



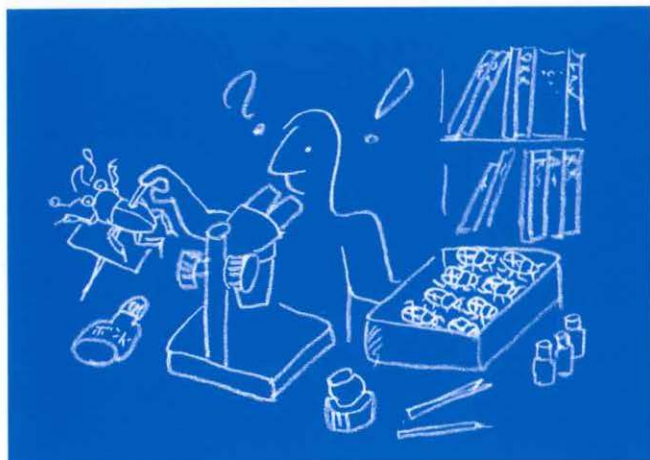
HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	パラタクソノミスト養成講座 : 昆虫(初級)目までの分類後同定編
Author(s)	大原, 昌宏; 澤田, 義弘
Citation	パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ, 11, 1-63
Issue Date	2012-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59547
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
Type	book
File Information	Parataxonomist.pdf



パラタクソノミスト養成講座

昆虫（初級）目までの分類と同定編



大原昌宏（北海道大学総合博物館）

澤田義弘（大阪府営箕面公園昆虫館）

北海道大学総合博物館

協賛：財団法人 北海道新聞野生生物基金

パラタクソノミスト (Parataxonomist) とは、1980 年代にアメリカの生物学者ジャンセン (D. Janzen) らが熱帯コスタリカの生物多様性調査を行った際に考えだした調査プロジェクトの役割の一つです。熱帯ジャングルで生物調査をすると、膨大な数の生物が採集されます。とくに昆虫は一晚の灯火採集で数万の個体が採集されることもあり、その膨大な標本を整理するには、人手が必要です。そこで考えだされたのが、パラタクソノミスト。名称は、パラ (Para: 準) とタクソノミスト (Taxonomist: 分類学者) という 2 つの言葉を合わせ、研究者である分類学者のサポートをするという「準分類学者」の意味をもちます。

コスタリカでは、焼畑農業をしていた現地の人たちがパラタクソノミストとして採用されました。現地の人にとっては安定した雇用と収入を得ることができ、自分たちの住む地域は地球上の貴重な遺伝子資源としての自然環境であるという意識の改革につながりました。焼畑で消失しつつあった熱帯林も自発的に保護がなされ、地球環境保全への貢献にもなりました。このパラタクソノミストのシステムは、コスタリカ以外の熱帯域へも広がり、パプアニューギニアやグアテマラでも行われました。しかし、2000 年代に入り先進国からの熱帯生物多様性保全や研究への支出が減り、幾つかのパラタクソノミスト事業は中断を余儀なくされています。

さて、日本でのパラタクソノミスト事業は、熱帯域とは違ったかたちで進められています。2003 年から 21 世紀 COE「新・自然史科学創成」の教育プログラムの一部として、北海道大学を中心に「パラタクソノミスト養成講座」が始められ、2008 年からは現代教育 GP「博物館を舞台とした体験型全人教育の推進」の助成を受けながら継続されてきました。日本ではパラタクソノミストとして生計をたてることはほとんど不可能なことから、おのずと対象となる人も事業内容も変わってきます。

日本でのパラタクソノミスト事業の目的は以下のとおりです。

- (1) 生物多様性保護と研究を促進させる生物分類学ファシリティー構築のための人材育成
- (2) 博物館を基盤とした、分類学、学術標本研究、フィールド科学の振興と普及

パラタクソノミスト養成講座は、大学生・大学院生の教養教育として、博物館ボランティアや環境調査会社職員のスキルアップとして、学芸員、教員、自然観察指導員のリカレント教育として、現在まで利用されてきています。パラタクソノミスト事業は、生物学から始まりましたが、2番目の目的を掲げることで、現在は鉱床学、岩石・鉱物学、考古学、古生物学など、標本を取り扱う学問分野へも広がり始めました。

パラタクソノミスト養成講座には、(1)「もの」である標本を作成し、観察し、じかに触れる体験型教育、(2) 幼児から高齢者まで、幅広い年齢対象をもつ生涯教育としての位置づけ、(3) ヴァーチャル時代の情報源の再確認（情報は「もの」である実物から取り出されます）、(4) 「理科離れ」からの脱却の手がかり、という特徴があります。このように、パラタクソノミスト事業をとおして、「もの」を見る目を養ない、より豊かな知性、感性が得られるような養成講座を企画できればと願っています。

このガイドブックシリーズは、北海道大学総合博物館を中心として行われてきた「パラタクソノミスト養成講座」の内容をまとめたものです。ガイドブックを使って、独自にパラタクソノミスト養成講座が開催できるように作られています。多くの博物館や大学が、そして関心を持つ分類学者や学芸員、社会教育主事、学校教員の方々が、それぞれの地域で普及事業として「パラタクソノミスト養成講座」を開催していただくことになれば、このうえない喜びです。

北海道大学総合博物館
大原 昌宏

パラタクソノミスト養成講座ネットワーク (PATNET) について

北海道大学総合博物館を中心にすすめられてきた「パラタクソノミスト養成講座」は、7年間（2004～2010年）で129講座が開催され、受講者は1,612人に達しました（大原, 2010）。北大総合博物館では、受講者のうち約50名が博物館ボランティアとして、標本に携わる作業を続けています。博物館の資料整理は確実に進み、分類学や生物多様性についての理解も一般に普及されてきました。養成講座の目的は少しずつ達成されてきています。

パラタクソノミスト養成講座の多くは、北海道大学で開催されてきましたが、学外の博物館や科学館でも養成講座が開催されました。北海道内では北海道立開拓記念館、旭川市科学館サイバル、帯広百年記念館、道外では徳島県立博物館。これらの館の館長、学芸員、スタッフの理解と協力を得て、パラタクソノミスト養成講座は開催され、次第に全国的に知られるようになってきました。北大以外でも、国内では「NPO たんぼ」による、たんぼの生物多様性とパラタクソノミスト養成講座を融合させた活動や、高知大学のパラタクソノミスト養成講座やシンポジウムなど、様々な地域でパラタクソノミスト活動が盛んになってきました。2010年には韓国の国立生物資源館で行われた北東アジアの生物多様性シンポジウムにおいて、招待講演を受け、日本のパラタクソノミスト養成講座の活動を報告してきました。韓国でもパラタクソノミスト養成講座活動が始められています。

さて、国内でより効率的かつ組織的にパラタクソノミスト養成講座を開催するためには、多くの博物館や教育機関が連携し、ネットワークを作る必要があります。その手始めとして、2011年からは、財団法人 北海道新聞野生生物基金の助成を受け、北海道内の6館（北大総合博物館、札幌市博物館活動センター、小樽市総合博物館、旭川市立博物館・科学館サイバル、帯広百年記念館、釧路市立博物館）のネットワーク構築を試みました。このネットワークにより、学芸員が他館へ出張しそれぞれの専門分野の講座を開催し、単独の館では難しかった多様な講座内容の企画が実現できました。2011年度は、北大、札幌、旭川、帯広、釧路、士別において、パラタク講座が開催されました。ネットワークの名前は、「パラタクソノミスト養成講座ネットワーク (Parataxonomists Network: 通称 PATNET)」。

を目指しています。

PATNETでは、多様な講師陣の人材バンク（パラタクソノミスト・レクチャー・データベース）と開催希望機関の登録制度の確立（開催希望博物館などのデータベース）を図る予定です。興味のある市民の方、社会教育機関の方、分類学者の方、ご連絡をいただければ幸いです。

最後に助成をいただきました財団法人 北海道新聞野生生物基金の関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

PATNET 事務局
北海道大学総合博物館
大原 昌宏

1

昆虫が現れるまで：陸上節足動物の進化

古生代に節足動物は陸上に進出します。その後、クモ綱、多足類、昆虫類へ進化してゆきます。それぞれの化石記録と系統的な関係を紹介します。

1 陸に上がった節足動物

昆虫は分類上、節足動物（Arthropoda）に含まれます。節足動物とは、体が節（ふし）状になり、その各節に脚（付属肢）がある動物で、脚も節もないセンチュウのような脱皮動物から分化してきたと考えられています（Aguinaldo et al., 1997）。節足動物は、まず古生代（542–252MY, 年代×100万年前でMYで示します）の海中で多様化しました。有名なものに、三葉虫、ウミサソリなどがいます。現在は、エビ、カニに代表される、多くの甲殻類が海で繁栄しています。

節足動物が陸上を歩いた跡と考えられる化石が西オーストラリアから発見され、これが最古の節足動物の陸化の記録（シルル紀：443.7–416.0MY）とされています（MacNaughton et al., 2002）。デボン紀（416.0–359.2MY）に入ると、トビムシ、ダニ、カニムシ、ムカデ、ヤスデの化石が見つかることから、シルル紀の植物の陸への進出の後、デボン紀初期に節足動物が陸化し、陸上での進化・放散が始まったと考えられます。古生代の陸生節足動物の化石記録は、クモ綱、唇脚綱、倍脚綱、昆虫綱、軟甲綱（ワラジムシ）の分類群にわたります。

2 クモ綱

昆虫と同様に陸上で多様に進化した節足動物にクモ綱（Class Arachnida：蜘蛛形類、鋏角類）がいます。クモ綱では、もっとも祖先的なサソリが陸に上がり、その後、現在のクモ綱に分化したという考えと、それぞ

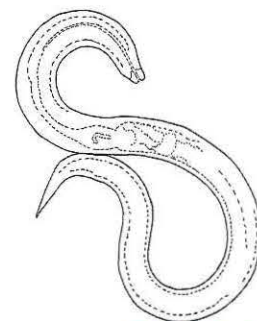


図1. センチュウ類

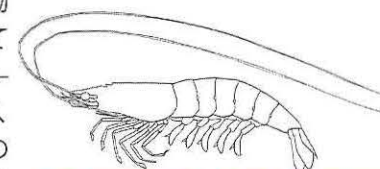


図2. 海で繁栄している節足動物、甲殻類、エビ類

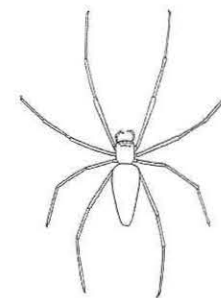


図3. 鋏角類、クモ綱

れすでに海で分化が起こっており、数回にわたって上陸したという考えがあります（小野、1996）。しかし、後者を支持する化石の証拠はありません。

クモ綱は、現生は14目が知られますが、そのうち12目が古生代からの化石記録があります。記録のない2目（ヤイトムシ目、コヨリムシ目）も、すでに古生代には分化していた可能性が高く、現生の目レベルの分類群は古生代からあまり分化していないということになります。

サソリ目はシルル紀前期の化石があり、1mに達するものもあります。しかし、シルル紀から石炭紀（359.2–299.0MY）にかけてのサソリは水生であり（Rolfe & Beckett, 1984）、水中では浮力により重力に抗する必要がなく、巨大になったと考えられています。サソリ目の陸上化はデボン紀になってから起こったとされています。クモ目にもっとも近縁と考えられるワレイタムシ目は、デボン紀から知られていますが、クモ目の最古の化石は石炭紀からです。クモ目が多様化するのには白亜紀（145.5–65.5MY）です。ダニ目は、スコットランド・ライニーチャート（Rhynie chert）をはじめとした数カ所のデボン紀の化石から知られています。白亜紀や第三紀（64.3–1.8MY）には化石として普通に発見されるほどに繁栄します。カニムシはデボン紀、ヒヨケムシとザトウムシは石炭紀前期、サソリモドキは石炭紀中期、ウデムシは石炭紀後期（デボン紀にウデムシの体の一部と考えられる化石もある）からそれぞれ知られます。クツコムシ目は現生ではアメリカとアフリカの赤道付近にのみ生息する目ですが、石炭紀には現在よりも多様化していたことがわかっています。

ヤイトムシは新生代（65.5–0.01MY）漸新世（33.9–23.03MY）、コヨリムシは鮮新世（5.33–1.81MY）から最古の化石が知られますが、小型の生物のため化石が残りにくく、古生代に分化していた可能性があります。

陸生化にともない克服しなければならない生体機能の進化として、呼吸器系の獲得があります。クモ綱の呼吸器は、肺書（サソリ、サソリモドキ、ヤイトムシ、ウデムシ、一部のクモ）と気管（カニムシ、ヒヨケムシ、

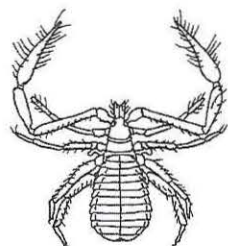


図4. 鋏角類 カニムシ類

クツコムシ、ザトウムシ、一部のダニ）の2種類があり、片方のみをもつものと、両者を兼ね備えるもの（多くのクモ）、あるいは呼吸器が退化、消失し皮膚呼吸を行うもの（コヨリムシ、一部のダニ）があります。

3 多足類

多足類は、5綱に分類され、すべて陸生で水生は知られていません。古生代石炭紀からペルム紀まで生息していたアースロブレウラ綱（Arthropleuridea）は、最大の陸生節足動物で体長1.5～2mのヤスデに近い生物だったことが知られています。湿地や湿度の高い林床などに棲んでいたようで、乾燥化にともない絶滅したと考えられています。残りの4綱は現在も生存していますが、大型の唇脚綱（ムカデ）と倍脚綱（ヤスデ）は、古生代シルル紀後期から知られる *Crussolum* と中期の *Cowiedesmus eroticopodus* が、それぞれ最古の化石記録です（Sierwald & Bond, 2007; Edgecombe & Giribet, 2007）。結合綱（コムカデ）と少脚綱（エダヒゲムシ）は、数mmの小型の生物で、ドミニカ琥珀（新生代始新世：55.8–33.9MY, 中期）とバルト琥珀（新生代中新世：23.03–5.33MY）からそれぞれ知られていますが（Regier et al., 2005）、系統の分岐順序から考えると古生代にも生息していた可能性が高い動物です。

4 昆虫：六脚類（六脚上綱＝内顎綱＋昆虫綱）

シルル紀初期の陸域にはまず藻類が進出しました。その「藻類の園」ヘイシノミのような昆虫類の祖先が進出し陸化したと考えられています。現生のイシノミも藻類のみを餌としています（町田、2006）。初期の昆虫類の5目（カマアシムシ目、トビムシ目、コムシ目、イシノミ目、モヌラ目*）はこのように水際の湿度の高い環境で藻類などを食べていたと考えられています。デボン紀からはトビムシ目とイシノミ目、そしてより高次の昆虫の大顎の化石が知られています。

その後、石炭紀に入り、シミ目、そして翅をもったアケボノスケバムシ目、ムカシアミバネムシ目、

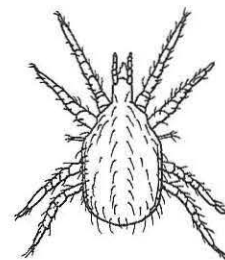


図5. 鋏角類 ダニ類

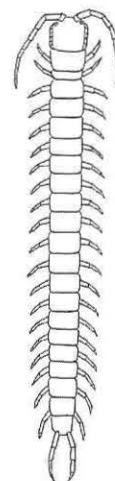


図6. 多足類、ヤスデ綱

*従来モヌラ目（ムカシシミ目）とされていたものは、大型ではあるがイシノミの幼虫の可能性があると（Rasnitsyn 1999; Grimaldi & Engel, 2005）

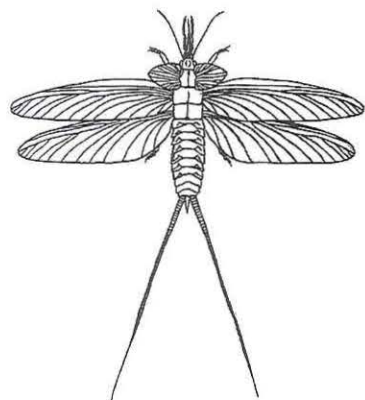


図7. ムカシアミバネ類

ムカシカゲロウ目、カゲロウ目、ディクリプテラ目、トンボ目、オオトンボ目、ゲロプテラ目の旧翅類 (Paleoptera) とよばれる昆虫類が現れます。そこでは、2つの関節部分をもつ強固な大顎を獲得し食性の幅が著しく広がりました。さらに2対の翅をもつことで「飛ぶ」という行動を獲得し、3次元空間へ分布を広げ生態的地位を多様にしました。この翅をもち飛ぶという、ほかの節足動物とは決定的に異なる進化的なイベントが昆虫類を爆発的に多様にしたと考えられています。

石炭紀後期には、植物の繁栄と相まって、食植性昆虫が繁栄し、16目にまで多様化が促進されます。旧翅類に加え、新翅類 (Neoptera) とよばれる、翅をセミのように腹部背面に密着させ合わせ畳むことのできる昆虫が出現します。なかでもカワゲラ目、アケボノカワゲラ目、ムカシカワゲラ目、バッタ目、ムカシギス目、ゴキブリ目、カロネウラ目などの後翅が前翅より大きな多新翅類 (Polyneoptera) が繁栄します。ペルム紀には、蛹をもつ昆虫 (完全変態昆虫; 内翅類 Endopterygota) が現れ、後期には現生の目とほぼ同数の30目にまで進化を遂げました (Jarzembowski, 2003)。

昆虫の目レベルでの分化は、石炭紀からペルム紀にかけて、そのほとんどが完成しています。古生代の終わりとともに、ムカシアミバネ類 Paleodictyoidea の系統群が丸ごと絶滅するなど、大型の旧翅類の多くが姿を消しました。その後の中生代 (251–65.5MY) に出現した目は、超大陸パンゲアと Gondwana 大陸の分断と、ノミヤシラミといった特殊な寄生生活の獲得などが要因となるもので、昆虫の目レベルの進化、つまり体制 (バウプラン) に関わるような形態の放散的進化は、古生代でのみ起こったことになります。中生代、新生代の昆虫進化は、ジュラ紀 (199.6–145.5MY) から白亜紀 (145.5–65.5MY) にかけてみられる被子植物の繁栄にともなう種レベルでの爆発的な分化に代表されるように、より低次の科、属、種レベルの分化といえるでしょう。

本章は、大原ほか (2008 a) 「地球と生命の進化学 新・自然史科学 第4章 古生代前期における魚類の進化、陸上生態系の出現と初期進化」を基にしています。

2

昆虫とは何か 一起源と進化一

1 昆虫の起源

最古の昆虫化石として有名なトビムシの一種 *Rhyniella praecurosor* は、古生代デボン紀前期、スコットランドのライニーチャートの地層から発見されました (Hirst & Maulik, 1926)。同時に発見されていたがあまり注目されてこなかった、昆虫の断片化石 (大顎周辺のみが残る) *Rhyniognatha hirsti* も知られています。この化石は大顎が短小な三角形で、関節丘が2つあることから、カゲロウよりも進化した有翅昆虫の可能性が高いとされています (Engel & Grimaldi, 2004)。この断片化石から「シルル紀初期に昆虫の起源があり、デボン紀中期に新翅類が出現した」という予想がなされており、昆虫の起源は、シルル紀初期 (443 ~ 428 MY) と考えられています。

古生代石炭紀には、すでに16目の昆虫類化石が知られています。ペルム紀には30目に達し、現在見られるほとんどの目が出現しています (Jarzembowski, 2003)。

2 原始的な昆虫類 (内腮類)

