（4）トピックス（PEN より）

バイオミメティクスに対する最初の意識調査

産総研ナノシステム研究部門
ナノテクノロジー戦略室　安順花、関谷瑞木、阿多誠文

産業技術総合研究所（産総研）ナノシステム研究部門ナノテクノロジー戦略室では、平成 24 年度科学研究費補助金新学術領域「生物多様性を規範とする革新的材料技術」プロジェクトの一環として、バイオミメティクスのテクノロジーガバナンス・社会受容の課題に取り組んでいる。

バイオミメティクスは、生物の構造や機能、生産プロセス等から着想を得て、新しい技術の開発やものづくりに活かそうとする科学技術であり、古くより合成繊維や電気回路といった発明をもたらしてきた。今世紀になって、世界的なナノテクノロジーの展開と相まって、ロータス効果やヤモリテープなどの新しい材料が開発され、生物学・博物学と材料科学や工学の緊密な学際融合に基づいた新しい学問体系を生み出すとともに、材料設計や生産技術の新規開発とそれに基つく省エネルギー・省資源型ものづくりなど、持続可能な社会の実現への技術革新をもたらすものとして産業界からも注目されている [1]。

それを受けて、技術の体系化や産業化に向けての研究開発や国際標準化などが進められているが、社会に受け入られるために欠かせないのが、消費者となる市民のバイオミメティクスに対する理解である。そこで産総研ナノテクノロジー戦略室では、市民のバイオミメティクスに対する理解の程度を把握するため、アンケート方式による意識調査を行った。

今回の調査は 2014 年 2 月に、全国の 20 歳～ 69 歳の男女 1000 人を対象としてインターネットで実施された。対象者は性別・年齢代別の 10 セル各 100 人ずつが割り当てられ、抽出された。調査内容はバイオミメティクスに対する、認知・知識、態度、期待、製品の購入意思等である。

1. バイオミメティクスに対する認知・知識

「バイオミメティクス（バイオミミクリー、生物規範工学、生物模倣技術、バイオニクスを含む）という言葉について聞いたり読んだりしたことがありますか」について、「ある」と答えた人は 11％（n=110）であった（図 1）。さらにこの 110 人を対象として、「バイオミメティクスをどのくらい知っていますか」と聞いたところ、図 2 に示すように、回答者の 65％が「あまり知らない（53％）」または、「全く知らない（12％）」と答え、バイオミメティクスに対する認知・知識は極めて低いことが分かった。

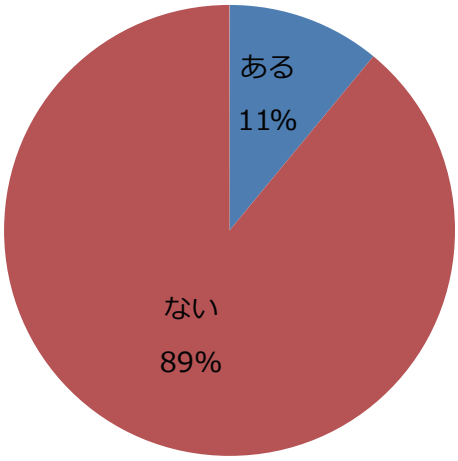


図 1　バイオミメティクスに対する認知度

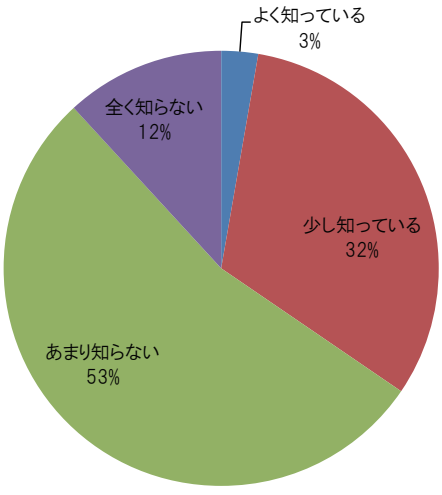


図 2　バイオミメティクスに対する認知度－知識

2. バイオミメティクスに対する態度

「バイオミメティクスという言葉から受ける印象はそのようなものでしょうか」という質問に対する結果をまとめたものが図 3a および図 3b である。図 3a はバイオミメティクスという言葉を聞いたり読んだりしたことがない 890 人を対象としている。回答者の 71％は「どちらとも言えない」と答えた。

一方、バイオミメティクスについて説明したうえでその印象を聞いた結果が図 3b である。「非常に役立つ（40%）」、「どちらかというと役立つ（38%）」とポジティブに答えた人は 78.4％であり、「どちらとも言えない」という判断保留は図 2a の 71％から図 2b の 19.9％へ大幅に減少したことが分かる。

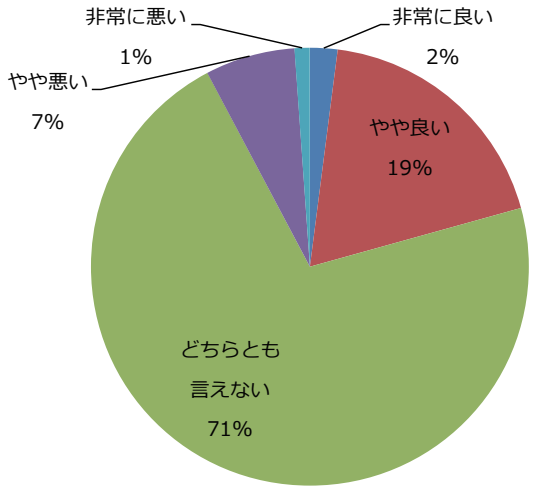


図 3a　バイオミメティクスに対する印象：情報提供以前（Initial Impressions、n=890）

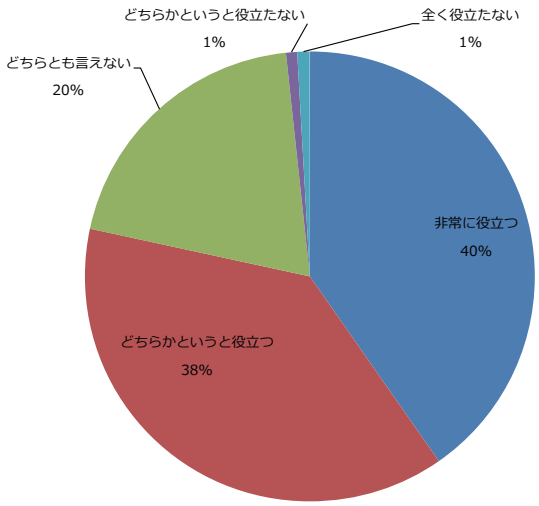


図 3b　バイオミメティクスに対する印象：情報提供後（Informed Impressions、n=1000）

3. バイオミメティクスに対する期待

バイオミメティクスについて、「非常に役立つ」、「どちらかというと役立つ」と答えた回答者（n=784）に対して、具体的に「どの分野に役立つと思いますか」と聞いたところ、図 4 に示すように「性能・機能の向上」が最も多く、省エネルギー、安全性の向上、省資源の順であった。これは冒頭で説明したような、省エネルギー・省資源型ものづくりなど、持続可能な社会を実現することのできる技術としてのバイオミメティクスに対する理解が不足しているためと考えられる。

一方、「どの産業分野への適用を期待しますか」という質問に対しては、図 5 に示すように「医療・薬品（72.3%）」、「環境（54.5%）」、「日用品・家電等（48.6%）」の順で回答があった。

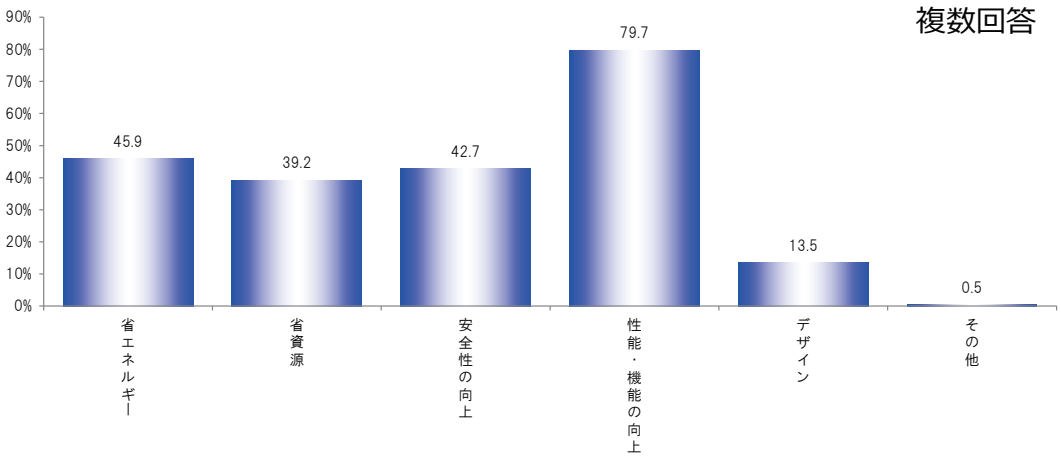


図 4　バイオミメティクスに対する期待（n=784）

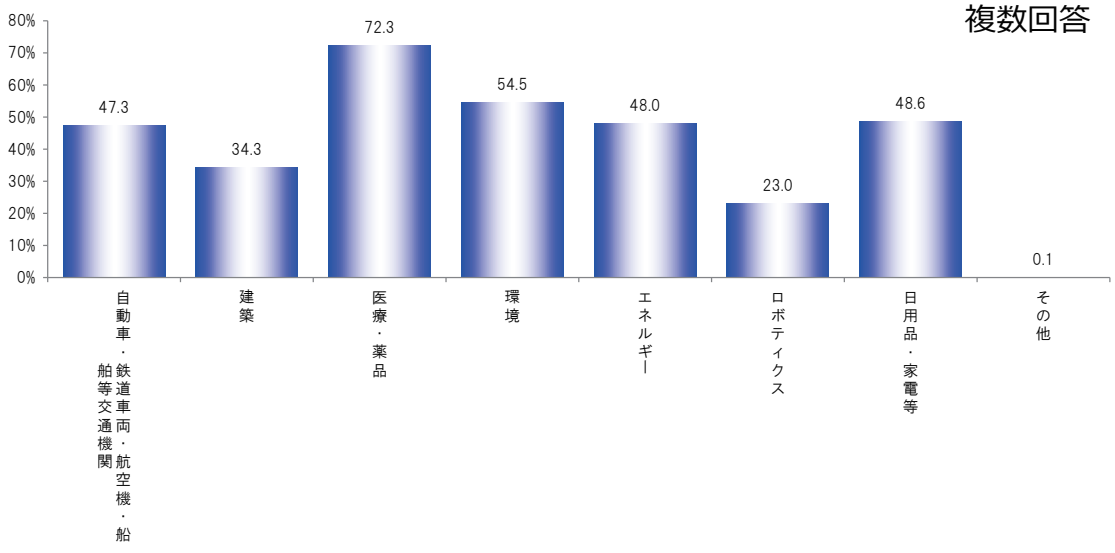


図 5　バイオミメティクスの産業への寄与（n=784）

4. バイオミメティクス製品の購入意思

図 6 は、「バイオミメティクスが使われた製品、あるいはバイオミメティクスと表示された製品を購入したいと思いますか」という質問に対する回答をまとめたものである。「購入したい」28.9%、「分からない」66.6% であり、バイオミメティクスに対する知識や情報の不足が購入意思につながっていると考えられる。

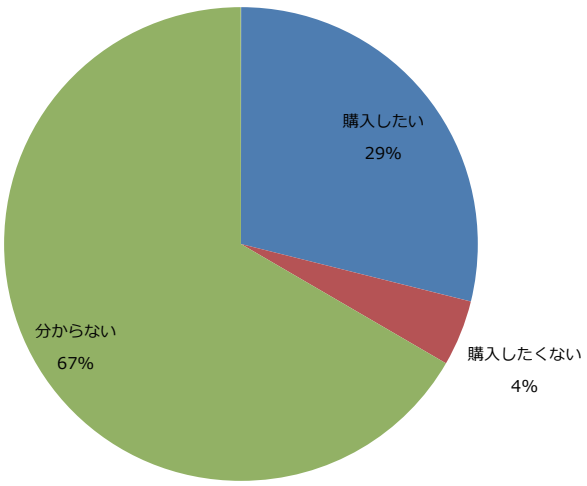


図 6　バイオミメティクス製品の購入意思

References：

[1] 公益社団法人高分子学会バイオミメティクス研究会
126 http://main.spsj.or.jp/c12/gyoji/biomimetics.php

寄稿

カラスの行動にまつわる工学的なエトセトラ

東京大学総合研究博物館　松原始

生物学者は普段、生物学的視点から生物を見ている。しかし、生物は文字通り「生きている物」でもあり、その機能的・物質的な基盤は物理法則や化学に従う。よって、工学的な視点で生物を見ることも、当然、可能である。しかし、現在関わらせていただいている生物規範工学のような形で、積極的に生物学と工学をリンクさせて考えることは、あまりなかった。筆者は動物行動学が専門であるが、工学を意識して鳥類を俯瞰すると、どのようなパースペクティブが得られるだろうか。例えば鳥類の視覚について語る時、我々は光の波長を意識しないわけにはゆかない。人間の眼は三色素型だが、鳥類は四色素型であり、紫外線領域まで見えていると考えられる。これが実際の鳥類にどんな影響を及ぼすのだろう。

