹糸線やフェロモン腺、マルピーギ管を除くほとんどの組織に遺伝子導入が可能であることが明らかとなったが、BmNPV のカイコに対する強い病原性が課題として残された。また、AcNPV を用いた場合では、病原性が弱いものの、遺伝子を導入できる細胞数は BmNPV の場合

の1/10未満であり、遺伝子導入の効率に問題点があった。現在、BmNPV については、病症発現を抑制するために *lef* 遺伝子のように増殖に必須な遺伝子の欠損ウイルスの利用を、また AcNPV については細胞にエンタリーしやすくするために、GP64 遺伝子を過剰発現させたウイルスの利用を検討している。

ウイルス接種による *in vivo* の系ではフェロモン腺や絹糸腺への遺伝子導入が困難であった。そこで、バキュロウイルスでの遺伝子導入系をこれらの組織に対しても適用できる系とする目的で *in vitro* での遺伝子導入系をフェロモン腺を用いて検討した。その結果、パバイン処理後、クチクラ層を除去したフェロモン産生細胞層を GFP 組換えウイルスを含む培養液中で組織培養することにより、培養開始48時間後に約70%のフェロモン産生細胞で GFP の発現が確認された。また、この実験系では *in vivo* の実験系では病原性の低い AcNPV の方が BmNPV に比べて GFP 発現細胞数、および遺伝子発現の持続性に関して優れた結果が得られた。そこでさらに AcNPV を利用したこの手法を応用し、自己阻害部位ドメインを欠損した calcineurin A 遺伝子を羽化直後に調製したフェロモン産生細胞に導入することによりフェロモン産生を活性化した結果、野生型ウイルスを感染させた場合に比べて4倍以上のボンビコール(カイコガ性フェロモン)の産生が確認された。以上の結果から、このバキュロウイルスを利用した遺伝子導入系が、フェロモン腺における遺伝子機能解析系に適用しうる実験系であること、また、*in vivo* では遺伝子導入の難しい組織でも *in vitro* で導入が可能であることが示唆された。

(3) フェロモン産生と密接に関わる油滴状顆粒の解析 (Fonagy^{*2}, 徳田, 江角, 松本)

カイコのフェロモン合成活性化神経ペプチド(PBAN)によるボンビコール産生のメカニズムを細胞レベルから明らかにするため、まず、油滴状顆粒の細胞内ダイナミクスを調べた。羽化直後のフェロモン腺細胞の細胞質には特徴的な油滴状顆粒が多数見られ、昨年度の FAB-MS および MS-MS 解析より、油滴状顆粒はカイコ性フェロモン(ボンビコール)の前駆体であるヘキサデカジエノエートを持

つ様々な分子種からなるトリアシルグリセリド (TG) であることが分かっている。そこで、tPG (第 8, 9 腹節節間膜) を用い、油滴状顆粒を Nile Red 染色した後、羽化 2 日前から羽化後 4 日まで油滴状顆粒の変化を観察した。その結果、油滴状顆粒は羽化 2 日前と前日の間で急激に増大し (5~12 μ m), 羽化後はボンピコールの産生に伴ってその数・サイズが日周性をもって劇的に変動した。さらに、断頭・PBAN 投与実験およびその化学的実体から油滴状顆粒はボンピコール前駆体のキャリアーであると考えられた。さらに、油滴状顆粒に含まれる TG を同定するため、tPG より油滴状顆粒をアセトンで抽出し、光散乱および UV 検出器を用いて HPLC (C₂₂, シリカゲル) で個々の TG を分離・精製した。FAB-MS および MS-MS 解析でそれぞれの脂肪酸組成を決定し、さらに、精製 TG を腓リパーゼにより加水分解し、2 位に結合した脂肪酸を同定することで脂肪酸の結合位置の決定を行った結果、油滴状顆粒には少なくとも 16 種の TG が存在し、そのうち 2 位の脂肪酸が同定された 5 種の TG はすべて 1 位にヘキサデカジエノエートを持つことが示された。また、フェロモン腺全体を用いた Acridine Orange 染色での解析から、フェロモン腺細胞はフェーズの揃った均質な細胞であり、いずれも油滴状顆粒を持つため、すべてがフェロモン産生細胞であると考えられ、その数はフェロモン腺 1 個あたり約 10000 個であった。

