

ニューズレター “おかいこさま“

No.3

2005

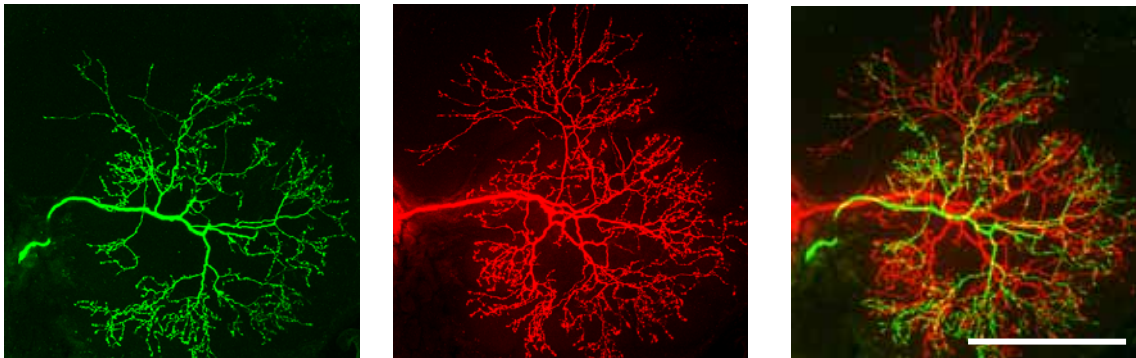
*National
Bio-Resources
Project "Silkworm"*

ナショナルバイオリソースプロジェクト「カイコ」情報誌

平成 17 年 3 月 1 日発行 第 3 号

<http://kaiko.kyushu-u.ac.jp/index.html>

<http://www.nbrp.jp/index.jsp>



カイコの脳を構成するニューロン。脳内の触角葉を構成するニューロン群から 2 つのニューロン（左、中央の図）にそれぞれ異なる蛍光色素を注入することで、その形態を 3 次元的に見ることができる。右端の図は、2 つのニューロンを同時に見た図。スケールは 100 μ m。

私の研究メモ

モデル動物としての カイコ ~データベース化 された脳~



神崎亮平

高校の生物の教科書で「動物の行動」の項目をあけると、必ずといっていいほど掲載されているのがカイコです。カイコの雄の成虫は、雌が出すフェロモンといわれる匂い物質を、ヒトでは鼻に当たる触角で受容すると、羽ばたきながら歩いて雌を探し始めます（図1）。



図1. カイコの行動。雄のカイコは、雌の出すフェロモンによって、羽ばたきながら歩いて雌を探す。

このような行動は生得的（本能的）行動といわれます。この行動が起こるまでには、触角での匂いの受容、脳による匂い情報の処理や行動パターン情報の生成など複数の情報処理の過程を経ます（図2）。そして、最後に脳から運動系への指令信号によって筋肉が順序良く活動することで行動として発現します。



図2. カイコの雄成虫の脳。左右の黒い部分が複眼。上方に突出している2本が触角からの匂い情報を脳に運ぶ触角神経。触角神経は脳内で匂い情報を処理する触角葉に入る。この領域は哺乳類の匂い情報を処理する嗅球と同様のしくみによって匂いの識別を行う。スケールは1mm。

哺乳類の匂い情報を処理する嗅球と同様のしくみによって匂いの識別を行う。スケールは1mm。

ヒトを含め動物の行動は大きく、反射、生得的行動、記憶学習行動、知的行動に分類できます。従来、昆虫の行動は反射の繰り返しといわれてきましたが、実は反射、生得的行動はもちろん、かなり複雑な記憶学習行動も行います。また、匂いの識別のしくみは哺乳類の脳（嗅球）でも、昆虫でもほとんど同じこともわかってきました。ところが、このような機能を持つ昆虫の脳は哺乳類に比べて桁違いに少ないニューロン（神経細胞）からなります。ヒトの脳が1000億個のニューロンからなるのに対して、昆虫の脳は10万~100万個です。また、昆虫ではその形に特徴のあるニューロンが多くを占め、個体が違って特定のニューロンやニューロンのグループを区別することができるという利点があります（表紙）。このような特徴から、昆虫では感覚の入力から行動が発現するまでのしくみをニューロンのレベルから分析することが可能となり、動物の感覚や行動のしくみを知るためのモデルとして注目されています。