いわゆる昆虫の間には「六脚上綱 (Hexapoda)」に相当します。六脚上綱は「内腮 (顎) 類 (Endognatha; Entognatha)」と「外腮 (顎) 類 (Ectognatha)」に分類されます (Grassi, 1888)。

内腮類には、原始的なグループである原尾目 (カマアシムシ目)、粘管目 (トビムシ目)、双尾目 (コムシ

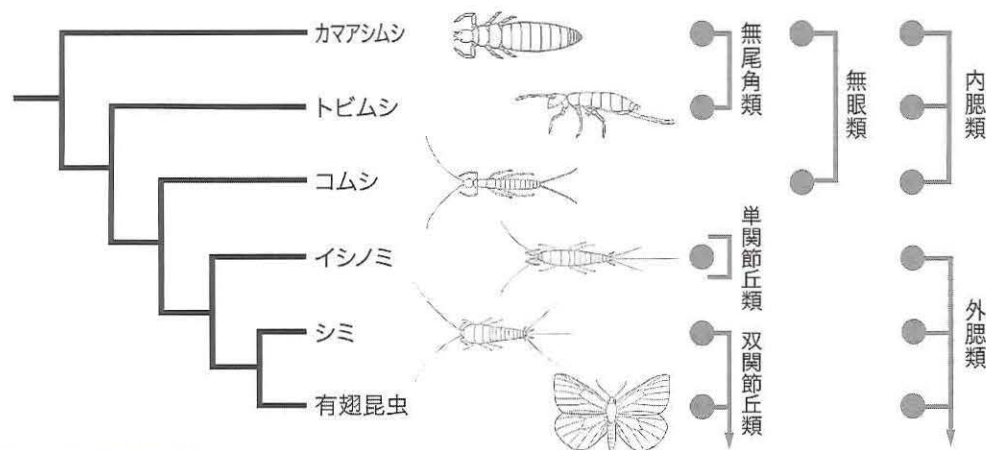


図 8. 無翅昆虫類の分岐図

目)が含まれ、口器が頭蓋の内部に包括される特徴をもちます。カマアシムシ・コムシの2目は土壌動物で、日本の土壌にも普通に生息しています。トビムシも土壌に多いですが、きわめて多様な環境に生息し、樹冠、潮間帯、砂漠などにも見られます。

内腮類は、共通の祖先から進化したグループ(単系統)とされることが多いですが(Bitsch & Bitsch, 1998)、コムシが外腮類とグループを組むとする見解もあります(Kukalová-Peck, 1987, 1991)。外腮類は、口器が頭蓋から露出する特徴を持ちます。

内腮類は、尾角をもたない「尾欠角類(Elliplura): カマアシムシ+トビムシ」と「コムシ」の2グループに分類されます(Börner, 1910)。しかし、「無眼類(Nonoculata): カマアシムシ+コムシ」(Luan et al., 2005)、「トビムシ+コムシ」(Carapelli et al., 2000)という見解もあり、内腮類の系統関係はより詳細な研究が必要とされています。

4 イシノミとシミ: ふたつめの大顎関節丘の獲得

内腮類と古顎目(イシノミ目)の大顎は、ひとつの関節丘(condyle)でつながっています。ひとつの関節

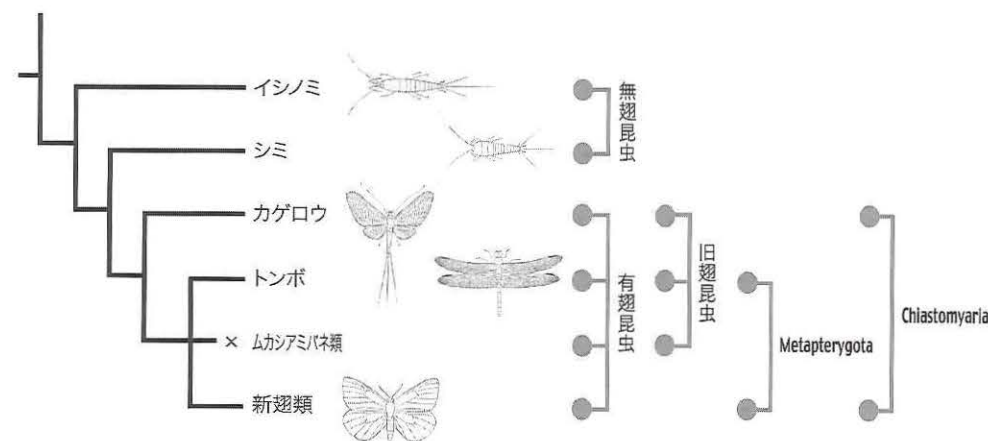


図 9. 無翅昆虫から有翅昆虫へ、さらに旧翅類から新翅類へ

丘1点で大顎を支えているため、大顎は前後左右に不安定に動きます。総尾目(シミ目)とより高等な目(有翅昆虫)では、ふたつめの関節丘を獲得しました。つまり、ふたつの関節丘2点で大顎の基部が支えられるので、大顎の動く回転軸が一つに限定され、ものを強く噛むことができるようになりました。強く噛むことは、食性の多様化を促し、捕食者を生み出しました。

イシノミは単関節丘類(Monocondylia)、「シミ+有翅昆虫」は双関節丘類(Dicondylia)とよばれます。

5 トンボとカゲロウ 旧翅類: 翅の獲得

昆虫が翅を獲得するというイベントは、進化上一度だけ起こったとされています。しかし、どのようにして翅を獲得したかは、よくわかっていません。原始的有翅昆虫類のうち、蜻蛉目(トンボ目)と蜉蝣目(カゲロウ目)だけが現在も生き残っています。化石種では、古網翅類(Palaeodictyoptera)が知られます。これらのトンボ、カゲロウ、古網翅類は、翅を上下に羽ばたく動きしかできない昆虫類で、旧翅類(Paleoptera)とよばれます(Martynov, 1925)。

旧翅類は多くの化石種が知られており、古生代には非常に多様なグループであったことがわかっています。

しかし、古生代ペルム紀に起きた大量絶滅（P-T境界）で多くが姿を消しました。

Kjer (2004)、Kjer ら (2006) は、トンボが分岐し、次にカゲロウと新翅類が分岐する系統関係「トンボ+ (Chiastomyaria: カゲロウ+新翅類)」を示しました。

これらのトンボとカゲロウ、そして新翅類の系統関係は、形態学的、また分子系統学的な見解においても説が一定していません。「カゲロウ+ (トンボ+新翅類)」「トンボ+新翅類: Metapterygota」「(カゲロウ+トンボ)+新翅類」などのいくつかの見解があります。

「内腮類+イシノミ+シミ」は無翅昆虫 (Apterygota)、「旧翅類+新翅類」は有翅昆虫 (Pterygota) とよばれます。

6 新翅類の登場：翅を畳む

翅を広げ、滑空・飛行していた昆虫は、石炭紀前期には、翅を腹部背面に密着させて合わせ畳むことができるようになります。飛んでいたセミが木にとまったとき、腹部の上に翅をとじる（たたむ・畳む）行動です。この行動を獲得した時点で、翅は「飛行」の機能と、畳んで胸部や腹部を護る「防御」の機能を持つことになりました。

翅を腹部背面に合わせ畳めるグループは、新翅類 (Neoptera) とよばれます。

新翅類は、多新翅類、準新翅類、完全変態類の3系統群に分類されます。

7 多新翅類 (Polyneoptera)

多新翅類は、後翅が大きく、臀葉部分が扇のように広がることで特徴づけられます。多新翅類には、襍翅系 (Plecopteridae: カワゲラ、シロアリモドキ、ジュズヒゲムシ)、直翅系 (Orthopteridae: ナナフシ、バッタ)、網翅系 (Dictyoptera: ゴキブリ、カマキリ、シロアリ) の3つのグループが認められます (Grimaldi & Engel, 2005)。一般に、襍翅系と直翅系は、前向き顎をもつ前口式 (prognathous type) の頭部をもつこと

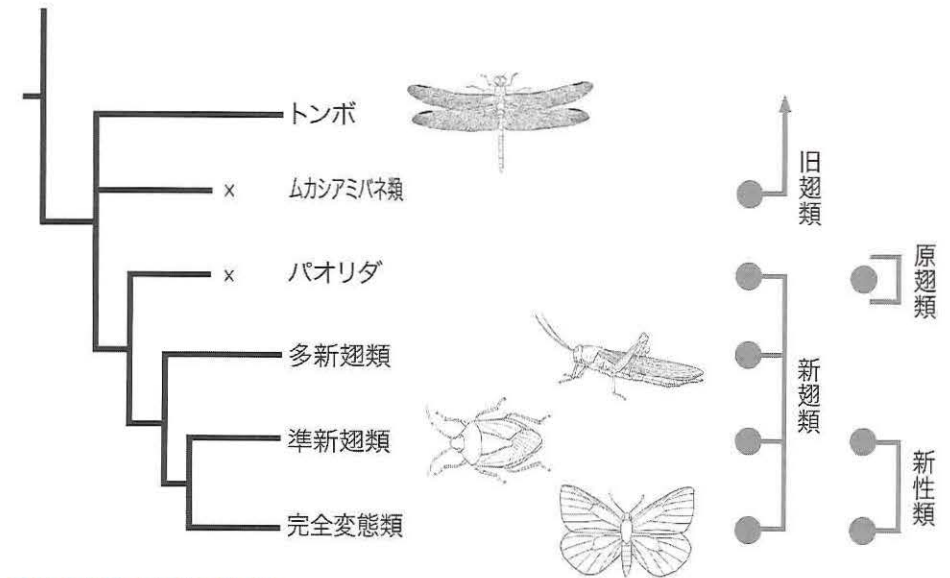


図 10. 旧翅類と新翅類の分岐図

で、下口式 (hypognathous type) の網翅系と区別され、さらに襍翅系は、産卵管を欠くことで、直翅系から区別されます。

多新翅類の系統関係には問題が多く、なかでもガロアムシ、カカトアルキ、ハサミムシの系統的位置は不確かで、おそらく直翅系の祖先的なグループであろうと考えられています。さらにシロアリモドキとジュズヒゲムシは、襍翅系に分類されていますが、その系統的位置は議論が多く、特にジュズヒゲムシについては、過去に10以上の異なった系統的位置が仮説として出されています (吉澤, 2008)。翅底骨形態の解析からは「シロアリモドキ+ジュズヒゲムシ」が単系統であることが強く示唆されています。

分子系統解析の結果から、網翅類、「カワゲラ+ハサミムシ」、敏唇類 (Eukinolabia: ナナフシ+シロアリモドキ)、異名類 (Xenonomia: ガロアムシ+カカトアルキ)

は、単系統である可能性が高いとされています。しかしそれらの系統関係は現段階ではほとんど解決されていないとみるのが妥当です。

多新翅類

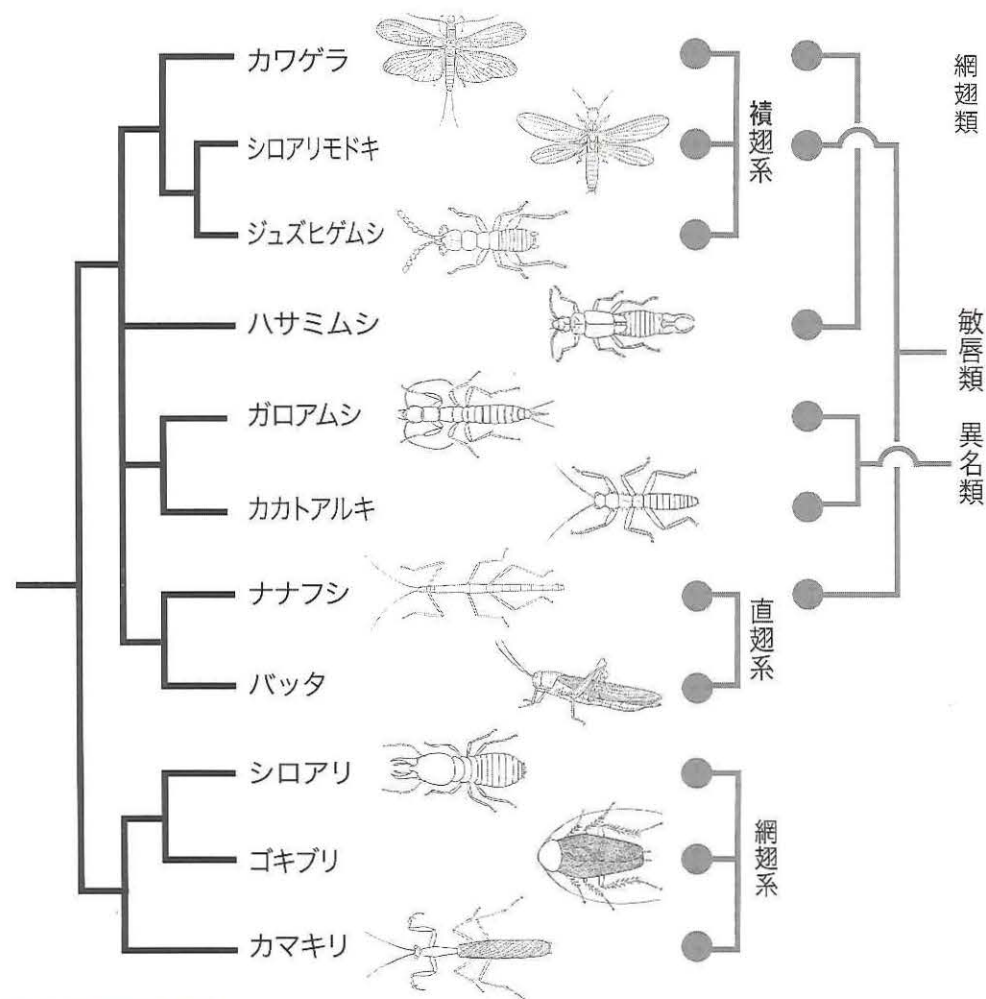


図 11. 多新翅類の分岐図

8 新性類 [準新翅類 + 完全変態類] (Phalloneoptera)

準新翅類と完全変態類は、「特殊な雄交尾器」をもつことから新性類 (Phalloneoptera) とよばれ、多新翅類と区別されます。「特殊な交尾器」とは、第 10 腹節の一部である交尾節から形成されたもので、対になっている左右の交尾節がそれぞれ二つに分かれ、外側は陰茎側片 (parameres) となり、内側は左右が融合して陰茎 (median lobe) になっています。側片は変形して交尾の際に雌の交尾器を保持する把握器 (valva) になることもあります。

9 準新翅類 (Paraneoptera = Hemipteridae カメムシ群、Acercarida 無尾角類)

準新翅類は、セミやカメムシに代表される「刺して吸う口を進化させた昆虫群」といえるでしょう。「小顎の蝶咬節 (stipes) から分離した細長く伸びた内葉 (lacinia)、頭楯後部が強く膨らんだ口孔 (cibarium) とその内側につく強大な口腔拡張筋 (吸引ポンプ) (この二つの形質により穿孔吸汁式口器が形作られる)、3 節以下に退化した跗節」をもつことで特徴づけられ、完全変態類と区別されます。準新翅類は、さらに咀顎類 (Psocodea) と節顎類 (Condylgnatha) にわけられます。

準新翅類のなかで原始的と考えられているチャタテムシ目の口器は、吸う口ではなく、突き噛む口です。小顎の内葉が発達し、2 本の長いのみのような棒状の構造になり、その内葉を出し入れすることで突(つつ)くことができます。チャタテムシは一般にカビの胞子、菌糸、地衣類、藻類を食べているとされています。「シラミ目」(従来のシラミとハジラミを合わせた目) とチャタテムシを合わせた咀顎類は、単系統であることが形態・分子の解析から強く支持されており (Yoshizawa & Johnson, 2003)、形態的には特殊化した下咽頭で特徴づけられます。Lyal (1985) によりハジラミが側系統群であることが明確にされ、シラミ目とハジラミ目

という従来の目レベルの区別は使われなくなりました。いわゆるハジラミは咀嚼式の口（顎）をもち哺乳類などの毛に噛みつき生活をし、一方シラミは吸汁式の口をもち脚の爪で毛にぶら下がり血を吸う生活をしているようです。形態と分子解析から、ハジラミ目にふくまれるゾウハジラミがシラミと単系統となることや、シラミは少なくともチャタテムシから2回独立に進化した可能性があり、シラミの単系統性は疑問視されています。また、チャタテムシは側系統群と考えるのが自然であることから、「チャタテムシ+シラミ」の咀嚼類に目レベルの地位（広義のチャタテムシ目）を与える考えもあります（Yoshizawa & Johnson, 2006）。

節顎類は、総翅目（アザミウマ）と半翅目（セミ・

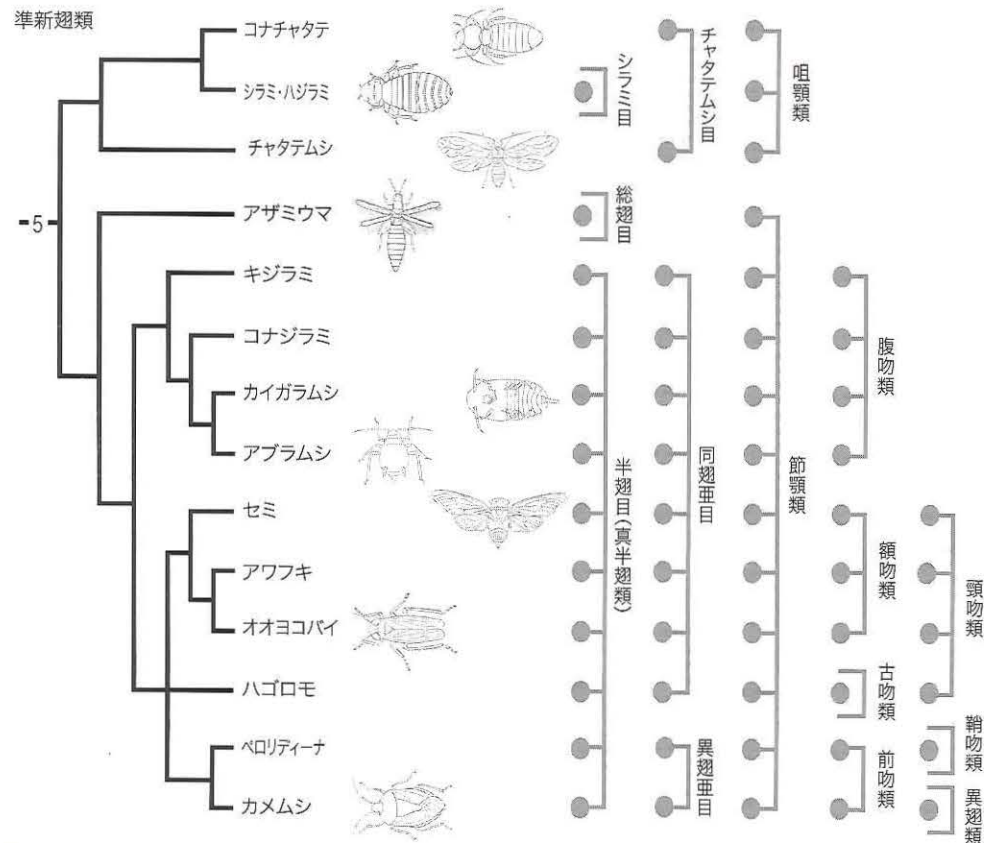


図 12. 準新翅類の分岐図

カメムシ）が含まれ、完全な吸う口になっています。アザミウマは、3つの棘針（stylet：ふたつは小顎、ひとつは大顎起源）からなる非対称の口をもつことが特徴です。幼虫の終期は摂食せず（しかし運動と1、2回の脱皮をする）、種によっては繭を作ることから、一見「蛹」のようであり、蛹をもつ完全変態類への移行段階と考えられたこともあります。現在では完全変態類とアザミウマに姉妹系統関係はないことから、移行説は否定されており、「蛹期」はそれぞれで独立に獲得された平行進化と見られています。

