

コガネムシ上科における後翅前縁微細構造の形態比較

野村周平¹⁾・斉藤一哉²⁾・北川一敬³⁾

¹⁾ 国立科学博物館 動物研究部 (nomura@kahaku.go.jp)

²⁾ 東京大学生産技術研究所

³⁾ 愛知工業大学 工学部機械学科

Microstructures on the Frontal Margin of the Hind Wings of Coleoptera in the Superfamily Scarabaeoidea

Shûhei NOMURA, Kazuya SAITO and Kazutaka KITAGAWA

Abstract. In 19 species of beetles in the superfamily Scarabaeoidea, the following microstructures on the basal side of anterior margin of the hind wing were observed by SEM: 1) one or two lines of hooks directed externally, 2) bellows-like structures present just inside the internal-most hinge, 3) spinules occurring, usually, on the bellows-like structures. The variation and taxonomic distribution of these features are described.

緒言

筆者の一人、野村はかねてよりカブトムシ *Trypoxylus dichotomus* (Linnaeus, 1771) の体表微細構造に関心をもち、本誌にも数回にわたって関連の論文を発表してきた(野村, 2014, 2015, 野村・枝廣, 2015)。2015年4月に、同じく筆者の一人、北川と面談した際、北川によるコガネムシ類の飛翔プロセスに関する研究成果の中で、カブトムシ他コガネムシ科3種において、後翅前縁部に微細構造が観察されていることを知り、大いに興味を持った。

これをきっかけとして野村が独自にカブトムシおよび甲虫各種における同様の微細構造について調査したところ、オサムシ上科、ハネカクシ上科でも類似の構造を発見することができた。これらの構造は甲虫後翅前縁の第1屈曲点(最も基部に近い折り畳み点)の前後に生じている。野村は第2著者斉藤と連絡を取り、その構造や機能について検討を進めるとともに、甲虫の6上科8科26種についてこの部位のSEM写真を多数撮影した。以上の結果を取りまとめて、2015年の日本甲虫学会の席上、3名の連名で、口頭発表を行った(野村・斉藤・北川, 2015)。

これらの微細構造について、これまでに包括的な研究がなされた例を筆者らは知らない。しかし、後翅の体軸方向の折り畳みは、野村の知る限り、コウチュウ目以外ではわずかにハサミムシ目で知られる程度であって、甲虫の進化の上で極めて重要な機能である。これらの微細構造が、甲虫における後翅の折り畳みや、飛翔そのものに関与するとすれば、機能的、系統的に極めて重要な構造であることは論を待たない。

本稿では、3種類の微細構造が確認されたコガネムシ上科に絞り込んで、これまでの調査結果を以下に示す。なお、前述の口頭発表(野村・斉藤・北川, 2015)では、フクロウ(鳥)のセレーションになぞらえて、微細構造の一つを「セレーション」と呼んでいた。しかし、これら2者は、明らかに非相同の形質であり、部位についても形状についても異なっており、機能についても類似であることは証明されていないので、この用語を当てはめることは不適切である。したがって以下の説明において、この構造については「カギヅメ構造」と称する。

材料と方法

後翅前縁の微細構造について観察を行った科、種、サンプルの性別、およびその採集データについては、以下のとおりである。なお、コガネムシ上科の分類体系については「日本産コガネムシ上科標準図鑑」(岡島・荒谷監修, 2012)に準拠した。ただしタマオシコガネ亜科(ダイコクコガネ亜科を含む)とマグソコガネ亜科については、便宜上、旧来用いられている「食糞群」と呼び、それ以外の亜科を「食葉群」と呼んだ部分がある。

ツヤハダクワガタ *Ceruchus lignarius* Lewis, 1883, ♂, 大分県九重黒岳, 12. xi. 1994, 漆山誠一採集。

キュウシュウニセコリクワガタ *Platycerus urushiyamai* Imura, 2007, ♂, 福岡県英彦山, 4. v. 1981, 野村採集。

ノギリクワガタ *Prosopocoilus inclinatus inclinatus* (Motschulsky, 1857), ♂, 茨城県つくば市実験植物園, 26-30. vii. 2013, 野村採集。

ミヤマクワガタ *Lucanus maculifemoratus maculifemoratus* Motschulsky, 1861, ♂, 東京都檜原村三頭山 (1,100 m), 16–23. vii. 2008, 高野宏之採集.

ムネアカセンチコガネ科

ムネアカセンチコガネ *Bolbocerosoma nigroplagiatum* (Waterhouse, 1875), ♂, 茨城県つくば市実験植物園, 9. vi. 2015, 野村採集.

センチコガネ科

オオセンチコガネ *Phelotrupes auratus auratus* (Motschulsky, 1857), ♀, 東京都奥多摩町, 22. v.–8. vii. 2015, 亀澤洋採集.

コガネムシ科

タマオシコガネ亜科 (ダイコクコガネ亜科を含む)

タイワンダイコクコガネ *Catharsius molossus* (Linnaeus, 1758), ♂, Deo Pha Din, Son La Province, N Vietnam, 24. vi. 1997, 野村採集. 本種以下3種については, 益本仁雄博士ならびに木内信氏に見ていただき, 種名についての示唆を受けた.