カイコは、ミツバチやショウジョウバエと同様にニューロンレベルでの分析が最も進んでいる昆虫です。特にカイコでは、個々のニューロンの生理機能や3次元構造、神経伝達物質などの情報がデータベース化され、データの登録が日々進められています（図3）。このデータベースを活用することにより、本ナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）で保存されている数百種を超える系統間において、特徴的なニューロンの構造や機能を比較することが可能となってきました。さらに最近では、やはりこのNBRPで進められているトランスジェネシスを利用して、脳内の特定のニューロン（群）を蛍光で標識したり、またカルシウムの濃度に依存して蛍光強度を変えるタンパク質を発現させることにより、そのニューロン（群）の機能を計測する技術も確立しつつあります。

その成果の一つとしてポンピキシンや前胸腺刺激ホルモン（PTTH）といわれるペプチドホルモンを分泌するニューロンを特異的に蛍光標識したり、またその標識されたニューロンに微小電極を刺入して物質を注入したり、発現させた蛍光タンパク質の反応変化から二

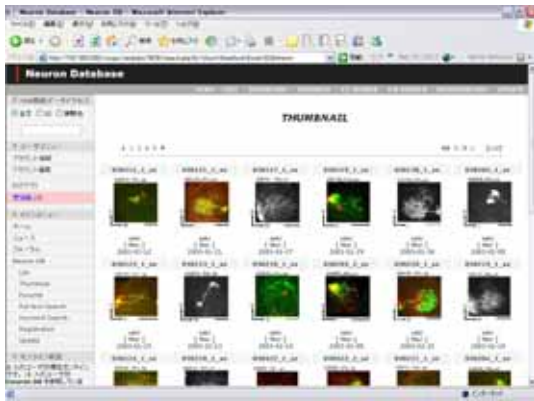


図3. カイコのニューロンデータベース。カイコの脳をつくるたくさんのニューロンの3次元構造、生理機能、神経伝達物質などの情報がデータベースに登録されている。このデータベースを活用することで、異なる系統間で特徴的なニューロンの比較ができる。データベースのプラットフォームの作成は、池野英利先生(兵庫県立大学環境人間学部)との共同研究による。

ニューロンの活動を計測する研究が進められています。今後、NBRP が保存・供給する多くの系統や、新たに作出されるトランスジェニック系統と、このデータベースの活用により、脳機能の解析、行動の発現機構の理解が飛躍的に進展し、カイコは脳機能、行動制御機能を研究するためのモデル動物として、その重要性はますます高くなることでしょう。多数の系統とともに、遺伝子とニューロンの情報を備えたモデル動物として、

NBRP よりカイコを世界に発信することになります。さらに、カイコをモデル動物とした研究は、動物の脳機能、行動機能の理解という基礎的研究は言うに及ばず、昆虫の人為的制御などの農学的应用、さらには昆虫のもつ単純ながらも優れた情報処理機能や行動制御機能の産業への応用など、基礎科学や産業的应用の多面にわたる幅広い展開が期待されます(図4)。