半翅目は、高度に完成した吻（proboscis）をもつことで特徴づけられます。大顎と小顎が糸状に長く伸び、管を形成し、管は唾液を食物に送る管と食物から液体を吸い取る管の2本あり、いずれも直径0.1mmを越えず、曲がりやすい柔軟な構造を作り出しています。半翅目は、完全変態類を除けば最大種数を擁する目であり、約5万種が知られます。しばしば異翅亜目（Heteroptera: カメムシ）と同翅亜目（Homoptera: セミ、ウンカ、ヨコバイ）の2グループに分類されてきましたが、詳細な形態比較（Carver et al., 1991）と分子（Cambell et al., 1995）から同翅亜目は側系統群であることがわかっており、Carverら（1991）とCranston & Gullan（2003）に従えば、4亜目：腹吻亜目（Sternoptyera: アブラムシ、コナジラミ、カイガラムシ）、顎吻亜目（Clypeoptyera: セミ、アワフキ）、古吻亜目（Archaeoptyera: ハゴロモ）、前吻亜目（Prosoptyera: カメムシ）に分類され、Grimaldi & Engel（2005）に従えば、別の4亜目、腹吻亜目、顎吻亜目、鞘吻亜目（Coleoptyera）、異翅亜目（Heteromera: カメムシ）に分類されます。

10 完全変態類（Holometabola = Oligoneoptera 貧新翅類、Endopterygota 内翅類）

完全変態類は昆虫の中ではもっとも進化したグループであり、鞘翅目（コウチュウ）、双翅目（ハエ）、膜翅目（ハチ）、鱗翅目（チョウ・ガ）といった膨大な種

数を擁する目を含みます。この4目だけで昆虫類のほぼ8割、全動物類の6割、全生物の約半数(47%)の種数を占めます (Grimaldi & Engel, 2005)。

完全変態類の単系統性は、形態・分子両方の研究から支持されています (Kristensen, 1991; Whiting, 2002 a)。完全変態類のもっとも分かりやすい特徴は、蛹をもつことです。蛹を経て変態するため、幼虫と成虫は似ても似つかない形をしており、多くの場合、生態も異なります。「口器は咀嚼型、跗節は通常5節」の特徴で準新翅類と区別できます。

完全変態類には3つのグループがあります (Cranston & Gullan, 2003)。(1) 脈翅類 (Neuroptera) [脈翅目 (アミメカゲロウ目) + 広翅目 (ヘビトンボ目) + (ラクダムシ目)]、(2) 飾翅類 (Amphiesmenoptera) [毛翅

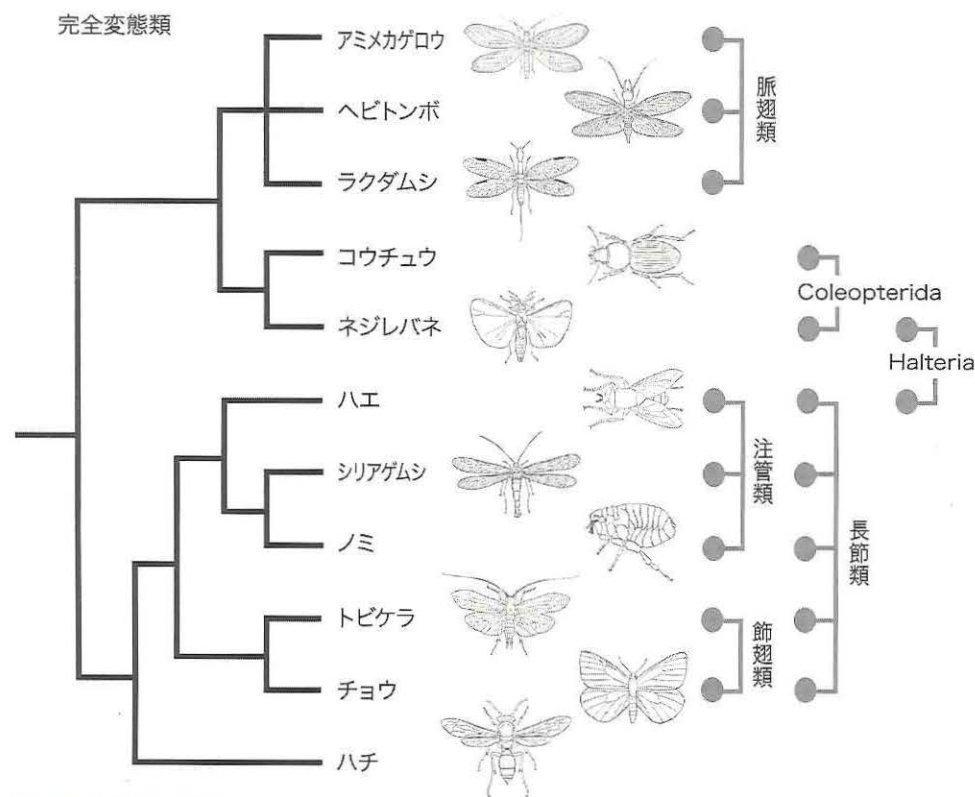


図 13. 完全変態類の分岐図

目 (トビケラ目) + 鱗翅目 (チョウ目)]、(3) 注管類 (Antliophora) [双翅目 (ハエ目) + 隠翅目 (ノミ目) + 長翅目 (シリアゲムシ目)]。そして、これらの3グループに含まれていない鞘翅目 (コウチュウ目)、膜翅目 (ハチ目)、撚翅目 (ネジレバネ目) の3目です。

これらの系統関係については、コウチュウは「雌交尾器形態と複眼の構造」を固有派生形質として、脈翅類と姉妹群をつくり、ハチは「高度に特殊化した成虫のいくつかの形質と、幼虫の退化形質」から、長節類 (Mecoptera: 飾翅類 + 注管類) と姉妹群を作ると考えられていました。しかし、コウチュウとハチとその他3類との系統関係は、さまざまな関係が分子 (18S と 28S) の解析結果として示されており未解決状態です (Castro & Dowton, 2007)。さらにネジレバネは「ネジレバネ問題」 (Kristensen, 1981) と称されるほどその系統的位置について多くの議論がなされています。従来は、前翅が変形し後翅のみで飛翔することと寄生生活をすることからコウチュウ (オオハナノミ科) に近いとされてきました「Coleoptera: ネジレバネ + コウチュウ」 (Crowson, 1981)。しかし、分子解析ではハエに近縁とされ (Wheeler et al., 2001; Whiting & Wheeler, 1994; Whiting et al., 1997)、単系統群「Halteria: ハエ + ネジレバネ」が作り出されました [ハエでは、後翅が平均棍 (Halter) となり、ネジレバネでは前翅が (偽) 平均棍となっている]。これ以来、ネジレバネの系統的位置をめぐる議論が白熱し、ハエとのグルーピングは長枝誘引によるもので不当ともされ (Huelsenbeck, 1998)、未だに議論は収束していません。「ネジレバネ問題」は昆虫類における最も注目されている未解決問題といえます。「ネジレバネ問題」の研究経緯は吉澤 (2008) に解説があります。

完全変態類に含まれる目間あるいは目内については、形態と分子による系統解析が行われ、いくつか興味深いトピックとなっているものがあります。

● 脈翅類は「ラクダムシ (ヘビトンボ + (アミメカゲロウ: シロカゲロウ科 + アミメカゲロウ目のその他の科))」の系統関係が形態と分子で示されています

が (Aspöck & Aspöck, 2008)、まだ問題が多いようです。

●鞘翅目 (コウチュウ) は前翅が鞘状となる特徴的な形質で形態的には単系統とされてきました。しかし、分子解析では、ハエとネジレバネがコウチュウの中に含まれる結果 [始原亜目: ナガヒラタムシ + ((ハエ + ネジレバネ) + (粘食亜目: ツブミズムシ + (多食亜目: カブトムシ + 食肉亜目: ゴミムシ)))] (Caterino et al., 2002) や、食肉亜目がチョウトビケラと単系統を組み、その祖先に多食亜目と「粘食亜目 + 始原亜目」がつく結果 (Whiting, 2002 a) などがあり、コウチュウの単系統は支持されていません (分子推定上のエラーである可能性も高い)。また、コウチュウの科間の系統関係も 1,880 に及ぶ種を用いた分子系統解析では、従来の系統関係と相当異なる結果が出されました (Hunt et al., 2007)。始原・粘食・食肉亜目が祖先的、植食性甲虫は派生的という点では従来の系統関係と近い結果が出ていますが、多食亜目内の原始的な菌食・捕食性の甲虫類 (特にハネカクシ系列) は従来の見解とは相当異なる結果が示されています。短期間に起きた放散的進化の再構築には、多くの遺伝子領域を用いた分子系統解析が必要なようです。

●隠翅目 (ノミ) は「無脚の幼虫」を持つことで長い間ハエに近縁とされていました (Hennig, 1969) が、シリアゲムシに近縁とする説もありました (Kristensen, 1991; Ross, 1965)。分子解析から、ノミはシリアゲムシのユキシリアゲ属 *Boreus* に近縁とされ (Whiting et al., 1997; Whiting, 2002 b)、シリアゲムシ系統の中にノミが含まれることとなりました。シリアゲムシが側系統群となるため Whiting (2000 b) は、長翅目 (シリアゲムシ) の中の Nannochoristidae 科とユキシリアゲムシに新たな目名、Nannomecoptera 目と Neomecoptera 目を与えました。しかし、解剖学的知見は、精子形態ではシリアゲムシは単系統となりノミと区別され (Dallai et al., 2003)、卵の細胞組織形態では Whiting の見解が支持されています (Simiczjew, 2002)。祖先的なユキシリアゲムシの化石 *Palaeoboreus* は、シリアゲムシの特徴である長い口吻をもたずノミ

に似ており、中生代にノミが進化した事実と一致し興味深いものです (Grimaldi & Engel, 2005)。

●膜翅目 (ハチ) と他目の系統関係は分子解析では不明なことはすでに述べました。化石記録においても、長節類型の翅をもった未確定昆虫群からハチの祖先が起源している可能性があり、さらに中生代三畳紀 (251–199.6MY)、白亜紀、新生代第三紀と複数の急激な形態放散がハチに起きているため、ハチの起源をたどるのは容易ではありません (Grimaldi & Engel, 2005)。ハチは従来「広腰亜目 Symphyta (キバチ、ハバチなどの植食性ハチ)」と「細腰亜目 Apocrita (寄生・有剣ハチ)」の2亜目に分けられていましたが、形態による分岐解析により「広腰亜目」が原始的な側系統群であることが示され、分類群単位としては用いられなくなりました (Grimaldi & Engel, 2005)。一方、細腰亜目は単系統で、さらに亜目内で寄生ハチ類と有剣ハチ類が分化する系統になっています (篠原, 2008)。

本章は、大原 (2008 b) 「第1編, 第1章 昆虫の系統と進化」 「昆虫ミメティクス ～昆虫の設計に学ぶ～」を基にしています。

3

昆虫とは何か 一定義と体の構造一

●主な陸上無脊椎動物と昆虫の見分け方 (検索表)

- | | | |
|----|--|----------|
| 1 | ひも状の体で、断面はほぼ円状 | 3 |
| 2 | 体はひも状ではない。明らかな体節をもつ。2対、あるいはそれ以上の対の脚をもつ | (節足動物) 7 |
| 3 | 体節は欠く | センチュウ |
| 4 | 体節がある | 5 |
| | 体節は13節以上あり、頭部は明らかではなく、大顎のような骨片部もない。尾部に気門や尾毛はない | ミミズ |
| 6 | 体節は13節で、明瞭な頭蓋か、透けて見える骨片状の大顎をもつ。尾部には気門や尾毛をもつ | 昆虫類幼虫 |
| 7 | 5対以上の脚をもつ | 9 |
| 8 | 4対以下の脚をもつ | 13 |
| 9 | 7対の脚をもつ | ワラジムシ |
| 10 | 8対以上の脚をもつ | 11 |
| 11 | 体節一つにつき1対の脚 | ムカデ |
| 12 | 体節一つにつき2対の脚 | ヤスデ |
| 13 | 4対の脚をもつ。体は2つの部分(頭胸部と腹部)からなる | 15 |
| 14 | 3対の脚をもつ | 昆虫類 |
| 15 | 体につよくびれはない | ダニ |
| 16 | 体は、頭胸部と腹部の間が細くくびれる | クモ |

●昆虫類の定義：六脚上綱 (Hexapoda: 内腮綱+昆虫綱) の分類形質

- 体**
1. 体は3つに区分：頭部 (head)、胸部 (thorax)、腹部 (abdomen)
- 頭部**
2. 一对の触角 (antenna: 消失はまれ)
 3. 一对の大顎 (mandible)
 4. 一对の小顎 (maxilla)

5. 下咽頭 (hypopharynx)

6. 下唇 (labium)

胸部

7. 3対の脚、胸部の各節に一对ずつある

[時々消失、また幼虫では腹脚 (prolegs) を腹部にもつことがある]

腹部

8. 生殖口 (gonopore) を腹部後方にもつ [まれに2つ]

9. 成虫の腹部に移動のための付属肢はない

付属肢がある場合は、1対の尾角 (cerci)、肛上板 (epiproct)、

1対の肛側板 (paraproct) が末端にある。

10. 精子の鞭は 9 + 9 + 2 配列のマイクロチューブ

●機能分化

頭部の形成：摂食・感覚

頭部後方3節(胸部)の脚の発達：移動(後に翅の発達)

残りの節(腹部)の付属肢の消失：消化・生殖

●昆虫の体の構造と名称

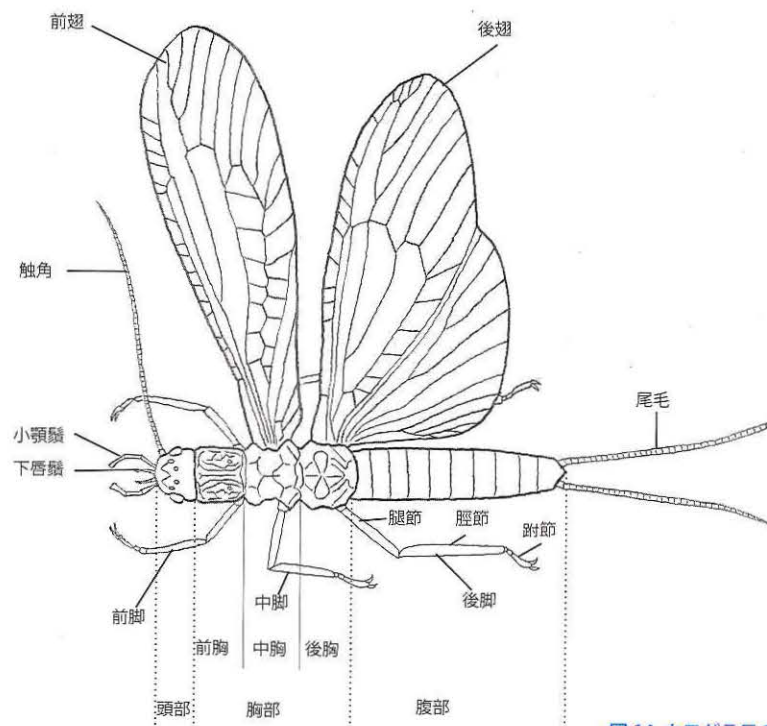


図 14. カワゲラ目の成虫、背面

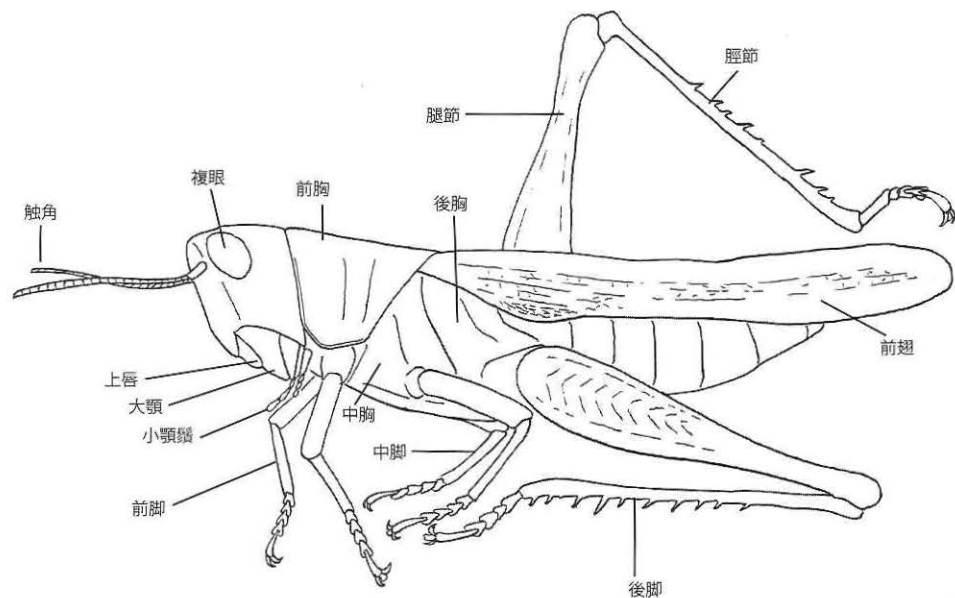


図 15. バッタ目の成虫、側面

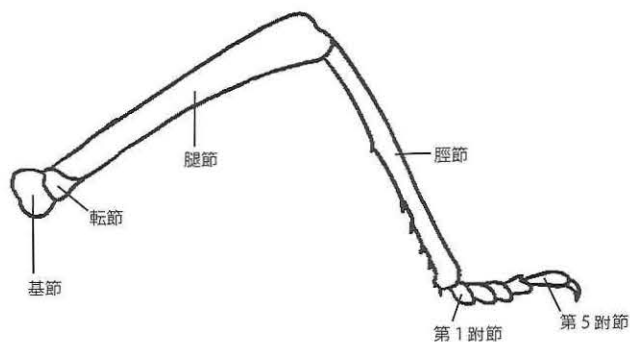


図 16. 脚

4

昆虫の目までの検索

昆虫は 33 目 (order) に分類されます。

目までの分類形質を検索表で示します。

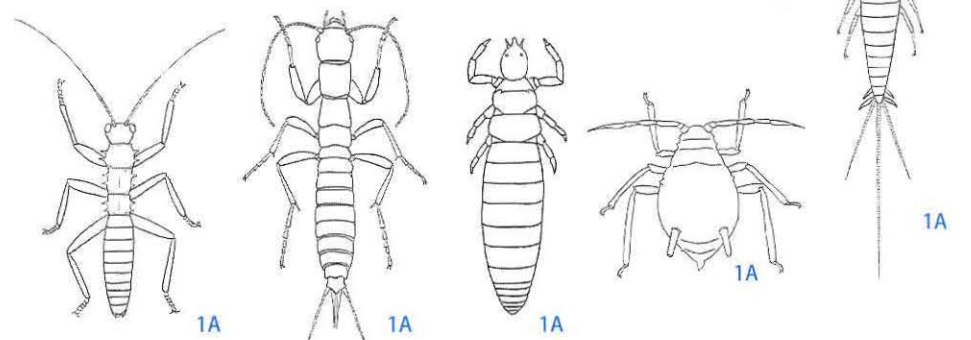
例外が多くありますので、より詳しい図鑑などを併用して下さい。

1 翅はまったくない。

..... A グループ (3: 27 ページ)