Gymnopleurus sp., ♂, Mt. Tam Dao (950–1,100 m), Vinh Phu Province, N Vietnam, 21–27. ix. 1995, 倉橋弘採集.

マグソコガネ亜科

オオフタホシマグソコガネ *Aphodius elegans* Allibert, 1847, ♂, Deo Tram Ton (1,970 m), Lao Cai Province, N Vietnam, 2–8. x. 1995, 野村採集.

カブトムシ亜科

カブトムシ *Trypoxylus dichotomus dichotomus* (Linnaeus, 1771), ♂, 茨城県つくば市実験植物園, 26–30. vii. 2013, 野村採集.

スジコガネ亜科

ドウガネブイブイ *Anomala cuprea* (Hope, 1839), 性別不明, 茨城県つくば市実験植物園, 23. v. 2015, 野村採集.

アオドウガネ *Anomala albopilosa albopilosa* (Hope, 1839), 性別不明, 東京都大田区蒲田本町, 5. vii. 2015, 野村採集.

マメコガネ *Popillia japonica* Newman, 1841, 性別不明, 山梨県韮崎市穂坂町, 2. vii. 2015, 野村採集.

ウスチャコガネ *Phyllopertha diversa* Waterhouse, 1875, ♂, 東京都大田区東京港野鳥公園, 27. iv. 2015, 野村採集.

ヒラタハナムグリ亜科

ヒラタハナムグリ *Nipponovalgus angusticollis angusticollis* (Waterhouse, 1875), ♀, 採集デー

タは上に同じ.

トラハナムグリ亜科

オオトラフハナムグリ *Paratrachius doenitzi* (Harold, 1879), ♂, 山梨県大月市松姫峠 (1,250 m), FITによる, 1–8. vii. 2004, 野村採集.

ハナムグリ亜科

コアオハナムグリ *Gametis jucunda* (Faldermann, 1835), ♀, 東京都大田区東京港野鳥公園, 27. iv. 2015, 野村採集.

カナブン *Pseudotrynorhina japonica* (Hope, 1841), ♂, 東京都瑞穂町高根山遊歩道, 8–13. vii. 2010, 野村採集.

アオカナブン *Rhomborhina unicolor unicolor* Motschulsky, 1861, ♀, 山梨県小菅村小菅沢, 13–19. viii. 2009, 野村採集.

以上の標本を解剖して後翅を外し, 温湯にししばらく浸漬して軟化した後, 広げた形でガラスシャーレ上で乾燥させた. これを取り外して台紙上にマウントし, キーエンス社製デジタルマイクロスコプシステム VHX-2000 + VHX-D510 形式の SEM を用い, 非蒸着, 加速電圧 1.2 kv で観察した. また, カブトムシなど一部の種については, 電顕試料台に両面テープでサンプルを貼付し, 日本電子社製のオートファインコータ (スパッタリング装置) JEOL JFC-1600 を用いて, 金パラジウム合金 (Au+Pd) による蒸着を行った. これを日本電子社製 JEOL JSM-6380LV を用いて観察し, 写真撮影を行った. すべての観察と写真撮影は加速電圧 10 ~ 20kv で行った.

上に挙げたキーエンス社製の機体では, SEM 写真だけではなく, CCD 写真も撮影することができるので, 本稿に用いた CCD 写真はすべてこれによって撮影した.

観察結果

本項ではまず, 発見の端緒となったカブトムシの後翅前縁微細構造について解説する. さらにコガネムシ上科で観察された3種の微細構造のそれぞれについて, 上科内での分布や変異について記述する.

1) カブトムシにおける後翅前縁微細構造

カブトムシの身体がまだ柔らかいうちに, 後翅をひろげて展翅標本を作製し, 十分に乾燥させたのち, 後翅前縁を前方から観察すると, 図 1A に a, b で示した2種の微細構造が観察される.

a は, 後翅基部から第1屈曲点までの間に, 前縁の最も太い翅脈である亜前縁脈 (subcosta) の腹面

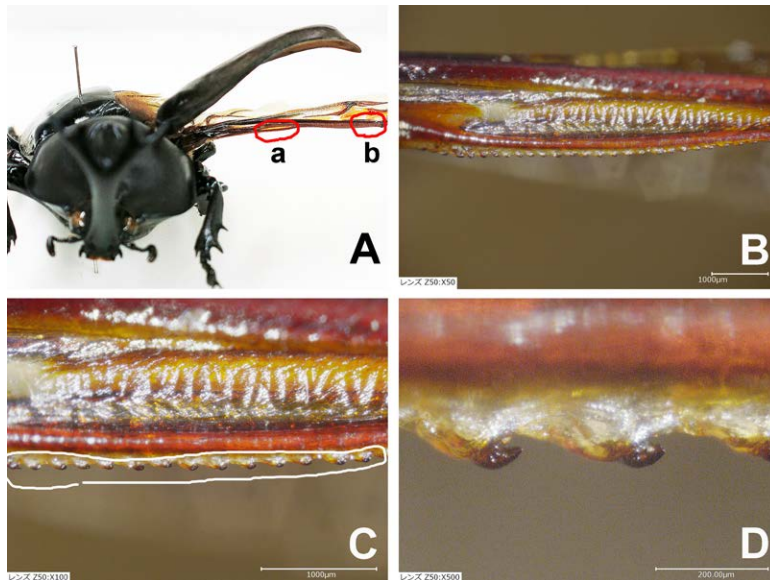


図1. カブトムシ♂前面（2微細構造の位置を示す）およびカギヅメ構造のCCD写真. A, カブトムシ♂前面（a, カギヅメ構造；b, 蛇腹構造）；B, カギヅメ構造50倍；C, 同左100倍（白線囲みはカギヅメ構造の位置を示す）；D, 同左500倍.