筆者の研究対象であるカラス類について言えば、意外なところで紫外線反射がカラスそして人間の生活に関わっている。それはゴミ袋、そして食品の探知である。近年、なにかと話題になっている黄色いゴミ袋がある。これは漠然と「カラスが寄って来ない」と認識されていたり、甚だしい場合は「カラスは黄色が見えない」「カラスは黄色が嫌い」といった都市伝説まで生じさせている。これは明らかな間違いであり、カラスは黄色が嫌いではないし、まして見えないわけでもない。むしろ人間以上に見えている。実際には、この黄色ゴミ袋の効果は二つである。一つは、鳥類は原色に対する感受性が人間より高いことを利用し、「人間にとって半透明黄色のものであっても、鳥には完全な黄色に見えるだろう」という効果である。そのため、カラスの視覚では袋自体の色に邪魔されて、内容物がよく見えないと考えられる。鳥類は一般に嗅覚は発達しておらず、視覚に頼って餌を探すため、視覚刺激を封じられれば採餌行動を起こせない。

もう一つは、このゴミ袋の持つ紫外線抑制効果である。具体的な成分は未公表なので不明だが、恐らく紫外線を吸収しているのだと考えられる。鳥類は一般に紫外線領域まで見えるため、カラスも当然、紫外線反射も含めて外界を認識していると考えられる。従って紫外線反射がカットされた状態では見ている対象を正しく認識することができない。我々もカラーフィルターをかけられてあり得ない色になった食品など、到底うまそうに見えないだろう。よって、識別のために紫外線領域の反射が重要な物品は、この特殊なゴミ袋を用いることで識別されにくくなると考えられる。

もちろん全ての対象物の見え方が変わるわけではなく、最初から紫外線反射の小さい物体の見え方は変わらない。筆

者らは以前、食品サンプルと実際の食品をカラスに提示する実験を行ったことがある。この時、ベーコンの食品サンプルには見向きもしないハシブトガラスが、フライドポテトや目玉焼きのサンプルはつつこうとしたのだった。この理由が何としてもわからなかったのだが、ある時、「紫外線反射ではないか」と気づいた。そこで分光分析機を用いて計測してみると、ベーコンの脂身部分は紫外線を強く反射していたのに対し、食品サンプルの白い部分は紫外線を反射していなかった。つまり、ベーコンの食品サンプルは可視光域では上手に色を再現しているけれども、紫外線領域まで含めれば再現性が悪く、カラスにはベーコンに見えないのだ。同様に紫外線反射を抑制されたベーコンは、カラスにとっては餌に見えないに違いない。一方、フライドポテトは特に紫外線を反射していなかった。だから、可視光線域の反射だけを近似させた食品サンプルであってもカラスを騙すことが可能だったわけである。

また、近年の研究ではカラスの雄は紫外線反射が雌より強い可能性が示唆されている。これは羽毛に含まれる粒状構造および表面構造によるもののようだが、カラスの視覚には、雌雄が違って見えている可能性があるわけだ。紫外線の見えない我々はカラスの雌雄を識別できず、そのために捕獲・標識しない限り行動の性差も調査できないわけだが、もし我々が紫外線領域まで見える「眼」を持っていれば、カラスの野外調査はより簡単になるに違いない。

カラスのペア形成についてはわかっていない部分が大きい。ハシブガラスやハシボソガラスは非繁殖集団の中でペアを作るが、この時、何が異性に対するアピールになっているのかは不明である。カラスは囀りを行わないので、歌によって雌にアピールすることはできない。カラスに近縁と考えられるフウチョウ類のような飾り羽やダンスもない。カラスの場合、異性に対するアピールは順位であり、実力である。だが、本当に見かけは関係ないのか。カラス類の雄はしばしば首を伸ばし、雌に見せつけるような行動を取る。ワタリガラスは喉から胸にかけて、たてがみ状の羽毛を持っている。こういった場所に、紫外線領域で雌にアピールするためのマーカーが隠れていないとも限らないだろう。これもまた、肉眼で見ている観察者には知り得ないことである。

カラスの持つ工学的な特徴について、他にも考えさせられる点は幾つかある。例えば、嘴の構造である。東京の都市部で見かけるカラスはほぼハシブトガラスであるが、ハシブトとは「嘴太」であり、太く長く、アーチ状に曲がった嘴を持つことに由来する。ハシブトガラスはもともと森林性の雑食性鳥類だったと考えられているが、死肉食性でもある。すなわち、森林内でシカ等の大型動物が死んでいれば集まって来て、その死骸を漁る。実際、知床でエゾシカの死骸を食べるために集合して来たハシブトガラスの群れを見たこともある。

さて、ハシブトガラスの嘴は長さが 70mm もあり、猛禽ほどではないにせよ、先端も尖っている。この嘴を用いて肉を引きちぎるわけだが、では、ハシブトガラスの嘴の大きさや形は、どのようにして決まっているのだろうか。肉を切り取るだけならば、これほど大きな嘴は不要である。他の猛禽類を見る限り、カラスほど細長い嘴を持ったものはいない。また、猛禽の嘴はどれも先端部がもっと鋭い。

カラスの嘴は「切っ先」に当たる先端部がそれほど鋭くない事から、「突き刺す」「切り裂く」という機能はそれほど

写真１　ハシボソガラス（左）とハシブトガラス（右）の嘴の違い（筆者撮影）

写真２　ハシブトガラスの骨格（東京大学総合研究博物館研究部所蔵）

高くないだろう。むしろ先端部を用いてピンセットのように「肉をつまむ」という使い方を捨てていないように思われる。一方、つまんで引っ張るだけでは破壊できない対象には、「嘴の先端を叩き付ける」という行動を取る。要するにガッツンガッツンと叩くわけだが、この時、ハシブトガラスは首を中心とする円を描くように頭を動かす。すると、アーチ状にやや下を向いた嘴の先端が、ちょうど円弧の接線方向を向くように見える。つまり、ハシブトガラスの曲がった嘴は、ツルハシを振るうように振り下ろした時に最大の威力を発揮するのではないかと考えられる。

一方、より細く直線的な嘴をもつハシボソガラスは、つつき方もより直線的である。すなわち、頭を平行に動かすようにスラストさせ、対象物に嘴の先端を叩き付ける。どちらが良い、とは単純には言えないが、どうやらカラスが「嘴で何かをつつく」という単純な行動にも、回転式と直動式の２つの方式があるようだと考えさせられる。この方式の違いをもたらしたのは何なのだろうか。生物学的に考えれば、餌品目の違い、そして採餌行動の違いに帰着するのではないだろうか。実際、この２種は食性が微妙に違い、採餌行動もやや異なっている。

そして、そう考えると気になるのは嘴の形状と構造だ。円を描いて動くハシブトガラスの嘴は、折り曲げようとする応力にも耐えなければならないのではないか。一方、ハシボソガラスは前後方向に圧縮する力に耐える方が大事なのではないか。さらに餌品目の違いを加えて考えると、ハシブトガラスの「回転式」はより大きな力を発揮し、ハシボソガラスの「直動式」はより精密な打撃を可能にするのではないか…などとも妄想できる。

航空力学的な観点からカラスを見ることも可能である。カラス類は基本的にみな似通った体をしており、どの種でも体型に大きな違いはない。だが、ワタリガラスは違う。ワタリガラスはユーラシアから北米にかけて広く分布し、様々な民族の神話に登場する鳥だ。日本では冬の間、北海道の一部でのみ見られる。一見すると妙に大きなカラスとしか見えないが、飛行する姿は全く別ものである。ワタリガラスは羽ばたかずに長距離を高速で滑空することができ、まるで猛禽類のように軽々と空を舞う。

ワタリガラスとハシブトガラスを比較すると、ワタリガラスの翼開長（ウィングスパン）は明らかにハシブトガラスより大きい。全長そのものも大きいのだが、体に対して長い翼を持っているように見える。また、翼幅と翼弦の比率すなわちアスペクトレシオ（AR）を見ると、ワタリガラスの AR は恐らくハシブトガラスよりも大きく、細長い翼を持っている。ハシボソガラスと比べても、明らかに AR が大きく見える。

写真３　飛行中の平面形の違い。ワタリガラス（左）、ハシボソガラス（中）、ハシブトガラス（右）。（筆者撮影）

これは飛行機と同じく、誘導抵抗の減少に帰着する問題であろう。ワタリガラスは死肉食に特化しており、長距離の空中パトロールを行いながら死骸を探す。この間、エネルギー消費を抑えるために滑空を多用する。ある高さを落下する間になるべく長い距離を滑空する、すなわち滑空比を大きくするためには、なるべく抗力を小さく、揚力を大きくしたい。するとグライダーのような、細長い翼が有利となる。これを極限まで押し進めれば AR が際立って大きな、アホウドリのような翼になるが、あまりに細長い翼は羽ばたき飛行、特に陸上からの飛び立ちに難があるから、ワタリガラス程度で済ませているのであろう。ワタリガラス以外にも、長距離の渡りを行うミヤマガラスも、翼が長く、独特の平面形を持っているように見える。これもその生態を考えれば納得のゆく形態と言える。だが、アスペクトレシオだけでワタリガラスの滑空の巧みさが説明できるだろうか。翼端や表面構造に何か違いはないか。また、平面形をじっと見るとワタリガラスは他種に比べて尾が短い。この小さな尾羽は無尾翼機のように空気抵抗を低減しているのか、あるいは扇状に広げて面積を稼ぐのか。

さらに、カラスからは少し離れるが、鳥類の翼面荷重（体重 / 翼面積）を並べてみると非常に興味深いことに気づく。まず、ワシやタカなどの猛禽類は翼面荷重が極めて小さい。一般に生物であれ航空機であれ、重量が増えれば翼面荷重が大きくなる傾向がある。だが、体重 300g のハイタカ雌の翼面荷重は、体重わずか 30g のスズメと同程度である。猛禽類では旋回性能や積載量が重要になるのだろう。逆に、着水するだけでほぼ着陸を考えなくてもよいアビ類は翼面荷重が極めて高い。水上飛行機は水面さえあれば滑走距離を大きく取れるため、翼面荷重を気にせず高速化できた時代があった。水鳥もこれと同様に、着水する時は水しぶきを上げながら水面に滑り込んで来る。ところが、アビ類と同じく潜水性であるカワウの翼面荷重は意外にも小さく、鳥類として平均的な値を示す。これは何故だろう。カワウは樹上に営巣するため、安全に枝に着地するには低速で安定して飛べないと困るからか。それともカワウの羽毛は撥水性に劣り、潜水すると羽毛が水を含んでしまうため（一方でこの特徴は予備浮力が小さく潜水しやすい、という意味でもある）、水に濡れて重くなることを見越した大きめの翼を持っているのだろうか。

このような事を考えるには、生物学者だけでは知識もセンスも不足する。是非とも、工学や航空力学といった分野の方のご意見を参考にさせていただきたいところである。

寄稿

カブトムシを極めよう

国立科学博物館動物研究部　野村周平

1. カブトムシは日本固有の文化

前回、本誌に「カブトムシに宿る『匠』」（野村，2014a）を書かせていただいたところ、産総研阿多先生と関谷さんから、是非続編をという大変ありがたいご指示をいただいた。我々虫屋の世界では「書かせてください」とこちらからお願いすることはしょっちゅうだが、「書いてください」と言っていただく機会はなかなかないので、ぜひ書かせていただければ大変光栄である。

さて前回、日本人ならカブトムシ（図 1A）を知らないものはいない、カブトムシはもっとも知られた甲虫である、と書いた。書いては見たものの果たして、読者の皆さんがどれだけカブトムシを知っているのか、こちらも詳しく了解しているわけではないので、こちらの申しあげたことがどれほど伝わったのか、心もとない。

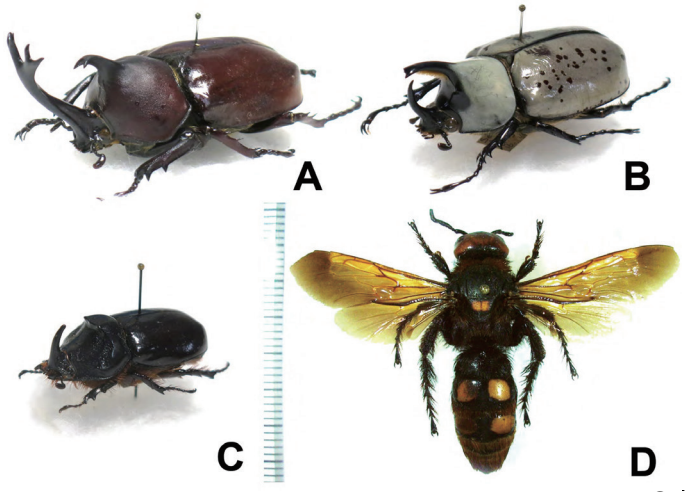


図 1　世界各地のカブトムシとニワツチバチ。A：カブトムシ（日本産）；B：グラントシロカブトムシ（アメリカ産）；C：ヨーロッパサイカブトムシ（フランス産）；D：ニワツチバチ（イタリア産）。A ～ C はほぼ同倍率、D はスケールつき。

そこでまずは、カブトムシがいかに日本人の生活に根付いたものであるか、振り返ってみたい。ちなみに、カブトムシを愛でる文化は日本だけだということにお気づきだろうか？カブトムシは韓国、台湾、中国、東南アジアの一部にも生息するが、これほど全般的に親しまれているのは日本だけである。アメリカの広い国土のほとんどには大型のカブトムシは生息せず、わずかにフロリダのような温暖地にグラントシロカブトムシ（図 1B：*Dynastes granti* 体長約 5 センチ）という白いカブトムシが見られるだけである。