(4) パッチクランプ法による情報伝達機構におけるイオン電流の測定 (臼井, 永田, 松本)

昆虫や哺乳類において、GABA は抑制性の神経伝達物質として重要な役割を果たしている。また、バルビツール、ピクロトキシン、ピキュキュリン、麻酔薬、アルコール、ある種の殺虫剤などが GABAA 受容体の化学物質の作用部位になっており、殺虫剤のフィプロニルは GABAA 受容体に作用していると考えられている。そこで、フィプロニルとフィプロニル類縁化合物の GABAA 受容体に対する抑制作用を検討した。生後 1~5 日目のラットの末梢神経系である背根神経節 (dorsal root ganglia; DRG) の初代培養細胞を用い、膜電流をホールセルパッチクランプ法で記録したところ、フィプロニルとフィプロニル類縁化合物はどちらも GABA によるイオン電流を抑制した。フィプロニル類縁化合物はフィプロニルよりも抑制度が大きく、かつ、抑制速度が速く、洗浄による回復速度も速かった。また、中枢神経系である小脳のプルキンエ細胞においても、GABA によるイオン電流について検討した結果、GABA 誘導性イオン電流がとれ、プルキンエ細胞にも GABA 受容体の存在を確認できた。

一方、カイコ性フェロモンであるボンピコールの産生は神経ホルモン PBAN により引き金が引かれる。即ち、PBAN の外部シグナルがフェロモン産生細胞の膜表面レセプターに伝えられた後、細胞外カルシウムイオンの細胞内流入、カルモジュリン、カルシニューリンを介し、最終的にボンピコール生合成の最終酵素アシル CoA レダクターゼが活性化されることでボンピコールの産生が促される。そこで、フェロモン産生細胞の膜表面 Ca⁺⁺ チャンネルを介した PBAN 誘導性イオン電流をパッチクランプ法により測定することを試みた。しかし、細胞の接着性に問題があり、ホールセルの調製には至らなかった。そこでパッチクランプ法を他の昆虫細胞に広く適用する目的で、ワモンギキブリとカイコ

の神経初代培養細胞を用いて、GABA 誘導性イオン電流の測定を検討した。その結果、ワモンギキブリ胸部神経節培養細胞では GABA によるイオン電流が測定できたが、カイコ幼虫神経節では細胞の接着がうまくいかず、イオン電流を測定できなかった。カイコ組織の細胞については、今後、細胞培養方法や培養条件の検討が必要であると考えられた。

2. バキュロウイルス感染・増殖の分子機構

(1) バキュロウイルスと宿主との相互作用の解析 (今井, Guarino^{*2}, 栗原, 松本, 姜)

カイコ核多角体病ウイルス (BmNPV) のゲノムがコードすると考えられる 136 個の遺伝子のうち約半数の遺伝子は、培養細胞において欠損可能である。従って、これらの欠損可能な遺伝子は、ウイルス増殖そのものよりも感染の効率化の面で機能している可能性が考えられる。そこで、欠損可能な遺伝子のうち *orf8* および *orf96* の解析を行った。抗体を用いた解析により、ORF8 は感染初期から末期まで常に発現される核タンパク質であることが明らかになった。また、ORF8 は核酸結合能を備えており、核内局在が前初期遺伝子 IE-1 と酷似していることなどから、ORF8 のウイルスの複製への関与が考えられた。一方、ORF96 を用いた 2-ハイブリッドスクリーニングから得られた宿主由来のクローンは、26S プロテオソームの一因子で、HIV の転写活性化因子 (Tat) に結合する Tat-binding protein (TBP-1) と高い相同性を示した。この BmTBP はウイルス感染後も安定して発現されており、主に核に集中する局在を示した。更に、プロテオソーム阻害剤処理時に ORF96 の蓄積が見られることから、ORF96 は感染細胞において素早く分解されていると考えられた。従って、ORF96 と BmTBP との相互作用は、BmTBP のプロテオソームサブユニットとしての機能を示唆するものと考えられた。

