

(5) トピックス (PEN より)

空気抵抗低減用のサメ肌模倣リブレット表面構造の “ 耐久性 ” が実際の旅客機の翼で試されている ー バイオミメティクス研究開発の長期動向を垣間見る ー

産総研ナノシステム研究部門ソフトメカニクス研究グループ
研究グループ長 大園拓哉

ルフトハンザドイツ航空（Deutsche Lufthansa AG）が航空機の空気抵抗低減のための表面塗装材の初期検討を開始したことが、2013年2月末頃に Bloomberg Businessweek の Technology 等 で取り上げられた [1,2]。本稿では、表面微細凹凸構造の研究に携わる基礎研究者の視点から、その開発動向について簡潔にコメントする。

記事は、幅 50 ～ 60 μ m、深さ 20 ～ 30 μ m 程度の旧式レコードのようなサメ肌模倣構造を航空機表面に形成し、サメ肌が液体抵抗を下げる効果と同様に、航空機表面の空気抵抗を減少させ、結果的に 1% の燃料削減に至るための実験との内容である。1% の燃料削減は結果的に 9400 万ドル / 年（約 100 億円 / 年）のコスト削減に繋がるという試算があり、これが研究の駆動力となっている。

記事は溝構造を作製する方法についても記述している。この構造は、既存の航空機表面への塗料として位置づけている点を読み取れる。すなわち、塗料として塗り、固める際に上記の溝構造を有した鋳型構造をインプリントすることにより、サメ肌模倣溝構造を形成するという。塗料はポリマーとナノ粒子からなるコンポジット材料とあるが、その詳細は公開されていない。今回の記事では、航空機 A340-300

エアバスの翼の十センチ四方部分に上記のサメ肌プリントを施し、その耐久性テストを行うということである。したがって、これは空気抵抗の効果ではなく、飛行機の運用の際に実機に加わる 100℃ の温度変動、機械振動、紫外線、空気からのシア、その他氷結など様々な厳しい条件に対する材料と構造の耐久性に重点をおいた試験評価と読める。目標は、5 年間は機能が保たれる事だそうで、おそらく既存の外環境用塗料型コンポジット材料を発展させ、その耐久性を確かめる実験ということであろう。空気抵抗低減のためには、機体のほぼ全体にコーティングを施す必要があるが、その技術についてはこれから、ということである。

多くの方は今回の記事を、サメ肌の低流体抵抗のアイデアを航空機に応用したという点で、最近盛り上がりを見せている バイオミメティクス（もしくは自然からの学び）の潮流の観点から眺めるかもしれない。しかしながらご存じの方も多いであろうが、このアイデアは航空機技術においてリブレット効果として古くから知られ、また バイオミメティクスを意識した研究も継続して報告されている [3]。微細な凹凸構造の存在により、流体抵抗の原因の一つである渦の成長・剥離を抑えることがポイントとなる。実際に時期や詳細は不明だが、リブレット構造についての摩擦特

性についてボーイング、エアバス社も実機試験をしたという記述が文献にみられる。その表面構造の作製方法は、主にリソグラフィーに基づいており、例えば、ビニルポリマーシート表面に型によって鋸歯構造を形成し、そのシートを機体に張り付けるといった方法が用いられていたようである。これは競技用ボートの船底にも貼られ、その効果が試された。しかし、その作製コストと耐久性の問題で実用には至っていない。よって、このサメ肌技術の航空機応用への現状とは、その抵抗低減効果が大いに期待できると結論できる実績（表に出ていないものも含め）が蓄積されており、その実用化へ向けて、その実機表面に低コストで構造を作製し、同時にその耐久性をあげることで、メンテナンスコストを下げる、という明確な短期技術目標が設定された技術開発フェーズにあると言える。この観点から、今回の記事内容における、「塗料として機体に塗り、その後に型取り—硬化を行うという手法、加えてその材料の耐久性について評価するという実験」は、最終目標に長期的に向かうための、短期技術目標達成への着実な試行錯誤過程といえるだろう。

また、このような長期継続的な活動は、エアバス社のバイオミメティクスを強く意識した開発体制 [4] や、フラウンホーファー研究所との共同開発にも支えられている。エアバス社の HP[4] では、サメ肌をはじめ、ロータス効果による表面濡れ制御技術、生物の変形翼を意識した翼の設計などバイオミメティクスの代名詞的な現象・技術に言及がある。これらの技術開発動向から学べることは、経済的に効率的な技術に達するには、微細構造と抵抗低減効果、という技術だけに注目しては成り立たず、その構造をどう効率的に作るか、どのように修復・取り替えていくか、という技術もセットで考えなければならない、ということであろう。この多面的なアプローチは工学においては当たり前の視点ではあるが、バイオミメティクスの研究開発成果として読み手を引き付けるような記事たらしめるために、「サメ肌を飛行機の翼に」という技術の 1 側面に光を当てたと思える。この傾向は、他のバイオミメティクス技術が論文に掲載される場合にもよく見られるが、今後実用に向かう場合には、多面的な技術の総合的な開発が最も重要な視点であると思われる。実際生物においては凹凸構造の光学的機能と撥水性機能といった構造や機能の複合的機能や、形態形成と自然に帰るプロセスおよび機能すべき時期などはすべて関連しており、その結果生物的効率が最適化されている。よって我々はそのすべてを理解するまでとはいかなくとも、その一部を上手く切り取り理解したうえで、人間の経済活動で採算の合うような技術に結び付けて行ければ、また一歩進んだバイオミメティクス研究の意義が出てくるであろう。

そのために、バイオミメティクスを意識した研究開発においては幅広い領域の技術者・研究者が総合的に技術開発に取り組む枠組み（情報交換の場も含め）があるかどうかの実用化に向けて重要であろう。また、そのなかで厳しい技術的淘汰が行われることも必要であろう。欧米においてこのような動きが活発化しているなか、日本においても周回遅れにならないように、昨年より科研費の新学術領域研究「生物多様性を規範とする革新的材料技術」[5] が組織的に活動を始めた。この研究組織において、今回取り上げた記事にも関連が深い微細凹凸表面構造の様々なトライボロジー効果の研究の組織的な展開も始まっている。私もその一端を担う研究者として活動しているが、単独ではできない組織的な開発成果に今後注目・期待していただきたい。

References :

- [1] Bloomberg Bussinessweek, Technology 2/25 2013
<http://www.businessweek.com/articles/2013-02-25/airplanes-with-sharks-skin-it-may-cut-fuel-burn>
- [2] Lufthansa Magazin 4/2013 pp.60-61.
- [3] B. Dean, B. Bhushan, "Shark-skin surfaces for fluid-drag reduction in turbulent flow: a review" Phil. Trans. R. Soc. A 368, 4775-4806 (2010).
- [4] Airbus HP <http://www.airbus.com/innovation/future-by-airbus/concept-planes/innovating-for-the-future/>
- [5] <http://biomimetics.es.hokudai.ac.jp/>