ヨーロッパにはわずかに体長 4 センチほどのヨーロッパサイカブトムシ（図 1C：*Oryctes nasicornis*）が生息するだけで、それも一部の好事家だけが知っている程度である。個人的にはこのカブトムシよりもこの種に寄生する巨大なニワツチバチ（図 1D：*Megascolia flavifrons* 体長約 7 センチ）というハチの方が堂々としていて是非採ってみたい。

たとえ日本の中で非常にたくさんのカブトムシが採れる地域でも、あまり山奥や高山にたくさんのカブトムシがすんでいるわけではない。カブトムシは東京付近では平地から標高 500m 以下の低山域に多く生息する（図 2）。カブトムシは、昔から人が住み、開墾し、農林業を営んできた環境を好む、典型的な里山昆虫である。

だからいつ頃から日本人の生活にカブトムシが入り込み、

図 2　クヌギの樹液に来たカブトムシ（東京都瑞穂町）。

認識されるようになってきたかはもはやたどりようがない。しかし一昔前までの日本人の生活に、カブトムシは密着していた。今でもカブトムシが好んで発生するのは、都心でもなく山奥でもなく、郊外里山の雑木林である（図 3）。それは自然に成立した環境ではなく、石油石炭によるエネルギー革命以前に土地の人間が、燃料とするために植えたクヌギやコナラといった落葉広葉樹を主体とする林である。このような林は「薪炭林（しんたんりん）」とも呼ばれ、人間の生活に必要な「薪（たきぎ）」や「炭（すみ）」の生産現場となっていた。カブトムシはたまたまそのような林

図 3　カブトムシが多く発生する東京郊外の雑木林（東京都青梅市）。

を好んで発生するようになった副産物に過ぎない。

2. ノムラホイホイでカブトムシを採ろう

子供たちは誰しもカブトムシが大好きだ（図 4）。夏ともなれば虫取り網を片手に近所を探し回り、大きなオスのカブトムシを見つけようものなら、友達に大威張りして見せびらかし、ひと夏のスターの地位を手にすることができる。子供たちのカブトムシ体験は、カブトムシの発生シーズンが短く、しかも夏休みにかかっており、カブトムシ成虫の寿命も短いところがミソである。

個人的なことを書かせてもらうのは大変恐縮であるが、私が小学生の夏休みに大変強烈なカブトムシ体験をした。一週間ほど熊本県の伯父の家に泊まり込んだ時のことである。ある朝、伯父が家の裏山のクヌギ林にカブトムシ採りに連れて行ってくれた。山の斜面に生えているクヌギの木をポーンと蹴ると、上の方からカブトムシがボトボトと地面に落ちてきた。一回りするとバケツに一杯のカブトムシが集まった。それまではひと夏に数匹がせいぜいだったので、その量に狂喜したことがいまだに印象深い。伯父はすでに故人であるが、別に昆虫にさほど興味があったわけではなく、農家の普通のおじさんだった。40 年ほど前の話なのでこれは特別な話ではなく、田舎では当たり前の光景であり、当たり前の環境だった。

しかし今ではこんな素晴らしい環境は望むべくもない。東京近郊の里山は切り開かれてこぎれいな住宅地に変わってしまった。石油石炭にとってかわられて不要になってしまった薪炭林は、たとえ伐採を逃れられたとしても、手入れされることもなくなり、タケ類やマント群落がはびこって、厄介者のただのヤブに成り果てている。しかしそんな環境下にあっても、カブトムシはしぶとく生き残っている。東京のような大都市の郊外でもカブトムシは別に絶滅危惧種などではなく、ごくありふれた昆虫として、夏の暑い盛りには出会うことができる。これは私たち日本人にとって、実は本当に幸運なことなのである。

図 4　子供たちはカブトムシが大好き。

このようなカブトムシを効率的に集める方法はないだろうか？伯父さんがやっていたように、クヌギの木を蹴っ飛ばす、揺さぶる、という方法もある。しかし私の経験では、よほど条件に恵まれないと、この方法は徒労に終わる。カブトムシをたくさん採る秘訣は 2 つ、環境と時期である。環境は、クヌギの木が多い雑木林、時期は地域によって若干異なるが、東京付近では 7 月下旬から 8 月上旬である。その 2 つの条件を逃すと、大きな収穫は見込めない。

そのような条件を見定めたうえで、カブトムシ採りに出かけることになるが、これまでにもいろんな媒体で、いろんな採集法が紹介されている。それらはそれなりに効果的であったり、メリットのあるものかもしれない。しかし相当にインチキもあるはずだし、現代では全く通用しない古い方法もあるはずだ。ここでは、1990 年代に他ならぬ筆者の野村が編み出し、20 年以上実践している、「ノムラホイホイ」という方法をご紹介したい（図 5）。

よく知られているカブトムシの採集法に、クヌギの木に、黒砂糖と焼酎を混ぜて作った糖蜜を塗り付ける、というものがある。そうしておくとカブトムシは甘い匂いに誘われて、糖蜜の場所へ集まる。集まってきたところを捕獲する、という、これすなわち「糖蜜法」である。昆虫採集法の一つとしては、ベイト（エサ）トラップの一種に分類される。「ノムラホイホイ」はそのような習性を応用して、糖蜜法の欠点を補ったものである。

ノムラホイホイはまず、清涼飲料水などの 2 リットルのペットボトルの空き瓶を用意し、カッターやハサミ、針金で工作して、「もんどり」のような形にし、入口の部分を開閉できるようにする。それからスプレーラッカーで緑色と茶色に迷彩塗装する（この点非常に重要）。これをよく乾燥して保存しておき、カブトムシの発生時期になったら、バナナを買ってくる。ボトル一本につき、バナナを 1 本程度、皮をむいて、皮も身もボトルの中に入れる（図 5A, B）。カブトムシのいそうな林の近くにボトルを設置する。針金などで固定するとよい（図 5C）。

こうしておいて、夏場ならば 3 ～ 4 日後、バナナが分解した頃にボトルを回収すると、多数のカブトムシをはじ

図 5　ノムラホイホイの設置と回収。A：ノムラホイホイのボトルと中にエサとして入れるバナナ；B：エサをボトルに入れた状態（上から）；C：設置の様子；D：回収例。

め、クワガタ類やカナブンなどの小者がごっそり入っているという寸法である（図 5D）。詳しい説明はハネカクシ談話会のホームページに搭載した以下のサイトを参照されたい ＜ http://research.kahaku.go.jp/zoology/hane/hoihoi/index.html ＞。また、これらの方法は野村（1995, 1996）によって発案され、コガネムシ研究会でも紹介された（野村，2003）ので、これらの文献を探索されると概略が分かるはずである。

ノムラホイホイのメリットは何か？まずはたくさん採れるということである。ボトル一本だけでは大きな成果は期待できないが､5 ～ 6 本､できれば 10 本以上準備しておくと、ひと夏退屈することはない。それから、夜行性のカブトムシの採集のために夜間、行動する必要がないところが非常に良い。昼間設置して、昼間回収すればいいからである。さらに捕獲した虫を殺すことなく、生かしたまま捕獲できるところは、これまでの昆虫トラップにはあまりなかった利点である。

しかもノムラホイホイのいいところは、トラップ容器は同じで、エサをいろいろに変えることによって、さまざまな異なる種類の昆虫を捕獲できる、というところにある。バナナを使うとカブトムシ、クワガタが採集できる。釣りのまきエサである「さなぎ粉」を入れて、ボトルの口が地面に接するようにしておくと、地上を徘徊するオサムシ、シデムシのなかまが採集できる。煮干しを入れて、池の水面に浮かせておくと大型のゲンゴロウが、食用キノコのエリンギを割いて入れ、中で腐らせると大型のハネカクシが集まる。詳しくは前掲のウェブサイトを参照されたい。

3. カブトムシは鳴くか？

ノムラホイホイなどによって採集してきたカブトムシは、子供と一緒にしばらく飼ってみるとよい。ホームセンターで手頃な大きさの（虫を長持ちさせるには大きめの方がよい）プラスチック容器などを買ってきて、それにカブトムシ用のマット（おがくずのような敷材）を入れる。マットもホームセンター等で売っているが、あまりケチって 100 円ショップで買ってきたりしない方がよい。マットは品質と値段がピンキリで、あまり安いものにはカブトムシが嫌がる針葉樹材が混入しており、長期の飼育には適さない。エサはクワガタゼリーでよい。我々が子供の頃にはカブトムシのエサはスイカと決まっていたものだったが、現在ではスイカはカブトムシのエサには不適という説がある。

ノムラホイホイでカブトムシをたくさん採ってきて、一つの容器に入れて飼っていると、「カブトムシとはこんなにうるさい虫だったのか」と驚くに違いない。カブトムシは昼間はマットにもぐりこんでじっとしているが、夜になると外へ出てきて、活発にえさを探したり、翅を開いて飛び出そうとしたりする。夜が更けてくると、それはもう、ぶんぶんごそごそと、にぎやかな限りである。

カブトムシの多数個体を一つの容器で過密状態で飼っていると、カブトムシが互いに鳴き交わしていることに気付くかもしれない。これはぶんぶんという羽音とははっきり違う音で、「じーじー」または「きーきー」というような、やや一本調子の摩擦音のようである。カブトムシは一般に鳴かない虫としてとらえられているが、それが鳴くとはど

ういうことか？

カブトムシは普段はあまり鳴かないが、特定の環境下においてやると、しきりに鳴くようである。筆者の経験では、上に記したように過密な状態で飼っているとよく鳴く。♂同士でも、雌雄間でも、♀同士でも鳴くので、特に性別に依存した習性ではないようである。はっきりしたことは分からないが、どうも複数の個体が、何か食べ物や交尾相手をめぐって競争するときに、相手を威嚇する方法として鳴くようである（図６）。

カブトムシはそもそも何をどうやって鳴いているのだろうか？鳴いているカブトムシを観察すると、腹部を激しく動かしている。どうも腹部と前翅の裏側をこすり合わせて鳴いているようである。その双方を走査型電子顕微鏡（SEM）で撮影してみると、図７のようであった。このカブトムシ発音器の形状はすでに、野村（2011a, b）でも報告している。

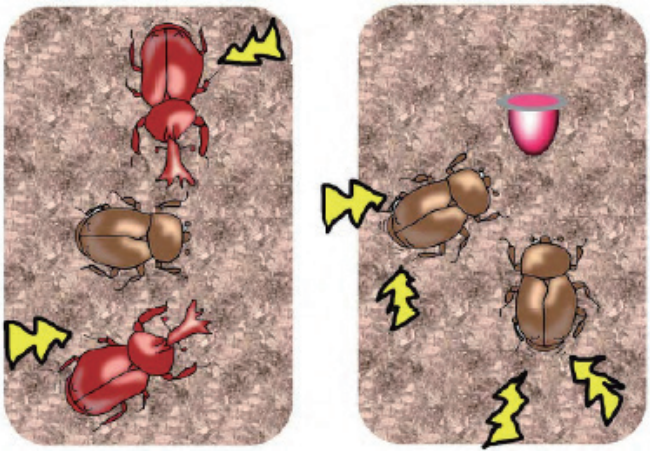


図６　カブトムシがよく発音する状況の模式図。左：少数の♀をめぐって♂同士が競争する；右：少数のエサをめぐって♀同士が競争する。

昆虫の摩擦式発音器は通常、やすりと呼ばれる、一列に並んだ突起群と、爪と呼ばれる一本の突起の一組からなることが多い。しかしカブトムシの場合には、どちらも突起であることには変わりないが、どちらがやすりでどちらが爪、という判断はつかない。未分化な摩擦式発音器と言える。

東京大学の小島氏と森林総研の高梨氏らは、地中におけるカブトムシの発音について調べた（Kojima et al., 2012）。これは上に記述した成虫の発音ではなく、蛹室の中にいるさなぎの発音である。小島ら（2013）によると、カブトムシの幼虫は老熟すると、地中にカプセル形の蛹室をつくり、その中で脱皮してさなぎになる。そのさなぎは蛹室の中で腹部を動かし、体を蛹室の壁に打ち付けることによって、振動音を発生するという。地中でその音を聞いた同種（カブトムシ）の幼虫には忌避効果が認められたという。つまり、カブトムシのさなぎは、同じく土の中で活動している同種の幼虫に蛹室を壊されるのを防ぐために、警戒音を出している、ということのようである。

成虫もさなぎも鳴く、となると、では幼虫は？ということに当然なる。生物規範工学の特集の際、カブトムシに近い仲間であるツノクロツヤムシの幼虫が発音する、という話を書いた（野村，2012）。それに関連してクワガタムシの幼虫も鳴く、ということで参考文献を示した。同じように、実はカブトムシの幼虫も鳴くことが分かっている。カブトムシの幼虫は、ツノクロツヤムシやクワガタムシのように中脚と後脚で鳴くのではなく、左右の大あごの付け根にある発音器をこすり合わせて鳴く（小田，1996）。カブトムシは幼虫、さなぎの時は腐葉土や土の中、成虫になっても夜行性であるので、ほぼ一生を暗闇の中で過ごしている。そのために光や色によるコミュニケーションではなく、音や振動によるコミュニケーションが発達したようである。