また、DNA または RNA 合成に関連する 3 種類のタンパク質の抗体と共焦点顕微鏡を用い、バキュロウイルスのゲノム複製と転写が同一場所で行われているかどうかを調べた。その結果、3 種類のタンパク質とも核内の特定部位に共存することが分かった。さらに、DNA や RNA 合成場所の標識を行ったところ、核内の同一場所であることが示唆された。

(2) BmNPV の二次感染に関わる遺伝子の同定 (岩永^{*3}, 栗原, 阿津澤, 徳田, 松本, 姜)

BmNPV はカイコ蛹の脂肪体の崩壊を阻止できる。この機構の解析を進める過程で、*orf68* 遺伝子を欠損した BmNPV (BmD68) を感染させると脂肪体崩壊の阻止が大きく遅延することが分かった。そこで、まず半数致死量、半数致死時間およびウイルスの増殖曲線の解析を行ったところ、BmD68 は出芽ウイルスの増殖に遅延を引き起こしていることが明らかになった。更に抗体などを用いた解析により、*orf68* は感染後 12 時間から発現する典型的な後期遺伝子であることが示唆された。これらのことから、*orf68* はウイルスゲノムの複製の段階ではなく、ウイルスの増殖、つまり宿主細胞への吸着、侵入、出芽のいずれかに関わっていることが考えられた。詳細を調べた結果、BmD68 は少なくともウイルスの吸着能力においては野生株と差異はないが、侵入と出芽の効率が顕著に低いことが明らかになった。更に、ORF68 タンパク質は細胞間の二次感染を引き起こす出芽

ウイルスのエンベロープに付随するタンパク質であること、また感染細胞において核膜の核内側に凝縮して局在することが分かった。以上のことから、*orf68* は二次感染において機能し、ウイルスキャプシドの細胞質間移行・核内外輸送に関わっていると考えられる。

(3) バキュロウイルス極初期遺伝子と宿主転写因子との分子間相互作用解析 (岡野^{*1}, 松本)

宿主遺伝子発現制御をコントロールしている BmNPV 遺伝子である *ie-1* と、ショウジョウバエコアクティベーター (CBP) との、分子間相互作用している可能性について検討した。ショウジョウバエ CBP 各領域タンパク質の粗精製物が、*ie-1* と相互作用することが BIACORE 解析によって示され、昆虫 CBP と昆虫病原ウイルス因子との相互作用が示唆された。しかし哺乳細胞 2 ハイブリッドシステムでのタンパク質間相互作用は確認されなかった。現在、CBP 組換えタンパク質精製のため、バキュロウイルスでの大量発現を試みており、CBP と *ie-1* とのタンパク質間相互作用を確認する予定である。また E1A と同様に CBP のヒストンアセチルトランスフェラーゼ活性を *ie-1* が阻害する機能の有無を検討している。

(4) DNA チップによるバキュロウイルス感染・非感染宿主でのウイルス遺伝子発現プロファイル解析 (岡野^{*1}, 松本)

AcNPV の感染細胞である Sf 細胞と非感染細胞 BmN での、宿主域とウイルス遺伝子発現カスケードの関連を明らかにするために、DNA チップによるウイルス遺伝子の網羅的発現解析を試みた。約 30 個のウイルス ORF, 75 mer の合成オリゴを、スライドガラス上にスポットした DNA チップを作成した。BmN と Sf 細胞のウイルス感染時間毎の mRNA を調製し、それぞれを Cy5, Cy3 でラベルしてプローブとした。これらのプローブを使って同一感染時間での細胞間差異、同一細胞での時間差異による遺伝子発現プロファイルを検討している。

(5) バキュロウイルスベクターの開発と応用 (永峰, 川崎^{*4}, 栗原, 松本)