人工トンボの飛ぶ時代

産総研 生物プロセス研究部門 二橋亮



図1 空を滑空するコシアキトンボのオス



図2 産総研つくばセンター内を素晴らしいスピードで飛翔するマルタンヤンマの成熟オス

筆者が幼稚園の頃、NHKで「トンボになりたかった少年」という番組が放送された。航空力学を専門に研究する東京大学の東昭教授が、トンボの飛翔能力にあこがれ、トンボの飛行メカニズムを調べるとともに、人工トンボを作って実際に飛ばせるという内容だったと記憶している。子供心にも夢のある研究のように思えたが、たしかに大陸を越えて長距離を飛来してくるトンボを見ていると、その驚くべき飛行能力に感嘆することが多い。

トンボを真似たロボットは、その後も国内外で時々開発されている。たとえば国内では、日本文理大学が開発したトンボ型超小型飛翔ロボットの飛ぶ動画が公開されている。屋外の空を滑空する様子は、コシアキトンボ（図1）のような雰囲気を持つ。

<https://www.youtube.com/watch?v=DiNPpQ4MUto>



図3 マルタンヤンマのメスの処女飛翔

先月号のPENに紹介記事の載った、ドイツのFesto社が開発した人工トンボは、4枚の翅を独立に動かすことができ、空中で方向転換やホバリングも自在にできるという点で、実際のトンボにさらに近づいた技術のように見える。

<http://www.canadianmanufacturing.com/design-engineering/news/festo-to-fly-bionicopter-at-hannover-design-eng-99101>

コバルトブルーの複眼や胸部を持つ形態は、日本のマルタンヤンマのような雰囲気を持つ。なお、マルタンヤンマの成熟したオスは、時速約50kmのスピードで飛翔できることが知られているが(図2)、今回の人工トンボの飛ぶ様子を動画で見ると、ちょうど羽化直後のトンボが飛び立つ様子に似ている(図3)。トンボなどの昆虫は、羽化後に翅の細胞の大部分が細胞死して軽くなり、同時に胸部の筋肉が発達することで、素早く飛べるようになるのだが、

人工トンボも現在さらに開発中ということなので、より素早く飛べるモデルが開発されることにも期待したい。

最近、カメラを搭載して空中からの撮影や追跡技術も可能なトンボ型ロボットも発表されている。先日の笹子トンネルの崩落事故では、人が目視で点検しにくかったという問題点が指摘されたが、人が容易に近づけない場所を、トンボ型ロボットを使って空中からリアルタイムに確認する日が、近い将来やってくるかもしれない。

*生態写真は3枚とも二橋亮撮影

FEATURES

寄稿

材料系バイオミメティクス研究の動向と今後の展開

独立行政法人物質・材料研究機構 ハイブリッド材料ユニット 細田奈麻絵

株式会社 LIXIL 分析・評価センター 井須紀文

三菱レイヨン株式会社 横浜研究所 魚津吉弘

株式会社積水インテグレートドリサーチ 佐野健三

独立行政法人森林総合研究所 森林昆虫研究領域 高梨琢磨

独立行政法人海洋研究開発機構 海洋生命理工学研究開発センター 椿玲未

独立行政法人物質・材料研究機構 ハイブリッド材料ユニット ノエマン ピーター ライオシュ

公益社団法人高分子学会 平坂雅男

学校法人千歳科学技術大学 バイオ・マテリアル学科 平井悠司

独立行政法人物質・材料研究機構 先端フォトニクス材料ユニット 不動寺浩

独立行政法人産業技術総合研究所 サステナブルマテリアル研究部門 穂積篤

国立大学法人京都大学大学院農学研究科農学部応用生命 森直樹

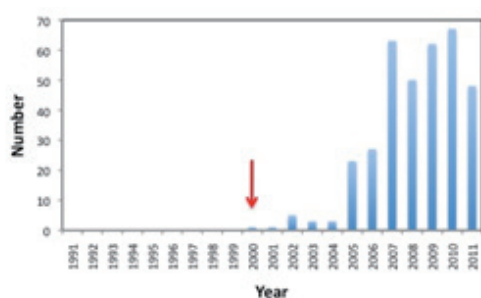
新素材開発の手本としての生物の魅力は、独特な微細構造により元の素材の何千倍もの特性を引き出す機能、自己修復・自己破壊機能（フェイルセーフ機能）、セルフクリーニング機能（機能の効率保持）、低環境負荷（常温常圧）で形を造り出すしくみなど、高効率・高性能・省エネルギーを実現していることである。生物のものづくりの知恵は、今後環境低負荷技術の発展に大きな影響をもたらすものと期待できるところである。

材料系のバイオミメティクスの研究開発は、2000 年前後から急速に活発化している。図 1 にバイオミメティクスの代表的な例である a) ヤモリの接着、b) 蓮の撥水性、c) 蝶の構造色をキーワードにした論文発表数の推移を示した [1]。ヤモリの接着、蓮の撥水性、蝶の構造色など全く異なるテーマにも関わらずほぼ同時期に論文数が急激に増加している事が分かる。図中の矢印は研究のキーとなっている論文が発表された年である。いずれの場合も生物の機能についての発見でその後 5 ～ 6 年後に論文数が急激に増

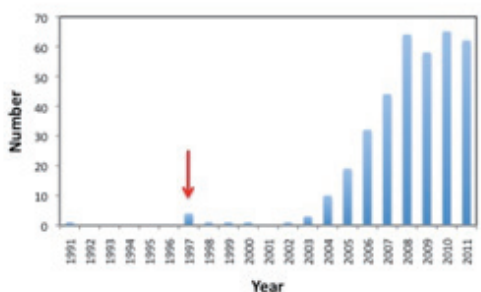
加している。主題分野別に見ると（図2）材料科学分野での論文数が多くを占めておりこの分野での波及効果が大きかったことが分かる。

バイオミメティクスの研究開発の起点が生物の機能の発見と深く結びついていることから、生物学の研究の現状を知ることが重要である。バイオミメティクスの国際標準化を進める ISO/TC266 Biomimetics (ISO/TC 266) の国内審議委員会のワーキンググループ2 (WG2) 対応分科会は、

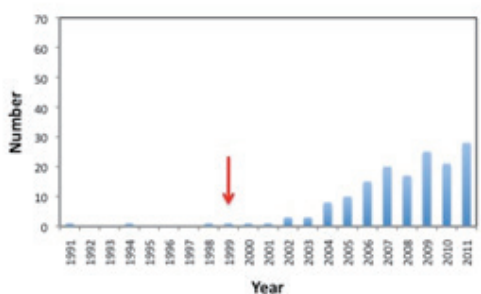
バイオミメティクスの研究開発の推進を目的に、バイオミメティクスのモデルになり得る生物と注目されている機能について調査し、応用が期待される産業分野についてまとめた。その結果を表1に示す。ここでは、バイオミメティクス研究開発のモデルとなり得る生物を151種類ピックアップし、全体を8つのカテゴリーに分類している。8つのカテゴリーとは：1) 材料、2) プロセス、3) セルフX、4) センサー、5) 流体力学、6) 省エネルギー・省資源、7) 環境適応性、8) 行動・生態である。カテゴリーにはそれ



a) 発表論文数(キーワード Gecko, adhesion)