- 翅はある。

..... 2



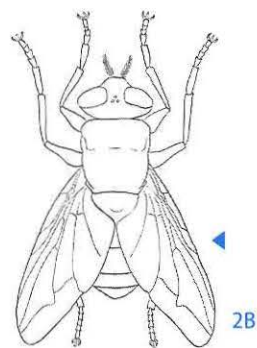
検索表の使い方

検索表は、対立する 2 つ (あるいは 3 つ) の形質状態のうち、該当する形質状態を選ぶことで、目的の分類群がわかるようになっています。

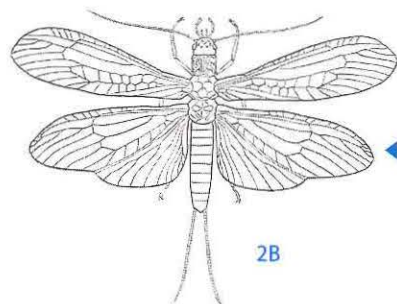
例えば、「翅がない (1 → 3)」、「腰は細くくびれていない。いわゆるハチ型ではない (3 → 4)」、「体は左右方向に扁平になる。よく跳ねる行動は特徴的 (4 → ノミ目)」と 3 つの形質状態を選ぶことで、ノミ目であることがわかります。

2 膜状の翅がある。

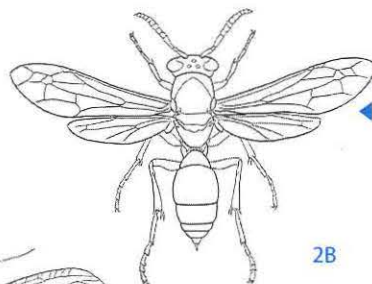
..... B グループ (21:33 ページ)



2B



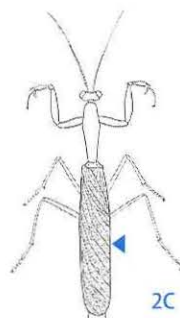
2B



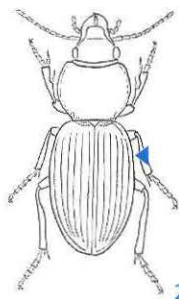
2B

- 翅は変形されている（前翅は堅くなり、堅い皮状となり後翅を覆う）。

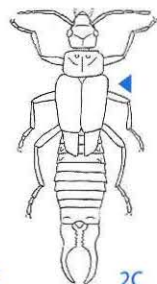
..... C グループ (37:38 ページ)



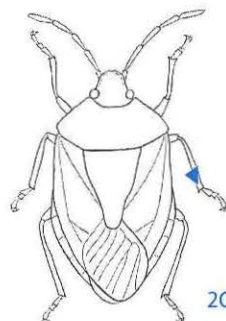
2C



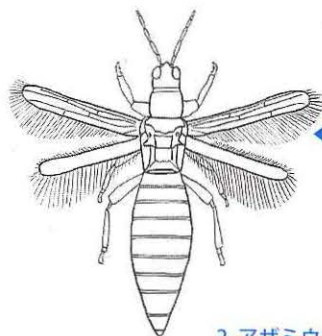
2C



2C



2C



2. アザミウマ目

- 翅の周辺には細かい毛が生える。羽毛状。

..... アザミウマ目

A グループ 【翅はまったくない】

3 腰は細くくびれ、いわゆるアリ型をしている。
..... ハチ目 (アリ類)

- 腰は細くくびれていない。いわゆるアリ型ではない。

..... 4

4 体は左右方向に扁平になる。よく跳ねる行動は特徴的。

..... ノミ目

- 体が左右扁平になることはない。跳ねない。

..... 5

5 鳥や哺乳類の寄生虫。体は背腹方向に扁平となる。

..... 6

- 寄生虫ではない。体はふつう扁平ではない。

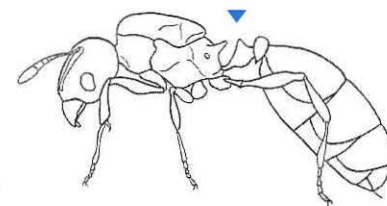
..... 7

6 頭部の幅は胸部の幅より狭い。刺す口。

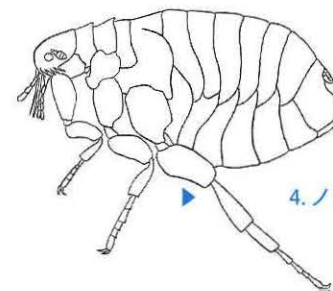
..... シラミ目 (シラミ類)

- 頭部の幅は胸部の幅より広いか同じ。噛む口。

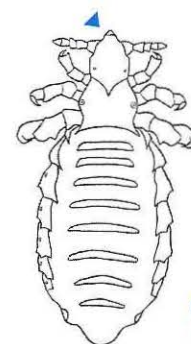
..... シラミ目 (ハジラミ類)



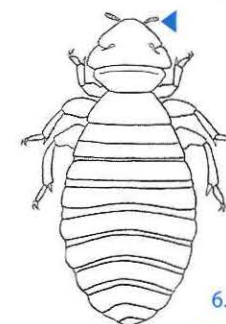
3. ハチ目 (アリ類)



4. ノミ目



6. シラミ目
(シラミ類)



6. シラミ目
(ハジラミ類)

7 腹端には針状の突起か、糸状の尾がある。
..... 8

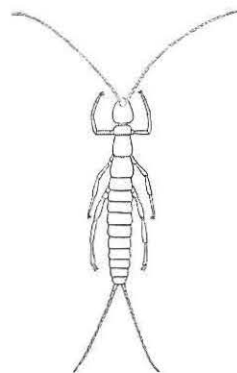
- 腹端に針状の突起や糸状の尾はない。
..... 10

8 体形は長細いが、尾部にむかって狭まらない。
尾毛は2本。
..... **コムシ目**

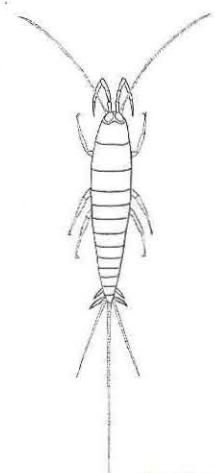
- 体形は細長く、腹部は尾部にむかって細く狭まる。
尾毛は3本。
..... 9

9 複眼は小さく、互いに離れる。
..... **シミ目**

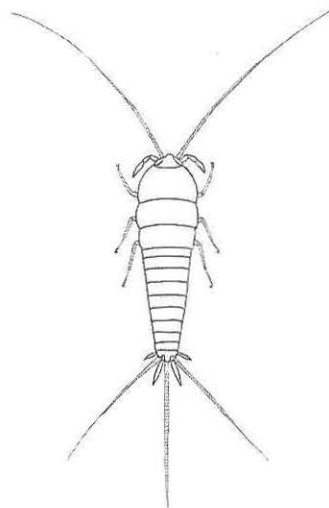
- 複眼は大きく、互いに近づく。
..... **イシノミ目**



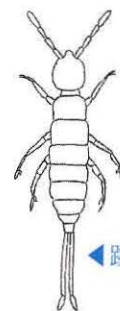
8. コムシ目



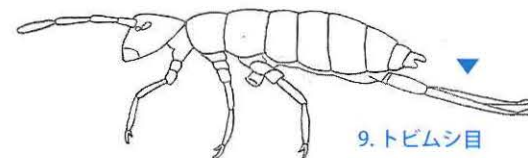
9. イシノミ目



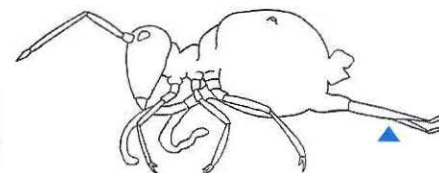
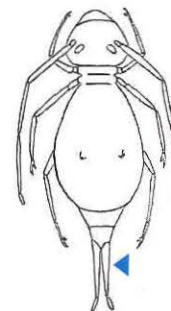
9. シミ目



◀ 跳躍器



9. トビムシ目



10. トビムシ目

10 腹部には二又になった尾のような跳ねるための
器官（跳躍器）がある。
..... **トビムシ目**

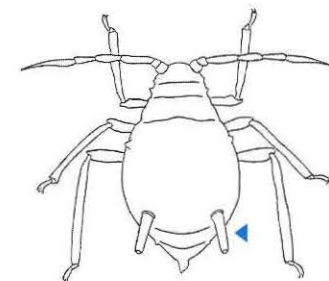
- 腹部には跳ねるための器官（跳躍器）はない。
..... 11

11 腹部背面にはふつう2本の短いチューブがあ
る。
..... **カメムシ目（アブラムシ類）**

- 腹部にチューブはない。
..... 12

12 体には色がなく白い。体は柔らかい。
..... 13

- 体には色があり、ふつう体は硬い。
..... 14



11. カメムシ目（アブラムシ類）

13 触角は長く毛髪状。跗節は2から3節。
..... **チャタテムシ目**

- 触角は短く数珠状。跗節は4節。
..... **シロアリ目**

14 体は細長い。体長5ミリ以下。
..... 15

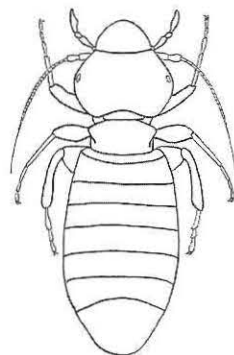
- 体のかたちは、いろいろ。体長5ミリ以上。
..... 16

15 触角がある。(幼虫)
..... **アザミウマ目 (幼虫)**

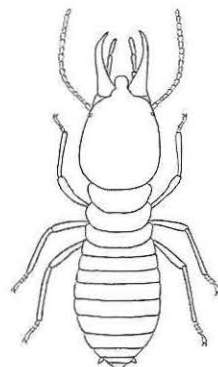
- 触角がない。
..... **カマアシムシ目**

16 触角は4から5節。口器は吸うタイプ。
..... **カメムシ目**

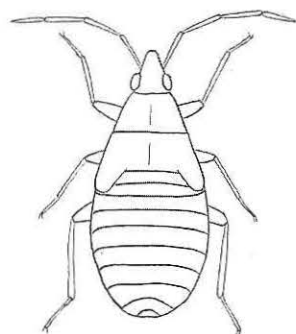
- 触角は長いものが多く、多数の節からなる。
口器は噛むタイプ。
..... 17



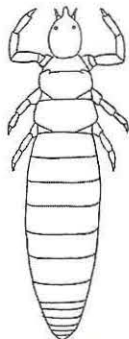
13. チャタテムシ目
(コナチャタテムシ類)



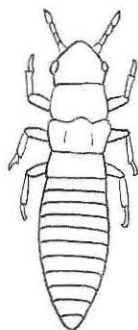
13. シロアリ目



16. カメムシ目



15. カマアシムシ目



15. アザミウマ目 (幼虫)

17 後脚は跳躍に適した脚となり、前・中脚より太い。
..... **バッタ目**

- 後脚は、前・中脚とほぼ同じ太さ。
..... 18

18 前脚は鎌状となる。
..... **カマキリ目**

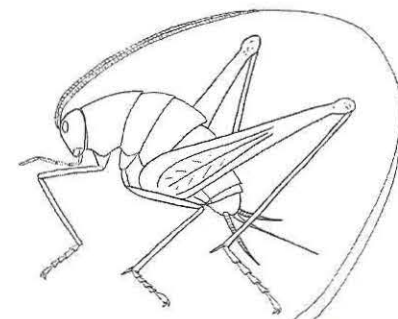
- 前脚は鎌状でない。
..... 19

19 中・後胸は明らかに縦長。
..... **ナナフシ目**

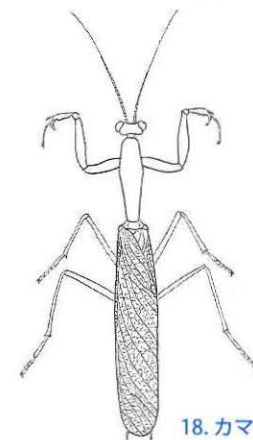
- 中・後胸は横長か、わずかに縦長程度。
..... 20

20 背面から頭部はほとんど見えない。前脚跗節は広がらない。
..... **ゴキブリ目**

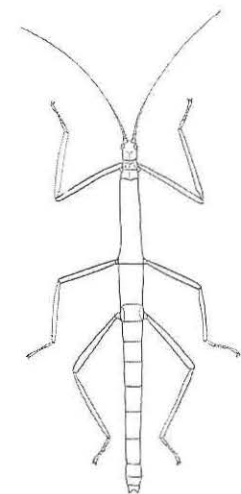
- 背面から頭部は見える。前脚第1跗節は肥大する。
..... **シロアリモドキ目**



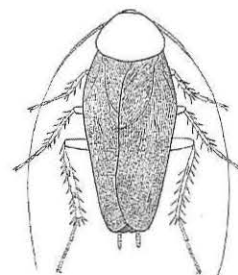
17. バッタ目



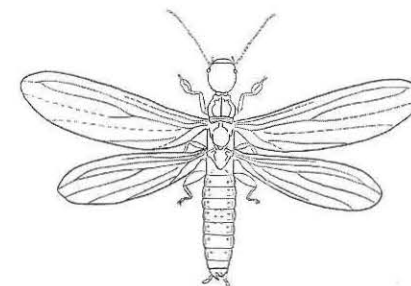
18. カマキリ目



19. ナナフシ目

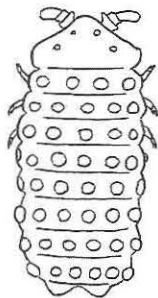


20. ゴキブリ目

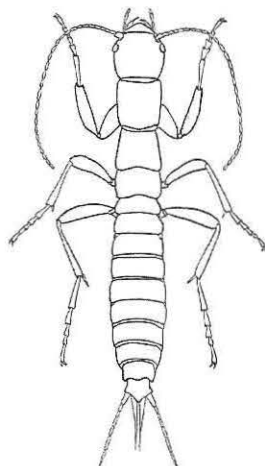


20. シロアリモドキ目

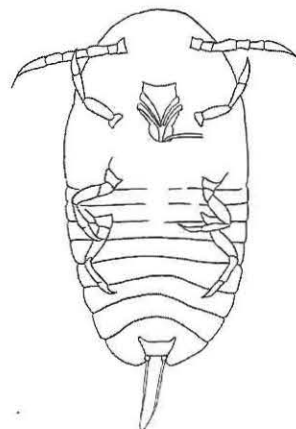
【検索表には出てこない目と顕著な例外】



トビムシ目
イボトビムシ類は跳躍器が
みえにくい



ガロムシ目

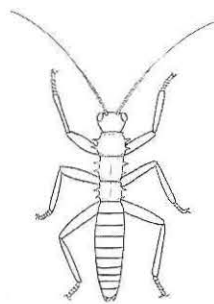


カメムシ目 (カイガラムシ類)

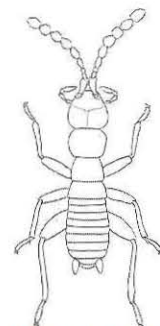
日本には分布しない2目

カカトアルキ目とジュズヒゲムシ目は、日本には分布していません。

カカトアルキ目はアフリカから、ジュズヒゲムシ目はアジア熱帯から知られています。



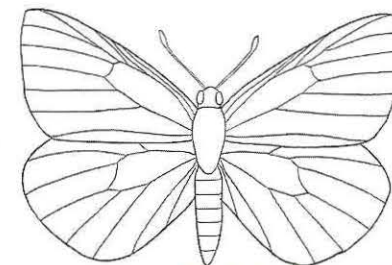
カカトアルキ目



ジュズヒゲムシ目

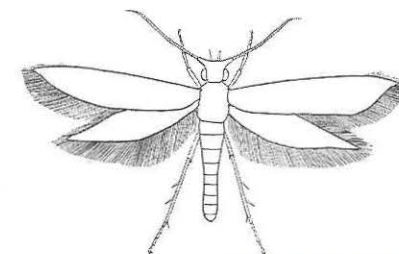
B グループ 【膜状の翅がある】

- 21 翅は鱗粉に覆われる。口はゼンマイ状。
..... チョウ目



21. チョウ目 (チョウ類)

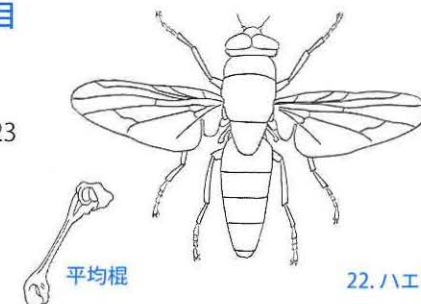
- 翅は鱗粉に覆われず、ふつうは透明。
口はゼンマイ状にならない。
..... 22



21. チョウ目 (ガ類)

- 22 翅は2枚。(後翅は平均棍となる)
..... ハエ目

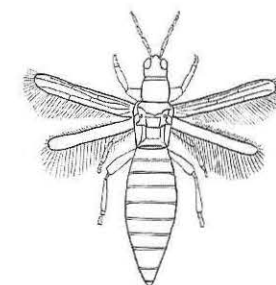
- 翅は4枚。
..... 23



22. ハエ目

- 23 翅はすべて細長く、縁に毛が生えている。
通常、体長6ミリ以下。
..... アザミウマ目

- 翅は細長くなく、縁に毛も生えていない。
体長5ミリ以上。
..... 24



22. アザミウマ目

24 腹部末端に2から3本の長い毛がある。
後翅は小さい。・・・・・・カゲロウ目

- 腹部背面に2本の短いチューブをもつ。後翅はあまり小さくない。11番の有翅型。
・・・・・・カメムシ目(アブラムシ類)

- 腹部先端には短い毛があるか、または毛がない。チューブもない。後翅はあまり小さくない。
・・・・・・ 25

25 前翅の長さ(図では横幅)は後翅よりも明らかに長い。・・・・・・ 26

- 前翅の長さは後翅と同じか、やや長い程度。前翅の大きさ(面積)は後翅と同じか、小さい。
・・・・・・ 29

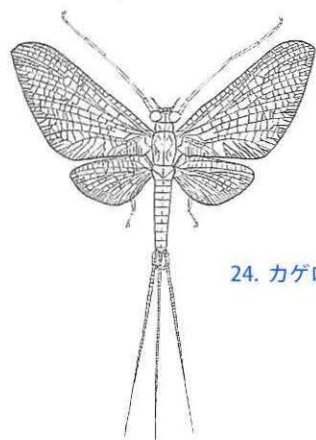
26 翅に毛があり不透明。長い口髭をもつ。触角と体長は同じかそれよりも長い。
・・・・・・ トビケラ目

- 翅は透明か、半透明で毛は生えていない。口髭はないか、あっても短い。
・・・・・・ 27

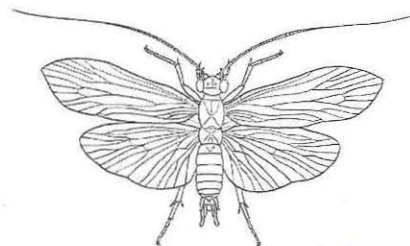
27 跗節は5節。
いわゆるハチ型で、腰のくびれが目立つものが多い。多くは長い産卵管や毒針をもつ。
・・・・・・ ハチ目^注

