生物多様性を規範とする革新的材料技術

Innovative Materials Engineering Based on Biological Diversity

ニュースレター　Vol. 5　No. 2

生物規範工学

Engineering Neo-Biomimetics

文部科学省　科学研究費　新学術領域
「生物多様性を規範とする革新的材料技術」

CONTENTS

文部科学省　科学研究費　新学術領域
「生物多様性を規範とする革新的材料技術」

****

1)　巻頭言
・　まちづくりも生物規範工学のフィールドに
赤池　学（ユニバーサルデザイン総合研究所）…… 7

2)　産業界からのメッセージ：
・　１０月が来るたびに思う事
山﨑　英数（富士フイルム株式会社）…… 10

3)　研究紹介
【2016 年 10 月 20 日(木)-21 日(金)】
5th Nagoya Biomimetics International Symposium (NaBIS)
・　プログラム…… 14

要旨集
＜October 20th (Thu), 2016＞
・　Smart Interfacial Materials from Super-Wettability to Binary Cooperative Complementary Systems
Prof. Lei Jiang (Chinese Academy of Sciences, China) …… 20

・　Biomass Waste-Derived Carbon Nanostructures and Their Metal Oxide Composites for Waste Water Treatment Applications
Prof. Raju Gupta (IIT Kanpur, India)…… 22

・　Biomimetic Structural Colors Inspired by Bird Feathers
Prof. Michinari Kohri (Chiba Univ., Japan) …… 24

・　Nature Inspired Nanosurfaces and Beyond
Prof. Hyuneui Lim (KIMM, South Korea)…… 26

・　Anti-sticking Properties of Self-lubricating Organogels (SLUGs) Inspired by Slug's Skin
Dr. Chihiro Urata (AIST, Japan) …… 28

・　Bio-inspired Adhesion and Locomotion of Soft Objects
Prof. Animangsu Ghatak (IIT, Kanpur, India)…… 30

・ Sliding Friction on Shape-Tunable Wrinkles
Dr. Takuya Ohzono (AIST, Japan) ····· 32

・ X-ray CT Observation of Living Things
Mr. Takashi Kushibiki (Shimadzu Corporation, Japan) ····· 34

＜October 20th (Thu), 2016＞
・ Water and its Affinity to Hydrophobic Surfaces
Prof. Thomas J. McCarthy (UMass, Amherst, USA) ····· 35

・ AFM Friction Measurements of The Insect Scale Surface
Prof. Yuji Hirai （Chitose Institute of Science and Technology, Japan） ····· 37

・ Mechanically Tunable Adhesion/Friction of PDMS wrinkles
Prof. Krishnacharya （IIT, Kanpur, India） ····· 39

・ Particle Stabilized Soft Dispersed Systems as a Platform Towards Adhesive Materials
Prof. Syuji Fujii （Osaka Institute of Technology, Japan） ····· 41

・ Effect of Fibrous Skeleton at Clingfish Suction Pad
Prof. Takayuki Kurokawa （Hokkaido Univ., Japan） ····· 43

・ Thermal Management Using Diatom Shells
Prof. Hirotaka Maeda （NITech, Japan） ····· 45

・ Biomimetic Liquid Manipulation on Structured Surfaces
Prof. Daisuke Ishii (NITech, Japan) ····· 47

・ CATECHOL Batteires: Improvement of Battery Performances by Catechol and its Deriveative Adhesive Molecules
Prof. Haeshin Lee （KAIST, Korea） ····· 49

＜Poster＞
・ Building of a Database Promoting Conceptions on Biomimetics Based on SEM Images of Insects
S. Nomura, T. Ogawa, M. Haseyama and K. Kozaki ····· 52

・ X-ray micro CT Observation for Internal Structure of Insects
Y. Nakase, S. Nomura, M. Edahiro and T. Kuchibiki ····· 53

・ The origin of colour of a petal:subcellular structural change during the flowering from buds in a buttercup
Y. Yamahama, T. Shimozawa, S. Yoshioka, D. Ishii, H. Fudouzi, H. Kubo, M. Shimomura, Y. Takaku, K.-i. Kimura, Y. Uozu, and T. Hariyama ····· 54

・ Wettability of Snail's Shells with Hydrophilic Treatment
R. Yamagishi, H. Maeda, T. Yokota, Y. Matsuo, T. Kasuga ····· 55

・ Peripheral Coding of Sex-pheromone Blend by Male-specific Odorant Receptors in Moth
H. Mitsuno, T. Sakurai, R. Kanzaki ····· 56

・ Inducible de Novo Biosynthesis of Isoflavonoids in Soybean Leaves by Spodoptera litura (Lepidoptera: Noctuidae) Derived Elicitors: Tracer Techniques Aided by High Resolution LCMS.
R. Nakata, N. Yoshinaga, M. Teraishi, Y. Okumoto, N. Mori ····· 57