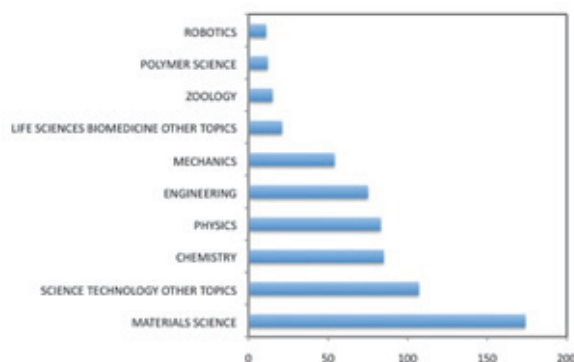


b) 発表論文数(キーワード Lotus, hydrophobic)

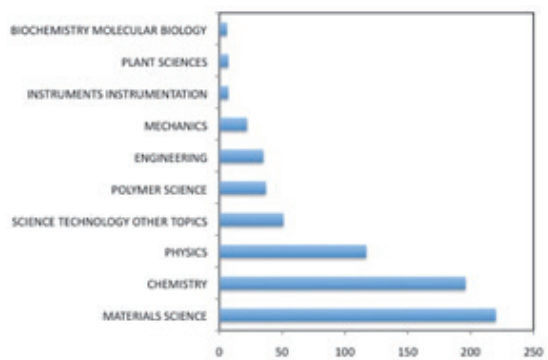


c) 発表論文数(キーワード Butterfly, structural color)

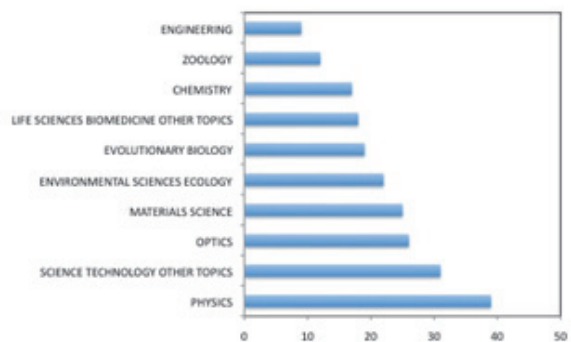
図1 キーワードで検索した発表論文件数の変化。データベース：web of science。



a) 主題分野別に見た論文数(キーワード Gecko, adhesion)



b) 主題分野別に見た論文数(キーワード Lotus, hydrophobic)



c) 主題分野別に見た論文数(キーワード Butterfly, structural color)

図2 主題別に見た論文数。データベース：web of science。

ぞれ生物の特徴的な機能をリストアップし、56 種類の具体例を紹介している。WG2 対応分科会では、バイオミメティクスが今後影響をもたらす産業分野が 43 種類にも及ぶと予測し、表 1 にまとめている。この分野の広範囲な産業への影響を伺い知ることができる。

また、バイオミメティクス研究において利用される分析方法の例についても目的別にまとめ、その内容を表 2 に記載

している。

生物をモデルとしたバイオミメティクスの研究開発によって、生物学研究の事例を知ることが重要である。しかしながら、ものづくりに携わるエンジニアにとって、生物学は異分野であり融合的な研究を進めるにあたってはまだまだ障壁が高いのが現状である。ISO/TC266 のワーキンググループ 4 では生物に関する研究のデータベースと工学的な

表 1 生物の機能と期待される応用分野。目的別の分析方法

Category	Performance	creatures	Purpose of analysis							expected applications
			Morphology/Structure	Mechanical Properties	Optical Properties	Physical Properties	Chemical/Elemental Characterization	Behavior Analysis	Biological Characterization	
Materials	Optics, anti-reflection, structural color, condense rays of light	morpho butterfly [2], moth eyes [3], blue damselfish [4], maranta [5]	○	○	○			○	○	liquid crystal, decoration, electronics, functional film, cosmetics
	Luminescence	fire fly [6], squid [7], jellyfish [8]	○	○		○				automobile, household electric appliances, decoration
	lightweighting design	bamboo [9], plant stem [10], boxfish [11], diatom [12], bone [13]	○	○						architecture, automobile, structural material
	wettability	lotus [14], land snail [15], wings of butterfly [16], wings of cicadas [17], rose [18], namib desert beetle [18], pitcher plant [19,20]	○		○	○	○			texture, coating material, architecture, automobile, glass, water harvesting, (marine industry)
	Mechanical properties	abalone [21], bone [13], tree [22], bamboo [23], spider silk [24]	○	○	○				○	texture, architecture, medicine, sports industry
	Dynamics of a bistable	venus flytrap [25], paradise bird [26]		○		○			○	architecture
	adhesion	blue mussel [27], gecko [28], leaf beetle [29,30,31], land snail [32], burdock seeds [33], octopus suckers [34], sea urchin [35], slime mold [36]	○	○	○	○	○	○	○	architecture, medicine, manufacture
	Fluid dynamics	shark skin [37], dolphin [38], bluefin tuna [39], penguin [40], bird [41], dragonfly [42], maple seeds [43]	○	○	○			○		aircraft, ship, household electric appliances, coating materials, sports industry
	electrical properties/ isolator, electricity generation	electric eel [44], dried shells [45], dried trees [46]				○	○			ceramic industry, electric industry
	impact absorption	Pomeio [47], cashew [48], joint [49], rhinoceros beetle [50]	○	○						automobile, medicine, defense industry
processes	bio-template	tobacco mosaic virus [51], DNA [52], wings of butterflies [53], spirulina [54]	○		○	○			○	electronics, semiconductor industry
	tube structure	mosquito [55, 56, 57, 58, 59], butterfly [60, 61, 62, 63, 64], wharf roach [65],	○	○	○	○				medicine
	surface tension	whirligig beetle [66], backswimmer [67]	○		○	○				coating materials
	unidirectional bio-mineral	mouth of snake [68] earthworm [69], bee [70], pitcher plant [71]	○	○		○				machine parts
	photosynthesis	shells [72, 73], teeth [74], bones [75], diatom [76]	○	○		○				medicine, decoration, ceramic industry
	plant [77]				○	○		○		energy industry, agriculture, food industry
	organic synthesis	spider silk [78], blue mussel [79], plant wax [80], pine resin [81],	○			○		○	○	medicine, chemical industry
	processing	shipworm [82]	○			○				civil engineering
	metabolism	cellulose degradation [83], silk [84], amino-acid fermentation [85], alcohol fermentation [86], entomophagy [87], stockbreeding [88]					○		○	food industry, energy industry, plastic industry
	micro-mist	bombardier beetle [89]	○		○			○		machine parts, internal-combustion engine, coating materials
Self-X	abscission	leaf fall [90]	○	○				○		manufacture
	scattering	poppy [91],	○	○						household electric appliances
	self-organization	organism [92]	○	○	○	○		○		medicine, electronics, film
	self-healing, self-repair	skin [93], bone [94], teeth [95], lizard [96], plant leaves [97, 98], shark teeth [99], plantain [100]	○	○		○		○		medicine, coating materials, automobile, electronics, household electric appliances
	self-assembly	self membranes [101]	○			○		○		medicine, coating
	self-cleaning	lotus leaf [102], land snail [103], wings of butterflies [104], wings of cicadas [105]	○	○	○	○				architecture, automobile, coating materials
	self-sharpening	teeth [106]	○	○						tools

