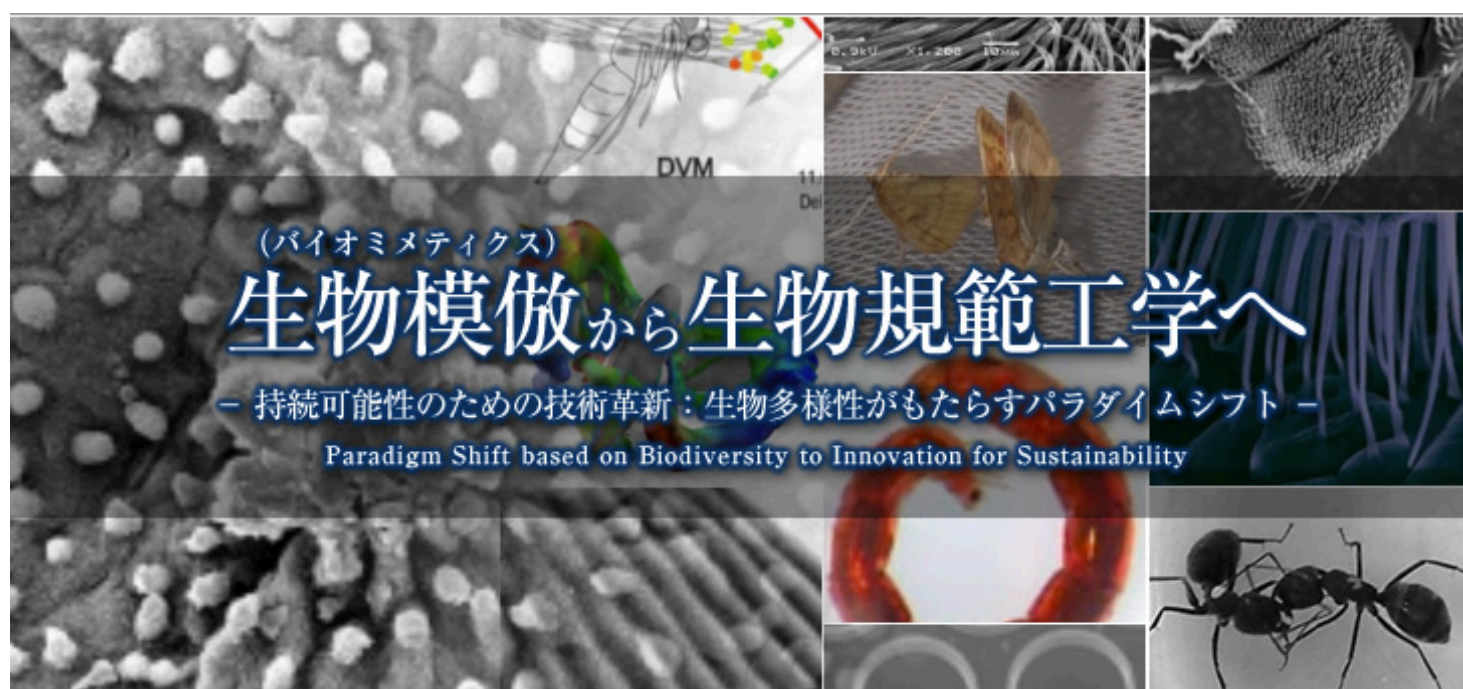


# 生物規範工学

## *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

- ・ インダストリー4.0 とバイオミメティクス  
下村 政嗣（新学術領域「生物規範工学」領域代表・千歳科学技術大学） ..... 7

#### 2) 評価委員からのメッセージ：

- ・ 生物多様性と「生物規範工学」のこれから  
国武 豊喜（総括班評価グループ、九州大学名誉教授、北九州産業学術推進機構理事長） ..... 10

#### 3) 研究紹介

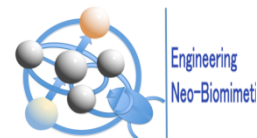
【7月16日(木)～17日(金)】

科学研究費「生物規範工学」全体会議ならびにサイトビジット

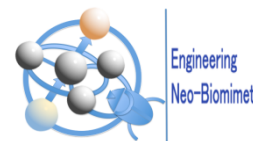
- ・ プログラム ..... 14

#### 要旨集

- ・ A01 班：バイオミメティクス・データベース構築  
Part A01: Database Building for Biomimetic  
A01 班 野村 周平（国立科学博物館） ..... 17
- ・ 生物学と情報学の連携ー工学的気づきを生み出すバイオミメティクス・画像検索ー  
Biomimetics Image Retrieval : Connecting Biology and Engineering  
A01 班 長谷山 美紀（北海道大学） ..... 19
- ・ 鳥類における色彩と構造色  
Bird's color and structural coloration  
公募班 森本 元（山階鳥類研究所） ..... 21