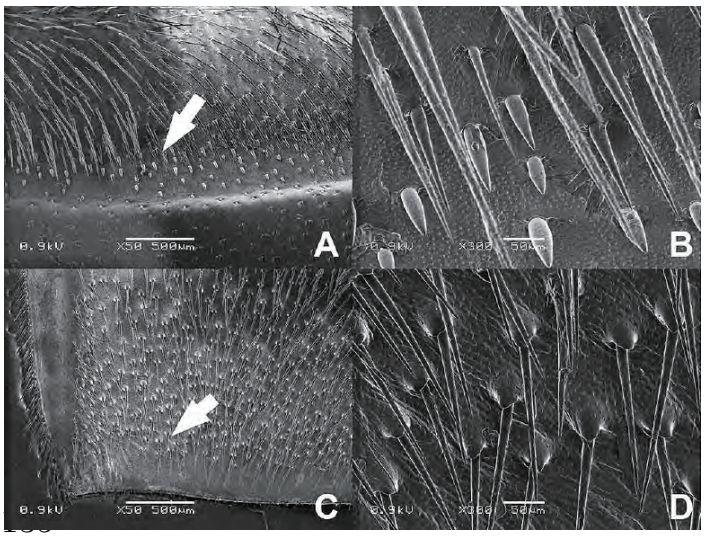


図７　カブトムシ♀の摩擦式発音器。A：前翅先端付近内面；B：同左拡大；C：腹部先端付近背面；D：同左拡大。

4. カブトムシの翼

昆虫という巨大なグループは通常、33 ほどの「目（もく）」に大きくグループ分けされる。チョウやガのなかま（鱗翅目＝チョウ目）、トンボのなかま（蜻蛉目＝トンボ目）というのもそれぞれの目である。カブトムシはコウチュウ目（＝鞘翅目）に分類される。コウチュウ目はあらゆる昆虫の目の中でも最も大きく、全昆虫の種数のおおよそ半分弱を占める。

昆虫の大半は 4 枚または 2 枚の翅をもっていて、空中を飛翔する。空を飛ぶ動物というと誰しも鳥を思い浮かべるだろう。しかし実は、地球の歴史の中で初めて空中に飛び出したのは昆虫であるし、今でも空中でもっとも種数、個体数が多く、もっとも繁栄しているのは昆虫である。

昆虫は飛ばないときには翅をたたんでいるが、多くの昆虫はバッタの後翅のように、扇子状すなわち体軸に対してタテに折りたたむものがほとんどである。しかし甲虫は少なくとも 1 ～ 2 回、ヨコにも折りたたむ。カブトムシもそうである（図 8）。上に記した、33 ほどある昆虫の目の中で、翅を横にも折りたたむのは、コウチュウ目とハサミムシ目のわずか 2 つである。

甲虫類（＝コウチュウ目）には前後 2 対の翅があって、後翅は広く膜状で折りたたまれる。前翅は折りたたまれず、それぞれが貝殻のような形になって、背中で左右が合わさる形になっている。膜状で折りたたまれた後翅は、飛ばないときには前翅の下側にたたみこまれて、外に出ることはない。前翅は後翅に比べて非常に頑丈で、折りたたまれた後翅をガードする役割を演じている。

後翅を広げてみると、薄い褐色半透明の膜状に、放射状に太い濃褐色のスジがいくつも走っている（図 9）。これは

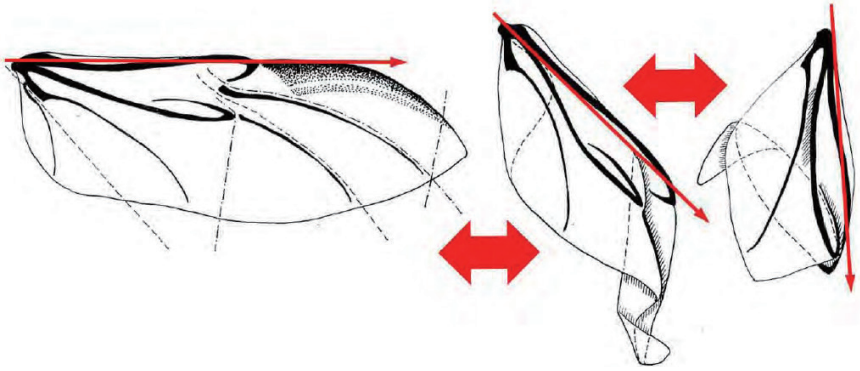
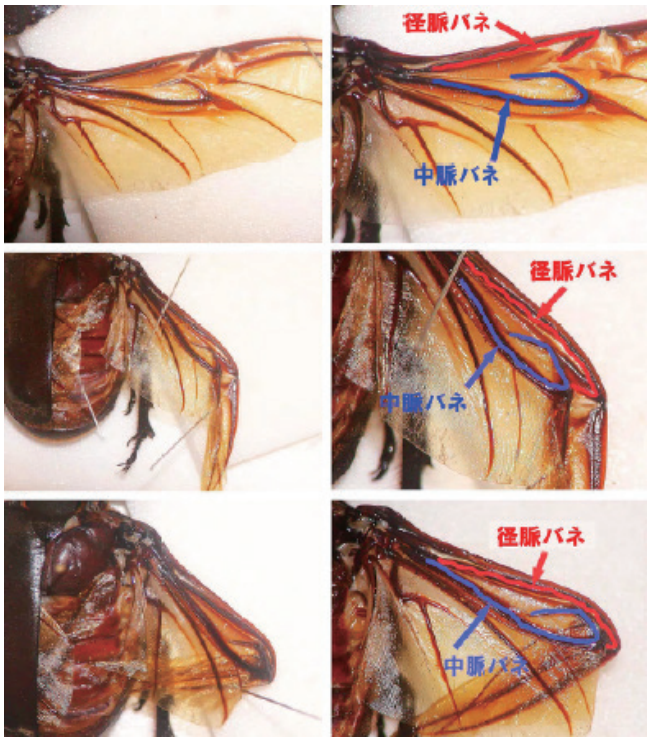


図 8　カブトムシ後翅のたたみ方。



136図 9　カブトムシ後翅の折り畳みと主要な翅脈の配置。

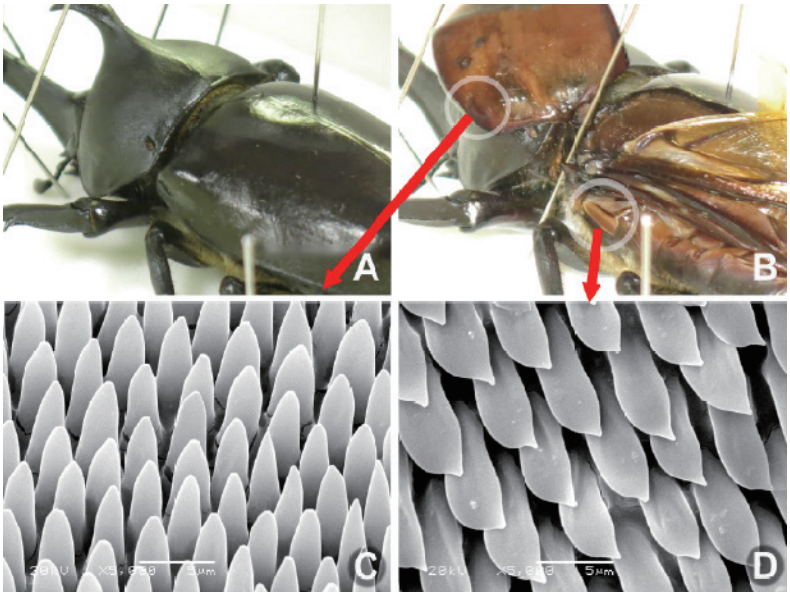


図 10　カブトムシ♂前翅肩部の固定装置。A：前翅を閉じたところ、左後方から；B：前翅を開いたところ、左後方から；C：左前翅肩部内面のパッチ SEM 写真（5,000 倍）；D：左胸部側面のパッチ SEM 写真（5,000 倍）。

「翅脈（しみゃく）」と呼ばれる器官で、カサの骨のような役目を果たす。甲虫の後翅の折りたたみ方は、種によって、厳密に一通りに決まっており、気分によって、あるいは個体によって、たたみ方が異なるということはあり得ない。

翅脈にはすべて名前がついている。カブトムシ後翅基部前方に太い翅脈が前後に 2 本走っているが、前の方を径脈（けいみゃく＝ radius）、後ろの方を中脈（ちゅうみゃく＝ media）という。この 2 本の太い翅脈は先端でかぎ状となり、翅が開いたときにはカギが向かい合う形になり、翅がたたまれているときにはカギが上下に重なる形になる（図 9）。つまりこの 2 本の太い翅脈が、カブトムシ後翅のヨコへの折り畳みをつかさどっている。この 2 本の翅脈はカブトムシに限らず、後翅をもつほとんどすべての甲虫にあり、それぞれ「径脈バネ（radial loop）」、「中脈バネ（medial loop）」と呼ばれている。

昆虫の進化の道筋をたどってみると、非常におおざっぱではあるが、次のような段階が認められるのではないだろうか。1）飛んでいないときでも翅はたたまない（トンボなど）、2）飛んでいないときには、翅は背上に重ねられる（ゴキブリ、セミなど）、3）飛んでいないときには翅はタテにたたまれる（バッタなど）、4）飛んでいないとき、翅はヨコにもたたまれてコンパクトになる（甲虫、ハサミムシ）。つまり昆虫の翅は、飛んでいないときにも翅はたたまない方から、飛んでいないときには翅をコンパクトにたたむ方へ向かって進化している。甲虫はそのような進化が最も進んだ例として認められる。

5. カブトムシはいかにして空を飛ぶか？

昨年（2013 年）、科研費「生物規範工学」のメンバーを対象に当館つくばキャンパスで行った「昆虫の飛翔に関するワークショップ」で分かったことを中心にカブトムシの飛翔メカニズムについて取りまとめた結果を、日本甲虫学会誌「さやばねニューシリーズ」に投稿した（野村, 2014b）。この内容の概略を以下に紹介してみたい。この論文の主題は、「カブトムシはいかにして空を飛ぶのか？」ということである。

カブトムシに限らず甲虫は、前翅を開き、その下に収納されている後翅を広げて、それをはばたくことによって、空中へ飛び出す。前翅を大きく開いて、背上に掲げるのか、それとも前翅は少ししか開かず、後側方のすきまから後翅を差し出すようにして飛翔するかは種類による。カブトムシは典型的に前者である。

カブトムシはいかにして前翅を開くのか？前翅の付け根の多くの部分が前翅自身によって隠されていることと、前翅の付け根が著しくくびれているために観察が困難であった。前翅の開閉メカニズムを調べている過程で、前翅に 2 カ所の固定装置があることを見出した（図 10）。この 2 カ所は固定―解除のタイミングも固定の仕組みも異なる。飛ばないとき、すなわち前翅を開かないときには、前翅は翅基部と肩の部分の 2 点で固定されている。この 2 点の固定装置を今回初めて SEM 撮影し、形態を詳しく記録することができた。つまりこの固定装置は、カブトムシが飛ばないときには前翅が開かないようにつなぎ止めているが、飛ぶときには固定装置が解除され、翅基部前方の筋肉に引き

上げられることによって前翅が開く仕掛けになっている。

まず肩部の固定装置であるが、胸部側面と前翅内面との間で、接触していれば固定され、引き離されることによって固定が解除される（図 11）。この両面には同じような長円形に近いパッチがあって、この表面を拡大して観察すると、特殊な構造が観察された。2 つのパッチがともに、非常に微細な鮫肌構造をもっていることが分かった。しかしその方向が真逆であって、前翅内面のパッチの鮫肌は上向きのトゲであり（図 10C）、胸部側面のバッチの鮫肌は下向きのトゲである（図 10D）。つまり双方のパッチがかみ合っているときには固定されており、離れると固定が解除される。この仕組みはマジックテープ（velcro）によく似ているが、実際にこの部分を切り出して接触させてみたところ、くっつきあう力はほとんどなかった。

前翅基部の固定装置は留め金状であって、前翅を閉じると胸部の突起が前翅基部の窪みにはまり込み、前翅全体を所定の位置に固定するようにできている（図 12）。逆に前翅を開く場合には、筋肉の力である程度の角度まで引き上げられると、固定装置がはずれて、前翅の回転運動が可能になる（図 13 右）。前翅は開きながらわずかに外側へ向かって回転し、いっぱいに開いたところで後翅がはばたいて飛び上がる。このような回転運動によって、前翅は外側（上面）ではなく、内側（下面）を外側へ向けている。したがって、カブトムシの飛翔を側面から写真撮影すると、前翅の内面が写真に写ることになる。

後翅は前章に記したように、折り畳み式になっており、飛翔する際には両翅を側方へ伸ばして羽ばたくことになる。折りたたみの方向は体軸と平行であり、羽ばたきの主な成分は体軸と垂直に近いので、折り畳み式であることがはばたきの強さや効率に大きく影響することはない。昆虫のはばたきのメカニズムとして、直接飛翔筋による場合と関節飛翔筋による場合とにおおきく分かれる。カブトムシが属するコウチュウ目では、基本的には関節飛翔筋方式であるはずだが、カブトムシの後翅基部には後翅を動かす巨大な筋肉盤（muscle disc）がついている。つまりこれは、一部直接飛翔筋方式に変わっている可能性を示している。