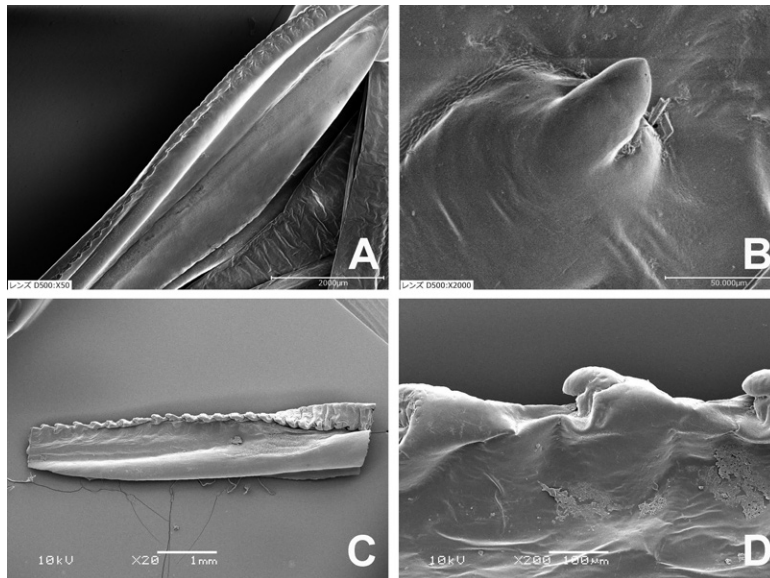


図2. カブトムシ♂におけるカギヅメ構造SEM写真. A, 左後翅前縁腹面50倍；B, 同左2000倍；C, 右後翅前縁腹面20倍；D, 同左200倍.

側に1列に並ぶカギヅメ状構造である（図1B-D）。カギヅメは鳥のくちばしの上半分のような形をした突起である。すべての突起が翅の先端へ向かっている。突起のサイズは長さ50～100 μm、幅30～50 μm、高さ50～100 μmである。並んだ突起の間隔はおおよそ150～300 μmである。CCD写真（図1B～D）による観察では、突起の先端部が濃褐色で、基部とは異なっているが、SEM観察（図2）によると、分節ではなく一体であることが明らかである。

bは、第1屈曲点のやや基方に位置する蛇腹構造（図3, 4）である。これは後翅の前縁に沿って、多数のうねが繰り返し連続する構造である。高くなっ

た山部分と、低くなった谷部分があり、谷部分は体軸と直交する方向へ走る。一つのうねの幅、あるいはうねの頂点同士の間隔は、部位によってやや変異があるが、カブトムシの場合には、100～200 μmであることが多いようである（図4B, C）。

蛇腹構造は、実体顕微鏡やCCD画像（図3）ではゆるやかな起伏にしか見えないが、SEM画像（図4）では、連続した規則的な起伏であり、しかもかなり複雑な構造であることがわかる。多くの場合、蛇腹のうねとうねとの間の谷部分は直線状ではなく、蛇行する川のV字谷のようにジグザグになっている。起伏の状態は、蛇腹の部分によっても多

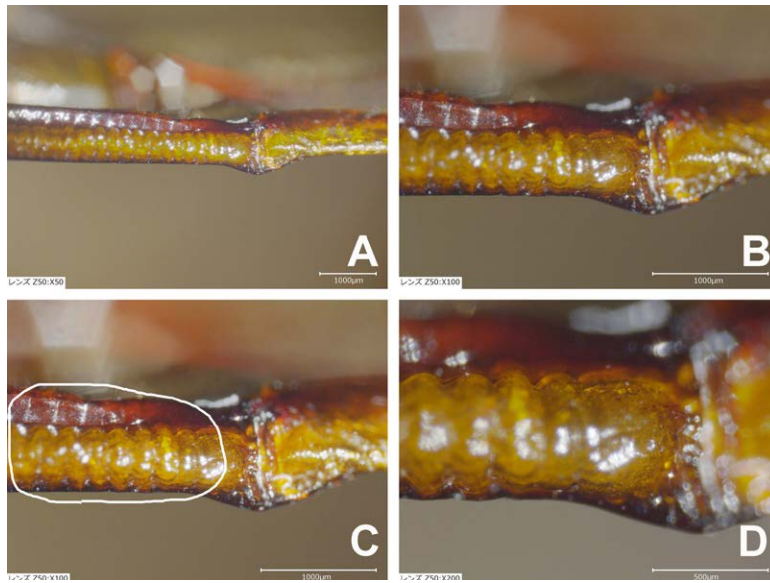


図3. カプトムシ♂における後翅前縁蛇腹構造のCCD写真.
A, 50倍; B, 100倍; C, 200倍; D, 500倍.