- 跗節は2から3節。
いわゆるハチ型をしていない。
・・・・・・ 28

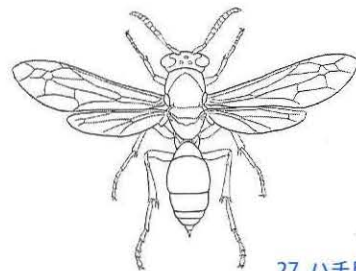
注) 例外: ハバチ類、キバチ類は腰がくびれない。雄は産卵管をもたない。



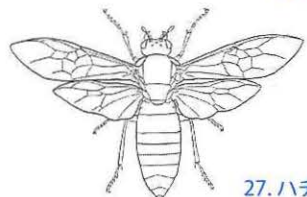
24. カゲロウ目



26. トビケラ目

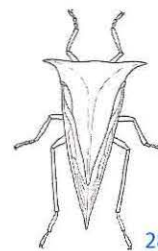


27. ハチ目
(細腰亜目)

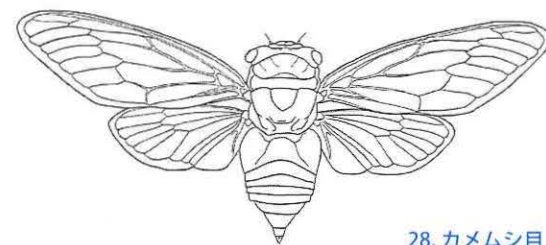


27. ハチ目
(広腰亜目)

28 口器は汁を吸うタイプ。管状のくちばしをもつ。
・・・・カメムシ目(セミ・ツノゼミ類)

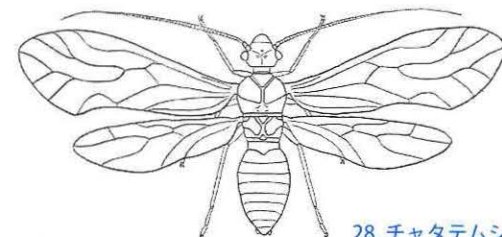


28. カメムシ目



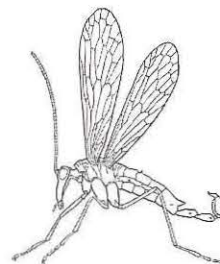
28. カメムシ目

- 口器は噛むタイプ。くちばしはない。体長7ミリ以下。
・・・・・・ チャタテムシ目

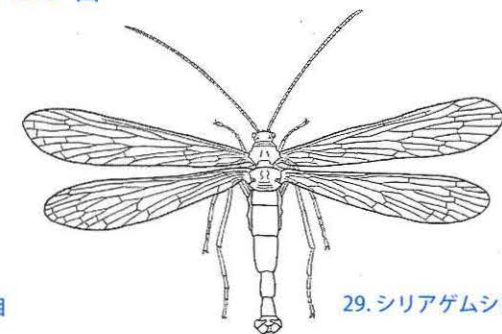


28. チャタテムシ目

29 頭部は腹面側へ長く伸び、くちばし状になる。
・・・・・・ シリアゲムシ目



29. シリアゲムシ目

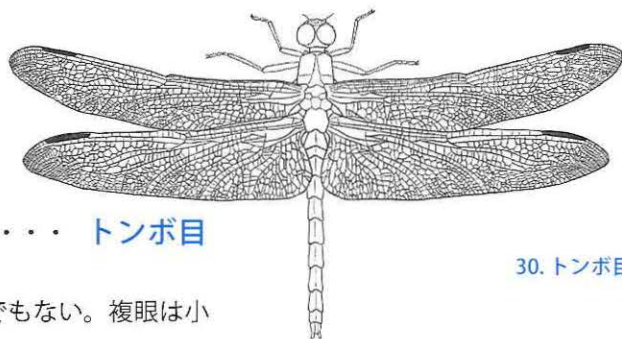


29. シリアゲムシ目

- 頭部は腹面側へ長く伸びることはない。
・・・・・・ 30

- 30 触角は大変短く、
剛毛状である。
複眼は大きい。

トンボ目



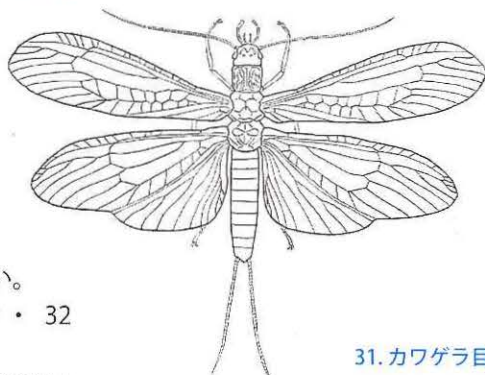
30. トンボ目

- 触角は短くなく、剛毛状でもない。複眼は小さいか、ふつうの大きさ。

31

- 31 後翅は前翅よりも幅（図では縦の幅）が広い。
腹端に2本の毛（尾毛）がある。

カワゲラ目



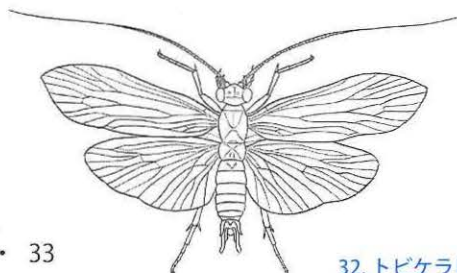
31. カワゲラ目

- 後翅の幅は前翅とほぼ同じ。尾毛はない。

32

- 32 ガに似ている。翅は毛が生え不透明。触角は
体長と同じか、それよりも長い。

トビケラ目



32. トビケラ目

- ガに似ていない。
翅に毛はなく透明。
触角はふつう体長よりも短い。

33

- 33 翅脈にはほとんど横脈がない。跗節は4節。
体長8ミリ以下。

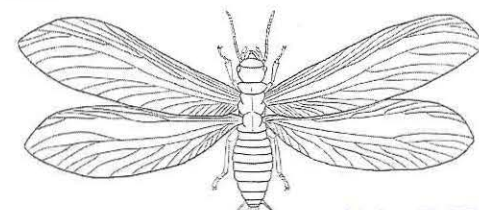
34

- 翅脈には多数の横脈があり、網目状になる。
跗節は5節。体長は通常8ミリ以上。

35

- 34 前脚跗節は広がらない。

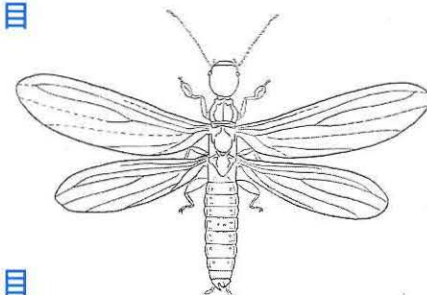
シロアリ目



34. シロアリ目

- 前脚跗節は広がる。

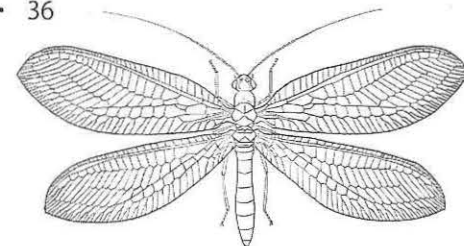
シロアリモドキ目



34. シロアリモドキ目

- 35 前胸の長さは幅と同じか、やや長い。

アミメカゲロウ目



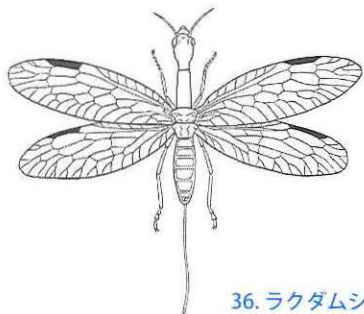
35. アミメカゲロウ目

- 前胸の長さは幅より長い。

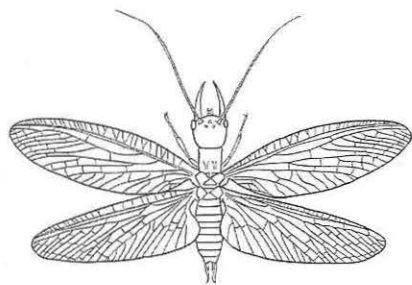
36

- 36 頭部は細長い卵形。触角が短い。
..... **ラクダムシ目**

- 頭部は卵形。触角はやや長い。
..... **ヘビトンボ目**



36. ラクダムシ目



36. ヘビトンボ目

Cグループ

【翅はいろいろな形に変形されている。
前翅は硬くなって後翅を覆う。】

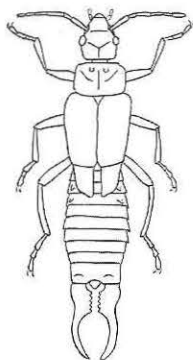
- 37 腹部にはさみのような硬い尾毛がある。
..... **ハサミムシ目**

- 腹部にピンセット状の尾毛はない。
..... 38

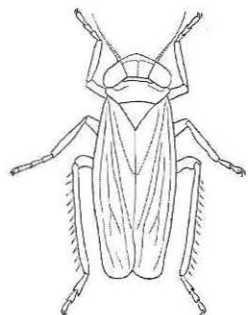
- 38 口器は吸うタイプ（ふつう長いくちばしをもつ）。..... 39

- 口器は噛むタイプ。..... 40

- 39 前翅は全体に均質。くちばしは頭部の後方（胸部に近い方）から生じている。
..... **カメムシ目（ヨコバイ亜目）**



37. ハサミムシ目



39. カメムシ目

- ほとんど常に前翅の基半部が厚くなり、先端部だけが膜状。くちばしは頭部の先端か、真下から生じる。

..... **カメムシ目（カメムシ亜目）**

- 40 前翅が偽平均棍。
..... **ネジレバナネ目**

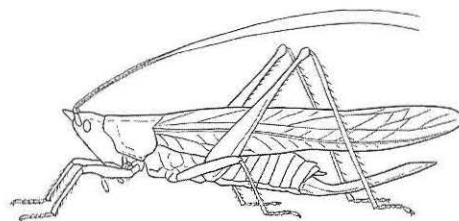
- 前翅に翅脈はない。左右の前翅は腹部上で直線上に接する（重ならない）。

..... **コウチュウ目**

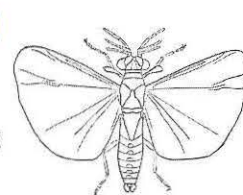
- 前翅には翅脈がある。静止状態では翅を腹部の上に畳んで乗せるか、左右の翅が重なる。

..... **バッタ目**

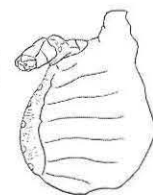
（あるいは、カマキリ目、ナナフシ目、ゴキブリ目。17, 18, 20 も見よ。）



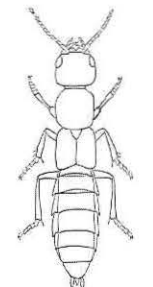
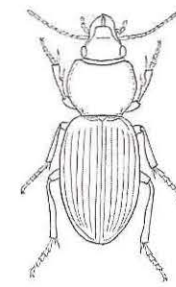
40. バッタ目



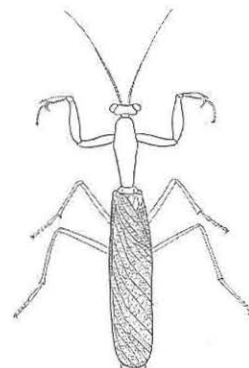
40. コウチュウ目



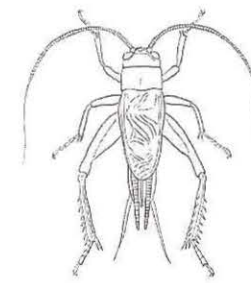
40. ネジレバナネ目



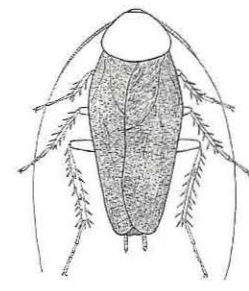
40. コウチュウ目



40. カマキリ目



40. バッタ目



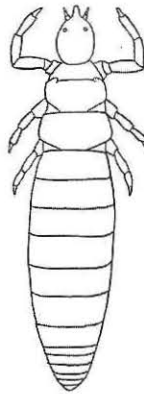
40. ゴキブリ目

昆虫の目別の解説

昆虫は33目(order)に分類されますが、研究者によって分類の扱いがこととなります。ここではおもに Grimaldi & Engel, 2005 の分類の扱いに従っています。

カマアシムシ目 (原尾目) Order Protura (Proturans)

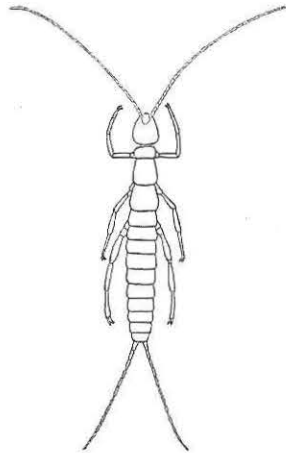
- ・0.5-2.0 ミリ
- ・前脚を持ち上げ、後ろの2対の脚で歩く
- ・単眼・複眼なし
- ・触角なし(前脚で代用)
- ・口器は針、噛めない
- ・体節から独立した尾節がある(唯一)
- ・土壌動物
- ・菌糸を吸収
- ・3回脱皮・節が増え11になる(増節変態)
- ・刺毛で分類
- ・7科730種(日本産4科63種)
- ・化石記録なし



カマアシムシ目

コムシ目 (双尾目) Order Diplura (Diplurans)

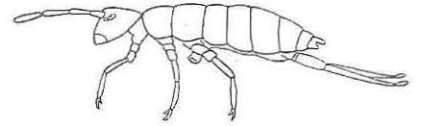
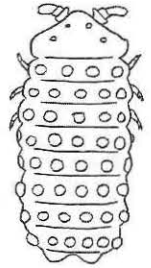
- ・3-50 ミリ, 白色
- ・単眼・複眼なし
- ・触角は数珠状
- ・口器は内顎型, 大顎があり噛める
- ・腹端の対をなす尾角(鋏状・ひも状)
- ・土壌動物
- ・2亜目
 - ナガコムシ(植物質を食す)
 - 4科
 - ハサミコムシ(捕食性)
 - 2科
- ・800種(日本産3科14種)
- ・古生代石炭紀



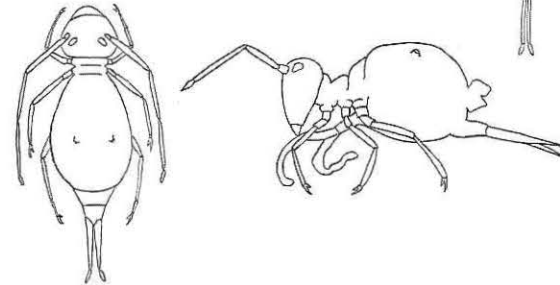
コムシ目

トビムシ目 (粘管目) Order Collembola (Springtails)

- ・1-6 ミリ
- ・単眼・複眼なし, 個眼あり
- ・触角4節, 雄では把握器に
- ・口器は内顎型, 噛める
- ・腹部6節: 1節目に腹管(水分を得る器官), 3節目に保体, 4節目に跳躍器
- ・多様な環境
- ・南極まで分布
- ・1平方メートルに4万個体
- ・変態せず, 成虫になっても脱皮
- ・間接受精
- ・古生代デボン紀(昆虫として最古)
- ・8,000種(日本産380種)
- ・農業害虫

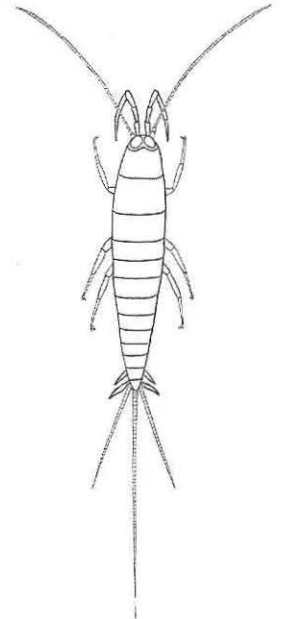


トビムシ目



イシノミ目 (古顎目) Order Archaeognatha [Microcoryphia] (Jumping Bristletails)

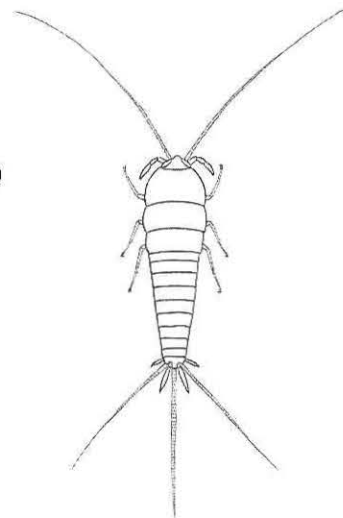
- ・鱗片に覆われる
- ・腹端に3本の糸状附属物(1本11腹節, 2本尾角)
- ・円筒型
- ・大きな複眼と2個の単眼
- ・2-9体節に尾突起
- ・樹木の幹や岩陰
- ・藻類を食べる
- ・2科450種(日本産1科14種)
- ・古生代デボン紀
- ・シミ目と合わせて一つの目「Archaeognatha または Thysanura」とすることもある



イシノミ目

シミ目 (総尾目) Order Zygentoma [Thysanura] (Silverfishes)

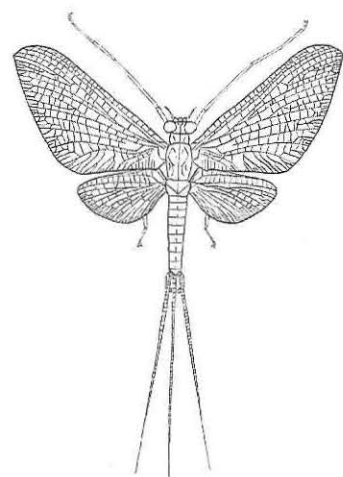
- ・鱗片に覆われる
- ・腹端に3本の糸状附属物 (1本11腹節, 2本尾角)
- ・扁平
- ・単眼なし
- ・1-6体節に尾突起は欠く
- ・乾燥した室内にすむ
- ・書物の害虫
- ・アリ・シロアリと共生するものもいる
- ・4科330種 (日本産9種)
- ・古生代デボン紀



シミ目

カゲロウ目 (蜉蝣目) Order Ephemeroptera (Mayflies)

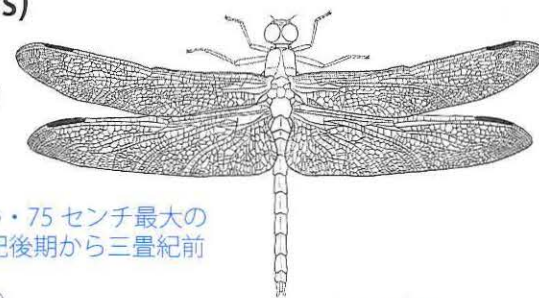
- ・口器は退化
 - 大顎の前方の結合部は独特
- ・複眼は上下に分かれるものが多い
- ・翅は背中に合わせて止まることが多い
- ・幼虫は気管鰓を持つ
- ・水生昆虫
- ・亜成虫を経過する
- ・釣り餌
- ・上下飛行
- ・2亜目23科2,400種 (日本産13科140種)
- ・古生代石炭紀後期



カゲロウ目

トンボ目 (蜻蛉目) Order Odonata (Dragonflies & Damselflies)

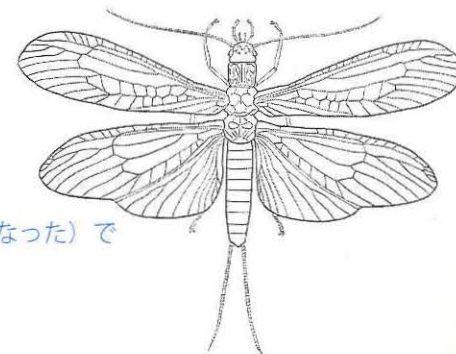
- ・翅に四角室・三角室がある
- ・脚, ほとんど歩けない
- ・特徴的な雄の尾角-オツナガリ
- ・幼虫は独特な下唇をもつ
- ・幼虫は水生昆虫
- ・古生代ペルム紀
- ・原トンボ目 (三角室を持たない・75センチ最大の昆虫メガネウラ) - 古生代石炭紀後期から三畳紀前期
- ・3亜目5,000種 (日本産190種)