そのことも含め、カブトムシ、およびそれに近縁の甲虫のグループでは、飛翔メカニズムについてはまだまだ分かっ

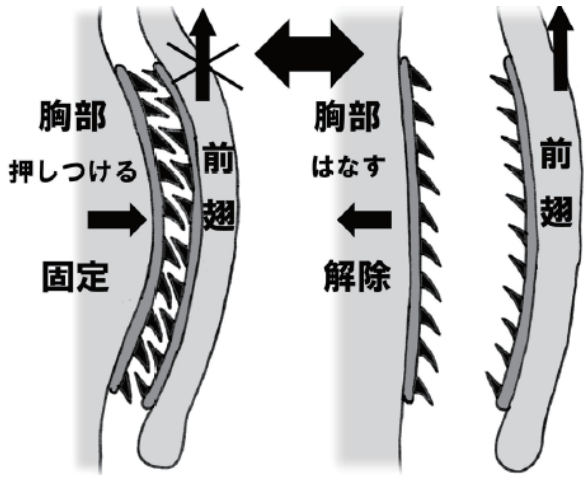


図 11　カブトムシ♂前翅肩部の固定メカニズム模式図。

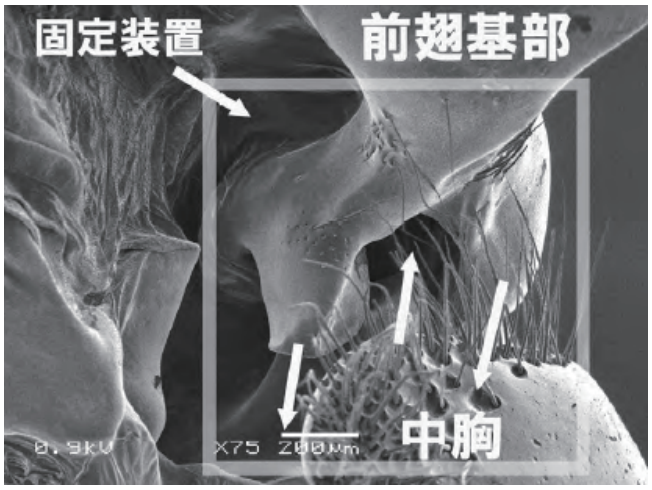


図 12　カブトムシ♂前翅基部の前翅固定装置。

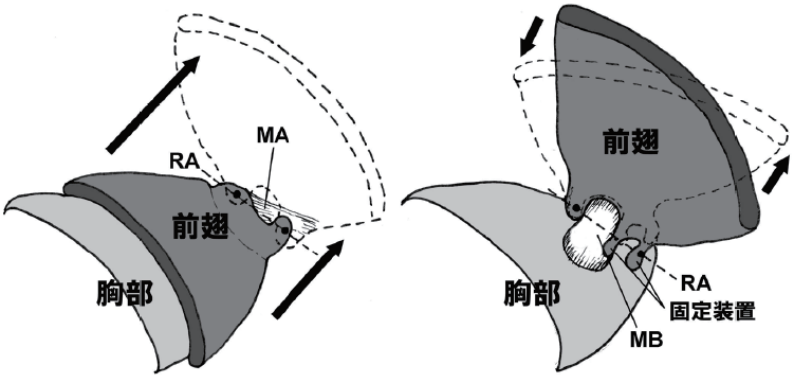


図 13　カブトムシ♂前翅基部の開閉メカニズム模式図。RA: 回転軸；MA: 前翅を開く筋肉；MB: 前翅を閉じる筋肉。

ていないことが多い。これほどよく知られた虫でありながら、わからないところはほったらかしにされ、ただ子供のおもちゃにされていたことが不思議でならない。図 10C, D の SEM 写真をもう一度よく見てほしい。何もかもわかっていたはずのカブトムシに、誰も見たことのなかった、こんな整然とした器官があるということは、驚異というほかはない。願わくば、この神秘に満ちた昆虫に触れる機会が、日本に生まれ育った子供たちから決して奪われることのないようにと思う。末筆ながら、今回の投稿について機会を与えて下さった産総研の阿多誠文様、関谷瑞木様、貴重な文献について情報をいただいた森林総研の高梨琢磨様、日頃よりバイオミメティクスについて多大なご指導をいただいている、東北大学の下村政嗣先生、札幌の下澤楯夫先生、浜松医大の針山孝彦先生に厚く御礼申し上げたい。

References：

[1] Kojima, W., Y. Ishikawa & T. Takanashi, 2012. Deceptive vibratory communication: pupae of a beetle exploit the freeze response of larvae to protect themselves. Biol. Lett. published online 6 June 2012, doi: 10.1098/rsbl.2012.0386

[2] 小田英智，1996. 自然の観察事典①カブトムシ観察事典．偕成社，東京，40 pp.

[3] 小島渉・石川幸男・高梨琢磨，2013. だましのコミュニケーションの進化．遺伝 67: 372-377.

[4] 野村周平，1995. 究極のトラップ．新筑紫の昆虫 (4): 87-104.

[5] 野村周平，1996.「究極のトラップ」その後．新筑紫の昆虫 (5): 71-82.

[6] 野村周平，2003. 採集法解説シリーズ [7] ノムラホイホイ．鰓角通信 (7): 45-52.

[7] 野村周平，2011a. 自然史研究とバイオミメティクス．Milsil 4 (2): 13-15.

[8] 野村周平，2011b. バイオミメティック・データベースとしての昆虫インベントリー．バイオミメティクス研究会編 次世代バイオミメティクス研究の最前線．シーエムシー出版，東京，pp. 318-324.

[9] 野村周平，2012. 連載 生物規範工学 第十一回 昆虫の形態研究はバイオミメティクスに寄与するか？ PEN 3(4): 8-12.

[10] 野村周平，2014a. カブトムシに宿る「匠」． PEN 4(10): 12-18.

[11] 野村周平，2014b. 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.

（５）国内研究動向紹介

所属班：公募班
所属機関：金沢大学人間社会研究域
氏名：香坂　玲

ISO/TC266 Biomimetics WG4 京都会議報告

会期
2015 年 10 月 19 日(月）（会議初日）WG4
2015 年 10 月 20 日(火）（会議二日目）WG1 WG2
2015 年 10 月 21 日(水）（会議三日目）TC （WG1 を含む全体総論）

主要点
(1) WG1 は解散 WG1 のドラフト修正を誰が責任を持って継続するか不透明
WG1 の持続可能性（Work item I）は英国提案だが責任者不在のため延期
カナダよりバイオミメティクスの評価に関する「採点」「数値化」の新規の修正提案があり，新WGを提案予定
(2) WG2 は，会議でのドラフト修正版を配布した後，ウェブミーティング（12/7）を経て，来年には最終案が提示される予定
(3) WG4 は，新規提案としてドラフト作成することになり，2016 年の春には新規提案の予定
(4) WG2 および WG4 の Convenor が再任
(5) TG 1 は，各国の調査を実施予定 アンケートの改訂版を提出予定

その他
WG4 等の新規提案に対して，仏など欧州を中心に財政的負担や費用便益より，オブザーバーになる懸念，可能性等が示唆された

前回と比較して，全体として議論は時間内で終わった

担当者が不在等のため議題が延期・変更となった（WG1 Work item I /TG）

次回の会議は，2016 年 9 月 26 日~30 日の予定（スイスもしくはカナダ，候補国がなければドイツのベルリン

所属班：B01-1 班
所属機関：産業技術総合研究所　機能化学研究部門
氏名：鈴木航祐

Engineering Neo-Biomimetics VI and Satellite Workshop at Lake Biwa（1 日目 10/22）に参加して

2015 年 10 月 22 日，23 日に開催された Engineering Neo-Biomimetics VI and Satellite Workshop at Lake Biwa へ参加した。本稿では，22 日に京都市中京区に位置する，島津製作所三条工場内 新本館のセミナーホールにおいて開催されたシンポジウムでの講演の様子を報告する。

下村領域代表の opening remake を皮切りに，シンポジウムでは 13 件の講演が行われた。その内６件が英，独，仏，ベルギー，チェコ，イスラエルからの参加者による講演であり，バイオミメティクス研究の社会還元へ向けた取り組みに重きをおいた内容であった。学会では中々聞くことのできない講演内容であり，生物技術の実社会への応用を目指す生物規範工学あるいはバイオミメティクスのシンポジウムらしいものである。ヨーロッパを中心とした研究者は企業あるいは地域と連携したバイオミメティクスによるイノベーションの大きな役割を担っていることを知るまたとない機会となった。また，もう７件は国内研究者による最新のバイオミメティクス研究に関する講演が主であり，こちらは 17 件のポスター発表も合わせて，注目する対象の生物や技術が多岐に渡り，活発な議論が行われた。これには日本も海外も関係ないと感じた次第である。これら講演を内容で厳密に分類するのには難しい部分もあるが，大きく次の３つに分けられるのではないだろうか。講演内容については末尾で報告する。

・技術のアウトプットや連携を指向したバイオミメティクスに関する講演
・工学者によるバイオミメティクス研究の講演
・生物学者によるバイオミメティクスに関する講演

また会場となった島津製作所様の見学ツアーが設けられており，その研究開発の歴史や現在の取り組みについて知ることができた。ツアーには開発製品や依頼された製品等の品質についての分析が行われるクオリティーセンターの見学も組み込まれていた。品質管理は物質の形状等の他，温度・湿度や振動等の耐久性，さらに大きな遮蔽空間内での電磁障害に関する測定等が行われており，島津製作所様の厳密な品質管理への姿勢が伺われた。

・技術のアウトプットや連携を指向したバイオミメティクスに関する講演
Prof. Dr. Heike Beismann (Westfälische Hochschule, Germany),「Standardization in the Field of Biomimetics An International Challenge」
長谷山美紀教授，北海道大学,「Biomimetics Image Retrieval：Connecting Biology and Engineering」
Dr. Stephan Hoornaert (Morpho-Biomimicry.Be, Belgium),「FungiUp Cities like Forests: From Coffee Waste Recycling to Sustainability!」
Prof. Julian Vincent (University of Oxford, United Kingdom),「Trade-offs, Evolution and Biomimetics」
Dr. Yael Helfman Cohen (Tel Aviv University, Israel),「Introduction of the Structural Biomimetic Design Method」

Dr. Kalina Raskin (CEEBIOS, France),「Bio-inspired Innovation Implementation in R&D Strategies – A French Landscape Overview」

Beismann 先生からは，バイオミメティクスの国際標準化についての取り組み，標準化が企業の製品・技術開発にもたらす効果について講演頂いた。バイオミメティクスの技術・方法は既存のものとは異なり，生物やその機能等，対象が多岐に渡る。そのため標準化による概念の提示, 機能や構造を明らかにする方法の道筋が提示されることで製品開発側のアプローチが容易になり，技術開発を加速すると期待される。

長谷山先生からは生物学者と工学者とを結ぶ画像検索システムの開発についての講演が行われた。これまで画像の特徴の類似した生物画像を検索できていたが，新たに個々の利用者によって着目している類似性, 画像ひいては構造の特徴に対してフィードバックがかけられるようになった。蓄えられた画像に関しても魚類，昆虫，鳥類などの分類と拡充が進んでおり，利用時の利便性の向上が期待できる。

Hoornaert 先生からはリサイクルシステムへのバイオミメティクス技術応用に関する取り組みが紹介された。捨てられるだけのコーヒー殻を処理し，マッシュルーム育成に利用する。さらにその生産物を利用した燃料等の性能試験にも取り組んでおり，低環境負荷のリサイクルシステムの構築を目指している。

Vincent 先生からは，Plenary Talk として，バイオミメティック材料のニッチ開拓に関する講演があった。生物が作り出す材料の力学特性についてご自身の研究を振り返りながら，既存材料との特性の相違点等を概説された。さらに TRIZ とオントロジーを利用することでバイオミメティクスにより生み出された材料の利用可能性を開拓できることを示された。オントロジーの効用は，材料を作り出すまで，または材料を使う環境条件等の関係が明確になることである。関係性を明らかにした上で環境負荷の低減と材料性能との技術矛盾によるトレードオフを積極的に取ることが材料利用のニッチを拓く鍵とのことである。

Helfman 先生からは生物の持つ微細な構造のデザインとそれらが持つ機能を結びつける取り組みが報告された。TRIZ に基づいた手法で生物微細構造の「かたち」の特徴，由来する生物および機能を分類しながら結びつけ，自身らが開設した”findstructure.org”ホームページ上でキーワードによる検索が可能になっている。誰でもキーワードから生物の持つ典型的な形状のデザインと機能を結びつけて探すことができる。長谷山エンジンと合わせて利用すればありのままのかたちと抽象的なかたちを知りインスピレーションを受けることができそうである。今後のさらなる拡充に期待したい。

Raskin 先生からはバイオミメティクスによるイノベーションについて CEEBIOS の取り組みが紹介された。研究開発とイノベーションを推進するため，産官学の人材を集め, ブレインストーミングを行って製品開発等に対しての見通しを育てているそうである。CEEBIOS が中心に産業界に対して積極的に船頭をし，バイオミメティクスによって何をするべきかを決めるところから取り組まれている点は興味深い。

・工学者によるバイオミメティクス研究の講演
細田 奈麻絵博士，物質・材料機構,「Biomimetic Bonding Technology」
小林 秀敏教授, 大阪大,「A Study of Lily Flower Bud from Mechanical Point of View」
田中 博人准教授，東工大,「Aerodynamic characteristics of flat-plate wings with serrated leading edges modeled on an Ural owl’s primary feather」
Prof. Matej Daniel (Czech Technical University in Prague, Czech Republic),「Biomimetic Design of Hip Joint Replacement」
大園 拓哉博士，産総研,「Sliding friction on shape-tunable wrinkles」

細田先生からは，ハムシの足先に学んだ水中接着技術についての研究報告があった。ハムシの足先の微細な接着毛は水中で気泡を蓄えることができる。実際にハムシを水中に入れると，疎水表面に対しては大気中と同程度の接着性だが，親水性表面に対しては，水の接触角が下がり，接着性が向上することが明らかになった。これに学んだゴム製の微細構造表面は，同様に水中での接着性が保たれることが示された。

小林先生からは，ユリの花のつぼみの開閉の力学的機構についての発表が行われた。つぼみの内部形状を X 線 CT によって明らかにし，有限要素法による分析することで花弁には向きによって強度の大きな違いがあり，つぼみの密封性と成長によって芽吹くことができる機能を生み出していることを示されていた。