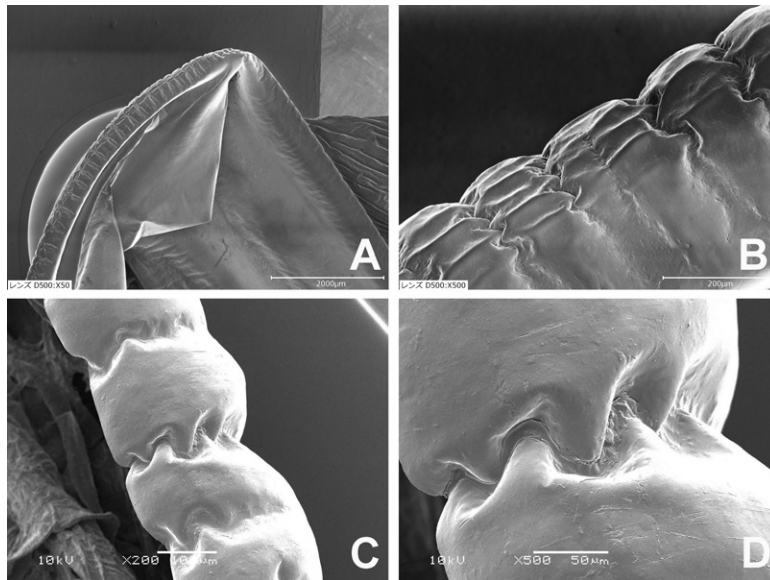


図4. カプトムシ♂における後翅前縁蛇腹構造のSEM写真.
A, 50倍; B, 500倍; C, 別位置200倍; D, 同左500倍.

少異なっており、例えば図4BとDでは、同一個体の同じ蛇腹の上でありながら、かなり異なった形に見える。しかしこれらは、間にいくつかの中間的な形態を挟んだ連続的な変異の2つの部分である。筆者の一人斉藤はこれらの形態を、折紙によって再現した(図5)。図5AとBは図4Bの蛇腹構造を再現した折紙モデルである。図5Cはその展開図であり、折紙の世界で「なまこ」として知られるパターンと類似している。図4Dでは折線が曲線に変化しているが、この形状は図5Dに示すハフマン・タワーに近い。「なまこ」は動きの自由度が高く柔軟に変形するので、医療用ステントグラフト

など展開構造への応用も検討されている。これらの蛇腹構造は翅脈の屈曲部周辺に見られることから、構造の柔軟性を上げ曲げ強度を高める効果を持つと予想されるが、このような複雑な折線パターンになっている理由はさらに調査が必要である。

2) コガネムシ上科におけるカギヅメ構造の分布と変異

カギヅメ構造は後翅前縁部の腹面側に1列に、まれに2列に並んだ鳥のくちばし状の突起である。本構造はクワガタムシ科では認められなかった。センチコガネ科とムネアカセンチコガネ科には存

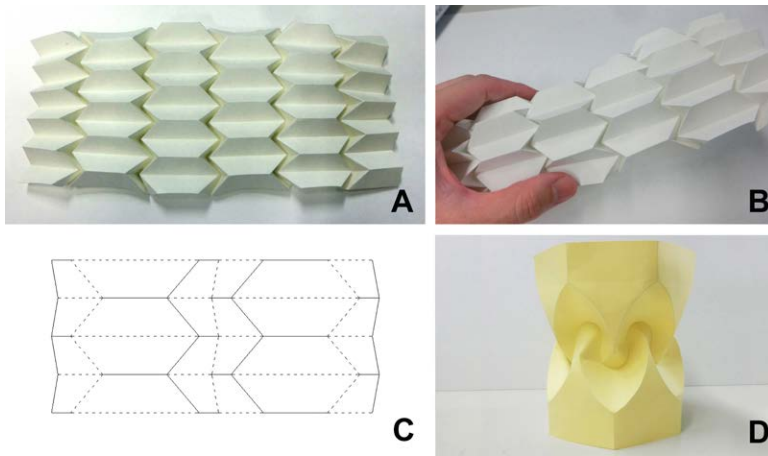


図5. カブトムシ♂後翅前縁の蛇腹構造のモデル化。A, 図4Bに示される蛇腹構造の折り紙による再現；B, 同左；C, 同左設計図；D, 図4Dに示される構造の折り紙による再現。

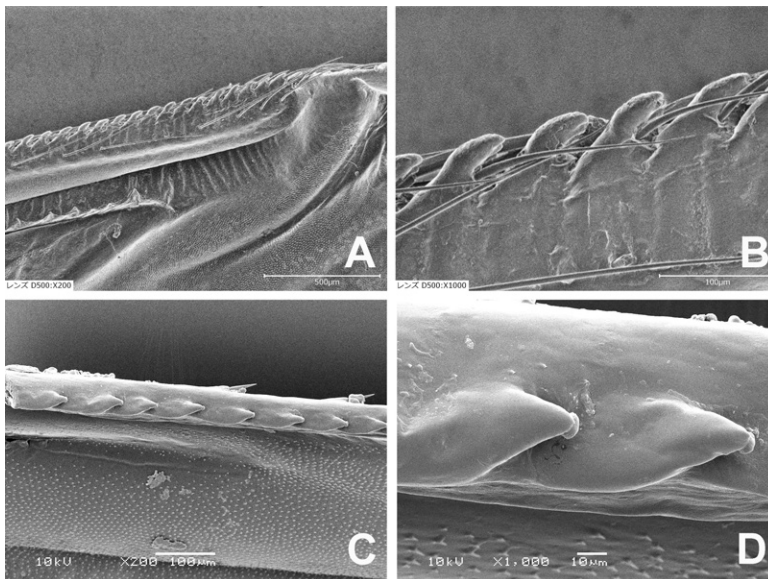


図6. コガネムシ上科各種におけるカギヅメ構造のSEM写真1/2。A, ムネアカセンチコガネ200倍；B, 同左1000倍；C, オオセンチコガネ200倍；D, 同左1000倍。