・ Cellular Active Touch Sensing of Substrate Rigidity
T. Kobayashi and M. Sokabe ····· 58

・ Serendipity-Oriented Bio-TRIZ Database
Y. Isono, T. Yamauchi, H. Kobayashi and T. Kobayashi ····· 59

・ Non-iridescent Structural Coloration of The Inner Feathers of Japanese Blue-colored Species
G. Morimoto ····· 60

・ Development of Self-assembled Antifouling Surfaces Against Barnacles
T. Murosaki, Y. Nogata, Y. Hirai, M. Shimomura ····· 61

・ Functional Analysis and Surface Modification of Hierarchical Microstructures of Diatom Silica Cell Walls
Y. Maeda, Y Niwa, D. Kisailus, T. Yoshino and T. Tanaka ····· 62

・ The NanoSuit® method to observe the living mammalian tissue and cell
Y. Takaku, M. Shimomura, T. Hariyama ····· 63

・ Sponge as a Potential Model of Biomimetics: New perspective
R. Tsubaki ····· 64

・ Analysis on Social Implementation of Biomimetics Technology in Japan in The Global Perspective
R. Kohsaka, Y. Uchiyama, Y. Fujihira ····· 65

・ Superhydrophobic Coatings Showing Excellent Durability to Harsh Environmental Conditions
L. Wang, C. Urata, T. Sato, M. W. England and A. Hozumi ····· 66

・ Key Materials for Biomimetic Surfaces: Potential of Functionalized Synthetic Janus Clay Nanoplatelets
M. W. England, T. Sato, L. Wang, C. Urata, and A. Hozumi ····· 67

・ Ionic Liquids-Infused Transparent Organogels: Their Unique Optical and Chemical Properties
T. Sato, L. Wang, C. Urata, M. W. England, A. Hozumi ····· 68

【2016 年 11 月 10 日(木)-11 日(金)】
科学研究費「生物規範工学」公開講演会ならびに全体会議
・ プログラム ····· 69

要旨集
＜１１月１０日(木)　14:30-16:50　科学研究費「生物規範工学」公開講演会＞
・ 山本 昌仁（株式会社たねや） ····· 71

・ 山本 浩司（ニイガタ株式会社） ····· 72

・ 石田 倫也（一般財団法人　大阪科学技術センター(OSTEC)） ····· 73

・ アリの敵・味方識別ケミカルセンサの機能性とロバストネス
尾崎　まみこ（神戸大学） ····· 74

・ アブラムシのリキッドマーブル技術に学ぶ粘接着剤の創出
藤井　秀司（大阪工業大学） ····· 76

・ バイオミメティクス世界動向： Biomimexpo などフランスの活動
齋藤　彰（大阪大学） ····· 78

＜１１月１１日(金)　科学研究費「生物規範工学」全体会議＞
・　A01-1 班：バイオミメティクス・データベース構築
　　―2012-2016 年度成果のとりまとめ
　　A01-1 班　野村　周平（国立科学博物館）……80

・　B01-1 班　生物規範界面デザイン: トライボロジー界面の創製
　　B01-1 班　大園　拓哉（産業技術総合研究所）……82

・　機能的サブセルラー表面構造の形成過程と学理
　　B01-2 班　針山　孝彦（浜松医科大学）……84

・　生物規範設計：生物規範階層ダイナミクス
　　B01-3 班　細田　奈麻絵（物質・材料研究機構）……86

・　生物規範環境応答・制御システム
　　B01-4 班　森　直樹（京都大学）……88

・　生物規範メカニクス・システムにおける動的力学ロバストネス
　　B01-5 班　劉　浩（千葉大学）……90

・　社会的インプリケーティングによる生物規範工学体系化への挑戦
　　C01 班　石田 秀輝（東北大学・地球村研究室）……92

4)　トピックス (PEN より)
・　暮らし方を見直す
　　ー利便性追求により失われつつある物事ー
　　東北大学大学院環境科学研究科　古川柳蔵……95

・　連続コラム　沖永良部島から考える　『心豊かに暮らすということ』
　　Ⅰ　新しいテクノロジー･サービス価値
　　地球村研究室、東北大学　石田　秀輝……99

・　タマムシ色の微妙で重要な工夫
　　大阪大学生命機能研究科　吉岡　伸也……101

5)　国内外研究動向紹介
・　平成 28 年 8 月 4 日(木)
　　科学研究費「生物規範工学」公開講演会に参加して
　　津守 不二夫（九州大学）……106

・ 平成 28 年 8 月 4 日(木)
科学研究費「生物規範工学」公開講演会(1 日目 8/4)に参加して
安井　隆雄（名古屋大学）……108

・ 平成 28 年 8 月 5 日(金)
生物規範工学全体会議に参加して
北條 賢（神戸大学）……110

・ 平成 28 年 9 月 8 日(木)
16-2 バイオミメティクス研究会「バイオミメティクスにおける生物機能解析と工学的応用」開催報告（JASIS2016）
椿 玲未（海洋研究開発機構）……112

