

(5) 国内研究動向紹介

所属班：C01 班

所属機関：北陸先端科学技術大学院大学／東北大学大学院環境科学研究科

氏名：岸上祐子

科研費「生物規範工学」公開講演会（2016 年 11 月 10 日）に参加して

11 月 10 日（木）の科学研究費「生物規範工学」公開講演会は、よい意味で異色の講演会だったのではないだろうか。滋賀経済同友会研究会と合同で開催され、会場は滋賀県の老舗和菓子屋「たねや」の本社を要するラコリーナ（近江八幡市）。近江八幡駅からバスで約 10 分とはいえ、そのバスが 1 時間に 2 本となると不便さを感じてしまう。

しかし、講演会最初に登壇した山下昌仁氏（たねやグループ CEO）は「不便でもお客さんに来てもらう仕組みづくり」を目指してのものだと言われる。甲子園球場 3 つ分の敷地には藤森照信氏が設計したことが一目瞭然の芝生の屋根の店舗、そしてそこにつながる社屋は地元の材を使い社員たち自ら建築にも携わり愛着を持ったもの。敷地内に水田まで作り背後の山ともつながる風景となっているといった話を講演会前に実施されたエクスカージョンでうかがった。商品の魅力に加え人を引き付ける仕組み、しかもそれは「生態系へどうお返しをするか」に配慮されたものであるというたねやの方針を、それを体現した環境にある会場で聞くことで、非常に説得力を持ったものとなった。

山本浩司氏（ニイガタ株式会社）の、研究者や企業の解決策を装置として提供する企業として、「生物に学ぶ中小企業のモノづくり」と題した課題と解決策をつなぐオントロジーの有用性についての講演では、私も関わるオントロジー工学が実用につながる様を実感した。また、科学技術の振興ならびに関西産業発展のための事業を行う（財）大阪科学技術センターの石田倫也氏が紹介した「自然の叡智を活用した研究を支援」とし財団の活動や若手研究者支援のイベントについての話は、関西での産学の連携を知るよい機会となった。

続く、尾崎まみこ氏（神戸大学）からは「アリの敵・見方識別ケミカルセンサの機能性とロバストネス」と題したアリの嗅覚によるコミュニケーション、藤井修司氏（大阪工業大学）からは「アブラムシのリキッドマール技術に学ぶ粘着着材の創出」と題し接着材の形状を変えることによる用途の広がりについての講演がなされた。こうして研究内容について拝聴する機会は、純粹に興味をかきたてるばかりか、お互いの連携についての示唆を得られる機会となり得る。現にその後、C 班のメンバーの中でも話題となった。

齊藤彰氏（大阪大学）の「バイオミメティクスの世界動向」は、フランス、ドイツにおけるバイオミメティクスの状況が報告され、当国の社会へ浸透度の深さが大変印象に残った。この講演は、翌日の下村研究グループ代表の、バイオミメティクスは低環境負荷のテクノロジーのみならず生物多様性減少への配慮をもつ社会への足掛かりにもなり得るであろう、という大きなビジョンを裏付けとなったように思う。地球環境と共にあり、それを持続可能的に利用するためのバイオミメティクスとして、新たな印象が加わった全体会議となった。

所属班：B01-3 班
所属機関：国立研究開発法人物質・材料研究機構
氏名：重藤暁津

科学研究費「生物規範工学」全体会議（2016. 11. 11）

今回の全体会議では、各班の研究進捗に加えて 5 年間の総括的報告，ならびに新学術領域第二期提案についての解説があった。各班とも概ね当初計画通りに研究が進展しており、今後の生物規範工学の社会実装可能性の高さが示された全体会議であった。各班の報告概要などを以下に示す。