Category	Performance	creatures	Purpose of analysis							expected applications
			Morphology/Structure	Mechanical Properties	Cybernetic Properties	Physical Properties	Chemical/Elemental Characterization	Behavior Analysis	Biological Characterization	
sensor	ocular vision/ visible light, infrared, specific wavelength	eyes [107], compound eyes [109], photoreceptors in brown-of-thorn starfish tube feet - uniofin [168] / melanophila beetle [108], cabbage white butterfly [110]	o		o	o	o	o	o	sensor, architecture, household electric appliances, automobile, aircraft
	olfaction	ant [111], dog [112], insect [113], deep-sea fish [114]	o				o		o	sensor, household electric appliances, automobile
	tactile sense, mechanoreceptor	cat whiskers [115], gravity sensors of plant [116]	o	o			o		o	sensor, household electric appliances, automobile
	taste sensation	ant [117], fly [118], bee [119]	o				o	o	o	sensor, food industry
	auditory sense/ultrasonic waves, low frequency	bats [120], longhorn beetle [121], dolphin [122], gecko [123]	o			o			o	aircraft, sensor, agriculture (pest control)
	magnetic sensor	migratory bird [124], sea turtles [125], pigeon [126], spiny lobster [127], shark [128], honeybee [129]	o			o			o	aircraft, sensor, ship
	force sensor	cricket [130]	o	o					o	sensor, household electric appliances
	buoyancy	nautilus [131], cuttlefish [132], jellyfish [133]	o			o				ship
	lift	wings of bird [134], dragonfly [135]	o			o				aircraft, power generation
	driving force	jellyfish [136], paramecium [137]	o			o			o	robot industry
saving energy, saving resources	fluid resistance	shark skin [37], dolphin [38], bluefin tuna [39], penguin [40], kingfisher [138], bodfish [11], wings of owl [139], eel [140]	o	o		o	o			ship, sports industry, automobile, aircraft
	friction control	snake [141, 142, 143], sand skink [144], joint [145]	o	o			o			machine parts, robot industry, automobile, medicine, welfare
	temperature control	shade of trees [146], polar bear [147], swan [148], skunk cabbage [149], zebras [150], anthill [151, 152], mammalian sweat [153], transpiration [154]	o			o	o			architecture, texture, automobile
	moisture control	anthill [155]	o			o	o			architecture
	circulatory/sustainability/ adaptability for recycling, degradability	food web [156], leaf fall [157], fungi [158], termite [159]					o		o	energy industry, agriculture
Adaptability to the environment	dust/desiccation tolerance	plant stomata [160], chloronid [161], cactus [162]	o				o		o	medicine, texture
	cold resistance	polar bear [163], Trematomus Fish [163],Tenebrio beetle [164], reindeer [166]	o			o	o		o	medicine, food industry, battery
	acid or alkali tolerant	halobacter pylori [166, 167], microbes in submarine volcano [168], bacteria in hot spring/Halophilic [169]					o		o	fuel cell
	high-temperature tolerance	microbes in submarine hydrothermal polymetallic ore [166]					o		o	
	high temperature use	eucalyptus [169], banyan [170], melanophila beetle [171]					o		o	sensor
	ultraviolet resistance	edulis [172]	o	o		o	o		o	cosmetics
		octopus [173, 174, 175, 176], butterfly [177, 178], squid [179, 180, 181], chameleon [182, 183], insects like dead leaves [184], ostrich [185, 186, 187], mantidfly [188], katana butterfly [189, 190], termite eggs [191]	o	o			o		o	defense industry, decoration, pest control
Behavior, Ecology	manipulation	elephant nose [192, 193], octopus feet [194], fish fin [195, 196]	o	o			o	o		robot industry, machine parts, tools
	energy saving	school of fish [197], flock of birds [198, 199] / seadives [200], migratory bird [201, 202]						o		aircraft, automobile
	dash avoidance	swarm of bees [203, 204] / ants [205, 206, 207], bats [208]					o	o		aircraft, automobile
	pollinator	insect [209, 210], bat [209, 210]					o	o		agriculture, food industry
	sociability	honeybee [211], colony of social insects [212]					o	o		agriculture, food industry
	natural enemy	spider mite as predator mite [213], biopesticide [214]					o	o		biotic pesticide, agriculture
	defense	zebra [215], shoal of sardines [216], shoal of striped mullet [216]						o		design, decoration

表 2 研究目的別の分析方法

Purposes of analysis							
Morphology/Structure	Mechanical Properties	Optical Properties	Physical Properties	Chemical/Elemental Characterization	Behavior Analysis	Biological Characterization	Biological activity
OEM	mechanical test	spectrophotometer	contact angle meter	NMR	high speed camera	HPLC	GCAD
SEM	viscosity/viscoelasticity measuring instruments	confocal laser scanning microscope	thermal conductivity meter	IR	computer simulation	LC-MS/MS	HPLC
TEM	nano, micro indenter	fluorometer	impedance analyzer	mass spectroscopy	wind-tunnel tests	DNA sequencing	LC-MS/MS
SPM	vickers hardness test	polarization measuring instruments	DTA	X ray	special equipment	MALDI-MS	GC-MS/MS
X-ray , CT	pencil hardness	reflectometer	DSC	Raman	video analysis	amino acid analyzer	
tomography	AFM friction force microscope	UVVIS	sound meter	XPS	behavior analysis		
SIM	SPM	ellipsometer	frequency analyzer	TOF-SIMS			
confocal laser scanning microscope			magnetism	FX			
multiphoton excitation fluorescence microscope			air capacity	SEM-EDS			
			measurement of moisture content	SIMS			
				AES			
				neutron scattering			
				zeta-potential			
				GPC			
				GC			

研究のデータベースを融合し生物モデルを探し易くする取り組みが進められている。こうしたツールの整備により今後はバイオメティクスへの新規参入がし易くなる可能性がある。新規参入の容易化はバイオメティクス製品開発を加速させ、広範囲な分野に浸透していく可能性を秘めている。バイオメティクスはもともと持続型社会を支える環境低負荷技術のポテンシャルを有していることから、環境にやさしい技術の発展に今後広く影響を及ぼすことが期待される。

References :

参考文献リストはポータルサイト PENGIN 掲載版でご確認ください。

(6) 国内外研究動向紹介

日本化学会第94回春季年会 ATP セッション 新材料開発最前線 「連携が支えるバイオミメティクス」に参加して

2014年3月27日名古屋大学で日本化学会春季年会のATPプログラム新材料開発最前線の一日目に、「連携が支えるバイオミメティクス」のセッションが開催され、生物学者から産業界のメンバーまで30分の昼休みを挟んで丸一日かけて講演・議論が繰り広げられた。その中で私は午前中の模様をレポートする。