トンボ目

カワゲラ目 (積翅目) Order Plecoptera (Stoneflies)

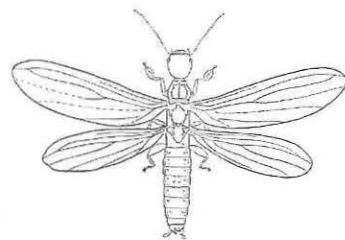
- ・扁平
- ・翅は柔らかい, 重ねて止まる
- ・口器はほぼ退化
- ・脚の基節は小さく, 跗節は3節
- ・前後翅は連結しない
- ・水生昆虫
- ・釣り餌
- ・雄交尾器 (射精管が反転して挿入器となった) で種の分類
- ・短翅, 無翅あり
- ・温帯に多い
- ・2亜目に分類
 - ミナミカワゲラ亜目 (南半球)
 - キタカワゲラ亜目
- ・3,500種 (日本産200種)
- ・古生代ペルム紀



カワゲラ目

シロアリモドキ目 (紡脚目) Order Embioptera (Web-spinners)

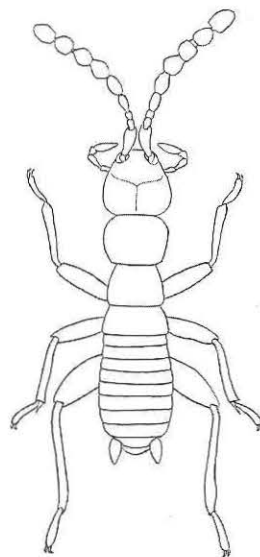
- ・肥大した前脚の第1跗節から糸を分泌、紡ぐ
- ・細長い
- ・口器は咀嚼型
- ・糸状の触角
- ・前後翅ほぼ同型 (後翅が退化)
- ・樹皮下で糸のトンネルを造り小規模な社会生活をする
- ・植食性
- ・360種 (日本産4種)
- ・新生代第三紀漸新世のバルチック琥珀



シロアリモドキ目

ジュズヒゲムシ目 (絶翅目) Order Zoraptera (Zorapterans)

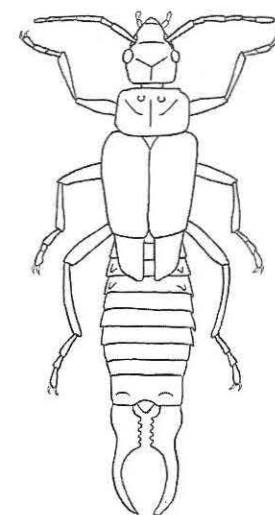
- ・3ミリ以下
- ・9節の数珠状触角
- ・頭部にY字形縫合線
- ・口器は咀嚼型
- ・有翅、無翅あり
- ・跗節は2節
- ・日本では未発見
- ・朽ち木や樹皮下
- ・旧北区以外の世界各地
- ・1科1属33種 (日本産0種)
- ・中生代白亜紀
- ・系統的位置不安定



ジュズヒゲムシ目

ハサミムシ目 (革翅目) Order Dermaptera (Earwigs)

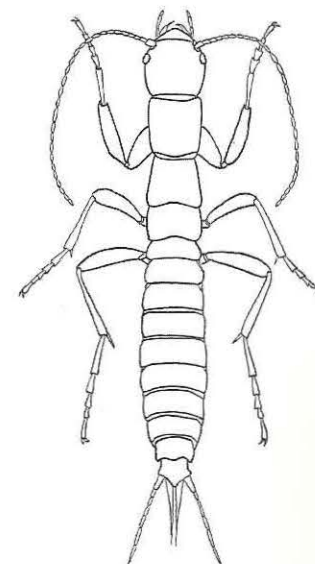
- ・腹端にハサミ (尾角) をもつ
- ・細長い, 4-80ミリ
- ・頭部は前口式
- ・口器は咀嚼型, 喉板退化
- ・単眼なし
- ・前翅は短い翅鞘, 後翅は半円形で大きい
- ・跗節は3節
- ・地表, 石の下, 地中
- ・腹部背板に臭腺もつものあり, 防御
- ・親が幼虫保護
- ・オニネズミ, コウモリの皮膚に寄生性のものあり
- ・熱帯に多い
- ・2,000種 (日本産5科21種)
- ・中生代ジュラ紀



ハサミムシ目

ガロアムシ目 (非翅目) Order Grylloblattodea (Rock crawler)

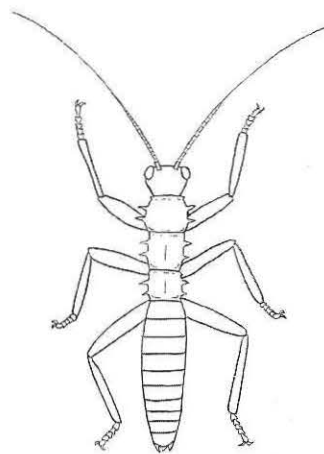
- ・細長い
- ・20ミリ
- ・頭部は前口式
- ・複眼退化, 単眼なし
- ・翅なし
- ・1腹板に反転して露出する胞囊あり
- ・日本ではフランス外交官ガロアが発見
- ・原直翅目に近縁, 原始的グループ
- ・化石種には翅があるものがある
- ・山地の石の下, 岩石の隙間など
- ・無変態 (成虫は跗節が広がる)
- ・北米北西と東アジア
- ・1科3属23種 (日本産6種)
- ・次ページのカカトアルキ目とガロアムシ目を合わせて「Notoptera 目」とすることもあ



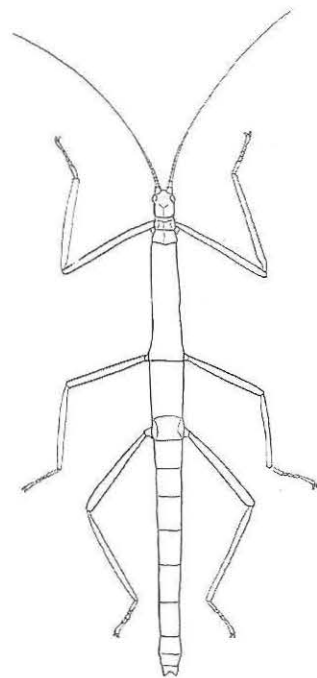
ガロアムシ目

カカトアルキ目 (踵歩目) Order Mantophasmatodea (Heel walkers)

- ・体長 1.5-2.0 センチ
- ・ナナフシに比べ胸部短い
- ・ナナフシの雌が持つ産卵管板状組織を欠く
- ・跗節先端の爪の間に大きな半円の爪間盤をもつ
- ・日本では未記録
- ・2004 年に記載された新しい目
- ・捕食性
- ・翅はない
- ・跗節先端を持ち上げて歩く
- ・3 科 11 属 15 種 (日本産 0 種)
- ・バルト海沿岸の 4500 万年前の化石あり
- ・ナミビアの標本がドイツの博物館で見つかる。その後、現地調査で再発見
- ・タンザニアの標本 (50 年前の採集品)
- ・新生代第三紀始新世



カカトアルキ目



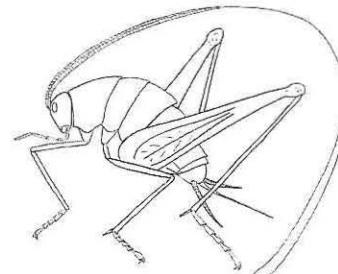
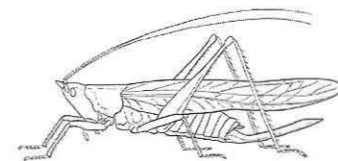
ナナフシ目

ナナフシ目 (竹節虫目) Order Phasmatodea (Walking sticks & Leaf insects)

- ・大型 33 センチまで
- ・木の枝に擬態
- ・口器は前口式
- ・翅のない種多い, 前翅は小さい
- ・卵は壺状
- ・鼓膜は欠く
- ・コノハムシ, 葉片状
- ・熱帯に多い
- ・2,500 種 (日本産 19 種)
- ・古生代ペルム紀前期
- ・2 亜目
 - ー チビナナフシ亜目 (北アメリカの一部だけ, 3 センチ)
 - ー ナナフシ亜目

バッタ目 (直翅目) Order Orthoptera (Grasshoppers, Crickets & Katydid)

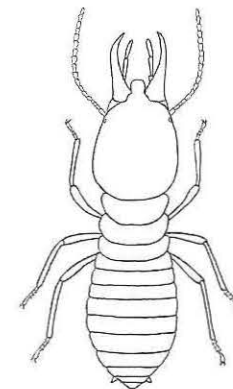
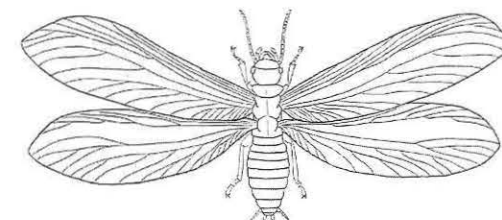
- ・鼓膜を持っている
- ・跳躍する後脚をもつ
- ・雌産卵管が発達
- ・2 亜目に分類
- ・バッタ亜目
 - ー バッタ
 - ー 太い触角, 腹部 1 節に鼓膜
 - ー 前翅と後腿節で発音
- ・キリギリス亜目
 - ー キリギリス, ケラ, コオロギ
 - ー 雄の前翅に発音器
 - ー 長い触角, 前脛節の基部に鼓膜
- ・鳴く虫
- ・極地・寒地以外の全世界
- ・2 万種 (日本産 22 科 230 種)
- ・古生代石炭紀後期



バッタ目

シロアリ目 (等翅目) Order Isoptera (Termites)

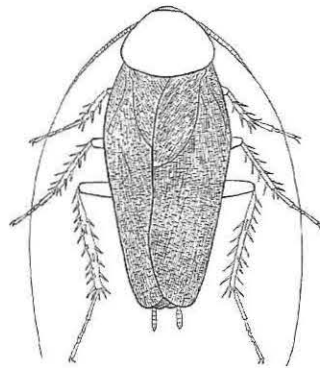
- ・10 センチの女王
- ・11 - 33 節の数珠状触角
- ・口器は咀嚼型
- ・中胸・後胸は腹部と一体
- ・生殖階級だけ翅あり
- ・前後翅同型 (後翅の退化)
- ・真性社会性をもつ
 - ー 女王, 王, 雌雄働きシロアリ
 - ー 階級分化をさせた最初の昆虫
- ・害虫: 植物質を食べる: 木材セルロースを分解できる原生動物との共生
- ・プラスチックやコンクリートも食べる (穿孔)らしい
- ・2,000 種 (日本産 13 属 25 種)
- ・中生代白亜紀
- ・古生代石炭紀にゴキブリから分化した



シロアリ目

ゴキブリ目 (蜚蠊目・網翅目) Order Blattaria (Cockroaches)

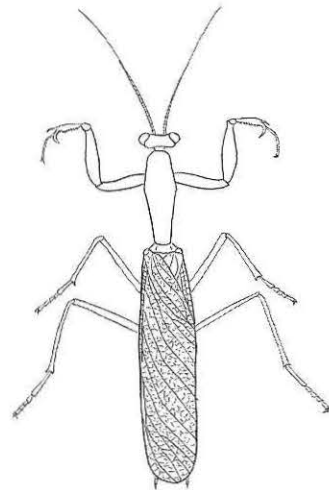
- ・2ミリから11センチまで
- ・扁平
- ・頭部は前胸背板に隠れ上から見えない
- ・単眼2個のみ
- ・前胃の砂嚢に6列の歯状骨片がある
- ・卵鞘をつくる
- ・半社会性の種もある
- ・共生原生動物をもつ種もある
- ・4亜目に分類
- ・大多数が野生種、一部が屋内
- ・屋内害虫
 - － クロゴキブリ
 - － ヤマトゴキブリ
 - － チャバネゴキブリ (外来)
- ・3,500種 (日本産13種)
- ・古生代石炭紀後期



ゴキブリ目

カマキリ目 (螳螂目) Order Mantodea (Mantids)

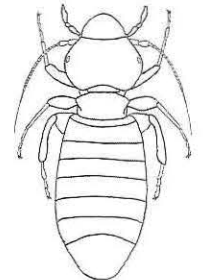
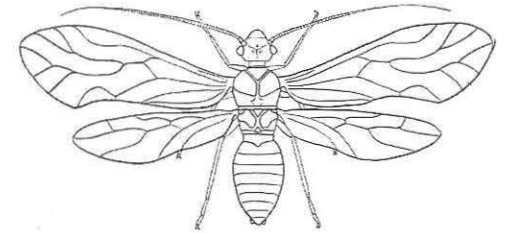
- ・前脚が鎌状の捕獲肢
- ・細長い、特に前胸
- ・三角形の頭、自由に動かせる
- ・ゴキブリから分化
- ・雌の分泌物で大きな卵鞘をつくる
- ・南米に鎌のないカマキリがいる (カマキラズ科)
- ・主に熱帯・亜熱帯 (緯度45度以下)
- ・1,800種 (日本産9種)
- ・中生代三畳紀前期



カマキリ目

チャタテムシ目 (嚙虫目) Order Psocoptera (Psocids)

- ・有翅の種が少ない
- ・頭部は大きく、下口型
- ・単眼と大きな複眼
- ・後頭楯がふくらむ
- ・触角糸状
- ・口器咀嚼型
- ・小顎の内葉は細長く硬化、自由に出し入れ
- ・翅脈は粗い
- ・スカシチャタテムシ科が障子の紙をかじる音から「茶たて」
- ・屋内害虫 (コナチャタテ)
- ・木の幹などで群れ
- ・熱帯に多い
- ・2,600種 (日本産83種)
- ・古生代ペルム紀前期

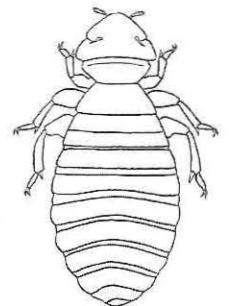


チャタテムシ目

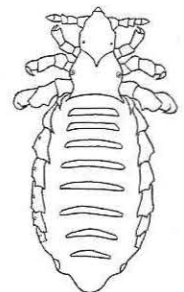
シラミ目 (虱目) Order Phthiraptera (Lice)

Orders Anoplura (シラミ)、Mallophaga (ハジラミ)

- ・体は扁平、翅はない
- ・多くの形質が退化、消失
- ・前口型
- ・単眼なし、複眼2個以下
- ・脚は寄生に適応
- ・噛む (ハジラミ)、噛めない (シラミ)
- ・爪1または1対 (ハ)、大きな1つ (シ)
- ・チャタテムシから進化して恒温動物に外部寄生
- ・寄主の毛や翅に粘液で固着
- ・ハジラミは鳥類・ほ乳類
 - － 世界中、南極からの昆虫の記録は鳥とアザラシのハジラミである
 - － 2,800種 (日本産151種)
- ・シラミはほ乳類 (コウモリ・ゾウ・クジラにはいない)
 - － 世界各地
 - － 500種 (日本産40種)
 - － 発疹チフスなどを媒介
- ・新生代第三紀前期



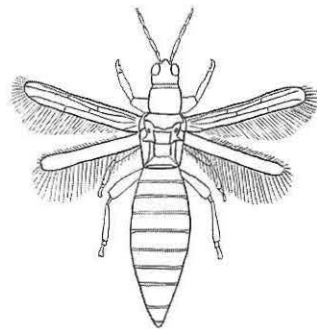
ハジラミ目



シラミ目

アザミウマ目 (総翅目) Order Thysanoptera (Thrips)

- ・体は0.6—6ミリ
- ・頭部は長い
- ・複眼は大きい個眼のあつまり、単眼3つ
- ・触角短い6—10節
- ・短い口吻、右の大顎を欠く：左右非対称
- ・中胸から自由に動く
- ・翅は細長く、長い縁毛に縁取られる
- ・跗節は1, 2節
- ・不完全変態、成虫になるまえに摂食しない「蛹期」がある
- ・作物・園芸害虫
- ・熱帯に多い
- ・6,000種 (日本産176種)
- ・古生代ペルム紀



アザミウマ目

カメムシ目 (半翅目) Order Hemiptera (Bugs)

- ・長い口吻 (細長く伸びた下唇、前方に溝、そこに小顎刺針と小顎刺針が埋まる)、左右対称、精巧な吸収型口器、小顎肢と下唇肢は欠く
- ・小顎刺針には2つの溝 (唾液排管と吸管)

カメムシ亜目 (異翅亜目) Heteroptera

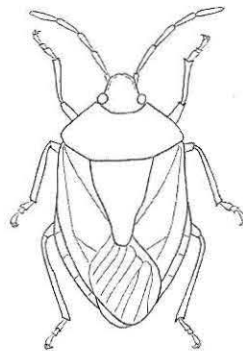
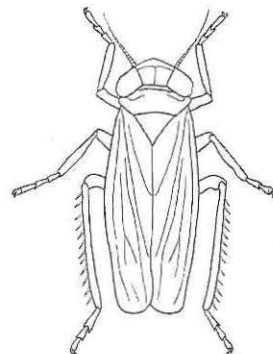
- 前翅が半翅鞘
- 頭楯あたりから口吻がでる

ヨコバイ亜目 (同翅亜目) Homoptera

- 翅は屋根型に畳む
- 頭楯の後方から口吻がでる

- ・悪臭をはなつ不快昆虫 (カメムシ)・風物詩 (セミ)
- ・多様：害虫、水生、寄生あり
- ・臭腺は幼虫期は背面、親は腹面に開く (カ)
- ・古生代ペルム紀 (カ)
- ・35,000種 (カ)
- ・カイガラムシなど定着あり、単為生殖 (ヨ)
- ・古生代石炭紀後期 (ヨ)
- ・5万種 (ヨ)
- ・(2,848種) (カ・ヨ)

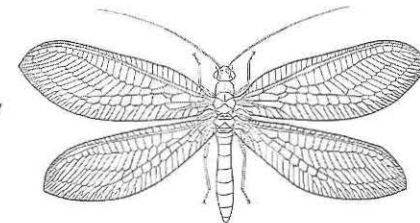
【カ：カメムシ亜目；ヨ：ヨコバイ亜目】



カメムシ目

アミメカゲロウ目 (脈翅目) Order Neuroptera (Alderflies, Dobsonflies, Fishflies, Snakeflies, Lacewings, Antlions, Owlflies)

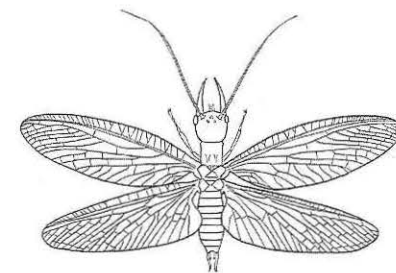
- ・成虫、口器咀嚼型
- ・触角糸状・尾角なし
- ・翅の結合よわい、前後同型、まれに後翅変形
- ・幼虫の捕食性口器
- ・アリジゴクはウスバカゲロウの幼虫、クサ (臭) カゲロウ (卵はうどんげの花)、ツノトンボ
- ・カマキリモドキ (過変態：幼虫に2型ある)
- ・17科4,000種 (日本産11科120種) (日本産157種—ア、ヘ、ラ)
- ・古生代ペルム紀前期