1. A01班 野村班長

A01 班の役割であるオントロジー検索を可能にしたバイオメディクスデータベース開発についての研究報告がなされた。博物学的見地を経たデータ収集、検索エンジンの開発、ならびにオントロジーによるキーワード検索システムの開発と連携、を主な柱として研究開発が行われた。その結果、2011 - 2015 年においては総数 20000 件超の画像を収集し、分類は 5 約 00 分類群を終了した。2016 年はさらに 5000 件超の画像を追加した。現在は魚類についてもデータ収集が進行し、約 800 件の整理を終了している。キーワード検索エンジンは企業ユーザーの利便性を高めるために各種工業規格に則ったシステム構築がなされており、NBCI コンソーシアムの仕様検討において高評価を獲得するなど、「発想を支援するデータベース」が試用段階に達したことが示された。さらに、各種博物館イベントなどのアウトリーチ事例紹介がなされ、数十万人規模の観覧者を獲得するなど、世間の興味の高さが照明された。これら成果に対し、今後は検索可能な生物の対象分野を拡げることや、画像収集方法の改善、検索の正当性を確保するための画像収集数の明確化、班間連携のさらなる促進、具体的利用成果の明示などが必要であるなどのコメントがなされた。

2. B01-1班 大園班長

生物のサブセルラー凹凸構造が有する動的特性に学び、トライボロジー制御ならびに付着制御を達成するための要素技術開発事例が報告された。研究は、各種生物が有する特殊な凹凸構造の情報を収集し、機能を発現している構造因子を特定し、人工系でその構造を模倣・比較し、一般的な工学指針を設計する、という手順で行われた。トライボロジー制御に関しては、表面の形状や潤滑剤の有無などによる摩擦制御の指針が完成しつつあり、付着制御については、今までになかった流水系における付着解析手法の開発がなされている。代表的な成果として、フナムシに学んだ高分子ブラシの構造制御による摩擦制御技術開発、キプリス幼生の経時的な付着力変遷観察や、特定のトポグラフィを可逆的に再生可能な皺構造の開発が報告された。また、領域内連携としてウバウオの吸着構造理解や皺構造と流体抵抗の関係解析事例なども

紹介された。これら成果に関し、論文 14 件以上、特許 4 件以上などの対外公表がなされている。今後は、動的・連続的な形状制御の具体的手法の開発や、より生物学的な知見の獲得などが課題とされた。

3. B01-2班 針山班長

機能的サブセルラー表面構造の形成過程と学理に関する報告がなされた。生物学、数理物理学、発生学の 3 つの異なる系統で解析を行い、サブセルラー構造が有する機能の定量化や模倣手法の開発などが行われてきた。前回評価で、数学的な解析により、ナノパイル構造が一定のゆらぎを許容する構成になっていることが明らかになったことを受け、次期プロジェクトへの続行が検討されていることが紹介されたほか、nanosuit のベンチャー立ち上げや CREST 化が要求されていることなどが報告された。前者の研究に関しては、蛾・セミや深海魚の目などを事例として、前述のゆらぎは少規則性構造の積層であり、乱れにロバストであることが示された。さらに、そのロバスト性を形成するための発生機構について解説がなされた。また、ナノパイル構造が光学的のみならず、摩擦制御など複数の機能を有することも述べられた。さらに、mamosuit の医学応用事例についても紹介がなされた。これに対し、ゆらぎ構造の形成が能動性の可否についてなどの議論があった。

4. B01-3班 細田班長

低環境負荷な製造技術を指向した着脱自由でリサイクル可能なアセンブリ手法開発について、その技術背景と経緯が解説された。生物の接着機構は、ウエット、ドライ、吸盤に別れる。特に、工業応用性が高いドライ系の中でのハムシの微細毛を持った機構について述べられ、表面のコンタミに対する自浄性や、吸着対象物体の表面形状に対するロバスト性、気泡吸着を利用した水中接着技術への応用などが詳述された。また、社会実装への検討として、接着非着が自由に制御可能で、かつ微細配線の自己アライメント性も有する電子実装技術開発について、その要素技術ならびに基礎的なアライメント性能確認実験内容などが紹介された。また、生物の表皮が有する防汚効果（物体の非着）の具現化事例として、ナメクジの湿潤ゲルの離漿に学んだ液浸潤制御技術が挙げられた。さらに、これらを生物規範設計として適用可能にするために行われている国際標準化（ISO）の動向について解説があり、2016.09 に ISO18457 として発効済であることが報告された。これらの成果に対し、部分的なリサイクル技術開発にとどまらず、循環系を模したような全体的なビジョンも提供することが求められた。