在する（図6）。コガネムシ科では、食糞群には全く認められなかったが、食葉群では今回検したすべての種に存在することが確認された。

ムネアカセンチコガネでは、細型で先端の鈍い突起列を1列にそなえる（図6B）。オオセンチコガネでは、やや幅広の突起列であるが、先端はやはり鈍い（図6D）。

本構造は、カブトムシに見られるように、第一屈曲部よりもずっと基部側に見られることが多い。コガネムシ科では、図7に示すように、突起の形状や間隔には変異が多い、これは種ごとの変異ばかりではなく、同一個体内でもかなり明らかな変異がある。サイズにはかなりの変異があり、前項でカブトムシでは50～100 μmであるとした。しかしドウガネブイブイでは100 μmを明らかに超える突起もある（図7A）。一方で身体の小さなヒラ

タハナムグリでは50 μmに満たない（図7E）。突起のサイズが体長と比例しているかどうかについては、今回の研究では明らかでない。

突起は、ほとんどの場合、基部から後翅の先端方向へ向かっているが、しかし今回検した中で唯一例外であったのがオオトラフハナムグリである（図7F）。本種ではカギヅメ突起は、まっすぐ翅の先方へは向かっておらず、わずかに（20～40°）前方（頭部の方向）へ傾いている。

カギヅメ構造の突起列は1列、ときに2列と記したが、分布域のすべてにわたって2列の突起列が認められた例はない。2列となる場合は常に部分的であって、基本的に1列であることには例外はない。部分的に2列となる例としては、図7では、アオカナブン（図7I）が顕著である。ドウガネブイブイ（図7A）、アオドウガネ（図7B）も2列で

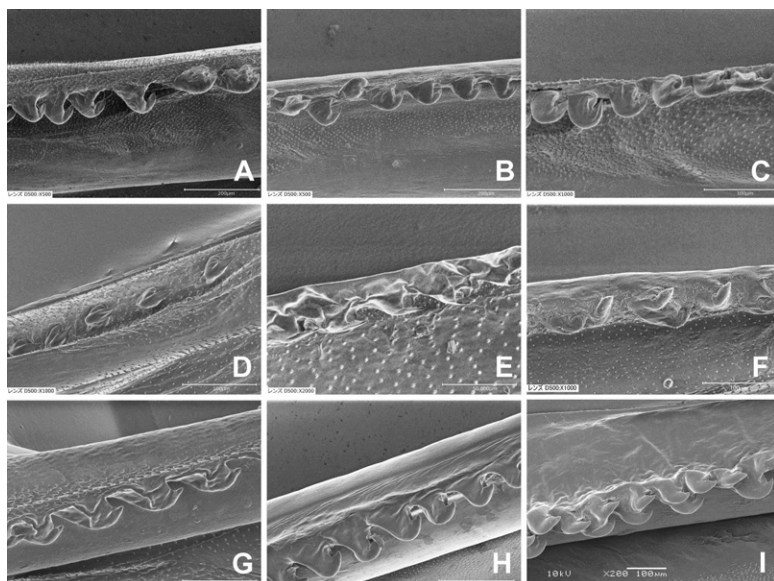


図7. コガネムシ上科各種におけるカギツメ構造のSEM写真2/2. A, ドウガネブイブイ500倍; B, アオドウガネ500倍; C, マメコガネ1000倍; D, ウスチャコガネ1000倍; E, ヒラタハナムグリ1000倍; F, オオトラフコガネ1000倍.

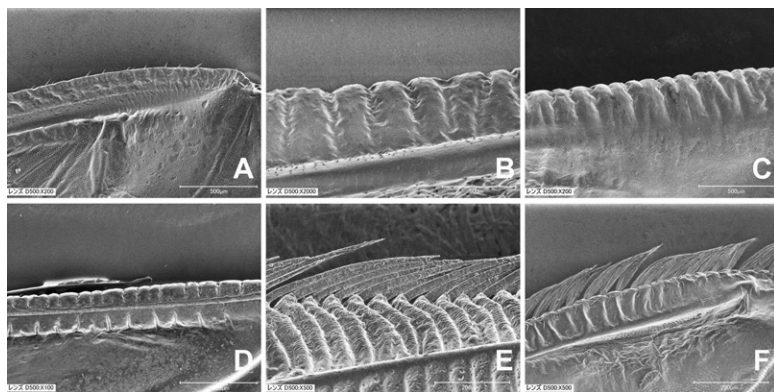


図8. コガネムシ上科各種における蛇腹構造のSEM写真1/2. A, ツヤハダクワガタ200倍; B, キュウシュウニセコリクワガタ2000倍; C, ノコギリクワガタ200倍; D, ミヤマクワガタ100倍; E, *Gymnopleurus* sp. 500倍; F, オオフタホシマダココガネ500倍.