午前中は、新学術領域「生物規範工学」下村政嗣領域代表よりセッションの趣旨説明に続き、5件の依頼講演と1件の招待講演があった。

趣旨説明では下村先生より次のような話があった。

「これまで進めてきた新学術領域での取組み、高分子学会でのバイオミメティクス研究会や国際標準化への取組みに加え、バイオミメティクス活用を加速することを目的とした新たな仕組みを創ろうとしている。ただ、バイオミメティクスの活用推進のためには、異分野間の連携、産官学の連携が重要になってくる。このセッションでは連携の重要性を確認するとともに、新たな連携の可能性に関して議論を進めていきましょう。」

最初の2件の講演は材料系の講演であった。1番目の講演は名工大とLIXILの連携による有機-無機ハイブリッドの中で分子鎖の方向性を制御し、熱伝導度の異方性を出していた。2番目の講演は下村教授のグループとトヨタ自動車との連携によるもので、大学の得意技である自己組織化を利用したハニカム形成プロセスを応用して色々な形状を表面に付与して、形状と摩擦特性との関係を調べ、摩擦を下げるために有効な形状を確認するという内容であった。

次からの2件は昆虫の特性を把握するというベーシックな研究に関する講演であった。まず1件目は、森林総合研究所の高梨氏のグループを中心に多くの官学が連携した研究に関する発表であった。昆虫の振動に対する反応性を確認し、植物に特定の振動を与えることによりその植物に昆虫が付きにくくし、その昆虫から植物を保護することを目指したものである。2件目の発表は、北大電子研の西野先生の講演であった。生物学者として昆虫の聴覚器の構造と機能に関する研究発表であったが、それらの結果をもとに他分野の研究者との連携を呼びかけるものであった。

5件目の講演は名大医学部の小林先生の講演で、細胞が力学的刺激や周辺の

基質の硬さを感知するシステムに関する研究の発表であった。これらのシステムを連携して考察することによって、各種センシングへの応用ができるのではないかと提案があった。

午前中最後の講演は、浜松医科大学の針山先生のグループを中心として展開されている「ナノスーツ」に関する招待講演であった。「ナノスーツ」は新学術領域のメンバーの連携により見出された技術であり、生きたままの昆虫や生体を SEM での観察を可能とする技術である。バイオミメティクス連携の最大の成功例の一つであり、この技術は工学的応用のみならず医学的な応用等様々な方面への適用が大いに期待されるものである。

工学者、生物学者、医学者など多岐に渡る演者の多くの学術領域をまたがった連携の成果や連携への模索のお話を聞き、私も含め聴講者の皆さんは非常に多くの刺激を受けたものと思われる。バイオミメティクスを用いて工業技術を作り上げるには、多くの学術領域の知識を活用する必要があり、異分野の専門家の連携が必須である。この異分野連携の枠組み形成のために、生物規範材料の新学術領域は有効に機能していると実感することができた。上手く連携することで、一つでも多くの成功事例を積み重ねていきたいものです。

日本化学会第 94 春季年会アドバンスト・テクノロジー・プログラム (ATP)「連携が支えるバイオミメティクス」に参加して

株式会社豊田中央研究所 先端研究センター 中野 充

3月27日(木)～30日(日)の4日間、名古屋大学東山キャンパスにて、日本化学会第94春季年会が開催された。ATP「連携が支えるバイオミメティクス」は初日(27日)のみの開催であったが、講演数14件と盛り沢山であった。出席者は、時間を追って尻上がりに増加し、活発な討議が繰り広げられた。本稿では、午後の部の講演について紹介する。

◆「バイオミメティクスの産業応用 -世界動向と日本の課題-」 平坂雅男氏(高分子学会)

バイオミメティクスの産業応用について、欧州の取り組みを中心に紹介された。特にドイツはこの分野を先導しており、2001年に設立した BIONIKON (Bionic Competence Network)を中心に、産官学連携が活発に進められている。2013年に開催された世界最大の見本市ハノーバー・メッセでは、各国首脳が見守る中トンボ型ロボット (FESTO 社) が公開され、大きな話題を呼んだ。その他、やや後発であったフランスも、CEE BIOS という拠点を設立し、研究と産業応用の加速を図っている。日本では、バイオミメティクスを学術研究として見る向きが多いが、国際標準化 (ISO) 活動も 2012 年から始まっており、より一層の産学連携が求められている。

◆「生物機能を工学技術に転用する支援方法 -バイオ TRIZ という考え方-」 山内健氏(新潟大工)、小林秀敏氏(阪大院工)

◆「バイオミメティック・オントロジーの試作と利用」 古崎晃司氏(阪大産研)

生物の叡智を工学に転用したい、と切望する研究者、技術者は少なくないが、現実には、ふたつの学問領域の隔たりは予想以上に大きい。まず山内氏からは、バイオ TRIZ という手法が紹介された。従来の TRIZ が、既出願特許に基づいた発想支援法だったのに対し、バイオ TRIZ は「生物が採用している問題解決方法」が発想の源となっている。作成には、非常に多くの労力を要するが、生物学と工学を結ぶ有益なツールになることが期待される。次の古崎氏からは、検索のためのオントロジーが紹介された。ほとんどの工学者にとっては、例えば、ある生物学用語の上位概念を示す言葉が何か、ということすら分からない。生物学と工学の用語/概念をつなぐバイオミメティクス・オントロジーの構築は、バイオ TRIZ と並び、バイオミメティクス研究開発全体を支える上で、

不可欠な基盤と言えよう。

- ◆ 「マイクロマシニングによる RGB 構造色材料の製作」 金森義明氏（東北大院工）
- ◆ 「ヤモリ模擬粘着剤におけるマイクロ材料力学と接着・剥離のスイッチング」 山口哲生氏（九大院工）

構造色と（接着剤を使わない）接着は、バイオミメティクス材料研究の代表的な題材である。金森氏は、石英基板上にサブ波長周期のシリコン 2 次元格子を並べることで、赤、緑、青それぞれの波長域にピークを有する三原色フィルタの作製に成功した。本フィルタは、「入射波長より短い周期をもつサブ波長格子は、高次回折波を発生しない」という原理を利用した構造色である。次いで山口氏からは、ヤモリの足を模倣した接着について報告があった。山口氏は、従来十分考慮されてこなかった曲り梁構造に着目し、材料力学的な検証を行った。ヤモリの接着挙動の異方性を再現できたことはもちろん、数式化できたことで原理に迫った点が特に優れていた。生物の特異な現象・挙動を、モデル化（定式化）することは、学術的に普遍性を高めるだけでなく、産業応用する上でも必須のプロセスだと考えられる。

- ◆ 「低摩擦材料としてのモスアイフィルム」 魚津吉弘氏（三菱レイヨン）ほか
- ◆ 「水滴の自己組織化を利用したハニカム状高分子フィルムの作製とその応用」 山崎英数氏（富士フィルム）ほか