アミメカゲロウ目

ヘビトンボ (亜) 目 (広翅目) (Sub)Order Megaloptera

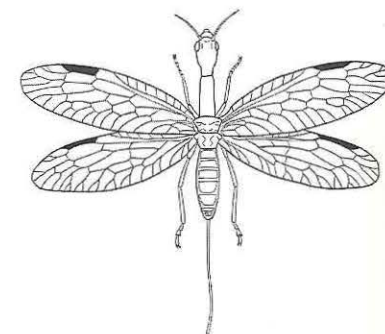
- ・大型・硬い頭部、大きな大顎
- ・翅の縁紋は不明瞭
- ・産卵管はない
- ・灯りに来る
- ・大顎で噛む
- ・幼虫は水棲
- ・孫太郎虫 (疳の薬)
- ・センブリ (小型)
- ・300種 (日本産20種)
- ・古生代ペルム紀前期



ヘビトンボ目

ラクダムシ (亜) 目 (駱駝虫目) (Sub)Order Raphidioptera

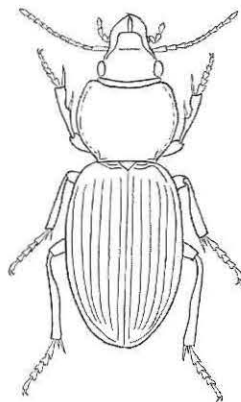
- ・20ミリ・前胸の独特な長く伸びた形
- ・前口式
- ・突出した複眼
- ・前後翅に明瞭な縁紋
- ・長い産卵管
- ・幼虫は樹皮下
- ・他昆虫を捕食
- ・繭は作らない
- ・2科150種 (日本産2種)
- ・古生代ペルム紀前期



ラクダムシ目

コウチュウ目 (鞘翅目) Order Coleoptera (Beetles)

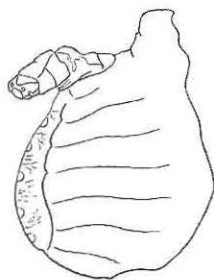
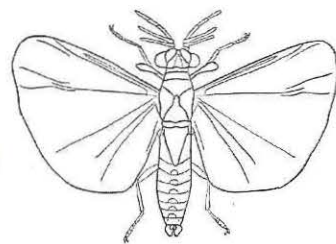
- ・前翅が鞘翅 elytra, 後翅で飛翔
- ・前翅に覆われた部分の腹部は柔らかい
- ・8-9 腹節が交尾器となり、交尾器は遠眼鏡状に腹部に引き込まれている
- ・口器は咀嚼型
- ・完全変態 (一部過変態)
- ・多様: 陸生・水生, 植食性, 捕食性などなど
- ・37 万種 (日本産 9,869 種), 全生物の 4 分の 1 以上の種数、実際は数倍ともいわれる
- ・古生代ペルム紀前期



コウチュウ目

ネジレバネ目 (撚翅目) Order Strepsiptera (Twisted-wing parasites)

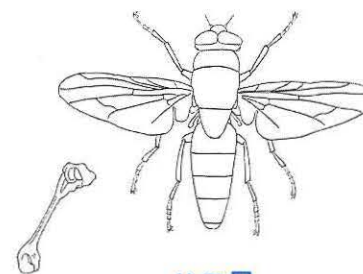
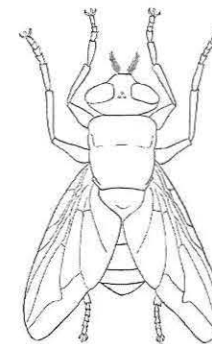
- ・雄: 5 ミリが最大
- ・小眼があつまった複眼
- ・触角 4-7 節は櫛状
- ・前翅は偽 (擬) 平均棍
- ・大きな後翅で飛翔, 数本の翅脈
- ・小楯板舌状
- ・転節欠く, 跗節にも爪なし (例外あり)
- ・雌は無脚の蛆 (寄生), 脱皮殻に包まれ生涯をおくる
- ・卵巣ない (分散)
- ・生殖口は腹面に数カ所
- ・育溝 (体と脱皮殻の間) がある
- ・過変態
- ・寄生性 (原始的なのは自由生活)
- ・寄生されたホストは去勢される
- ・ホスト: シミ, ハチ, アリ, ウンカ, ヨコバイ, カメムシ, コオロギ, バッタなど
- ・交尾: 育溝が頭と胸の間で開くのでここから雄交尾器を挿入する; シミネジレバエでは雌の体に雄の針形交尾器を突き刺す (頭以外ならどこでもいい)
- ・卵数約 1,000 個, 最大 75 万個
- ・600 種 (日本産 47 種)
- ・新生代第三紀始新世



ネジレバネ目
(上: ♂; 下: ♀)

ハエ目 (双翅目) Order Diptera (Flies)

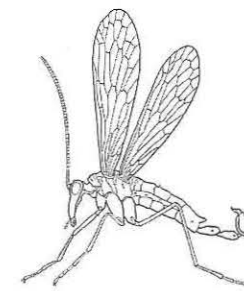
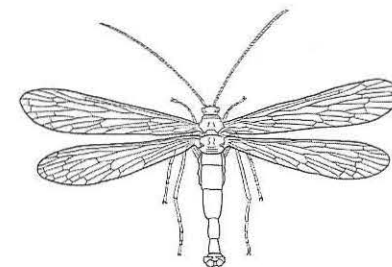
- ・吸収型口器
- ・後翅は平均棍, 前翅でうまくよく飛ぶ
- ・形態の特殊化著しい
- ・中胸大きく, 後胸小さい
- ・咀嚼型口器は変化し, 多様: 大顎はほとんど退化; 小顎も部分的に残るのみ; 下唇は吻を形成し先端が唇弁となる; 下咽頭が発達, 唾液腺が開く
- ・幼虫の口器は口鉤
- ・力垂目
 - 糸角の触角
- ・ハエ垂目
 - 短角の触角
- ・生活は多様: 寄生コウモリバエ
- ・幼虫は水中・土中・有機物内
- ・社会性はない
- ・病原虫の媒介
- ・分解者ウジ・花粉媒介者
- ・10 万種 (日本産 5,352 種)
- ・中生代三疊紀前期



ハエ目

シリアゲムシ目 (長翅目) Order Mecoptera (Scorpionflies, Hangingflies)

- ・翅を屋根形に畳む
- ・雄, 交尾器を持ち上げる
- ・頭部は下方に吻状にのびる
- ・祖先的: 前後翅は同形, 脈相も同じ
- ・祖先的: 中・後胸も同形
- ・咀嚼型口器は退化
- ・頭楯, 上唇間は縫合線ない
- ・交尾器 (把握器) は発達
- ・後脚先端が鎌状の捕獲器 (ガガンボモドキ)
- ・草の上
- ・幼虫は地中
- ・470 種 (日本産 44 種)
- ・古生代ペルム紀前期

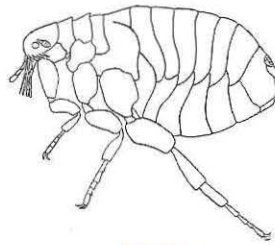


シリアゲムシ目

ノミ目 (隠翅目)

Order Siphonaptera (Fleas)

- ・左右に扁平
- ・1-3ミリ
- ・翅ない
- ・皮膚硬い、剛毛多い
- ・複眼小さく、単眼ない
- ・短い触角、頭部に埋まる
- ・口器は大顎欠く、伸びた上咽頭と小顎内葉が吻になり吸血
- ・中・後脚発達、良く跳ねる
- ・毛の間を素早く動く
- ・ホスト (ほ乳類・鳥の体表と巣) は特異性のあるものとジェネラリストがいる；体温が下がると逃げ出す
- ・幼虫は巣内のゴミを食べる；畳の下
- ・ヒトノミ絶滅危惧種？
- ・ペスト媒介
- ・1,800種 (日本産71種)
- ・中生代白亜紀前期 (温血鳥類・ほ乳類に対応)

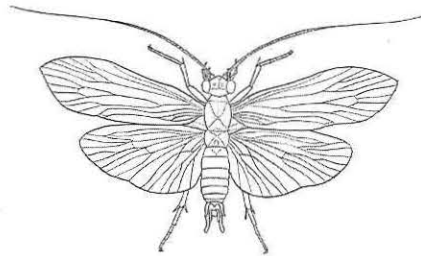


ノミ目

トビケラ目 (毛翅目)

Order Trichoptera (Caddisflies)

- ・翅は毛で覆われ、屋根型に畳む
- ・10ミリ以下多い、20ミリ最大
- ・口器咀嚼型、大顎退化、小顎小さい、下唇は下咽頭と融合し反転し突出した「吸器」となる
- ・触角糸状
- ・単眼ない
- ・翅脈に横脈が少ない
- ・幼虫、下唇に絹糸腺がある
- ・水辺の昆虫・燈火に集まる
- ・ほとんど夜行性
- ・幼虫は筒巣をつくる
- ・釣り餌 (川虫)
- ・雌がY染色体をもつ (唯一)
- ・7,000種 (日本産356種)
- ・古生代ペルム紀前期

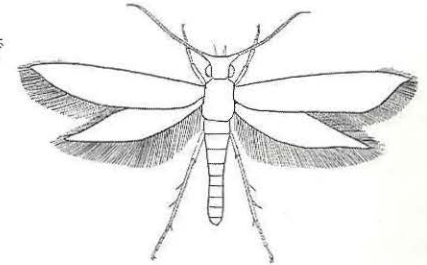
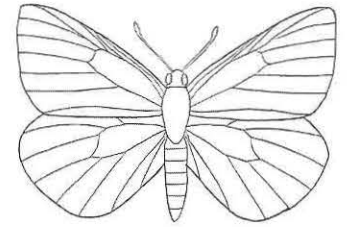


トビケラ目

チョウ目 (鱗翅目)

Order Lepidoptera (Butterflies, Moths)

- ・翅は鱗粉で覆われる
- ・単眼2個
- ・巧みに飛ぶ
- ・小顎の外葉が細く伸びて合一し口吻となった、普段はゼンマイとしてしまわれる
- ・コバネガなどでは噛む大顎がある
- ・触角多様：フェロモンの関係
- ・翅形は前後翅同形 (祖先的) から異形まで
- ・後翅が小さく前翅と連結
- ・幼虫、咀嚼型口器
- ・幼虫、腹脚を持つ
- ・幼虫は刺毛列で分類
- ・チョウとガ (便宜的な分け方)
- ・16万種 (日本産5,100種)
- ・中生代三畳紀



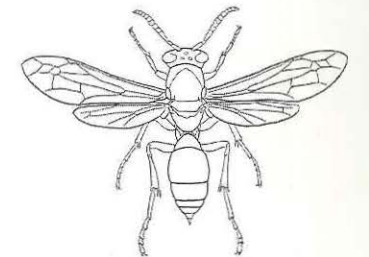
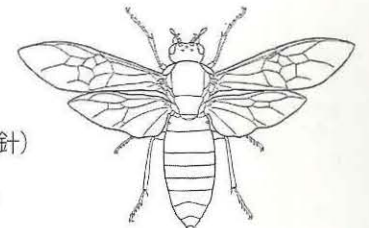
チョウ目

ハチ目 (膜翅目)

Order Hymenoptera

(Sawflies, Parasitic wasps, Ants, Wasps, Bees)

- ・0.139 (コスタリカの Mymaridae) - 50ミリ
- ・8腹板起源の産卵管を持つ、変化して刺す針 (毒針)
- ・前翅より後翅小さく、後翅の上向きの鉤で連結
- ・後胸は退化 (後翅の筋肉はない)
- ・翅脈の変形
- ・口器、咀嚼型、大顎は発達、小顎と下唇が変形 (ハナバチ・シタバチなど)
- ・植物食：ハバチ、キバチ
- ・寄生性：コバチ、ヒメバチ
- ・捕食性：狩りバチ
- ・孤独性から真性社会性
- ・ハバチ亜目 (広腰)
- ・ハチ亜目 (細腰) 腹柄
- ・13万種 (日本産4,152種)
- ・中生代三畳紀後期



ハチ目

昆虫の目一覧表

目別分類表 (Grimaldi & Engel, 2005 をもとに作成)

汎甲殻上綱 (Pancrustacea)

六脚上綱 (Hexapoda)

●内腮綱 (Entognatha)

○無尾角亜綱 (Ellipura)	双尾目 (コムシ目) Diplura	古生代石炭紀後期—現在
	原尾目 (カマアシムシ目) Protura	?—現在
	粘管目 (トビムシ目) Collembola	古生代デボン紀—現在
●昆虫綱 (Insecta) [真性昆虫類・外腮類 (Ectognatha)]		
○単関節丘亜綱 (Monocodylea)	古顎目 (イシノミ目) Archaeognatha	古生代デボン中期—現在
	[モヌラ目 Monura]	古生代石炭紀後期—ペルム紀【絶滅】
○双関節丘亜綱 (Dicondylia)	総尾目 (シミ目) Zygentoma	古生代石炭紀後期—現在
■有翅昆虫下綱 (Pterygota)		
[旧翅節 (Paleoptera)]	蜉蝣目 (カゲロウ目) Ephemeroptera	古生代石炭紀後期—現在
□Metapterygota		
◆ムカシアミバネ類 Palaeodictyoptera	古網翅目 (ムカシアミバネ目) Palaeodictyoptera+Permothemistida	古生代石炭紀後期—ペルム紀後期【絶滅】
	疎翅目 (ムカシカゲロウ目) Megasecoptera	古生代石炭紀後期—ペルム紀【絶滅】
	ディクリプテラ目 Dicliptera	古生代石炭紀【絶滅】
	明翅目 (アケボノスケバムシ目) Diaphanopteroidea	古生代石炭紀後期—ペルム紀【絶滅】
◆Odonoptera	ゲロブテラ目 Geroptera	古生代石炭紀【絶滅】
◇Holodonta	原蜻蛉目 (オオトンボ目) Protodonata	古生代石炭紀後期—中生代三疊紀前期【絶滅】
	蜻蛉目 (トンボ目) Odonata	古生代ペルム紀初期—現在
◆新翅節 (Neoptera)		
△原翅類 Protoptera	バオリダ目 Paoliidae	古生代石炭紀前期【絶滅】
△多新翅類 Polyneoptera	原直翅目 (ムカシギス目) Protorthoptera	古生代石炭紀前期—中生代三疊紀【絶滅】
▲Anartioptera	非翅目 (ガロアムシ目) Grylloblattodea	古生代ペルム紀前期—現在
	躍歩目 (カカトアルキ目) Mantophasmatodea	新生代第三紀始新世—現在
	革翅目 (ハサミムシ目) Dermaptera	中生代ジュラ紀前期—現在
○襍翅系 (上目) 系 Plecopterida	古襍翅目 (ムカシカワゲラ目) Protoplecoptera	古生代ペルム紀—中生代白亜紀【絶滅】