田中先生からは，フクロウの風切り羽根にある鋸刃構造(serration)の流体への作用に関する研究が報告された。実際の風切り羽根とモデル羽根とを比較すると，serration によって剥離流の速度の揺らぎが低減されることが明らかになった。今後，翼の構造による効果や羽音の発生が小さい羽の開発が期待される。

Daniel 先生からは，古くからの課題である Hip Joint の人工関節への置き換えについての研究発表があった。関節の動きは潤滑現象として扱うことができる。しかし，実際には関節部位以外の脚の骨-人工関節間の接合部にも負荷が掛かっており，脚を支える骨の形状を加味した構造力学も考える必要がある。成長段階にある患者などは成長とともに形状が変わるため，実際の脚形状を考慮した設計をし，段階的に人工関節部を変更する必要がある。生物そのものに工学的にアプローチするという実際的な研究であった。

大園先生からは，生物体表に目にすることのできるシワに着想を得た，形状可変なシワ凹凸構造上での摩擦の制御に関する研究発表があった。ある対向する突起に対し，摩擦するシワ凹凸の数が少ない場合には摩擦力は増え，凹凸の数が大きい場合には摩擦力を減らすことが可能であった。これは摩擦を制御するためには対向面の突起と凹凸のサイズの違いに注目すべきであるという指針を与える。

・生物学者によるバイオミメティクスに関する講演
奥田 隆博士，農業生物資源研，「Challenge to anhydro-preservation of cell line inspired by a desiccation tolerant African insect」
針山 孝彦教授，浜松医科大学，「Biomimetic thin membrane, the NanoSuit®, enhancing surface shield effect for living organism in high vacuo」

奥田先生からは，ネムリユスリカに学ぶ無水保存に関する研究の講演が行われた。ネムリユスリカの幼虫は乾燥状態に長期間曝されても吸水すると蘇生することで有名である。乾燥状態ではグリコーゲンから変換されたトレハロースが水の代わりに生体物質を保持するため乾燥状態での生存が可能になっている。再度吸水を行うと，トレハロースはグリコーゲンに戻り，幼虫は活動することができる。これが個体だけでなくネムリユスリカの細胞レベルでも可能であることを示されており，糖の変換を利用した乾燥保存の技術への展開が期待される。

針山先生からは，Plenary Talk として「ナノスーツ法」の研究についての講演が行われた。これまでに電子顕微鏡の微小圧力下でも生きたボウフラを観察できることが示されてきたが，このようなウジ型幼虫の他にも生きたままの細胞組織などが観察可能になった。さらに表面に塗布してスーツ化するための溶液に関してもバリエーションが増えており，利便性の広がりが伺え，医療現場での実用が待たれる。

所属機関：NPO 法人アスクネイチャー・ジャパン
氏名：星野敬子

「バイオミメティクス国際会議」レポート

当法人アドバイザーで，千歳科学技術大学教授 下村政嗣氏が代表を務める新学術領域研究「生物多様性を規範とする革新的材料技術（略称：生物規範工学）」が主催する国際会議“Engineering Neo Biomimetics VI”が京都で開催された。本会議には，フランス サンリス市のバイオミメティクス研究開発拠点「CEEBIOS（Centre Européen d’Excellence en Biomimétisme de Senlis）」からカリーナ・ラスキン氏がゲストの一人として招かれた。アスクネイチャー・ジャパンは「CEEBIOS」と，自然に学ぶものづくり，環境保全，地域創成などをそれぞれに目指しながら，国際交流を重ねている。そのため，本会議 2 日目に滋賀県でサテライト・ワークショップが行われた。

日　時：2015 年 10 月 23 日（金）
内　容：13:30-15:00 滋賀県立琵琶湖博物館　見学
　　16:30-18:00　会議「バイオミメティクスの国際連携」
参加者：32 名（海外ゲスト 6 名，日本研究者 10 名，滋賀関係者 14 名）

主　催：科学研究費「生物規範工学」
共　催：アスクネイチャー・ジャパン

バイオミメティクスにとって，生物資源の収集や保全は不可欠である。そこでまず，滋賀県立琵琶湖博物館の見学を通じて，バイオミメティクスから見る博物館の役割を考えた。さらに，上席総括学芸員マーク・ジョセフ・グライガー氏に博物館の特徴や展示を解説いただき，琵琶湖の自然や滋賀の暮らしについて理解を深めた。国立科学博物館や海洋研究開発機構（JAMSTEC）の研究者も出席し，博物館間の交流の機会にもなった。

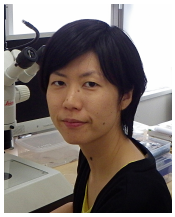
その後，たねやグループの施設「ラ コリーナ近江八幡」に場所を移し，「バイオミメティクスの国際連携」をテーマに会議を行った。はじめに，バイオミメティクス研究会を主宰する高分子学会事務局長 平坂雅男氏からバイオミメティクスの国内動向を，最新の製品開発，メディア報道，産業系コンソーシアム設立などの事例を交えて紹介いただいた。

その後，2 つの視点からディスカッションを行った。まず，生物学と工学の専門領域にあるギャップに焦点を当て，情報格差や技術矛盾を超える手段としての「バイオ TRIZ」などについて議論した。2 つ目のトピックスは産業化とし，ビジネスとして成立させるための要件，企業に必要な人材などについて意見を交換した。海外ゲストから，フランス，アメリカ，イスラエル，ベルギーにおけるビジネス化の事例やアイデアも紹介された。

この他，教育の重要性についても議論が及んだ。若い世代が学際的に学び，あらゆる分野に興味を持ち，日常的に多様な人とディスカッションする場をつくること，その結果が技術革新を生み出す土壌となる，という意見も出された。

本会議は，バイオミメティクスという多様な連携を必要とする新領域に対して，国籍も分野も所属も異なる研究者，事業者，行政，教育者が集い，意見を交わす機会として実りあるものとなった。引き続き，バイオミメティクスを実社会に応用していくための議論を深めてゆきたい。

所属班：A01-1 班
所属機関：国立科学博物館動物研究部
氏名：片山　英里



島津新素材セミナー2015　新素材のヒントはここに！「バイオミメティクス」（京都 10 月 23 日）に参加して

京都の島津製作所で新素材セミナーが三条工場内 新本館 1F セミナーホールで開催された。企業や技術者に新素材のヒントを提供し，現在の研究の最先端を紹介するものであった。本セミナーは，下村政嗣先生（千歳科技大）の新学術領域研究の目指すものとして，バイオミメティクスの意義と研究の新局面とその課題についての講演から始まった。石田秀輝先生（東北大）のバイオミメティクスが人の暮らしに与える心の豊かさについての講演があり，環境制約の中でのネイチャーテクノロジーやオントロジー工学によるこれからのライフスタイルついてのお話があった。その後，島津製作所の枝廣雅美氏によって，マイクロフォーカス X 線 CT による生体試料の 3 次元観察について紹介された。島津製作所のマイクロ CT の解像度とカブトムシの内部構造や，ピラニアの内部にある歯，海綿動物のスポンジ状構造など，非常に精度の高い画像が紹介されており，非破壊で生物の構造を明らかにするうえで非常に重要なツールとなりうるであろう。試料の CT 画像前処理についても紹介され，生物の形態データを収集している筆者にとって，有益な情報を得ることもできた。次に，椿玲未先生（JAMSTEC）は海綿動物の水輸送システムについて説明された。海綿は古くからスポンジとしてその構造が模倣されてきたが，海綿の「スカスカ」な構造の中にある輸送システムを，実験的に検証し，また CT 画像による構造の解析を行うことで，水輸送システム構造の解明と可視化を行っているところが興味深かった。そしてデータベース班の古崎晃司先生（大阪大）によるオントロジーに基づくキーワード探索システムについての講演があった。画像データベースとともに重要となるキーワードによる探索システムは，語彙を抽象的に体系化することで，画像だけでは理解し難い生物知識が十分ではない研究者が，素材のヒントまでを導いてくれるものと考えられる。その後，藤井秀司先生（大阪工業大）による粉末状粘着材リキッドマーブルの研究についての講演があり，粘着性のある粉体として振る舞う接着剤についての研究が紹介された。これまでとは形状の異なった粘着剤で，接着についての今後の発展が期待されるものであった。最後に（株）LIXIL の井須紀文氏によるカタツムリの殻の特性を利用した住宅についての講演があり，今回の講演の最後を，まさに自然に学ぶものづくりについての興味深い実例が紹介されて，セミナーが終了した。

ポスター発表は講演の間に行われ，バイオミメティクス研究班による 18 題と，島津分析技術ポスターの 12 題が提示され，ポスターの前でそれぞれの発表者による説明や議論が約 1 時間にわたって活発に行われた。

企業と研究班が共同でこのような場を持つことで，バイオミメティクス研究と産業を新たに結ぶきっかけになるとともに，結びつきもまた実感できたのではないかと感じた。今後も，こうした情報交換や交流の場によって，より活発な議論が行なわれることを期待する。

所属班：B01-3 班
所属機関：産業技術総合研究所　構造材料研究部門
氏名: Raju　Gupta，穂積　篤

Conference Report: 4th Nagoya Biomimetics International Symposium (NaBIS)

4th Nagoya Biomimetics International Symposium (NaBIS) was organized on October 30, 2015 at Nagoya. The conference started with talk by Prof. Todd Emrick (UMass, USA) titled “Merging synthetic polymers with functional groups from Nature”. His talk focussed on building of libraries of macromolecules to synthetic polymer backbones for therapeutic applications. Examples include encountering of flexible microcapsules filled with a solution of nanoparticles to a damaged surface and release of nanoparticles into damages sites. In another example zwitterions were incorporated in polymer units resulting in droplets having varied interfacial surface tension. Next talk by Dr. Shigeru Deguchi (JAMSTEC, Japan) titled “Soft Materials Under Extreme Conditions Mimicking Deep-sea Hydrothermal Vents” was on formation of 50-100 nm sized oil nanoemulsions using flow reactor operating at process conditions similar to hydrothermal vents in sea. Next talk by Prof. Yusuke Yamauchi (NIMS, Japan) titled “Synthesis of Novel Nanoporous Materials Based on a Self-assembly of Functional Molecules” was on preparation of novel mesoporous materials using polymeric micelle assembly approach. Synthesis of various nanostructured materials such as mesoporous TiO_2, SiO_2, Au/Pt and C were shown and such nanostructured materials were used for sensing, catalysis and energy applications. Next talk was by Prof. Lei Jiang (Chinese Academy of Sciences, China) titled “Smart Interfacial Materials from Super-Wettability to Binary Cooperative Complementary Systems”. He gave a very nice overview of

super-wettability system. “Cooperative effect of micro/nano-structures and surface energy are the key of super-wettability” was the take home message from his talk. He presented various nature-inspired binary cooperative complementary nanomaterials for super-wettability applications. Based on this concept, he talked about various examples towards energy conversion systems, oil/water separation and anti-biofouling applications. The next talk was by Prof. Heashin Lee (KAIST, Korea) titled “Mussel-inspired Adhesive Polymers: Five-year Story of Chitosan-catechol”. In this talk, he talked about development of polymeric catecholamines based wet-resistant adhesives similar to muscle adhesive proteins. Next talk was by Prof. Tom McCarthy (UMass, USA) titled “Do you know what PDMS is?”. He explained audience about difference between silica, silicon and silicone. He gave a very nice fundamental talk about PDMS and explained reaction chemistry during PDMS formation. Next talk was by Prof. Masanobu Kamitakahara (Tohoku University) titled “Potential of Hydroxyapatite as a Scaffold Material for Microorganisms for Water Purification”. He presented potential of hydroxyapatite (HA) as adsorbent. Scaffold made of HA was prepared and microorganisms were adsorbed over such scaffolds. Final talk of the conference was by Prof. Kaori Kamata（TITech, Japan）titled “Biotemplated 3D Microstructures for Unique Electromagnetic Responses”. She presented formation of air core helix structures utilizing spirulina, blue-green algae as biotemplate and usage of such helical microstructures for absorption of tetrahertz waves.

All the posters presented during the conference were interesting especially by Dr. Michinari Kohri (Chiba University) on preparation of structural color pellets core-shell particles prepared using polystyrene core and polydopamine shell. All the conference chairs adhered strictly to the allocated schedule leading to smooth running of the presentations.