バキュロウイルスは効率の良い外来遺伝子発現系として広く利用されているが、従来の大量生産用ベクター (第一世代型) は、強い病原性のために、発現産物の生体内での解析には不向きであった。そこで、現在、機能解析用のバキュロウイルスベクター (第二世代型) の開発を進めている。特定のタンパク質レセプターを要求しないバキュロウイルスは、様々な細胞に侵入でき、従って、非感受性細胞にも遺伝子導入が可能である。今回、ウイルス感受性のない 2 種類の細胞、ショウジョウバエ細胞 (S2) とヒト肝細胞 (HepG2) を用いた第二世代型ベクターの利用について検討した。第一世代型のウイルス遺伝子 (ポリヘドリン) プロモーターは非感受性細胞では機能しないことから、ポリヘドリンプロモーターをショウジョウバエのヒートショックプロモーターに置換したトランスファーベクターを構築し、このベクターを用いて GFP 蛍光タンパク質を発現するウイルスを作製した。組換えウイルスをそれぞれの細胞に感染させたところ、ショウジョウバエ細胞では高い導入効率で強い GFP の蛍光が認められたが、かなり強い毒性 (病原性) も認められた。一方、ヒト肝細胞では毒性はほとんど認められなかったが、導入および発現効率において、ショ

ウジョウバエ細胞にかなり劣っていた。今回はショウジョウバエプロモーターをヒト肝細胞に適用したので、ヒト細胞用のプロモーターの利用を検討すると同時に、現在、ウイルスの遺伝子改変による遺伝子導入の効率化を行っている。また、バキュロウイルスによるタンパク質機能解析の一環として、発現産物の細胞内輸送機構の解析も進めている。第一世代型と第二世代型の比較による輸送機構への病原性の影響などについても検討を行っている。

^{*1} 基礎科学特別研究員, ^{*2} 訪問研究員, ^{*3} ジュニア・リサーチ・アソシエイト, ^{*4} 研修生

誌 上 発 表 Publications

(原著論文) *印は査読制度がある論文誌

Imai N., Kang W., Iwabuchi K., Sato K., and Maeda S.: "Analysis of interaction between molecules of *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus IE-2 using a yeast two-hybrid system", *Acta Virol.* **44**, 199–202 (2000). *

Iwanaga M., Kang W., Kobayashi M., and Maeda S.: "Baculovirus infection blocks the progression of fat body degradation during metamorphosis in *Bombyx mori*", *Arch. Virol.* **145**, 1763–1771 (2000). *

Suzuki M., Kang W., and Maeda S.: "An element downstream of the transcription start site is required for activation of *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus *bro-c* promoter", *Arch. Virol.* **146**, 495–506 (2001). *

Oobayashi H., Suzuki M., Mita K., Okano K., and Shimada T.: "A homologue of the *Drosophila doublesex* gene is transcribed into sex-specific mRNA isoforms in the silkworm, *Bombyx mori*", *Comp. Biochem. Physiol. B* **128**, 145–158 (2001). *

Yoshiga T., Okano K., Mita K., Shimada T., and Matsumoto S.: "cDNA cloning of acyl-CoA desaturase homologs in the silkworm, *Bombyx mori*", *Gene* **246**, 339–345 (2000). *

Fonagy A., Yokoyama N., Okano K., Tatsuki S., Maeda S., and Matsumoto S.: "Pheromone-producing cells in the silkworm, *Bombyx mori*: Identification and their morphological changes in response to pheromoneotropic stimuli", *J. Insect Physiol.* **46**, 735–744 (2000). *

Imai N., Ali S. E.-S., El-Singaby N. R., Iwanaga M., Matsumoto S., Iwabuchi K., and Maeda S.: "Insecticidal effects of a recombinant baculovirus expressing scorpion toxin LqhIT2", *J. Seric. Sci. Jpn.* **69**, 197–205 (2000). *

Zemskov E. A., Kang W., and Maeda S.: "Evidence for nucleic acid binding ability and nucleosome association of *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus BRO proteins", *J. Virol.* **74**, 6784–6789 (2000). *

Ko R., Okano K., and Maeda S.: "Structural and functional analysis of the *Xestia c-nigrum* granulovirus matrix metalloproteinase", *J. Virol.* **74**, 11240–11246 (2000). *

Katsuma S., Deng D. X.-T., Zhou C. L. E., Iwanaga M., Noguchi Y., Kobayashi M., and Maeda S.: "Identification of novel residues involved in nuclear localization of

a baculovirus polyhedrin protein”, *Virus Genes* **21**, 233–240 (2000). *

(その他)

Okuno A., Hasegawa Y., Ko R., Kurihara M., Matsumoto S., Ohira T., and Nagasawa H.: “Isolation and structure determination of androgenic gland hormone of the terrestrial isopod, *Armadillidium vulgare*”, *Peptide Science* 2000, edited by T. Shioiri, The Japanese Peptide Society, Tokyo, pp. 67–70 (2001).