5. B01-4班 森班長

構造農薬などへの応用を指向した、生物の有する化学・物理受容体に関する研究成果報告がなされた。まず、バイオセンサ（CHCs）にむけた生物機能の解析研究に関する報告があった。蟻などを例に挙げ、その嗅覚による固体識別に着目し、化学受容体の分布や構造が解説された。これらの成果により、嗅覚細胞などのサブセルラーサイズ構造から予想される情報処理機構が明ら

かになり、これらを実システムに搭載するための構造設計や性能評価が今後行われる。次に、カミキリムシの振動刺激による行動制御研究においては、領域内連携で論文化された成果が獲得されていることに加え、若手育成実績も得られたことが報告された。さらに、今後の気候温暖化に伴い増加が予想される大豆の害虫対応技術開発においても、工学分析技術との連携によって、害虫抵抗性の高い植物表面構造の詳細が明らかになったことが報告された。いずれも、多様な異分野連携につながることを期待される。聴衆からは、構造“農薬”の定義の明確化、開発した物質の環境対応性の議論、各要素技術アプリケーション化のための手法・手段の具体化についてなどの質問がなされた。

6. B01-5班 劉班長

生物マルチスケールメカニクス・システムの学理探求に関する研究報告がなされた。生物飛行力学のロバストネス研究においては、世界唯一の生物飛行統合力学シミュレータが開発されたことや、飛行力学挙動の解析結果が、細胞運動などのマイクロメカニクスシステムにおける力学挙動発現メカニズムの解明にも有用であることが示された。これらの生物流動波の波動・振動スケリング法則を明確にするために、データ収集と解析がなされている。さらに、優れた力学挙動を発現させるための骨格設計について、運動性を確保するための主要な要素が明確にされてきている。これらの成果により、様々な測定システム・シミュレータの構築や、省エネバイオミメティクスデザインの提案が可能になると期待された。聴衆からは、同様の飛行性能を獲得していながら、飛行形態が多様に分かれている原理についての質問などがあった。

7. C01-1班 石田班長

社会的インプリケーションによる生物規範工学体系化に関する研究報告がなされた。社会学的見地に立った検討は複雑性が高く完成にはいたらなかったが、ライフスタイル創出に必要なテクノロジーを明確化する手法として、データからバックキャスト手法を用いて分析を行った。事例として高齢者のライフスタイルを挙げ、多様性よりも豊かさを追求する傾向を明らかにした。今後のビジネスチャンス抽出するためには forecast 思考でバックキャスト受容を読み取る必要があるが、それを可能にするために“予兆”を抽出するアプローチが開始され、先日第一回目の研究会が開催されている。その他、BioTriz データベースによる自然原理の抽出事例なども紹介された。これらの成果により、限られた環境の中で心豊かに暮らすための構造を明らかにでき、論文数も 50 本を超えた。今後ライフスタイルから具体的なテクノロジーを創出する具体例の創製に務める。また、A 班のオントロジーと BioTriz のリンクも進める。

8. 総括班評価委員会からの総評と事後評価対応

- a) バイオミメティクス分野の発展はめざましく、一定の社会定着を得ていると考えられる。今後はより詳細に技術を掘り下げ、生物と工学の境界が薄め、柔軟に研究活動を継続展開していくことが望まれる。その際には、狭義のバイオミメティクスではなく、「生物多様性に帰る」循環的技術開発を試みるべきである。
- b) 冒頭挨拶にもあった通り、本新学術領域は来年6月に事後評価が計画されている。また、第二期提案の採択可否がその直前に判明するため、事後評価への対応は年度明けから早急に行う必要がある。事後評価にはやはり具体的成果の数が重要なので、今後半年で論文数の増加やアウトリーチ活動の可視化を試みてほしいとの意見があった。

(6) 新聞・報道

【新聞・報道】

総括班

1) 2016 年 11 月 15 日 (The Japan Times)

Japanese engineer sees evolution guiding next wave in robotics と題する記事において平坂雅男氏の談話が掲載されました。