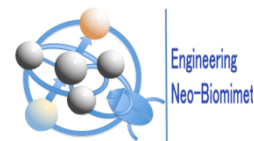
- ・ NanoSuit®法によるリアルな生物表面観察のバイオミメティクスへの展開  
Sub-cellular analysis of living organisms by NanoSuit®  
公募班 高久 康春（浜松医科大学） .....23
- ・ 持続可能な社会に求められるライフスタイル・オリエンテッド・テクノロジーの創成  
Development of the Lifestyle oriented Technology for the creation of the sustainable society  
C01 班 石田 秀輝（東北大学・地球村研究室） .....25
- ・ バイオミメティック製品の開発を支援するデータベースの構築  
Construction of a database supporting development of biomimetic products  
C01 班 山内 健（新潟大学） .....27
- ・ 自己組織化による動的微細構造表面を用いた海洋付着生物の接着制御  
Development of Antifouling Materials by Dynamically Tunable Microwrinkles  
公募班 室崎 喬之（旭川医科大学） .....29
- ・ 海洋生物表面を規範とした親水性表面の調製  
Preparation of Hydrophilic Surface Inspired by Marine Livings  
B01-1 班 小林 元康（工学院大学） .....31
- ・ 魚類吸盤にみられる繊維構造の工学的理解  
Engineering Consideration of Fibrous Structure in Suction Pad of *Aspasmichthys ciconiae*  
B01-1 班 黒川 孝幸（北海道大学） .....33
- ・ 昆虫複眼レンズ表面のニップル構造の形成機構  
Formation of corneal nipples in insects  
B01-2 班 木村 賢一（北海道教育大学） .....35



- ・ 生物がもつ「良い加減」な表面構造：乱れに強い光学特性  
The Optimun Surface Structure in Biological Sytems Causing Irregularity-Robust Optical Properties  
B01-2 班 吉岡伸也、久保英夫、針山孝彦（東京理科大学・北海道大学・浜松医科大学） .....37
- ・ 海綿動物に学ぶ水輸送システム  
Water transportation system of sponges  
公募班 椿 玲未（海洋研究開発機構） .....39
- ・ 生物規範階層ダイナミクス～異分野連携による新たな学術領域の研究開発展開～  
Interdisciplinary collaboration in biomimetic R&D-projects  
B01-3 班 細田 奈麻絵（物質・材料研究機構） .....41
- ・ ロバストな表面機能を持つバイオミメティクス材料の開発  
Development of biomimetic materials showing robust surface properties  
B01-3 班 穂積 篤（産業技術総合研究所） .....43
- ・ 応力応答性粉末状粘着剤の創出  
Synthesis of Pressure-sensitive Adhesive Powder  
公募班 藤井 秀司（大阪工業大学） .....45
- ・ 生物における「サブセルラー・サイズ構造」の機能解析  
Functional analysis of subcellular structures in Insects and Plants  
B01-4 班 森 直樹（京都大学） .....47
- ・ 培養細胞の常温保存への挑戦：ネムリユスリカの乾燥耐性機構から学ぶ  
Dry-preservation of cell lines inspired by a desiccation tolerant Sleeping Chironomid, Polypedilum vanderplanki  
B01-4 班 奥田 隆（農業生物資源研究所） .....49

# 生物多様性を規範とする革新的材料技術

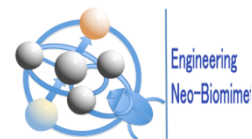
*Innovative Materials Engineering Based on Biological Diversity*