ある可能性がある。

3) コガネムシ上科における蛇腹構造の分布と変異

蛇腹構造は後翅前縁第一屈曲部の基部側に連なる、比較的浅いうね状の起伏である。この起伏は規則的な繰り返し構造であるが、例えば図8Aに示すツヤハダクワガタの場合などでは、繰り返し構造は不明瞭であり、蛇腹構造があるとは認めがたい。多くの場合、うねの上面は比較的平滑であるが、種または部位によっては、体軸方向の浅い溝が連続する場合もある。例えばオオトラフハナムグリにおいて顕著である(図9F)。また、タイワンダイコクコガネではうねの表面に細かい縦じわが多数みられた(図8E)。

1うねの長さ(間隔)にはかなり大きな変異がある。クワガタムシ科では大型のミヤマクワガタでは約200 μm (図8D)、小型のキュウシュウニセコリクワガタでは約20 μm (図8B)と、10倍の開き

がある。ミヤマクワガタに匹敵する大きさのノコギリクワガタでは、1うねの長さは約100 μm であるが、2つのうねが1組でミヤマクワガタの1うねに該当するようにも見える(図8C)。コガネムシ科では、小型のヒラタハナムグリでは1うね30~60 μm ほどであるが(図9E)、大型のカナブン、アオカナブンでは約100 μm となる(図9H, I)。カブトムシでは1うね100~200 μm であったことを考え合わせると、少なくとも基本的には、1うねの長さ(間隔)は体サイズに比例すると考えてよいと思われる。

うねとうねとの間の低くなった谷部分の形状については、基本的にはカブトムシと同様、ジグザグの線となることが多い。ただしその振れ幅には変異があり、例えばコアオハナムグリ(図9G)の場合には、振れ幅が小さいため、谷部分の形状は一見直線状に見える。

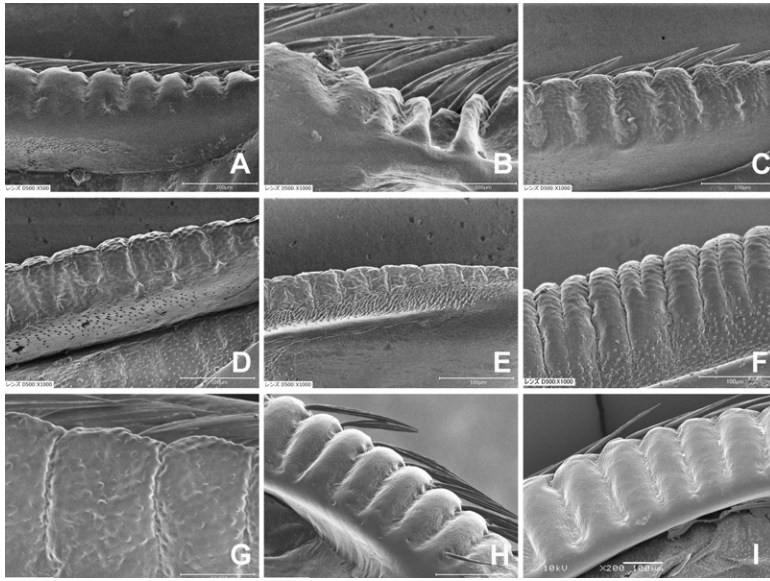


図9. コガネムシ科各種における蛇腹構造のSEM写真2/2.
A, ドウガネブイブイ500倍；
B, アオドウガネ1000倍；C,
マメコガネ1000倍；D, ウス
チャコガネ1000倍；E, ヒラ
タハナムグリ1000倍；F, オ
オトラフハナムグリ1000
倍；G, コアオハナムグリ
2000倍；H, カナブン500倍；
I, アオカナブン200倍。

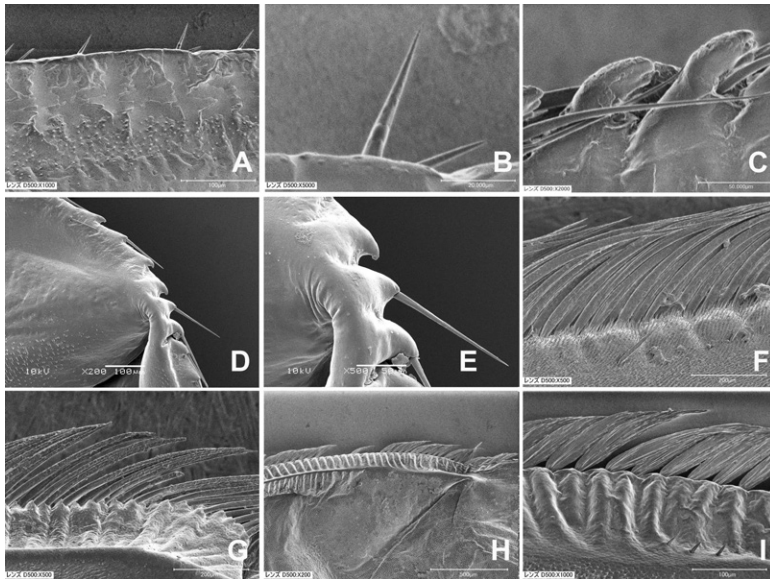


図10. コガネムシ科各種におけ
る小棘構造のSEM写真1/2.
A, ツヤハダクワガタ1000
倍；B, 同左5000倍；C, ムネ
アカセンチコガネ2000倍；
D, オオセンチコガネ200倍；
E, 同左500倍；F, タイワン
ダイコクコガネ500倍；G,
Gymnopleurus sp. 500倍；H,
オオフタホシマガソコガネ
200倍；I, 同左1000倍。