<http://www.japantimes.co.jp/news/2016/11/14/business/tech/japanese-engineer-sees-evolution-guiding-next-wave-robotics/#.WDQSdmWklWy>

2) 2016 年 12 月 20 日 (日刊工業新聞)

朝刊 10～11 面 第 4 回 2030 年の「心豊かな」ライフスタイルコンテスト入賞作品 において下村領域代表、石田秀樹 C01 班班長の講評が掲載されました。

A01 班

1) 2017 年 01 月 01 日 (可視化情報 vol. 37, no. 144)

バイオミメティクス画像検索エンジン-発想支援型画像検索の応用-

B01-1 班

1) 2017 年 01 月 14 日 (NHK 総合テレビ)

「超絶 凄ワザ!」(1月14日20:15～20:45放送)の「夢かなえますSP 汚れがすぐ落ちる!究極のまな板編」に総括班実施グループB0-1班の小林元康先生(工学院大学)と大学院生2名が出演しました。番組では九州大学の近藤哲男先生のグループがセルロースナノファイバーを用いた木のまな板を、工学院大がのチームがポリマーブラシを施したプラスチック製まな板を用意し、どちらのまな板が汚れが落ちやすか競いました。工学院大チームはカタツムリの殻の優れた防汚性のしくみに発想を得て、プラスチックのまな板に超親水性ポリマーブラシを付与した結果、洗剤もタワシも使わず水だけで瞬時に油污れが落ちる様子を番組で紹介しました。

司会: 千原ジュニア・池田伸子・浜谷健司・神田伸一郎

出演: 小林元康・小林佳弘・塩本昌平(工学院大)、近藤哲男・宇都宮ひかり・古賀秋絵(九州大)、平川辰男(平川木材工業)、坪井国雄・山本創大(中越パルプ工業)

<http://www4.nhk.or.jp/sugowaza/5/>

B01-2 班

1) 2016年11月15日 (TEDx)

See what we cannot see -Hints of our life learnt from creatures

ナノスーツ法を中心にしたバイオミメティクスの紹介がYouTubeから視聴できます。

<https://www.youtube.com/watch?v=-CEukakNrB4&sns=em>

C01 班

1) 2016 年 12 月 20 日 (日刊工業新聞)

朝刊 10～11 面 第 4 回 2030 年の「心豊かな」ライフスタイルコンテスト入賞作品 において下村領域代表、石田秀樹 C01 班班長の講評が掲載されました。

公募班

1) 2016 年 12 月 01 日 (日経産業新聞)

「次世代の先導者 海洋研究開発機構 椿玲未氏 海綿の水路組み替え探る」と題する記事において、公募班海洋研究開発機構椿玲未の海綿の水路構造に学ぶバイオミメティクスの取り組みが紹介されました。

(7) アウトリーチ活動

1) 2016 年 11 月 5 日 (土)

齋藤裕 (北海道大学 名誉教授)

バイオメテックス市民セミナー (第 59 回) - 『糸の匠、すごもりはだに』

ハダニは植物の葉に寄生する微小な (0.5mm 以下) 節足動物です。しばしば、作物や樹木に大発生して、甚大な被害をもたらすので、農林業の大害虫として嫌われものです。ただし、ハダニ類は大きな動物群で、世界で約 1200 種が知られています。その中には、害虫になる種以外に様々な種が、独特の生活様式をもって多様な植物に生息しています。

このハダニ類の中に、ササ・タケに寄生するスゴモリハダニ属というグループがあります。絹糸で密な巣網をつくり、その中で社会生活を営むので、この名前がつきました。いわゆる「引きこもり」のハダニです。そのような生活が、なぜこのグループに進化したのでしょうか。糸が、巣材以外にも様々な機能を持っていることが明らかになってきました。今回は、糸を操るクモに匹敵するような巧みな糸の利用方について紹介し、本グループの進化にせまってみたいと思います。

2) 2016 年 12 月 3 日 (土)

浦木康光 (北海道大学 農学研究院 教授)