- ・ 生物規範飛行メカニクス・システム  
—スケーリング法則, バイオメカニクス及びバイオミメティクス—  
Bioinspired mechanical system: scaling laws, biomechanics and biomimetics  
B01-5 班 劉 浩 (千葉大学) ..... 51
- ・ 分化フラストレート幹細胞のメカノシグナルの計測と制御  
Characterization and manipulation of mechanosignals on stem cells in mode of frustrated differentiation  
B01-5 班 木戸秋 悟 (九州大学) ..... 53
- ・ 生物規範工学での学域での研究・活動 今年度計画と来年度の計画  
Biomimetics and Intellectual Property Rights: Current and Future Plan  
公募班 香坂 玲 (金沢大学) ..... 55
- 4) トピックス (PEN より)
  - ・ ドイツ VDI のバイオミメティクスに関する標準の新ガイドライン  
安 順花 (独立行政法人産業技術総合研究所ナノテクノロジー戦略室) ..... 58
  - ・ 鳥の渡りの不思議  
山崎 剛史 (公益財団法人山階鳥類研究所) ..... 59
  - ・ 魚類液浸標本の価値と役割  
篠原 現人 (国立科学博物館) ..... 64
- 5) 国内外研究動向紹介
  - ・ NEWS LETTER ISO/TC266 Biomimetics  
バイオミメティクス国際標準化ニュースレター (Issue 4, Spring 2015)  
国際標準化 ISO/TC266 Biomimetics 第 4 回総会..... 70
  - ・ 國武豊喜先生文化勲章受章記念シンポジウム  
—分子組織化学ならびにナノ高分子科学の創成と発展— ..... 78

# 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*



|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ・ 第 64 回高分子学会年次大会 特別セッション「高分子・今・未来」に参加して<br>(株)LIXIL R&D 本部 分析・評価センター 井須 紀文..... | 93  |
| 6) 新聞・報道 .....                                                                   | 95  |
| 7) アウトリーチ活動 .....                                                                | 98  |
| 8) 各種案内 .....                                                                    | 100 |

## (1) 巻頭言

## インダストリー4.0 とバイオミメティクス

新学術領域「生物規範工学」領域代表

千歳科学技術大学

下村 政嗣



日本は、世界で最も”科学の進歩に懐疑的な人が多く”“自然との共生を望む人が多い”国らしい。5月に札幌で開催された高分子学会年次大会の特別企画で、本領域の総括班評価グループのメンバーである三菱総合研究所の亀井信一氏は、「第三の産業革命とバイオミメティクス」と題した講演で、インダストリー4.0 (Industrie 4.0)を提唱したドイツの産業行政、科学技術、文化風土を日本と比較するために上記の世界ランキングを紹介した。さらに、ドイツの博物館・美術館の数が、フランスの1300、イギリスの1800に比べ、6000と著しく多いことに言及し、”地方分権化と自然を科学するドイツの文化風土が、システムという考え方によるイノベーションである Industrie 4.0の背景にある”と分析した。ちなみに、日本の博物館は1200であるが、人口比にすると必ずしも多いとは言えない。

“世界で最も科学の進歩に懐疑的”だという調査結果は、科学技術立国を標榜する国らしからぬ結果であるが、福島原発事故以降の科学技術政策を勘案するとの的を射たものかもしれない。実は、いち早く脱原発を宣言したドイツが、第4次産業革命と称される Industrie 4.0を国家戦略として提唱した背景が読めなかった。“モノのインターネット (IoT)”は、生産システムと流通システムを自立分散型へ転換することの象徴的な言葉である。そのためには、標準化が不可欠であり、“中央集権から地域分権へ、大企業から中小企業へ”を可能とする生産技術を象徴する 3Dprinting がクローズアップされる。ISO TC266におけるドイツの強硬とも思われる姿勢も、Industrie 4.0

を提案した国家戦略が背景にあると思うと、俄然、納得ができる。もっと深く読めば、少子高齢化社会における労働力確保、エネルギー転換と地産地消、そして持続可能性への寄与を読み取るべきである。モノづくりのあり方は、当然、ライフスタイルのあり方と深く関わる。大規模生産システムから人間中心の生産方式への変換によって、消費者自身がエネルギーやモノの生産者になり、高齢者の社会参加を促進し、地方の復興をもたらす。ドイツ人のライフスタイルや環境観が、脱原発の決断や 2020 年までに再生可能エネルギー比率を 20%アップする”E Uー環境目標 20-20-20”の背景にあることは確かだ。