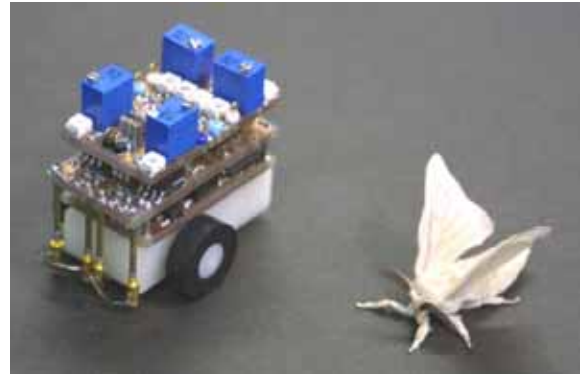


図4. カイコの脳や行動発現のしくみを活用した匂い源探索ロボット。カイコの匂い情報処理を行う神経回路をデータベースを活用して構築し、その機能を電子回路で再現し、カイコと同程度の大きさの移動ロボットをコントロールした。ロボットは、雌のフェロモンによりカイコと同様の行動パターンを発現し、雌を探索した。フェロモンのセンサーには、カイコの本物の触角を使用した。

(所属：東京大学大学院情報理工学系研究科)

実験・研究用カイコ系統の育成

可視形質遺伝子を標識にして育成した小形卵実験・研究用系統

小形卵形質を識別するために可視形質遺伝子として虎蚕遺伝子 Ze を標識として導入した実験・研究用系統の育成

正常卵産生個体 小形卵産生個体

♀ ($Ze+/+sm$) × ($+sm/+sm$) ♂
 虎蚕個体の雌 正常(姫蚕)個体の雄
 虎蚕個体 正常個体
 1:1

虎蚕個体の雌 正常(姫蚕)個体の雌
 正常卵 小形卵
 産生 産生

虎蚕斑雌個体は正常卵を産生し、姫蚕(正常)雌個体は小形卵を産生する

幼虫期において、小形卵を産生する個体と正常卵を産生する個体を識別することが可能になる

虎蚕斑雌個体と姫蚕(正常)雌個体との交配を行えば常に虎蚕斑の個体と姫蚕(正常)個体が同一範囲内で1:1に分れる

自然突然変異(福岡×支那化)を1917年設定の後に出現
 →系統として設定(1927)
 連鎖群: 第3連鎖群 sm, sm^* (田中, 1955)
 座 位: 41番 (Chikushi and Doura, 1970)

九州大学大学院農学研究科遺伝学・育種学研究室 (河口 豊・日下部直生・李 在 高(2015))

分譲可能なリソースの紹介

九州大学（中核機関）関係

年間分譲しています。

カイコの系統分譲は春に限定される場合が普通でしたが、本事業では採種とその管理システムを構築し、年間を通しての提供を行っています。また、3月中旬から12月までは桑葉の供給も可能ですのでご連絡下さい。

人工飼料育可能な突然変異系統を提供しています。

従来、実験に有用な突然変異系統は人工飼料育で飼育が出来ないという欠点がありましたが、NBRP では広食性遺伝子の導入により人工飼料育で飼育出来る突然変異系統を育成しています。今年度までに九州大学保存の半数はその育成を行ないましたのでお問い合わせ下さい。

日本各地のクワコ DNA を分譲しています。

全国から採集したクワコの DNA を分譲しています。

2005 年度 カイコ飼育スケジュール（九州大学）

時期	掲立日	5 齢期	蛹時期
1 期	5 月 6 日	5 月 22 ~ 26 日	5 月 26 ~ 6 月 4 日
2 期	6 月 24 日	7 月 9 ~ 14 日	7 月 14 ~ 24 日
3 期	8 月 12 日	8 月 27 ~ 9 月 2 日	9 月 2 ~ 12 日
4 期	9 月 30 日	10 月 14 ~ 19 日	10 月 19 ~ 29 日
5 期	11 月 18 日	12 月 3 ~ 9 日	12 月 9 ~ 19 日