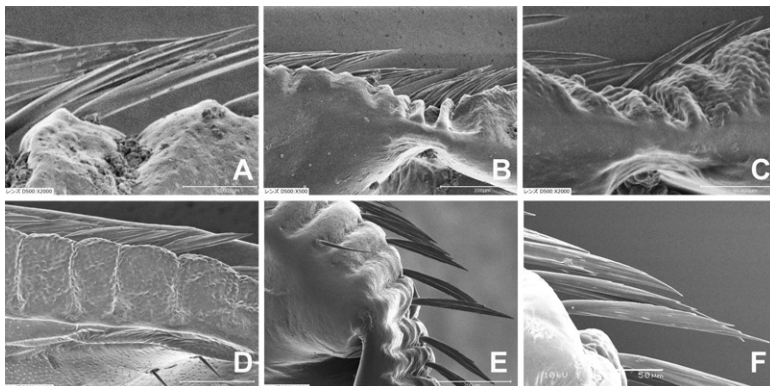


図11. コガネムシ科各種におけ
る小棘構造のSEM写真2/2.
A, ドウガネブイブイ2000
倍；B, アオドウガネ500倍；
C, マメコガネ2000倍；D, コ
アオハナムグリ 1000倍；E,
カナブン500倍；F, アオカナ
ブン500倍。

表1. コガネムシ上科各種における, 体長, 後翅長, (体軸方向の) 後翅の折り畳み回数, および前縁微細構造の一覧表.

科名 種名	性別/ 翅型	体長 (mm)	後翅長 (mm)	折畳 回数	カギツメ	蛇腹	小棘
クワガタムシ科							
ツヤハダクワガタ	♂	12	12	1	—	—	+?
キュウシュウニセコルリクワガタ	♂	9	10	1	—	+	—
ノコギリクワガタ	♂	34	40	1	—	+	—
ミヤマクワガタ	♂	40	38	1	—	+	—
ムネアカセンチコガネ科							
ムネアカセンチコガネ	♂	13	14	1	+	—	+?
センチコガネ科							
オオセンチコガネ	♀	18	19	1	+	—	+?
コガネムシ科							
タイワンダイコクコガネ	♂	42	34	1	—	+	+
<i>Gymnopleurus</i> sp.	♂	23	21	1	—	+	+
オオフタホシマグソコガネ	♂	13	10	1	—	+	+
カブトムシ	♂	38-42	45-55	1	+	+	—
ドウガネブイブイ	?	23	24	1	+	+	+
アオドウガネ	?	24	22	1	+	+	+
マメコガネ	?	11	10	1	+	+	+
ウスチャコガネ	♂	9	8	1	+	+	—
ヒラタハナムグリ	♀	7	6	2	+	+	—
オオトラフコガネ	♂	13	13	1	+	+	—
コアオハナムグリ	♀	12	12	1	+	+	+
カナブン	♂	27	28	1	+	+	+
アオカナブン	♀	26	27	1	+	+	+

4) コガネムシ上科における小棘構造の分布と変異

小棘構造はカブトムシでは観察されなかったもので, もっとも典型的に見られたカナブンの例を以下に記しておく. 3) で示した蛇腹構造の各々のうねの頂上部やや先方に, 1本ずつ小棘が生じていることがある. この小棘構造は, クワガタムシ科, ムネアカセンチコガネ科, センチコガネ科では不明瞭で, コガネムシ科では, タマオシコガネ亜科(ダイコクコガネ亜科を含む), マグソコガネ亜科, スジコガネ亜科の一部, ハナムグリ亜科に見られた.

各小棘の長さは, 小型~中型の種で100~200 μmであった. やや大型の *Gymnopleurus* sp. では300~400 μm (図10G), 大型のタイワンダイコクコガネでは約500 μmであった(図10F). 上記2種では, 小棘は密生して棘と棘の間が詰まる. オオフタホシマグソコガネ(図10H, I)では, 小棘はやや短い, 間が詰まる傾向は明らかである.

以上示したように, 本構造においても, 基本的に小棘の長さは体サイズに比例するという傾向が認められる. 一方, 太さの方は, 今回検したすべての種について10~20 μmであって, 大型の種の小棘の太さが太いという傾向は認められない.

各小棘の形状においては, タマオシコガネ亜科

(ダイコクコガネ亜科を含む)以外のコガネムシ科についてはほぼ均一である. すべての種で小棘は筐葉状か剣状であり, 幅は中程で最大, 先端は尖る. 表面にはささくれ状の小歯をそなえる場合がある(アオカナブン=図11F 写真中央の2本が典型的). タマオシコガネ亜科においては, *Gymnopleurus* sp. およびタイワンダイコクコガネいずれも, 小棘はやや扁平で, 他の亜科の場合よりも細長い. 表面の凹凸は, *Gymnopleurus* sp. はやや乱雑な深い凹凸, タイワンダイコクの場合には, 他の亜科に類似するが浅い不明瞭な凹凸をそなえる.