産業界からは、上記 2 件が報告された。三菱レイヨンのモスアイフィルムは、蛾の複眼のナノパイル構造を模した反射防止膜で、商業化に最も成功したバイオミメティクス技術のひとつである。一方ナノパイル構造は、生物の様々な部位で認められる普遍性の高い構造である。魚津氏らは今回、針山氏（浜松医大）、石井氏（名古屋工業大）らの協力を得て、モスアイフィルムの低摩擦性を見出した。蟻を初めとする節足動物はいずれも、モスアイフィルムを貼り付けた基板から滑落することが分かった。また山崎氏らは、下村氏（東北大）のグループの技術（水滴をテンプレートとした自己組織化）を基に、ハニカム状高分子フィルムの大面積化に成功した。本フィルムは現在、細胞培養の足場材料等に展開されている。

- ◆ 「細胞はいかにして足場の硬さを感知するのか」 曽我部正博氏（名大院医）

身体を構成する細胞は、居場所（基質）の硬さを感知することができ、その機能は「細胞力覚」と呼ばれる。細胞力覚は、実感されない力覚であるが、細胞の生死、増殖、分化、運動を調節して命を支えている。具体的には、接着斑近傍に生じた力によって、

細胞の機械受容チャネルが開口し、その結果細胞内の Ca^{2+} 濃度が変化する。曾我部氏らは、硬度の異なる基質境界に差し掛かったとき、 Ca^{2+} 振動が活発になることを見い出した。生命体における微小信号のセンシングは、産業応用上、非常に魅力的であるが、部分に捉われずセンシングシステム全体として学ぶことが重要だと考える。

非常に充実した 1 日であった。今後は、生物学、生命科学の研究者にもっと多く参加していただき、意見交換できると更に良いと感じた。またそのためにも、バイオメティクスが、私たち工学系研究者・技術者にのみ利益がある営みではなく、生物学者にとっても価値ある活動であることを積極的に示すべきだと思う。知人の生物学者が、「生物の構造と機能の関係は、進化を考察する上でもとても有益だが、どう調べればいいのか分からない」と話していたことを思い出す。次年度以降、本プログラムが益々発展することを、心より祈っている。

14-1 バイオミメティクス研究会レポート

滋賀県立大学 星野敬子

2014年6月30日、産業技術総合研究所臨海副都心センターにおいて、14-1 バイオミメティクス研究会が開催された。高分子学会バイオミメティクス研究会、及び ISO/TC266 バイオミメティクス国内審議委員会の共催で継続されている本研究会は、今回三つの主題をもとにしていた。

一つ目は「バイオミメティクス推進協議会」である。同日同会場で、バイオミメティクスの産業化を推進する産学官連携のプラットフォーム、NPO 法人バイオミメティクス推進協議会が設立された。高分子学会バイオミメティクス研究会運営委員長の下村政嗣氏が開会挨拶を通じて本協議会の設立を報告し、高分子学会事務局長の平坂雅男氏が、本協議会の必要性及び役割などを発表した。主な活動は、バイオミメティクスに関する製品開発やコンサルティング、調査・研究、教育・普及の他、政策提案などを予定している。

二つ目の主題は「情報科学による工学と生物学の融合」である。まず、北海道大学名誉教授の下澤楯夫氏が「バイオミメティクス画像検討会」（科学技術振興機構 CREST プログラム）で得られた成果について発表した。本検討会は、主に昆虫体表の微細構造について、生物学者と工学者が意見交換を行う場である。その成果の一つとして、エゾハルゼミ翅の機能等が紹介され、生物学を基盤に持つ工学の強みなどが強調された。

続いて、北海道大学情報科学研究科教授の長谷山美紀氏が、バイオミメティクス画像データベースを発表した。バイオミメティクスの研究開発においては、膨大な生物学データを工学へとつなぐ発想の支援が重要な鍵となる。生物学的な情報が画像の類似性によって関連づけられ、新たな価値を創出する発想支援型の検索基盤が紹介された。

その後、北陸先端科学技術大学院大学教授の溝口理一郎氏が、情報検索の手法として、オントロジーで補強されたシソーラスの有用性を発表した。得たい情報にたどり着くためのキーワードを見つけることを手助けし、生物学と工学の橋渡しに役立てるシソーラス、そしてその利用環境の構築が紹介された。

三つ目の主題は「バイオミメティクスが橋渡す環境地域国際連携」である。筆者は、フランスのサンリス市らが取組むバイオミメティクス研究開発拠点

CEEBIOS と、滋賀県の産官学が連携して設立された NPO 法人アスクネチャー・ジャパンらが三度に渡る交流を行い、日本とフランスにおける地域連携について討議した過程を紹介した。

最後に、富士通総研長谷川誠氏が、環境省「平成 25 年度自然模倣技術・システムによる環境技術開発推進検討業務」の成果を発表した。有識者検討会を設置し、自然模倣技術・システムの体系化やデータベースの作成、新規事例の創出や実社会への応用手法について検討した内容が報告された。

本研究会のプログラムは以上である。NPO 法人バイオミメティクス推進協議会の設立を機に、新ビジネスの創出、国際標準化、国際連携、地域連携、博物館連携などを通じて、日本がさらにこの分野を推進・発展させることを期待する。

(7) 新聞・報道

【新聞・報道】

総括班

(1) 河北新報 web 版 (2014 年 4 月 8 日)

4 月 8 日付けの河北新報 web 版の記事、「優れた機能、産業に応用／生物のデザイン力に学べ！」において、3 月 28 日に開催された東北大サイエンスカフェでの領域代表の講演内容が紹介されました。

記事はこちら：

http://www.kahoku.co.jp/special/spe1097/20140409_01.html

(2) 日刊工業新聞 (2014 年 4 月 4 日)

4 月 4 日の日刊工業新聞の記事、「生物模倣技術」を産業化－8 月に産学で NPO 法人設立」において、領域代表のコメントが紹介されました。

記事はこちら：<http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0820140404cbad.html>

(3) 中日新聞 (2014 年 5 月 12 日)

5 月 12 日の中日新聞の記事、「製品に生きる生物の形 世界規格作りに機関設立へ」において、領域代表のコメントが紹介されました。

記事はこちら：

<http://www.chunichi.co.jp/s/article/2014051290091320.html>

(4) FM TOKYO (2014 年 3 月 24 日)

2014 年 3 月 24 日(月)～27 日(木)放送の FM TOKYO 「未来授業～明日の日本人たちへ」において、

「下村政嗣氏 ～生物をまねて、サステナブルな価値を創造する「バイオミメティクス」の可能性」が放送されました。

詳細はこちら：

<https://www.blwisdom.com/linkbusiness/linktime/future/item/9544-98/9544-98.html?limitstart=0>

(5) 日経テクノロジー on line (2014 年 7 月 1 日)

下村政嗣先生、平坂雅男先生（総括班）の記事が日経テクノロジー on line に掲載されました。

【新聞記事】生物模倣技術のビジネス展開を推進、研究者や企業人らが NPO 法人を設立

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20140701/362231/?bpnet&rt=nocnt>