所属班：A01-1班
所属機関：北陸先端科学技術大学院大学
　　サービスサイエンス
研究センター
氏名：溝口　理一郎

２０１５年度第２回高分子学会バイオミメティクス研究会報告

高分子学会バイオミメティクス研究会と ISO/TC266 バイオミメティクス国内審議委員会の二つの組織の主催で，15-2 バイオミメティクス研究会が下記の要領で開催された．今回の主題は「環境とバイオミメティクス」であり，今後ますます重要となる環境問題との接点を意識して設定された．

日時 平成27 年11 月17 日(火) 13:00～18:00
会場 産業技術総合研究所

プログラムは以下の通りである．バイオミメティクス研究会運営委員長である下村教授からの開会の挨拶のあと，第一部ではISO/TC266バイオミメティクス国内審議委員会を中心としてISOにおいて活動している，バイオミメティクス技術の標準化に関するISO/TC266全体会議が京都で開催されたこと受けて，その活動の概要報告が４つのWG関係者からあった．休憩の後の第２部では，環境との接点と言うことで，企業からのご意見を二つ，大学からの意見を一つ，合計３件の報告があった．短い休憩の後，第３部では，産総研から生物模倣技術と新材料･新製品開発への応用という観点で，フジツボを題材にしたバイオセンサーに関する報告があった．各報告の後，活発な意見交換があり，聴衆の関心の高さがうかがえた．

13:00～13:05 開 会
（高分子学会バイオミメティクス研究会運営委員長）下村 政嗣

第一部：ISO/TC266 京都国際会議の報告

13:05～13:25 ISO/TC266 Biomimetics 京都会議（第5回）WG1報告
（大阪大学）齋藤 彰

13:25～13:45 ISO/TC266 WG2国際委員会 京都会議の報告
（物質・材料研究機構）細田 奈麻絵

13:45～14:15 バイオミメティックスの国際標準化～生きた国際標準を目指して～
（産業技術総合研究所）関谷 瑞木

14:15〜14:45 ISO/TC266 Biomimetics WG4京都会議報告
（北陸先端科学技術大学院大学）溝口 理一郎

14:45〜15:00 休 憩

第二部：環境とバイオミメティクス

15:00〜15:40 環境・CSR経営からみたバイオミメティクス
（積水インテグレーテッドリサーチ）白鳥 和彦

15:40〜16:20 欧州の環境・エネルギー・技術政策からみたバイオミメティクス
（三菱総合研究所）亀井 信一

16:20〜17:00 生物多様性と自然環境評価 （大阪府立大学）平井 規央

17:00〜17:10 休憩

第三部：『生物模倣技術と新材料･新製品開発への応用』（技術情報協会刊）から

17:10〜17:50 フジツボ構造の形成による
プラズモン現象の効率的発生とバイオセンシングへの応用
（産業技術総合研究所）福田隆史

17:50〜18:00 閉会

所属班：B01-4 班
所属機関：京都大学農学研究科応用生命科学専攻
氏名：森直樹

島津新素材セミナー2015
新素材のヒントはここに！「バイオミメティクス」
（2015 年 10 月 23 日および 11 月 20 日）セミナーに参加して

2015 年 10 月 23 日（金）に京都，11 月 20 日（金）には東京において，上記のセミナーが開催された。それぞれ，48 名と 96 名の参加があった。化学系製造業以外にも，自動車，家電，化学，印刷，スポーツ用品などと幅広くの方々が参加され，多くの業種においてバイオミメティクスへの関心の高さが伺えた。

京都では，島津製作所シニアフェローの田中耕一氏がわざわざ会場に来られ，「今後のバイオミメティクスに大きく期待したい」とのご挨拶をされた。「バイオミメティクス」と云う言葉を挙げた点に，田中先生の強い期待感を感じたのは著者だけではなかったと思う。当初このような予定はなく，サプライズな出来事であったと聞き及んでいる。その後，石田秀輝先生，島津製作所技術者の方，椿玲未先生，古崎晃司先生，藤井秀司先生，そして伊須紀文先生の発表があった。東京では，下村先生の基調講演後，森，島津製作所技術者の方，長谷山美紀先生，穂積篤先生，日立製作所の宮内昭浩先生，そして関谷瑞木先生の講演があった。講演後，京都では「元素ブロック」研究班，東京では「バイオミメティクス」研究班のポスター発表も開催された。

それぞれの先生方の発表内容は島津製作所のレポートに譲りたい。著者がここで強調したいのは，ポスター発表後にセミナー参加者と講演者とで行われた懇親会の雰囲気である。至る所で，発表者を囲んだ輪ができ，活発な議論が行われている様子が良く分かった。著者が所属する学会では，一般企業の研究者と大学の研究者がこのように自由闊達に議論を交わす機会は少なく，非常に驚いた。その様子を横目で見ながら，農学系の私には話しかけてくる企業の方はいないであろうと高を括って，この雰囲気を著者が所属する学会にどのようにしたら持ち込めるかに思いを巡らせていた。ところが，幾つかの企業の方から声を掛けられた。そのうち 2 つは社内に農薬部門があり，農薬開発に対しても疎遠ではない企業の方だった。驚いたのは，全く農薬開発とは関係のない数名の方から声を掛けられたことであった。島津製作所だけでなく多くの企業研究者の方々が「バイオミメティクス」に興味を持ち，その可能性に期待していることが実感できた。私にとっても有意義なセミナーであった。このような機会を作って頂いた島津製作所の関係者の方々に御礼を申し上げたい。

（6）新聞・報道

【新聞・報道】

総括班

（1） 化学工業日報（2015 年 10 月 27 日）
「京都で新素材セミナー　島津製作所　生物模倣をテーマに」
１０月２３日に島津製作所で開催された，”第３回島津新素材セミナー2015(京都)
新素材のヒントはここに! 「バイオミメティクス」～生物の多様性に学ぶ新造材の
創出~”が紹介されました。

（2） 朝日新聞　朝刊（2015 年 12 月 1 日）
北海道版に連載の「知の達人たち」に,”生き物から技術をとりだす”という表題で下
村領域代表が紹介されました。

（3） 北海道新聞　日曜版（2015 年 12 月 13 日）
「ほっかいどう知究人
　バイオミメティクス　生物に学ぶモノづくり　異分野連携で大きな成果」
下村政嗣先生(総括班)，長谷山美紀先生(A01 班)，下澤楯夫先生(評価委員)，平井悠
司先生(B01-1 班)らが紹介されました。

（4） 神戸新聞　夕刊（2016 年 1 月 5 日）
「生き物の特性　技術に生かせ ナノテク普及が後押し」
下村政嗣先生(総括班)，尾崎まみこ先生（B01-4 班）らが掲載されました。

（5） 毎日新聞（2016 年 1 月 21 日）
「科学の森
　『生きたまま』超薄膜で実現　真空でも試料の水分保持, 電子顕微鏡で観察可能に」
針山孝彦先生（B01-2 班），下村政嗣先生（総括班）らが掲載されました。

A01 班

（1） 北海道新聞　朝刊　地方　函館・渡島・桧山（2015 年 11 月 14 日）
長谷山先生(A01 班)が講師を務めた，第 24 回先端科学移動大学 2015 での講義の
様子が掲載されました。

（2） 北海道新聞　日曜版（2015 年 12 月 13 日）
「ほっかいどう知究人
　バイオミメティクス　生物に学ぶモノづくり　異分野連携で大きな成果」
下村政嗣先生(総括班)，長谷山美紀先生(A01 班)，下澤楯夫先生(評価委員)，平井悠
司先生(B01-1 班)らが紹介されました。

B01-1 班

（1） 北海道新聞　日曜版（2015 年 12 月 13 日）
「ほっかいどう知究人
　バイオミメティクス　生物に学ぶモノづくり　異分野連携で大きな成果」
下村政嗣先生(総括班)，長谷山美紀先生(A01 班)，下澤楯夫先生(評価委員)，平井悠
司先生(B01-1 班)らが紹介されました。

(2)　日刊工業新聞（2016 年 1 月 22 日）
「第 4 回　ネイチャー・インダストリー・アワード ～若手研究者からの発信～
　受賞者の研究概要」【日刊工業新聞社賞】「自己組織化を利用した無反射・超撥水/超親水シリコン微細構造の作製」
千歳科学技術大学　平井　悠司氏（B01-1 班）

B01-2 班

(1)　化学工業日報（2015 年 11 月 13 日）
「毛管力で液体輸送 マイクロ流路デバイス 鋳型法用い微細突起」
石井大佑先生（B01-2 班）の記事が掲載されました。

(2)　毎日新聞（2016 年 1 月 21 日）
「科学の森
　『生きたまま』超薄膜で実現　真空でも試料の水分保持, 電子顕微鏡で観察可能に」
針山孝彦先生（B01-2 班），下村政嗣先生（総括班）らが掲載されました。

(3)　日刊水産経済新聞（2016 年 2 月 12 日）
「生きた細胞見える顕微鏡　体調測定できる機能素材　ナノテク展示会」
針山孝彦先生（B01-2 班）らが掲載されました。

B01-3 班

(1)　日刊工業新聞（2016 年 1 月 22 日）
「第 4 回　ネイチャー・インダストリー・アワード ～若手研究者からの発信～
　受賞者の研究概要」【技術開発委員会賞】「魚の鱗に倣った超撥油性表面の創製～水/油連続分離システムの開発～」
産業技術総合研究所　　穂積　篤氏（B01-3 班）

B01-4 班

(1)　神戸新聞　夕刊（2016 年 1 月 5 日）
「生き物の特性　技術に生かせ ナノテク普及が後押し」
下村政嗣先生(総括班)，尾崎まみこ先生（B01-4 班）らが掲載されました。

C01 班

(1)　NHK エデュケーショナルズ（2015 年 4 月 29 日）
「ピカイア　カンブリアの海へ！」
石田秀輝先生（C01 班）がアニメ『ピカイア！』（NHK 科学アニメ）監修されました。

(2)　NHK エデュケーショナルズ（2015 年 5 月 4 日）
「ピカイア　今こそバイオミメティクス」
石田秀輝先生（C01 班）がアニメ『ピカイア！』（NHK 科学アニメ）監修されました。

(3)　NHK エデュケーショナルズ（2015 年 5 月 5 日）
「ピカイア　断崖のハルキゲニア」
石田秀輝先生（C01 班）がアニメ『ピカイア！』（NHK 科学アニメ）監修されました。

(4)　NHK エデュケーショナルズ（2015 年 5 月 6 日）
「ピカイア　激流を乗り越えろ！」
石田秀輝先生（C01 班）がアニメ『ピカイア！』（NHK 科学アニメ）監修されました。

(5)　日刊工業新聞（2015 年 6 月 25 日）
「モノづくり体感スタジアム 2015」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(6)　日刊工業新聞（2015 年 7 月 10 日）
「第 3 回 2030 年の『心豊かな』ライフスタイル」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(7)　南海日日新聞（2015 年 8 月 13 日）
「沖永良部シンポジウム」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(8)　奄美新聞（2015 年 8 月 16 日）
「沖永良部シンポジウム」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(9)　南海日日新聞（2015 年 8 月 30 日）
「持続可能な島目指して」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(10)　日刊工業新聞（2015 年 10 月 9 日）
「第 12 回　2015 年超モノづくり部品大賞」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(11)　日刊工業新聞（2015 年 11 月 6 日）
「地方創生-課題先進国の先頭に」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

(12)　南海日日新聞（2015 年 11 月 12 日）
「『地方化』視座に」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

（13）日経新聞（2015 年 11 月 21 日）
「節約の中に豊かさ求める」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

（14）KAI Presents Earth Radio（2015 年 11 月 24 日)
『100 年先の未来』を創る番組 KAI Presents Earth Radio
石田秀輝先生（C01 班）が出演されました。

（15）神戸新聞（2015 年 11 月 26 日）
「『自然に学ぶ暮らし』解説」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

（16）読売新聞（2015 年 12 月 3 日）
「アリ塚をヒントに空調　耳より講座」
石田秀輝先生（C01 班）が掲載されました。

公募班

(1) 毎日放送 Voice（2015 年 10 月 29 日）
「大阪工業大学が開発　アブラムシがヒント・・・新しい粘着剤」
藤井秀司（公募班）の成果が放送されました。

(2) yahoo ニュース（毎日新聞）（2015 年 11 月 1 日）
「＜大阪工業大＞粒状の粘着剤を開発　工業分野で応用広く」
藤井秀司（公募班）が掲載されました。

(3) 毎日新聞（2015 年 11 月 2 日）
「べとつかない粘着剤 大工大開発　虫の蜜ヒント，電子機器などに応用期待」
藤井秀司（公募班）が掲載されました。

(4) 化学工業日報（2016 年 1 月 13 日）
「アブラムシに着想　粉末状粘着剤を開発」
藤井秀司（公募班）が掲載されました。

(5) 日刊工業新聞（2016 年 1 月 22 日）
「第４回　ネイチャー・インダストリー・アワード ～若手研究者からの発信～
受賞者の研究概要」
【ＯＳＴＥＣ賞】「メラニン顆粒を模倣した吸収のあるコロイド粒子を用いる多彩な構造発色の実現」千葉大学　桑折　道済氏（公募班）

（7）アウトリーチ活動

【アウトリーチ活動報告】

(1) 2015 年 10 月 14 日，北海道総合研究プラザ　セミナー室にて HoPE10 月例会が開催され，下澤楯夫先生(総括班)，長谷山美紀先生(A01 班)らが生物の構造や機能，さらに生物が生きる仕組みなどから着想を得て，ものづくりに活かす「バイオミメティックス」について講演を行いました。

(2) 2015 年 10 月 17 日，佐賀ワシントンホテルプラザ 1F「カフェ・ド・パリ」にて，第 27 回サイエンスカフェ in SAGA が開催され，穂積 篤 先生（B01-3 班）が「濡れを極める　～生物から着想を得た人工表面の開発～」の講演を行いました。

(3) 2015 年 11 月 13 日～14 日，長谷山美紀先生（A01 班）が，函館にて第 24 回先端科学移動大学 2015 を行いました。

(4) 2015 年 11 月 25 日，千歳科学技術大学 本部棟にて，特定非営利活動法人ホトニクスワールドコンソーシアム(PWC)バイオミメティクス研究クラスター講演会が開催され，大阪大学大学院工学研究科　齋藤 彰先生を招き講演を行いました。

(5) 2015 年 12 月 1 日(火)～2016 年 3 月末日，文部科学省　情報ひろばにて，企画展示『NanoSuit®法ー生きたままの生体の電子顕微鏡による“生態”観察』が開催されました。
2015 年 12 月 22 日　サイエンスカフェ　第一弾
2016 年 2 月 18 日　サイエンスカフェ　第二弾
NanoSuit®法や，医学・生物学，材料科学およびバイオミメティクスによる“ものづくり”について紹介され，サイエンスカフェ「高真空環境で生命維持を可能にした秘密のお話」も開催し，NanoSuit®開発についての説明や走査型電子顕微鏡を使った観察も行いました。