松本正吾, 吉賀豊司: “昆虫フェロモン産生の分子機構はどこまでわかったか: カイコガ性フェロモン産生系に関与する神経ホルモン PBAN とその周辺”, *化学と生物* **39**, 4–6 (2001).

松本正吾, 吉賀豊司: “比較内分泌学における最近の新しい展開その 3: 神経ホルモン PBAN が支配するガ類性フェロモン産生の分子メカニズム”, *日本比較内分泌学会ニュース*, No. 99, pp. 2–7 (2000).

口 頭 発 表 Oral Presentations

(国際会議等)

Kang W., Zemskov E. A., Imai N., and Suzuki M.: “Functional analyses of BmNPV BRO-A: BRO-A is a nucleic acid binding protein and interacts with a host protein, LAMININ”, *American Soc. for Virology 19th Ann. Meet.*, Fort Collins, USA, July (2000).

Gomi S., Maeda S., and Yokoyama S.: “Studies of *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus genes that alter host behavior”, *19th Ann. Meet. of American Soc. for Virology*, Fort Collins, USA, July (2000).

Shimada T., Mita K., Okano K., Suzuki M., Oobayashi H., Sugasaki T., Kobayashi T., Kawamura H., Ote M., and Nakagawa K.: “Genomics of reproduction and diapause in *Bombyx mori*”, *21th Int. Congr. of Entomology*, Foz do Iguassu, Brazil, Aug. (2000).

Matsumoto S., Yokoyama N., Yoshiga T., Okano K., and Fonagy A.: “Molecular mechanism of sex pheromone production in the silkworm, *Bombyx mori*”, *21th Int. Congr. of Entomology*, (Entomological Society of Brazil), Foz do Iguassu, Brazil, Aug. (2000).

Kang W.: “Molecular analysis of baculovirus-host interaction”, *5th NISES/COE Int. Symp. on Research for the Utilization of Insect Properties: Prospects for the Development of New Materials*, (National Institute of Sericultural and Entomological Science), Tsukuba, Oct. (2000).

(国内会議)

大手学, 中川公太, 鈴木雅京, 三田和英, 大林富美, 岡野和広, 野畑順子, 川崎秀樹, 小林正彦, 嶋田透: “カイコの cDNA を大量に固定化した DNA マイクロアレイの作製とその利用”, *日本蚕糸学会第 70 回学術講演会*, 東京, 4 月 (2000).

Zemskov E. A., 姜媛瓊, 鈴木雅京, 前田進: “カイコ核多角体病ウイルスの *bro* 遺伝子の機能解析”, *日本蚕糸学会第 70 回学術講演会*, 東京, 4 月 (2000).

岩永将司, 姜媛瓊, 小林正彦, 前田進: “脂肪体の変態期に

おけるカイコ核多角体病ウイルスによる崩壊抑制機構の解析”, *日本蚕糸学会第 70 回学術講演会*, 東京, 4 月 (2000).

吉浦康壽, 黄琳恵, 栗原政明, 松本正吾, 会田勝美: “バキュロウイルス発現系を用いた組換え体ニホンウナギ GTH サブユニットの産生系”, *平成 12 年度日本水産学会春季大会*, 東京, 4 月 (2000).

奥野敦朗, 長谷川由利子, 黄琳恵, 栗原政明, 松本正吾, 大平剛, 長澤寛道: “オカダングムシの造雄腺ホルモンの単離と構造解析”, *第 37 回ペプチド討論会*, 名古屋, 10 月 (2000).

今井典子, 吉賀豊司, 松本正吾, 姜媛瓊: “カイコ核多角体病ウイルス (BmNPV) の遺伝子産物間相互作用の解析”, *第 23 回日本分子生物学会年会*, 神戸, 12 月 (2000).