詳細サイト：<http://www.nbrp.jp/index.jsp>

<http://kaiko.kyushu-u.ac.jp/index.html>

信州大学関係

染色体置換系統

ゲノム情報の解析や多くの実験系に使用されているカイコ系統 p50T は「大造」系統に由来します。この大造系統を突然変異系統に連続戻し交配して、目的の突然変異遺伝子以外はほぼ大造の遺伝的な背景と見て差し支えない突然変異系統ラインを NBRP では育成しています。現在まで育成された遺伝子と系統名は以下の通りです。分譲のお問い合わせは信州大学金勝もしくは中核機関へお願いします。金勝アドレス：rkaneka@giptc.shinshu-u.ac.jp

SU-C-000	大造	SU-C-003a	<i>Bo</i>
SU-C-001	<i>Ze L K</i>	SU-C-004	<i>ae/ae</i>
SU-C-001a	<i>Ze</i>	SU-C-005	<i>la C</i>
SU-C-001b	<i>L</i>	SU-C-005a	<i>la</i>
SU-C-001c	<i>K</i>	SU-C-005b	<i>C</i>
SU-C-002	<i>p^s E^{kp}</i>	SU-C-006	<i>Nd-s U</i>
SU-C-002a	<i>p^s</i>	SU-C-006a	<i>Nd-s</i>
SU-C-002b	<i>E^{kp}</i>	SU-C-006b	<i>U</i>
SU-C-003	<i>Bo K</i>	SU-C-007	<i>Nd-2</i>

SU-C-008	<i>pnd/pnd</i>	SU-C-012	<i>ow bts/ow bts</i>
SU-C-009	<i>sol/sol</i>	SU-C-012a	<i>ow/ow</i>
SU-C-010	<i>lem q/lem q</i>	SU-C-012b	<i>bts/bts</i>
SU-C-010a	<i>lem/lem</i>	SU-C-013	<i>fl/fl</i>
SU-C-010b	<i>q/q</i>	SU-C-100	青熟
SU-C-011	<i>bd^f tub/bd^f tub</i>	SU-C-101	<i>pnd/pnd</i>
SU-C-011a	<i>tub/tub</i>	SU-C-200	関 33
SU-C-011b	<i>bd^f /bd^f</i>	SU-C-201	<i>pnd/pnd</i>

野蚕関係

下記の野蚕の分譲が可能です。お問い合わせは信州大学梶浦もしくは中核機関へお願いします。梶浦アドレス：zkajiur@giptc.shinshu-u.ac.jp

種名	発育段階	時季	量
ヤママユガ	卵	9 月 ~ 翌 4 月	100 粒
	幼虫	5 月 ~ 6 月	10 頭
	蛹	7 月 ~ 8 月	10 頭
サクサン	蛾	8 月	10 頭
	幼虫	5 月 ~ 6 月	30 ~
		8 月 ~ 9 月	100 頭
エリサン	蛹	9 月 ~ 翌 4 月	30 頭
	幼虫	春夏秋冬	30 頭
シンジュサン	蛹	春夏秋冬	30 頭
	幼虫	9 月 ~ 翌 7 月	30 頭

東京大学関係

ゲノム関連の素材、情報が下記サイトで御覧頂けます。

鱗翅目ゲノムプロジェクト：

<http://www.ab.a.u-tokyo.ac.jp/lep-genome/>

NBRP 東大分担分のウェブサイト：

<http://www.ab.a.u-tokyo.ac.jp/nbrp/>

カイコとクワコのリスト：

<http://www.ab.a.u-tokyo.ac.jp/igb/>

[shimada_silkworm_list.html](http://www.ab.a.u-tokyo.ac.jp/shimada_silkworm_list.html)

完全長 cDNA データベース：

<http://pistil.ab.a.u-tokyo.ac.jp/genome/>

(パスワードで閲覧、検索ができる)

ニュースレター“おかいこさま”編集・発行

812-8581

福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院農学研究院

遺伝子資源開発研究センター内

ナショナルバイオリソースプロジェクト

「カイコ」中核機関代表 藤井 博

TEL 092-621-4991 fujii@agr.kyushu-u.ac.jp