（6）日経 BP （2014 年 7 月 2 日）

下村政嗣先生、長谷山美紀先生、平坂雅男先生、針山孝彦先生（総括班）の記事が日経 BP 社 知財 Awareness に掲載されました。

バイオミメティクス研究会、実用化促進に向けた NPO を設立へ

<http://chizai.nikkeibp.co.jp/chizai/etc/20140702.html>

（7）日本経済新聞（2014 年 7 月 15 日）

2014 年 7 月 15 日付の日本経済新聞で、生物模倣技術が紹介されました。

「新製品ヒント 生物の体に」

B01-4 班

（1）NHK、常陽新聞、茨城新聞、東京新聞、日本経済新聞、毎日新聞、読売新聞、朝日新聞（2014 年 04 月 16 日）

奥田隆先生(B01-4 班)のネムリユスリカを使った宇宙実験が報道されました。独立行政法人 農業生物資源研究所は、ネムリユスリカを使った宇宙での微小重力影響実験において、微小重力下で乾燥幼虫が蘇生することをプレスリリースしました。若田宇宙飛行士が「きぼう」日本実験棟でネムリユスリカ乾燥幼虫の蘇生実験を行っ結果、微小重力下でも幼虫は吸水後に活発に動き出し2週間後には蛹と羽化した成虫が観察され、ネムリユスリカが宇宙生物学実験の生物材料として有用であることが再認識できました。これらは、奥田隆先生（B01-4 班）による研究成果です。

<http://www.nias.affrc.go.jp/press/2014/20140415/>

B01-5 班

(1) TBS (2014 年 6 月 22 日)

千葉大学の田中 博人 先生 (B01-5) が TBS テレビ番組「未来の起源」の取材を受け、下記の予定で放映されることになりました。

日時：6/22 Sun. 23:04-23:10

番組名：未来の起源 (<http://www.tbs.co.jp/program/mirainokigen.html>)

チャンネル：地上波 TBS (関東地域 愛知県 三重県 岐阜県)

公募班

(1) 北海道放送 (2014 年 5 月 3 日)

北海道放送「報道特集」地方ニュースで、北海道大学総合博物館で開催されたバイオミメティクス・市民セミナーが紹介され、Olaf Karthaus 先生 (公募班) の「花粉を真似た材料」が放映されました。

(8) アウトリーチ活動

【アウトリーチ活動報告】

(1) 計画班B01-2班(針山総括)の不動寺浩班員は平成26年度 NIMS キッズの実験工房において「アルコールに漬けると色が変わる模倣タマムシ」の展示を行いました。

ナノテクノロジーを用い、生物をまねた(バイオミメティック)新材料の展示で、模倣タマムシの構造色がアルコールに浸すと変色する様子をご子供達と観察します。

<http://www.nims.go.jp/publicity/events/open-house/h26.html>

(9) 各種案内

福岡で開催される、15th IUMRS-ICA (International Union of Materials Research Societies, International Conference in Asia) において Materials Technology Inspired by Natural Phenomena and Natural Materials のセッションが企画されます。

<http://www.iumrs-ica2014.org/index.php>

http://www.iumrs-ica2014.org/symposia/symposia_A-3.php

「生物規範工学」も協賛しておりますので、奮ってご参加願います。申し込み要旨締め切りは、2014 年 2 月 5 日です。講演申し込みは下記サイトよりお願いいたします。

<http://www.iumrs-ica2014.org/cfp.php>

新潟で開催されるプラスチック形成加工学会 成形加工シンポジウム'14 の特別セッションにおいて「自然に学ぶ成形加工」が開催されます。

日時：2014 年 11 月 14 日(金)～15 日(土)

会場：新潟市 朱鷺メッセ

主催：プラスチック形成加工学会

オーガナイザー：魚津吉弘（三菱レイヨン）、奥崎秀典（山梨大学）、三俣哲（新潟大学）

特別セッション III 「自然に学ぶ成形加工」

要旨：

持続可能社会の実現を目指して、ネイチャーテクノロジーやバイオミメティクスと呼ばれる自然に学ぶものづくりが、再び脚光を浴びています。以前より注目されてきた人工筋肉などのアクチュエータやセンシングなどに代表されるロボティクスを指向した機械系分野や人工光合成や人工酵素などの化学系分野は現在でも活発に取り組まれています。一方、近年電子顕微鏡技術の進化をベースに進展が著しいナノテクノロジーを駆使し、蛾の眼の反射防止機能、蓮の葉の撥水機能に代表される生体表面のナノ・マイクロ構造に学ぶ材料系分野での研究も盛んになっています。しかしながら「自然の技術体系」を実際に工学技術に移転できた例はわずかです。様々な分野の研究者が集う当学会において、自然に学ぶプラスチック材料の設計・開発の可能性について議論を行いたいと考えています。

詳細：<http://www.jspp.or.jp/kikaku/sympo/index.html>
<http://www.jspp.or.jp/kikaku/sympo/contents32.html>

第 15 回構造色シンポジウムが下記の概要で開催されます。

- ・ 日時：2014 年 11 月 15 日(土) 午後
- ・ 場所：東京大学本郷キャンパス 工学部 3 号館 4 階 423・424 会議室
(〒113-8654 文京区本郷 7-3-1)
- ・ 交通アクセス：

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_04_03_j.html

- ・ 参加費：無料

発表・参加の申し込みは、下記シンポジウム HP よりお願いいたします。

<http://mph.fbs.osaka-u.ac.jp/~ssc/sympo2014/sympo2014.html>

11月27日～11月28日に那覇市において JAMSTEC の国際海洋環境情報センター（GODAC）で JAMSTEC との合同シンポジウムを予定しています。

BIOMIMETICS

バイオミメティクス・市民セミナー

魚津吉弘 (三菱レイヨン(株) リサーチフェロー)

モスアイフィルムの 意外な可能性

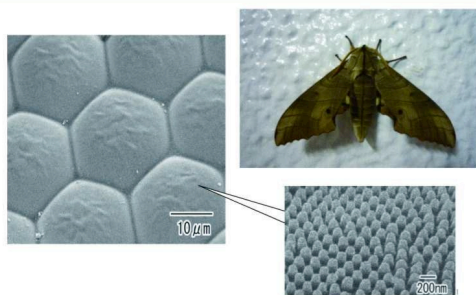
2014年4月5日 (土)

会 場：北海道大学総合博物館 / 知の交流コーナー

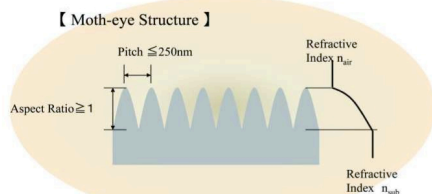
時 間：午後1時30分から午後3時30分



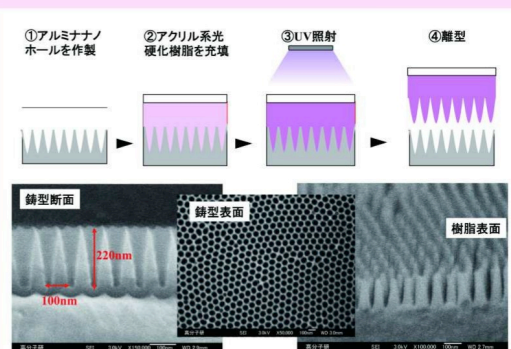
モスアイ形状は100nm程度のナノパイル構造からなり、理想的な反射防止性能を有しているため、蛾の目を模倣したバイオミメティクス材料の代表例とされています。その構造は反射防止だけでなく超撥水や超親水性能を発現します。研究を進めていく中で、昆虫類がその表面に付着することができないことも確認されてきました。この特性は害虫のコントロール技術への適用が考えられ、農業分野・建築分野への展開も期待されています。