姜媛瓊, Zemskov E. A., 今井典子, 鈴木雅京, 松本正吾: “カイコ核多角体病ウイルスの BRO-A と相互作用する宿主蛋白質の解析”, *第 23 回日本分子生物学会年会*, 神戸, 12 月 (2000).

岩永将司, 栗原政明, 松本正吾, 小林正彦, 姜媛瓊: “カイコ核多角体病ウイルスの *orf68* 遺伝子はウイルスの二次感染において重要な役割を果たす”, *第 23 回日本分子生物学会年会*, 神戸, 12 月 (2000).

本賢一, Fonagy A., 黄琳恵, 岡野和広, 松本正吾: “バキュロウイルスを利用したカイコガ組織への遺伝子導入”, *第 23 回日本分子生物学会年会*, 神戸, 12 月 (2000).

嶋田透, 浜田晃太郎, 鈴木雅京, 菅崎俊幸, 大室奈緒子, 岡野和広, 三田和英: “細菌から鱗翅目昆虫へ遺伝子が水平移動した?”, *第 23 回日本分子生物学会年会*, 神戸, 12 月 (2000).

本賢一: “バキュロウイルスを利用した遺伝子導入について”, *ゲノム及び染色体構造解析と遺伝子導入に関する研究会*, (国立感染症研究所), 東京, 3 月 (2001).

今井典子, 吉賀豊司, 松本正吾, 姜媛瓊: “BmNPV の *orf8* および *orf96* 遺伝子の感染における機能解析”, *日本蚕糸学会第 71 回学術講演会*, つくば, 3 月 (2001).

岩永将司, 栗原政明, 松本正吾, 小林正彦, 姜媛瓊: “カイコ核多角体病ウイルスの二次感染に関わる遺伝子の同定”, *日本蚕糸学会第 71 回学術講演会*, つくば, 3 月 (2001).

本賢一, Fonagy A., 黄琳恵, 岡野和広, 松本正吾: “昆虫機能の解析を目指したバキュロウイルスによる遺伝子導入系の構築”, *日本農芸化学会 2001 年度大会*, 京都, 3 月 (2001).

永田啓一, 鶴淵裕治, 白井トア子, 河野義明, 檜橋敏夫: “昆虫の電位依存性ナトリウムチャネルに対する oxadiazine 系殺虫剤 indoxacarb と decarbomethoxylated metabolite の抑制作用”, *日本農薬学会第 26 回大会*, 大阪, 3 月 (2001).

Research Subjects and Members of Molecular Entomology and Baculovirology Laboratory

1. Molecular Mechanisms of Intracellular Signal Transduction of Insect Neuropeptides
2. Molecular Interactions between Insect Viruses and

Their Hosts

Head

Dr. Shogo MATSUMOTO

Members

Ms. Toako USUI
Ms. Kazue TOKUDA
Mr. Shinji ATSUSAWA
Mr. Masaaki KURIHARA
Dr. Toshihiro NAGAMINE
Dr. WonKyung KANG
Dr. Kazuhiro OKANO^{*1}
Dr. Noriko IMAI^{*2}
Dr. Ken-ichi MOTO^{*2}

^{*1} Special Postdoctoral Researcher

^{*2} Contract Researcher

in collaboration with

Mr. Yasuaki ESUMI (Molecular Characterization Div.)
Dr. Keiichi NAGATA (Lab. for Memory and Learning,
BSI)

Visiting Members

Dr. Adrien FONAGY (Plant Prot. Inst., Hung. Acad.
Sci., Hungary)
Prof. Linda A. GUARINO (Dept. Biochem. Biophys.,
Texas A&M Univ., USA)
Mr. Masashi IWANAGA (Dept. Agr. Sci., Univ. Tokyo)
Dr. Yasutoshi YOSHIURA (Dept. Aqua. Biosci., Univ.
Tokyo)
Dr. Fanghai WANG (Inst. Entomol., Zhongshan Univ.,
China)

Trainees

Mr. Yu KAWASAKI (Fac. Eng., Hosei Univ.)