襍翅目 (カワゲラ目) Plecoptera

古生代ペルム紀前期—現在

原襍翅類 (アケボノカワゲラ目) Protoplecoptera

古生代ペルム紀【絶滅】

紡脚目 (シロアリモドキ目) Embioptera

新生代第三紀漸新世バルチック琥珀—現在

絶翅目 (ジュズヒゲムシ目) Zoraptera

中生代白亜紀—現在

○直翅系 (上目) Orthopteridae

竹節虫目 (ナナフシ目) Phasmatodea

古生代ペルム紀後期—現在

直翅目 (バッタ目) Orthoptera

古生代石炭紀後期—現在

華翅目 (カロネウラ目) Caloneuroidea

古生代石炭紀後期—ペルム紀【絶滅】

大翅目 (オオバッタ目) Titanoptera

中生代三疊紀【絶滅】

原甲翅目 (ムカシサヤバネムシ目) Protelytroptera

古生代ペルム紀【絶滅】

○網翅系 (上目) Dictyoptera

蟷螂目 (カマキリ目) Mantodea

中生代三疊紀前期—現在

網翅目 (ゴキブリ目) Blattaria

古生代石炭紀後期—現在

等翅目 (シロアリ目) Isoptera

中生代白亜紀前期—現在

○所属不明 Incertae sedis

矮翅目 (ムカシチビ目) Miomoptera

古生代石炭紀後期—中生代ジュラ紀前期【絶滅】

舌翅目 (オオサヤバネムシ目) Glosselytroidea

古生代ペルム紀前期—中生代ジュラ紀後期【絶滅】

△新性類 Phalloneoptera, Eumetabola

▲準新翅類 Paraneoptera

○咀顎上目 Psocodea

啮虫目 (チャタテムシ目) Psocoptera

古生代ペルム紀前期—現在

食毛・虱目 (シラミ・ハジラミ目) Phthiraptera

新生代第三紀始新世—現在

○節顎上目 Condylgnatha

総翅目 (アザミウマ目) Thysanoptera

古生代ペルム紀前期—現在

半翅目 (カメムシ目) Hemiptera

古生代石炭紀後期—現在

異翅亜目 (カメムシ亜目) Heteroptera

古生代ペルム紀—現在

同翅亜目 (ヨコバイ亜目) Homoptera

古生代石炭紀後期—現在

▲完全変態類 Holometabola, Endopterygota

鞘翅目 (コウチュウ目) Coleoptera

古生代ペルム紀前期—現在

燕翅目 (ホジレバネ目) Strepsiptera

新生代第三紀始新世—現在

○脈翅上目 Neuropterida

駱駝虫目 (ラクダムシ目) Raphidioptera

古生代ペルム紀後期—現在

広翅目 (ヘビトンボ目) Megaloptera

古生代ペルム紀前期—現在

脈翅目 (アミメカゲロウ目) Neuroptera

古生代ペルム紀前期—現在

○膜翅上目 Hymenopterida

膜翅目 (ハチ目) Hymenoptera

中生代三疊紀後期—現在

○長節上目 Panorpidia, Mecopterida

●注管類 Antliophora

長翅目 (シリアゲムシ目) Mecoptera

古生代ペルム紀前期—現在

隱翅目 (ノミ目) Siphonaptera

中生代白亜紀前期—現在

双翅目 (ハエ目) Diptera

中生代三疊紀前期—現在

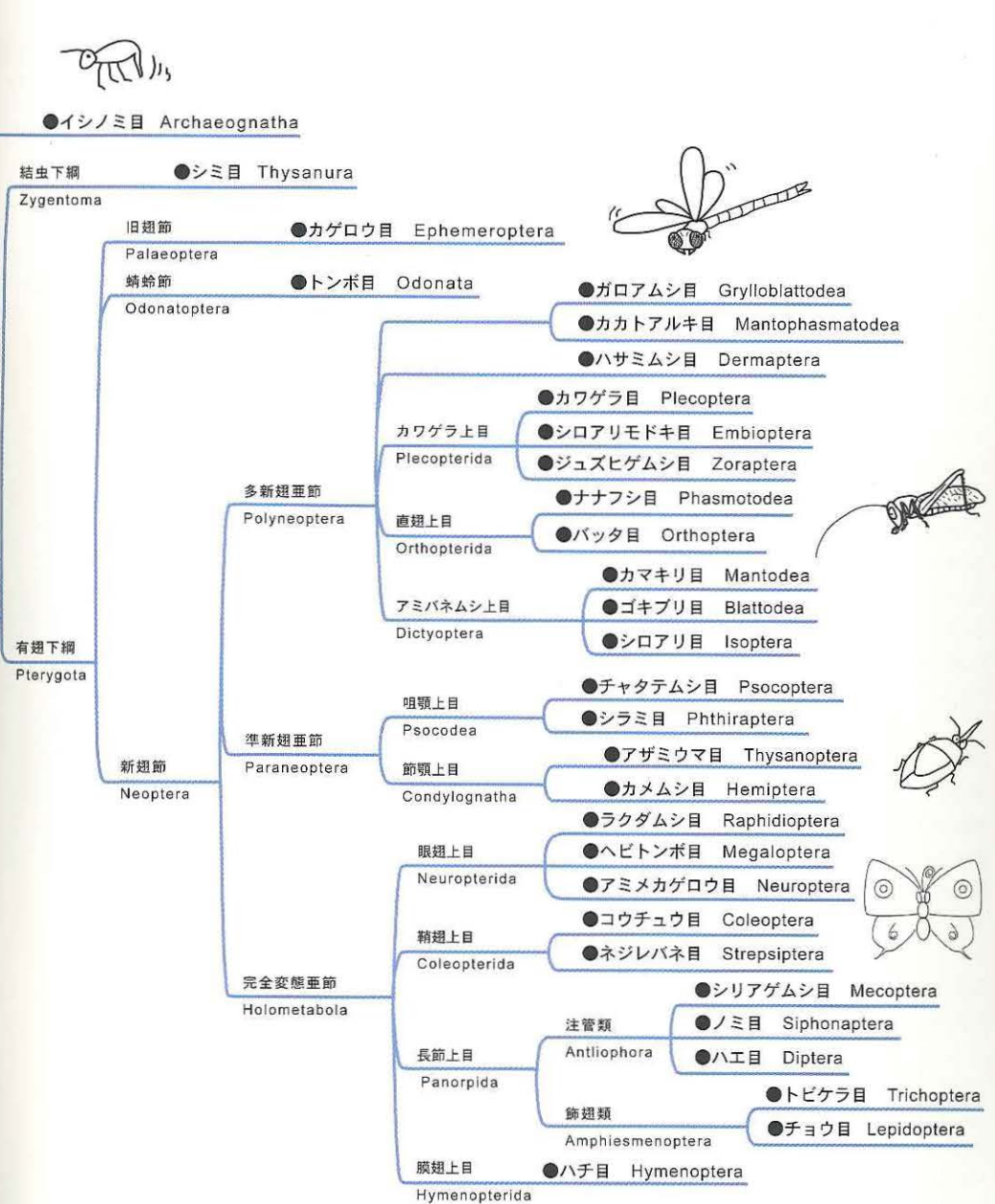
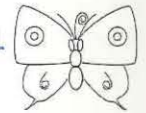
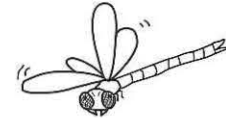
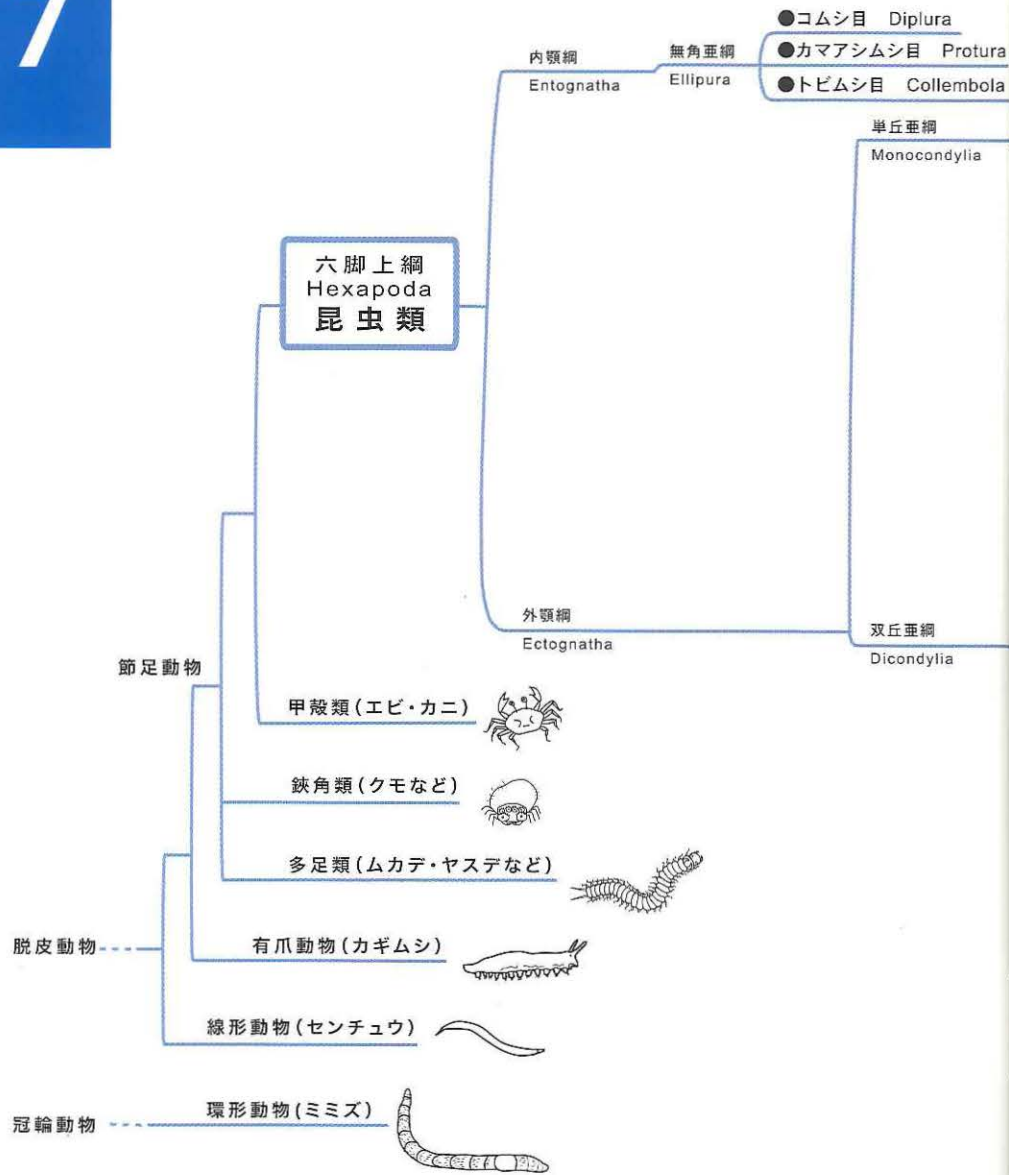
●飾翅類 Amphiesmenoptera

毛翅目 (トビケラ目) Trichoptera

古生代ペルム紀前期—現在

鱗翅目 (チョウ目) Lepidoptera

中生代三疊紀—現在



- Aguinaldo, A.M.A., Turbeville, J.M., Linford, L.S., Rivera, M.C., Garey, J.R., Raff, F.A. & Lake, J.A., 1997. *Nature*, 387: 489-493.
- Aspöck, U., & Aspöck, H., 2008. *System. Entomol.*, 33: 97-127.
- Bitsch, C., & Bitsch, J., 1998. *Annal. Soc. Entomol. France*, 34: 339-363.
- Börner, C., 1910. *Biol. Zentral.*, 30: 636-641.
- Campbell, B.C., Steffen-Campbell, J.D., Sorensen, J.T. & Gill, R.J., 1995. *System. Entomol.*, 20 (3): 175-194.
- Carapelli, A., Frati, F., Nardi, F., Dallai, R. & Simon, C., 2000. *Pedobioogia*, 44: 361-373.
- Carver, M., Gross, G. F. & Woodward, T.E., 1991. Hemiptera. In Naumann, I.D. (ed.), *The Insect of Australia*. 1 (2nd ed.), pp. 429-509. Cornell Univ. Press, Ithaca: New York.
- Castro, L.R., & Dowton, M., 2007. *System. Entomol.*, 37: 60-69.
- Caterino, M.S., Shull, V.L., Hammond, P.M. & Vogler, A.P., 2002. *Zool. scripta*, 31: 41-49.
- Cranston, P.S., & Gullan, P.J., 2003. Carde, R.T., & Resh, V.H. (eds.), *Encyclopedia of Entomology*. pp. 882-898. Academic / Elsevier.
- Crowson, R.A., 1981. *The Biology of the Coleoptera*. Academia Press: London.
- Dallai, R., Lupetti, P., Afzelius, B.A. & Frati, F., 2003. *Zoomorphology*, 122: 211-220.
- Edgecombe, G.D., & Giribet G., 2007. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 151-170.
- Engel, M.S., & Grimaldi, D.A., 2004. *Nature*, 427: 627-630.
- Grimaldi, D.A., & Engel, M.S., 2005. *Evolution of the insects*. 755 pp. Cambridge University press.
- Grassi, B., 1888. *Atti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei*, 4: 543-606.
- Henning, 1969. *Insect Phylogeny*. Wiley, Chichester, UK.
- Hirst, S., & Maulik, S., 1926. *Geolog. Mag.*, 63: 69-71.
- Huelsenbeck, 1998. *Syst. Biol.*, 47(3): 519-537.
- Hunt, T., Bergsten, J., Levkanicora, Z., Papadopoulou, A., John, O, Wild, R.St., Hammond, P.M., Ahrens, D., Balke, M., Caterino, M.S., Gómez-Zunta, J., Ribera, I., Barralough, T.G., Bocakova, M., Bocak, I. & Vogler, A., 2007. *Science*, 318: 1913-1916.
- Jarzembowski, E. A., 2003. *Acta zoologica cracoviensia*, 46 (suppl. - Fossil Insect): 25-36.
- Kjer, M.K., 2004. *System. Biol.*, 53 (3): 506-514.
- Kjer, K.M., Carle, F.L., Litman, J. & Ware, J., 2006. *Arthropod Sys., Phylogen.*, 64(1): 35-44.
- Kristensen, N.P. 1981. *Annu. Rev. Entomol.*, 26: 135-157.
- Kristensen, N.P., 1991. Naumann, I.D. (ed.), *The Insect of Australia*. 1 (2nd ed.), pp. 125-140. Cornell Univ. Press, Ithaca: New York.
- Kukalová-Peck, N.P., 1987. *Canad. J. Zool.*, 65: 2327-2345.
- Kukalová-Peck, J., 1991. Naumann, I.D. (ed.), *The Insect of Australia*. 1 (2nd ed.), pp. 141-179. Cornell Univ. Press, Ithaca: New York.
- Luan, Y.X., Mallart, J.M., Xie, R.-D., Yang, Y.-M. & Yin, W.-Y., 2005. *Mol. Biol. Evol.*, 22 (7): 1579-1592.
- Lyal, C.H.C., 1985. *Bull. British Mus. (Nat. Hist.)*, Ent., 51: 187-346.
- 町田龍一郎, 2006. *昆虫と自然*, 41(9): 9-13.
- MacNaughton, R.B., Cole, J.M., Dalrymple, R.W., Braddy, S.J., Briggs, D.E.G & Lukie, T.D., 2002. *Geology*, 30(5):

- 391-394.
- Martynov, A.V., 1925. *Z. Morphol. Okol. Tiere*, 4: 465-501.
- 小野展嗣, 1996. クモ形類 (クモ綱) 総説. *日本動物第百科* 8. 昆虫 1. 平凡社. 12-15 pp.
- 大原昌宏・前川光司・矢部衛, 2008 a. 第4章 古生代前期における魚類の進化、陸上生態系の出現と初期進化. 沢田健・綿貫豊・西弘・柝内新・馬渡峻輔 (編), *地球と生命の進化学 新・自然史科学 I*. 北海道大学出版会, 札幌. 69-91 pp.
- 大原昌宏, 2008 b. 第1編 序論, 第1章 昆虫の系統分類と進化. 10-22 pp. 下澤樞夫・針山孝彦 (監修) *昆虫ミメティックス ～昆虫の設計に学ぶ～*. NTS, 東京. 949 pp.
- 大原昌宏, 2010. *昆虫 (ニューシリーズ)*, 13(2): 83-92.
- Rasnitsyn, A.P., 1999. *Russian Entomol. J.*, 8: 145-54.
- Regier, J.C., Wilson, H.M. & Shultz, J.W., 2005. *Molec. Phylogen. Evol.*, 34(1): 147-158.
- Rolfe, W.D.I., & Beckett, C.M., 1984. *Special papers in Palaeontology*, 32: 27-37.
- Ross, H.H., 1965. *A Textbook of Entomology*. 3rd ed. Wiley: New York.
- 篠原明彦, 2008. 岩槻邦男・馬渡峻輔 (監修)、石川良輔 (編), *バイオディバーシティ・シリーズ* 6. 節足動物の多様性と系統. pp. 371-394. 裳華房.
- Sierwald, P., & Bond, J.E., 2007. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 402-20.
- Simiczjew, B., 2002. *Acta Zoologica (Stockholm)*, 83: 61-66.
- Wheeler, J.B., Whiting, M.F., Wheeler, Q.D. & Carpenter, J.M., 2001. *Cladistics*, 17: 113-169.
- Whiting, M.F., 2000. Gazzoni, D.L. (ed.), *Abstract of XXI International Congress of Entomology, Foz do Iguassu, Brasil 20-26 August 2000*. p. 931. Embraps Londrian: Brasil.
- Whiting, M.F., 2002 a. *Zool. scripta*, 31: 3-15.
- Whiting, M.F., 2002 b. *Zool. scripta*, 31: 93-104.
- Whiting, M.F., & Wheeler, W.C., 1994. *Nature*, 368: 696.
- Whiting, M.F., Carpenter, J.C., Wheeler, Q.D. & Wheeler, W.C., 1997. *System. Biol.*, 46: 1-68.
- 吉澤和徳, 2008. 岩槻邦男・馬渡峻輔 (監修), 石川良輔 (編), *バイオディヴァーシティ・シリーズ* 6. 節足動物の多様性と系統. pp. 297-329. 裳華房.
- Yoshizawa, K., & Johnson, K.P., 2003. *Molec. Phylogen. Evol.*, 29: 102-114.
- Yoshizawa, K., & Johnson, K.P., 2006. *System. Entomol.*, 31: 350-361.

これまでに発行された
パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ

- | | |
|--|---|
| 1 昆虫（初級）採集・標本作製 編 | 大原 昌宏・澤田 義弘
2009年3月31日 |
| 2 きのこと（初級・中級）ハラタケ目編
付：ハラタケ目アセタケ科の分類（上級） | 小林 孝人・高橋 英樹
2009年12月31日 |
| 3 DNA（初級）編 | 小林 憲生・館 卓司
2009年8月31日 |
| 4 植物（初級）採集・標本作製 編 | 加藤 ゆき恵・高橋 英樹
2010年2月28日 |
| 5 土器（初級）土器の観察・記録 編 | 小野 裕子
2010年6月28日 |
| 6 土壌ダニ（初級・中級）採集・標本作製 編 | 高久 元・島野 智之・
芝 実・岡部 貴美子・唐澤 重考
2011年3月31日 |
| 7 鉄器の観察・記録・保存法（初級）編 | 天野 哲也・大西 凛・斉藤 遼
2011年3月31日 |
| 8 マルハナバチ属昆虫（中級）編 | 稲荷 尚記・伊藤 誠夫
2011年3月31日 |
| 9 石器（初級）編 | 高倉 純
2011年3月31日 |
| 10 鉱床（中級）鉱床鉱物の観察・同定 編 | 鳥本 淳司・松枝 大治
2011年3月31日 |
| 11 昆虫（初級）目までの分類と同定 | 大原 昌宏・澤田 義弘
2012年3月31日 |

「パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ」は、HSCUP からダウンロードすることができます。

<http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/index.jsp>

パラタクソノミスト 養成講座 ネットワーク

パラタクソノミスト養成講座を
受講しませんか？

市民・学生・教員・
学芸員・環境アセス調査員の方へ

昆虫は好きだけど、正しい標本の作り方がわからない。
標本は作っているけど、名前が調べ方がわからない。
ちょっと専門的な解剖もしてみたいけど教えてくれる人がいない・・・
そんな時は、パラタクソノミスト(準分類学者)養成講座を受けてみましょう！初級、中級、上級とレベルにあわせてスキルアップができます。

パラタクソノミストとは

学術標本・サンプルを正しく同定し整理する能力を有する者で、環境調査・環境教育において必要とされる人材です。準分類学者は、生物学分野、地球科学分野、考古学分野等の専門家をサポートします。
中級は初級修了者及び経験のある一般市民・大学生を対象に実習・講義を行います。上級は中級修了者を対象に専門的な実習・講義を行います。
各講座修了者(準分類学者)証を発行します。

2012年
●北大総合博物館
1月21日(土)～22日(日)
鉱床(中級) 松枝大治 (8名:定員中級修了者)
1月28日(土)～29日(日)
鉱床(上級) 松枝大治 (4名:定員中級修了者)
2月 4日(土)～ 5日(日)
岩石(上級) 在田一則 (2名:定員中級修了者)
2月11日(土)
本講座(上級) 守屋直人 (10名:本講座中級修了者)
2月18日(土)
昆虫(中級)かんしき 山本英生 (12名:昆虫初級修了者)
●釧路市立博物館
1月28日(土)
昆虫(初級) 大原昌宏 (10名)
●士別市立博物館
2月25日(土)～26日(日)
植物(初級) 持田 誠(帯広百年記念館 学芸調査員、北海道大学総合博物館 資料部研究員)



パラタクソノミスト養成講座を
開催しませんか？

博物館・公民館・社会教育機関の方へ

博物館の学芸員は植物が専門。昆虫の標本作りや岩石の同定の講座を開きたいのだが・・・
そんな時は、パラタクソノミスト養成講座ネットワークに登録しましょう！
北海道内の研究者や専門家が講師になります。

パラタクソノミスト養成講座の講師として、
分類学を教えますか？

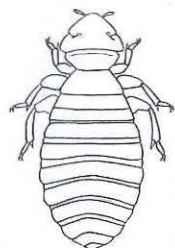
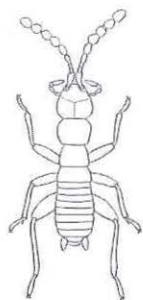
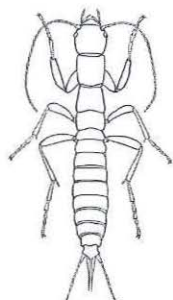
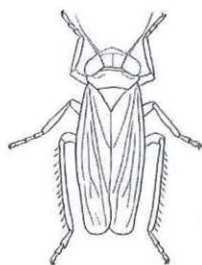
生物学・地質学・考古学の
学術資料を扱う研究者・分類学者の方へ

大学で考古学を研究しているが、一般市民にもっと遺跡や遺物に興味を持ってもらいたい。でも、一般市民向けの講座を開く機会が少ないなあ・・・
そんな時は、パラタクソノミスト養成講座ネットワークに登録しましょう！
北海道内の博物館や公民館で、市民向け講座を用意します。

パラタクソノミスト養成講座関係のお問い合わせ、
詳細は以下のウェブサイトをご覧ください。

<http://www.museum.hokudai.ac.jp/patnet>

パラタクソノミスト養成講座ネットワーク (PATNET)
事務局：北海道大学総合博物館 / 060-0810 札幌市北区10条西8丁目
ネットワーク運営：北海道大学総合博物館・札幌市博物館活動センター・小樽市総合博物館・旭川市科学館サイバル・帯広百年記念館・釧路市立博物館
協賛：財団法人北海道新聞野生物学協会



パラタクソノミスト養成講座・ガイドブックシリーズ 11

パラタクソノミスト養成講座
昆虫（初級）目までの分類と同定編

著：大原昌宏／澤田義弘
図：田中眞理／澤田義弘／大原昌宏

2012年3月31日発行

北海道大学総合博物館、札幌

協賛：財団法人 北海道新聞野生生物基金