蛾の目の表面構造



狙いのモスアイ構造



モスアイの反射防止フィルム作製プロセスの模式図

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
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

Olaf Karthaus (千歳科学技術大学 教授)

花粉を真似た材料

2014年5月3日(土)

会場：北海道大学総合博物館 / 知の交流コーナー

時間：午後1時30分から午後3時30分



皆さんは「花粉」と聞くとどんなことを思い浮かべますか。自分に関わりがあるとしたら“花粉症で悩まされる”という負のイメージでしょうか。身近なようでいてあまり知られていない花粉は、実は不思議で驚くような存在です。

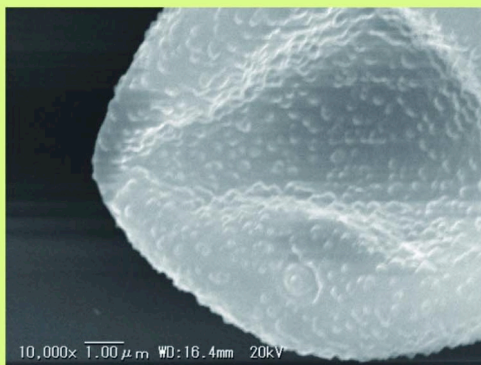
およそ直径 1/50 ミリのごく微小な丸い粒。25万種類もの花粉があり、その全ての形状が異なっています。

また、子孫を残すために遺伝子を「守る」「遠くまで運ぶ」という二つの重大なミッション遂行のため、紫外線、低・高湿度、熱などどんな過酷な環境にも耐える強靱な外壁の材料や構造を持っています。

このような花粉を人工的に真似ることができれば素晴らしいと思いませんか。私たちの生活にどんな可能性をもたらすでしょうか。市民講座でその可能性について紹介していきたいと思います。



花粉の電子顕微鏡写真



「人工花粉」の電子顕微鏡写真

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

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

久保英夫（北海道大学大学院理学研究院数学部門 教授）

数学とバイオミメティクス

2014年6月7日（土）

会場：北海道大学総合博物館 / 知の交流コーナー

時間：午後1時30分から午後3時30分

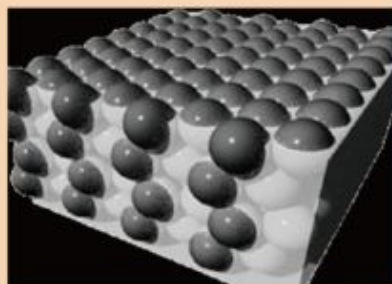


バイオミメティクスは生物学者と工学者が協働することにより次世代型のモノづくりを可能とする最先端の学問分野であり、何故そこに数学が関係してくるのか疑問に思われるかもしれません。確かに、数学は長い歴史を持っており、既に完成された学問という印象があることは否めません。しかしながら、数学は現実社会の変革を後押ししたり、逆に誘導されながら発展してきた学問です。

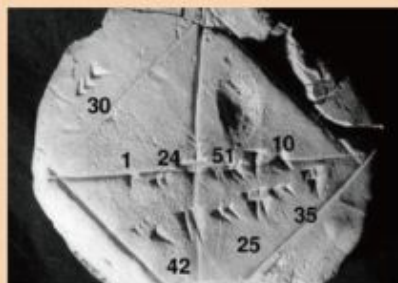
例えば、無理数の発見がギリシャ人の世界観を覆し、量子力学の誕生は非可換代数の発展を促すなど、多くの実例があります。であるならば、生物の技術体系の底流にも数学的構造が存在する可能性があり、それを解明することによって工学的な材料設計におけるより良い指針が得られるものと考えます。本講座ではそうした可能性について皆さんと一緒に考えてみたいと思います。



甲虫における構造色



シリコンエラストマー



バビロニアの数学の粘土板（Wikipedia より）

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

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

山崎剛史（公益財団法人山階鳥類研究所 研究員）

鳥とバイオミメティクス

2014年7月5日（土）

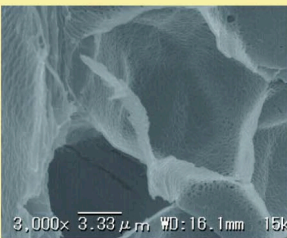
会場：北海道大学総合博物館 / 知の交流コーナー

時間：午後1時30分から午後3時30分



最近、生物多様性という言葉に耳にする機会が増えてきました。人間の活動のあおりを受け、多くの生き物が絶滅の危機に追いやられている、それが現代という時代です。でも、生物の多様性が失われると、実際のところ、いったい何が困るのでしょうか。それは私たちの生存基盤そのものだから、これが一つの重要な答えです。ですが、答えはそれだけにとどまりません。

いろいろな生物がいろいろな生き方をしている、私たちはそこから多くのことを学ぶことができます。生物に学ぶものづくりーバイオミメティクスーはいま熱い注目を集めている学術領域です。この世界に飛び込んだ一鳥類学者がその魅力と可能性を語ります。



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

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

高梨琢磨（独立行政法人森林総合研究所 主任研究員）

生物が利用する音・振動の バイオミメティクス

2014年 8月 2日（土）

会 場：北海道大学総合博物館 / 知の交流コーナー

時 間：午後1時30分から午後3時30分

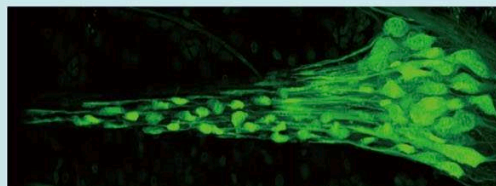
「閑さや 岩にしみ入る 蟬の声」という句で代表されるように、虫の音は古くから私たちに親しまれています。昆虫をはじめとする生物は音や振動を使って、仲間を見つけたり、敵から逃れたりしています。この生物の優れた能力を、本セミナーで解説します。そして、生物が利用する音や振動からヒントを得た、私たちの生活に不可欠な農業や工業の新しい技術へと発展できるバイオミメティクスについて紹介します。



カブトムシの雌雄（小島渉氏提供）



メスに対して超音波のラブソングを発するアワノメイガのオス



マツノマダラカミキリの振動受容器（西野浩史氏提供）

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

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

「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. 3 No. 1
発行日 2014 年 7 月 28 日
発行責任者 下村政嗣（東北大学）
編集責任者 穂積 篤（独立行政法人 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 生体分子デバイス研究分野研究室内
〒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>