以上示したようなコガネムシ科における小棘の形状に対し, クワガタムシ科, ムネアカセンチコガネ科, センチコガネ科では, 小棘の形状は単純で, コガネムシ科の小棘と同等に扱ってよいものか, 疑問が残る. クワガタムシ科4種の中で唯一小棘(?)が見いだされたツヤハダクワガタでは, 小棘は長さ30~50 μm, 太さ約2 μmで, 単純な毛状である(図10A, B). その他の3種では, 後翅前縁部の蛇腹構造の上面は平滑であって, 棘状または毛状の構造は全く見られない.

ムネアカセンチコガネではカギツメ構造に交じって, やや長い毛をまばらに生じている. 毛の

長さは100～200 μmである(図10C)。オオセンチコガネについても前種同様、カギヅメ構造の上に毛を生じており、毛の長さは100～150 μmほどである(図10D, E)。

考察

以上、検討した4科19種の後翅基部前縁の微細構造について、表1にまとめた。ここに示されるとおり、以下の3種の微細構造が見いだされた。ムネアカセンチコガネ科、センチコガネ科、およびコガネムシ科食葉群で、腹面に1列または2列のカギヅメ構造が確認された。これらの構造の機能については、現段階では十分に判明していない。ただ大まかな傾向として、ある程度系統関係との関連性が認められる点と、体サイズとの相関が疑われる点が、注目される。各構造の部分で示したように、カギヅメ構造の長さは、体サイズと相関しているように見えるが、断定できるほどのデータは得られていない。蛇腹構造の1うねの長さには、カギヅメ構造よりも明らかに顕著な変異が見られ、体サイズと正の相関をもつ可能性が濃厚である。小棘構造の場合、クワガタムシ科、ムネアカセンチコガネ科およびセンチコガネ科における毛状構造が、コガネムシ科における小棘構造と相同であるかどうかは疑問の余地がある。コガネムシ科における小棘の長さについては、体サイズと正の相関をもつ可能性が高いが、太さについては、相関を示唆するほどの変異が見られなかった。

今後の問題点としては、機能の面での解明が最大の課題であるが、他分野(特に物理学研究者、航空工学研究者)との連携が必須である。甲虫学研究者としてできることは、コガネムシ上科内における当

該構造の分布と変異の状況をさらに多数の分類群にわたって調べることで、さらには他の上科における分布と変異の状況を調べることが必要と思われる。

謝辞

本論文を作成するに当たり、タイワンダイコクコガネなどベトナム産の糞食コガネ3種について、ご教示を頂いた益本仁雄博士ならびに木内信氏に心より御礼申し上げる。また、検討した標本の一部を提供くださった、倉橋弘博士、亀澤洋氏、漆山誠一氏、高野宏之氏に感謝の意を表したい。さらに学名の調査、入力を補助いただいた、亀澤洋氏に厚く御礼申し上げたい。また、英文の校閲にご協力いただいた、ニュージーランド Landcare Research Institute (オークランド) の Richard A. B. Leschen 博士にも感謝申し上げます。本研究の一部は科研費新学術領域「生物規範工学」の計画研究「バイオミメティクス・データベース構築」(課題番号: 24120002; 代表者: 野村周平) の助成を受けている。

引用文献

- 野村周平, 2014. カブトムシ(コガネムシ科)前翅の開閉と固定に関与する構造. さやばねニューシリーズ (13): 9-16.
- 野村周平, 2015. カブトムシ(コガネムシ科)前翅の開閉と固定に関与する構造 -alacrista に関する補遺-. さやばねニューシリーズ, (18): 30-32.
- 野村周平・枝廣雅美, 2015. マイクロX線CTによる甲虫形態3Dデータ計測の試み. さやばねニューシリーズ, (18): 41-46.
- 野村周平・北川一敬・斉藤一哉, 2015. 甲虫の後翅前縁にみられる微細構造の多様性と機能. 日本甲虫学会第6回大会(2015年11月21-22日), No. O-3 (22日), 北九州市立自然史・歴史博物館, 福岡県北九州市.

(2016年11月27日受領, 2016年12月17日受理)

昆虫学研究器具は「志賀昆虫」へ

日本ではじめて出来たステンレス製有頭昆虫針00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6号, 有頭ダブル針も出来ました。その他、採集、製作器具一切豊富に取り揃えております。

〒142-0051
東京都品川区平塚2丁目5番8号
郵便振替 00130-4-21129
電話 (03) 5858-6401 (ムシは一番)
FAX (03) 3784-6464

(カタログ贈呈) (株) 志賀昆虫普及社

◇学会の発行物・バックナンバーの販売委託先◇

昆虫文献 六本脚

〒102-0075 東京都千代田区三番町 24-3

三番町 MY ビル 3階

TEL: 03-6825-1164

FAX: 03-5213-1600

E-mail: roppon-ashi@kawamo.co.jp

URL: <http://kawamo.co.jp/roppon-ashi/>