・ 平成 28 年 9 月 23 日(金)
第 67 回 コロイド及び界面化学討論会「コロイド・界面化学が拓くバイオミメティクス」開催報告
椿 玲未（海洋研究開発機構）……114

・ 平成 28 年 10 月 20 日(木)～21 日(金)
5th Nagoya Biomimetics International Symposium
椿 玲未（海洋研究開発機構）……117

6)　新聞・報道……121

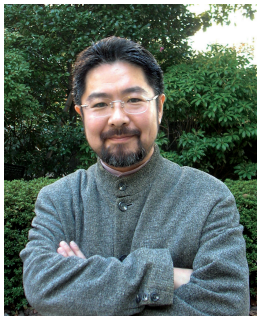
7)　アウトリーチ活動……125

8)　各種案内……128

（1）巻頭言

巻頭言　評価委員からのメッセージ

まちづくりも生物規範工学のフィールドに



ユニバーサルデザイン総合研究所所長　赤池学

私たちが提起してきた「生物規範工学」の、環境や社会、経済に対する貢献の可能性を整理しようとする時、その貢献フィールドとその関係性やアプローチを、いかに捉えるかが重要であると考えている。

多くの環境学や経済学のテキストでは、「経済」「社会」「環境」が、トレードオフを伴う、三項対立の構造として定義されてきた。しかし、実際は、「環境」と「社会」、そして「経済」には、プライオリティがあり、「経済」は「社会」に内包され、「社会」は「環境」に内包される、同心円的なスキームで語られるべきものである。

このような正しい世界観の認識に立ち返った時、「生物規範工学」の可能性には、四つのアプローチが存在するものと捉えている。

第一は、「BIO-USED　生物資源や生物生産物の機能性を活用するテクノロジー」である。経済性の観点から、その多くを地下資源に依存し、アカデミック・アドバンストなアプローチで創製されてきた材料や素材、薬剤を、改めて生物資源に代替する技術開発である。カイコの繭の機能性を生かしたシルクタンパク製品、オイル生産微生物によるバイオ燃料生産、ヤママユガの休眠ホルモンを用いた抗がん剤の開発などだ。自然資本主義経営が台頭してきたなかで、これまでバイオテクノロジーとして捉えられてきた技術開発に、生物規範工学は新たなミッションや価値を与えられるものと考えている。

第二は、「BIO-MIMIC　生物の形態や構造を模倣するテクノロジー」である。原料は地下資源であっても、生物の省資源、省エネルギーな生産プロセス、そして合理的な形態や構造を人工物が採用することで、革新的な材料設計やデザインに結実することは、これまで多くの研究者やエンジニアたちが実証してきた領域である。身近なところでは、古くは、野生ゴボウの実に学んだマジックテープや、サメの肌に学んだ競泳用スピード水着から始まり、蓮の葉にヒントを得た超撥水技術、昆虫の翅の構造色に学んだ塗装技術、カタツムリの殻を模

倣した防汚技術、フクロウとカワセミに学んだ新幹線技術などがある。今後は、台頭するナノテクノロジーとのシナジーのなかで、革新的な新素材が数多く生み出されていくだろう。これからの課題は、そうした材料創製において、生物が形にしてきたように、軽元素を材料に、常温、常圧で製造するプロセスを併せて開発して欲しいと願っている。

そして、第三は、「BIO-INSPIRED　生物の設計思想を応用するテクノロジー」である。東京工業大学は今、タマムシの構造色発色に着想を得た電磁波の屈折、干渉を利用することで、全く新しい原理のレーザー装置開発にチャレンジしている。生物の形態や構造を模倣するのではなく、生物の開発思想そのものを人工物に取り入れようという技術開発だ。オジギソウにヒントを得た内視鏡、シロアリのアリ塚に学んだエコハウス、ホタルの発光メカニズムに学んだ微生物検知システム、昆虫の分散型神経機構を応用したロボテクスモビリティなどが挙げられる。これまで、一つの中枢だけで、運動を制御してきた自動車やロボットは、分散型の CPU と、モーター、アクチュエーターを組み合わせることで、画期的な省エネ性能と、新たな挙動を獲得することが可能となるはずだ。