(6) 2016 年 1 月 11 日～12 日，旭川医科大学にてクロスボーダーシンポジウムが開催されました。

(7) 2016 年 1 月 26 日～29 日，東京ビックサイトにて開催の nano tech 2016 第 15 回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議に出展しました。
期間中，バイオミメティクス・ネットワーク・ジャパン”という展示ブースを展示します。新学術領域関連の展示でもあり，今後の日本の産業界への貢献の一つとなることを目指します。
2016 年 1 月 29 日　11：30～13：45　バイオミメティクス研究会「『ものづくり』をかえる，バイオミメティクス」という題名のカンファランス・セミナーが，メインシアター会場にて開催されました。
また，3 日間の期間中，ナノスーツ法のデモンストレーションを JEOL の卓上 SEM の NeoScope をお借りしてブースにおいて公開しました

（8）各種案内

BIOMIMETICS

バイオミメティクス・市民セミナー

出川洋介（筑波大学 菅平高原実験センター 助教）

「昆虫腸内菌の生き様に学ぶ」

2015年11月7日（土）

会　場：北海道大学人文・社会科学総合教育研究棟 / W102
札幌市北区北9条西7丁目

時　間：午後1時30分から 午後3時30分

学生時代、菌類の研究をはじめて間もない頃に、不思議なカビに出会いました。いかなる図鑑にも論文にも掲載されておらず未記載種に間違いありません。しかし、何といっても特徴的なのは、このカビの胞子の形です。非常に特徴的な表面構造をもっており、一度見たら決して忘れられない奇妙な胞子でした。何とかしてこのカビを培養しようと、あの手この手を尽くしたのですが、当時、どうやっても胞子を発芽させることができませんでした。その後、何度も、この奇妙なカビと遭遇してきたのですが、20年を経て、最近、ようやくその謎が少しずつ解けてきました。この胞子は、昆虫に食べられると発芽するようなのです。実は、この奇妙な胞子の形態には、昆虫の腸内に留まるための秘密が隠されていたのです。この胞子の秘密の謎解きをしながら、昆虫の腸内で生活する菌が発明した巧みな生き様についてご紹介いたします。

主　催：北海道大学総合博物館
共　催：科学研究費 新学術領域「生物規範工学」
　　高分子学会北海道支部
協　賛：千歳科学技術大学バイオミメティクス研究センター

北海道大学総合博物館
060-0810 札幌市北区北10条西8丁目
問合せ先：TEL. 011-706-2658 FAX. 011-706-4029
E-mail: museum-jimu@museum.hokudai.ac.jp

BIOMIMETICS

バイオミメティクス・市民セミナー

木村 - 須田 廣美（千歳科学技術大学 理工学部 応用化学生物学科 教授）

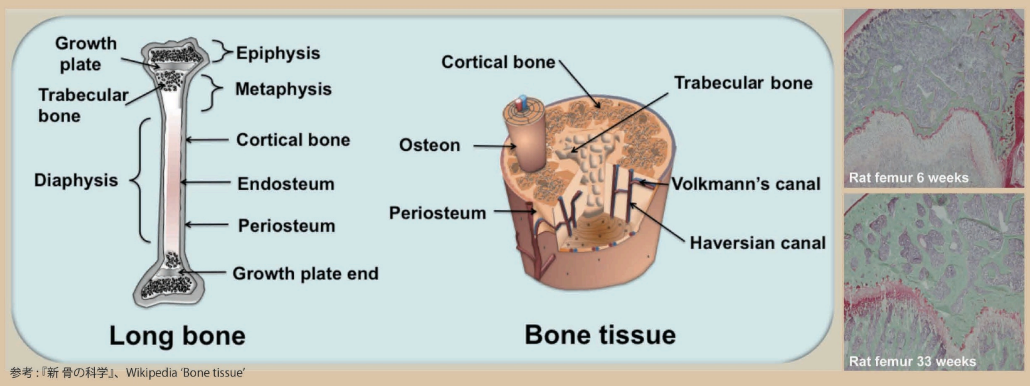
「骨粗鬆症の病態から学ぶ 強い骨の構造と質」

2015年12月5日（土）

会　場：北海道大学学術交流会館／第３会議室
札幌市北区北８条西５丁目

時　間：午後１時30分から 午後３時30分

骨粗鬆症は、骨密度の低下と骨組織の微細構造や質に異常をきたし、骨強度の低下を招きます。その結果、骨折が起きやすくなり、いわゆる老人の寝たきり状態を生み出す原因となっています。骨粗鬆症の原因には、加齢、性ホルモン分泌の減少、糖尿病、腎臓病、喫煙など様々なものがあげられます。骨強度は７０％が骨密度、残りの３０％が骨質によるものと考えられています。これまで私たちは、光を使った計測技術を用いて骨質の研究を行い、骨粗鬆症の原因によって骨質が異なることを示してきました。今回の講座では、原因の異なる骨粗鬆症の構造と骨質を示しながら、強い骨と骨の健康について考えて行きたいと思います。



参考：『新 骨の科学』、Wikipedia 'Bone tissue'

主　催：北海道大学総合博物館
共　催：科学研究費 新学術領域「生物規範工学」
協　賛：高分子学会北海道支部
千歳科学技術大学バイオミメティクス研究センター

北海道大学総合博物館
060-0810 札幌市北区北10条西８丁目
問合せ先：TEL. 011-706-2658 FAX. 011-706-4029
E-mail: museum-jimu@museum.hokudai.ac.jp

BIOMIMETICS

バイオミメティクス・市民セミナー

室﨑 喬之（旭川医科大学 医学部 化学教室 助教）

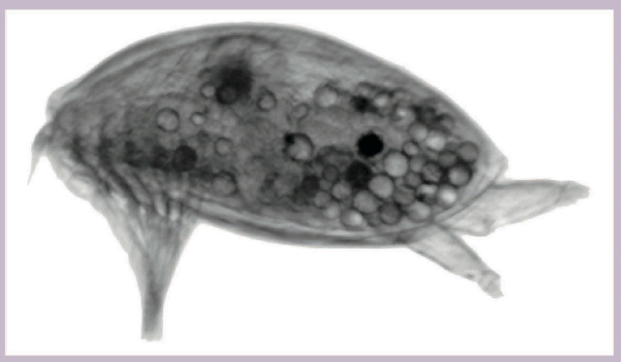
「人間とフジツボ」

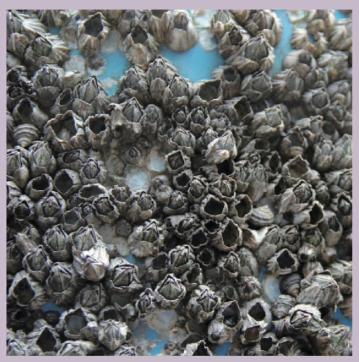
2016年1月11日（月）

会　場：北海道大学学術交流会館/第3会議室
札幌市北区北8条西5丁目

時　間：午後1時30分から 午後3時30分

フジツボに代表される海洋付着生物は自然界では岩場などに固着して生活しています。しかし船舶や漁網などの人工物にも付着することから、人間が海に進出した時より付着生物との戦いは続いてきました。これまではフジツボなどの付着生物に対し高い殺生作用を示す有機スズ化合物が使用されてきましたが、強い内分泌かく乱作用があることがわかり使用できなくなりました。その為、近年では海藻やサメなどの表面に生物が付着しないことにヒントを得て、その表面構造デザインを利用した環境負荷が低い付着防止の技術が研究され始めています。一方でフジツボには人間との関わりにおいて汚損生物以外の側面もあります。大型のフジツボは食用になり、最近は養殖の研究もされ始めました。また水中で強い接着力を示すことから、フジツボが持つ接着剤を研究することで夢の水中接着剤が作れるのではと期待されています。本セミナーでは、このような人間とフジツボの関わりを様々な角度から見てお話したいと思います。





主　催：北海道大学総合博物館
共　催：科学研究費 新学術領域「生物規範工学」
協　賛：高分子学会北海道支部
千歳科学技術大学バイオミメティクス研究センター

北海道大学総合博物館
060-0810 札幌市北区北10条西8丁目
問合せ先：TEL. 011-706-2658 FAX. 011-706-4029
E-mail: museum-jimu@museum.hokudai.ac.jp

BIOMIMETICS

バイオミメティクス・市民セミナー

藤井 秀司（大阪工業大学工学部応用化学科　准教授）

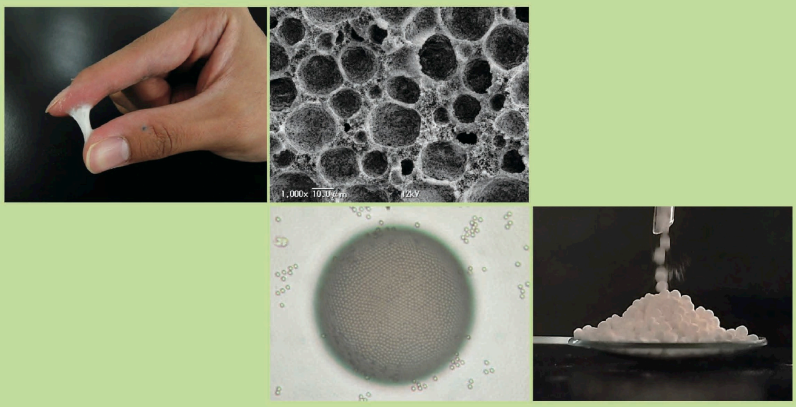
「バイオミメティック材料の開発：微粒子が拓く省エネルギー型ものづくり」

2016年2月6日（土）

会　場：北海道大学学術交流会館／第3会議室
札幌市北区北8条西5丁目

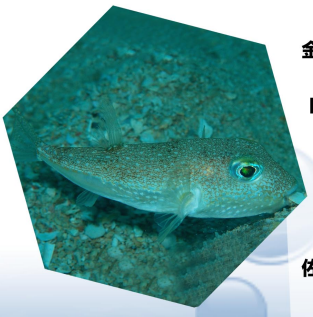
時　間：午後1時30分から 午後3時30分

空気と液体の界面に微粒子を吸着させることで気泡や液滴を安定化させる、省エネルギー型のしくみを利用している生物がいます。例えば、胞子や種子を泡の表面に吸着しやすい微粒子状にし、泡に吸着させ、より遠方まで運ばせるしくみをもった植物がいます。また、自らが排出する液滴の表面を固体粒子で覆うことで、ねばねばの液体を団子状にして、自身の体や巣の内壁に液体が濡れ広がらないようにし、巣の中を清潔にたもち溺死しないようにする昆虫がいます。本講演では、生物が創り上げたこのしくみと工学を融合することで機能性材料の創出を行う研究について紹介させていただきたいと思います。



主　催：北海道大学総合博物館
共　催：科学研究費 新学術領域「生物規範工学」
　　高分子学会北海道支部
協　賛：千歳科学技術大学バイオミメティクス研究センター

北海道大学総合博物館
060-0810 札幌市北区北10条西8丁目
問合せ先：TEL. 011-706-2658 FAX. 011-706-4029
E-mail: museum-jimu@museum.hokudai.ac.jp



テーマその1　海洋資源とバイオミメティクス

金本 昭彦 先生（オーピーバイオファクトリー株式会社）
「海洋生物資源を活用した事業展開」

白山 義久 先生（海洋研究開発機構）
「海洋生物の自然史学に学ぶバイオミメティクス」

松浦 啓一 先生（国立科学博物館）
「新種のフグが作るミステリーサークル：魚の『建築』技術を探る」

西田 睦 先生（琉球大学）・馬渡 駿介 先生（北海道大学名誉教授）
「国立自然史博物館はバイオミメティクスのメッカ！？」

佐藤 圭一 先生（沖縄美ら島財団　総合研究センター）
「沖縄美ら海水族館が創り出す多様な資源とその活用」

テーマその2　自己組織化とバイオミメティクス「良い加減さの起源」

都甲 潔 先生（九州大学）
「生体模倣技術を用いた味と匂いを測るセンサ開発」

尾崎 まみこ 先生（神戸大学）
「匂いで良い加減を知る？アリの巣仲間センシング」

室崎 喬之 先生（旭川医科大学）
「フジツボの抗付着に適した「良い加減」な表面微細構造」

吉岡 伸也 先生（東京理科大学）
「昆虫の表面構造における『良い加減さ』」

山濱 由美 先生（浜松医科大学）
「眼の構造における『良い加減さ』 水棲生物の場合」

参加費 無料

公開ジョイントシンポジウム

海洋資源メッカ沖縄で考えるバイオミメティクス

参加方法
下記ホームページからお申し込みください。
http://biomimetics.es.hokudai.ac.jp/?p=7903

開催日時　平成28年 3月4日（金）9:15-16:00

会場　沖縄県市町村自治会館
4階 第4～6会議室
那覇市旭町116-37
モノレール旭橋駅から徒歩5分

主催：科学研究費補助金 新学術領域「生物規範工学」
国立研究開発法人 海洋研究開発機構

写真提供：大方洋二

「生物多様性を規範とする革新的材料技術」ニュースレター Vol. 4 No. 3
発行日　2016年2月24日
発行責任者　下村政嗣（千歳科学技術大学）
編集責任者　穂積　篤（国立研究開発法人　産業技術総合研究所）
制作　「生物規範工学」領域事務局
北海道大学電子科学研究所内
〒001-0021　札幌市北区北21条西10丁目
電話　011-706-9360　FAX　011-706-9361
URL　http://biomimetics.es.hokudai.ac.jp/index.html