バイオミメティクスの講演をすると、よく、生物に学ぶという考え方は日本人に合っている、という感想を聞くことが多い。そう思う。しかし、残念ながらバイオミメティクスに対する産業界、行政の動きは、バイオミメティクスの国際標準化を提案したドイツに比べて、完全に周回遅れであることは否めない。我が国ではバイオミメティクスとバイオテクノロジーの違いですら認知されてはいない。本年 10 月に京都で開催される 5 回目の ISO TC266-国際委員会においては、sustainability aspect of biomimetics に関する作業課題の議論が予定されている。

環境省は第四次環境基本計画に基づき、平成 25～26 年度に「自然模倣技術・システムによる環境技術開発推進」に関する検討を行った。特許庁は、平成 26 年度特許出願技術動向調査においてバイオミメティクスを取り上げた。バイオミメティクスが、制約された環境の下で持続可能な“モノづくり”や“まちづくり”の技術革新をもたらす切り札になることが期待されている。“生態系バイオミメティクス”のトレンドを見ておく必要がある。

“おそらく日本の自然は西洋流の分析的科学の生まれるためにはあまりに多彩であまりに無常であったかもしれないのである。”(寺田寅彦、「日本人の自然観」より)

## (2) 評価委員からのメッセージ

## 生物多様性と「生物規範工学」のこれから

総括班評価グループ

九州大学名誉教授、北九州産業学術推進機構理事長

国武 豊喜



従来から使われている表現であるバイオミメティクスやバイオミミクリーは受身で「生物に学ぶ」ことを目指す雰囲気を感じられる。それに対し、本領域のタイトルである「生物規範工学」には、より積極的に生物と工学を結びつけて新しい学問や技術の分野を創り出そうとする意志を感じさせる。このことは生物が多様であることの意味（Biodiversity）とも深いつながりを持つ。生物の進化の過程を通じて、驚くほど貪欲な生体系の多様化が起こった。その多彩さに我々は圧倒されんばかりである。地球の歴史が示す激しい気候変動のために、多くの絶滅した生物種を直接観察することができないのは残念である。化石や地層を観察して地球の過去を想像し再構成することは可能とは言え、カンブリア紀の大爆発（進化）が生み出した状況を理解するのは容易でない。しかし我々は、遺伝子の解析や発現制御、生物機能の詳細な解析手法など、素晴らしい武器を手に入れた。これにより生物多様性の豊かさを如何に工学的な原理に翻訳するか、その可能性が見え始めた。

現代においても、生物多様性は気候風土により大きな違いがある。地球上の特定の場所で生まれ育った人間は自分が慣れ親しんできた自然環境（それは生物多様性を含む）によって自然の見方が変わってくるであろう。自然環境をどう観るかの感性は、

気候風土を反映する。湿潤で温暖な環境にある日本人の感性が乾燥した砂漠に住むアラビアのベドウィン族の人々のそれとは異なってもおかしくない。寺田寅彦もその随筆「日本人の自然観」の中で言う。「われわれは通例便宜上自然と人間とを対立させ両方別々の存在のように考える。これが現代の科学的方法の長所であると同時に短所である」。そして続ける。人間は環境に順応して地域、地域の文化を作り出してきたので、自然感が違ってくるのは当たり前である、と。

生物規範工学は、生物界の豊かさや巧さに対する驚きと人間が作り出した科学技術の原理との両方が重なったところから始まる。変化に富む四季の豊かさ、山あり海ありの多様性はわれわれが自然に対する繊細な感覚を育む要因となっている。日本独特の自然観を基礎とする特徴ある生物規範工学はありうるのであろうか。ドイツ流の生物規範工学は考えられるのであろうか。生物は気候風土に応じた多様性を示し、工学のあり方は気候風土だけでなく人間社会の構造によっても左右される。世界をひといろに染めない技術は、人類社会の多様性を担保する重要な役割を果たしうるのではないか。

本領域は中間評価において、いくつかの厳しい指摘を受けた。「生物規範工学」の目指すものが十分に理解されなかったようにも思われて残念であるが、研究内容が多様なだけにそれらがどのように連携し収束していくのか見えにくい。研究期間は後半に入った。「生物規範工学」を我が国の新技術分野としてきちんと位置づけるためにも、批判を打ち返す研究の方向付けと成果を期待したい。

## (3) 研究紹介