最後に提起したいのは、「BIO-GUIDED　自然界の循環に寄り添うテクノロジー」の重要性である。社会への貢献を意図した、現行モダンテクノロジーの自然との共生や近自然化を図り、自然生態系や生物多様性に配慮したものづくりだ。米飼料、養鶏、鶏糞、米栽培を循環させる、エコフィードに基づく「玄米たまご生産」、多自然のメカニズムに配慮した「近自然工法によるまちづくり」、野鳥や蝶の「エコロジカルネットワーク」などだ。日鐵住金建材は、これまで土砂崩れ防止のために採用されてきた、斜面をコンクリートで覆い固める「フレーム工法」を、「ノンフレーム工法」に改めた。斜面に、樹木の縦根と横根を模倣した金属バーとワイヤーを基盤整備することで、時間と共に植生や生物多様性が回復するという、森の多面的価値を規範とした土木技術だ。

さらに、筑波大学が進めている、「アポトーシスに学ぶ都市再生」の研究がある。住宅のリファームにおいて、改築だけでなく、減築があるように、まちづくりにおいて、計画された「細胞死」を取り入れようという工学である。

今後の生物規範工学において、こうした建築や土木、都市工学の研究者や実践者を組織化していくことも、大きな役割だと考えている。巨大な生命体として「まち」を捉え直すことで、それは持続可能な国土と国家の実現に結実するものと確信している。

（2）産業界からのメッセージ

１０月が来るたびに思う事

富士フイルム株式会社
R&D 統括本部　生産技術センター長
山﨑 英数

今年は暑さ続きで、汗かきの私は、９月になっても半袖シャツを好んで着ていた。１０月になって、やっと、長袖シャツが有難いと実感できる秋が到来した。さて、毎年１０月は、ノーベル賞の受賞者が発表される時期である。今年も、大変うれしいことに、日本人科学者の大隅先生が、ノーベル賞を受賞されました。３年連続で日本人が受賞する快挙に、技術者の端くれとしてとても誇らしく、元気をいただいた。

大隅先生は、会見で「“役に立つ”という言葉が社会をダメにしている」と仰った。このお言葉は、企業内 R&D 部門の技術戦略を立案する私たちも、しっかり受け止めるべき示唆に富んだものであると共感させていただいた。

企業の経済活動は、生物に似ているところがあると思う。恐竜は、隕石落下等のさまざまな劇的環境変化に順応できず大量絶滅したと言われている。一方で、この劇的環境変化に順応できたものが生き残り、現在のさまざまな生物の営みにつながっている。一時代を築いてきた大企業も、市場の大きな変化に順応できなければ、恐竜と同じ道を辿ることになる。

では、企業が恐竜の道を辿らず進化し成長し続けるためには、何が必要なのか？　この問いに対する解がすぐ見つかるようなら、誰も苦労はしない。経営の立場からの　考察は、その道のプロにお任せするとして、この紙面では、凡人の私が、会社の進化/成長に貢献できると信じて推進するテーマで苦しいときに励みにしている思いと、大隅先生のお言葉に共感できた背景について紹介さ

せていただく。

その思いは、「将来、革新を生む開発テーマは、大抵、着手段階で少数意見」である。私は、毎年１０月が来るたびに、この思いが、ノーベル賞の受賞テーマと符合するか、確認させていただきながら、毎年、勇気をいただいている。

これまでの経験上、多数の方が容易に「役に立つ」と予想できるテーマは、短期間で役に立ったとしても、革新につながるケースは少ないように思う。一方で、着手段階で、「そんなことができる？」「役に立つ？」などの懐疑的な意見が出るテーマの方が前者よりも、将来、革新につながるケースが多いように思う。

競争が激しくなる中、さまざまな現場で、効率や成果が問われている。短期で成果を求められるほど、効率を追求すればするほど、“役に立つ”か否かで開発テーマが選別される傾向が強くなる。会社のためにと行ったテーマ選別が、狙いに反して、将来、会社を救うかもしれない技術革新の貴重な芽を摘み取る恐れがある。将来が読みにくい程、変化が激しくなる程、この構図にならない工夫の重要性が増してくる。

弊社は、主力商品であった写真フイルムが激減する大きな環境変化に直面しながら、第二の創業を果たすことができた。これは、稀有な経営者の存在と短期で“役に立つ”ものだけでなく少数意見も取り入れて構築してきた多様な技術力が良い結果につながったのではないかと思う。

生物多様性を規範とする本プロジェクトにおいては、下村先生をはじめとする先生方の強いリーダーシップと産官学の密な連携による粘り強い取り組みを通じて構築していく多様な技術力が、将来、必ず革新につながって行くと思う。その実現に少しでも貢献できるように、私も微力ながらがんばって行きたい。

（３）研究紹介