バイオメテックス市民セミナー (第 60 回) - 『樹木細胞壁の形成過程を模倣したもの作り』

地球上で、最も大きく (重量、高さ)、最も長寿な生き物は、“樹木”です。この大きな個体を支えているのが、植物の中でも特に発達した細胞壁であります。細胞壁はセルロース、ヘミセルロース、リグニンといった高分子物質で構成されておりますが、それらの細胞壁中における機能が完全に解明されたとは言い難いです。我々は、細胞壁の形成過程を模倣した“人工細胞壁”を実験室 (試験管内) で作ることを試み、各構成成分の機能解明に取り組んでいます。

今回の講演では、人工細胞壁を創製するための戦略や、この研究を通して得られた知見を紹介すると共に、人工細胞壁を人類に役立つ材料へ変換しようとする試みについても、お話ししたいと考えております。

3) 2017 年 1 月 7 日 (土)

菊池基弘 (サケのふるさと千歳水族館 館長)

バイオメテックス市民セミナー (第 61 回) - 『サケ - 謎に満ちた生命の旅』

北海道を代表する魚ともいえるサケは、北洋海域を数年回遊した後、産卵のため生まれた川 (母川) に戻ってきます。母川の識別は、生まれた川の水の匂いによることが分かってきました。しかし、遠く北洋海域において日本の方向をどうやって知ることができるのかなど、未だ母川回帰の詳しいメカニズムは謎に包まれています。

現在、日本では 4 千万匹を超えるサケが来遊していますが、そのほとんどは、人工ふ化放流事業によるものだと考えられています。しかし近年、生物多様性の観点から野生魚の重要性が再認識され、野生サケの実態解明に向けた研究も盛んに行われるようになってきています。

身近でありながら、未だ多くの謎に包まれたサケの不思議な生態と、近年変化しつつあるサケを取り巻く状況についてご紹介します。

4) 2017 年 2 月 4 日 (土)

水波誠 (北海道大学 大学院生命科学院 教授)

バイオメテックス市民セミナー (第 62 回) 「昆虫の学習と微小脳: ヒトの脳のしくみとは違うのか?」

5) 2017 年 3 月 4 日 (土)

高久元 (北海道教育大学 教育学部札幌校 教授)

バイオメテックス市民セミナー (第 63 回) 「ダニの話: 形態, 生態, 多様性」

(8) 各種案内

BIOMIMETICS

バイオミメティクス・市民セミナー

浦木 康光 (北海道大学 大学院農学研究院 教授)



ウツクサの花
Photo by Stan Shultz (2007)
/ Adapted, CC BY-SA 3.0

樹木細胞壁の形成過程を 模倣したもの作り

2016年12月3日 (土)

会 場：北海道大学総合博物館 / 1階「知の交流」
札幌市北区北10条西8丁目

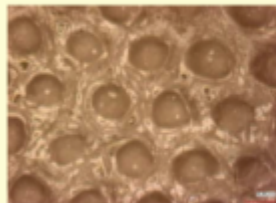
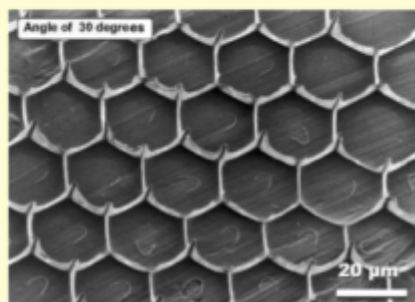
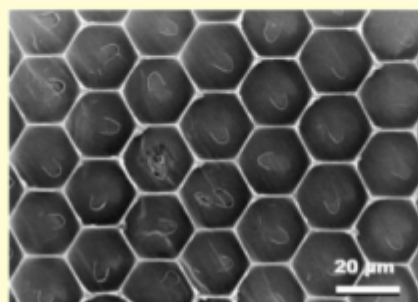
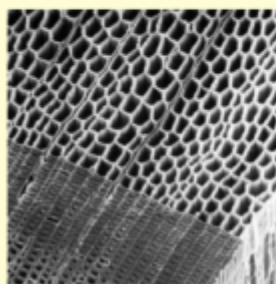
時 間：午後1時30分から 午後3時30分

地球上で、最も大きく（重量、高さ）、最も長寿な生き物は、“樹木”です。

この大きな個体を支えているのが、植物の中でも特に発達した細胞壁であります。

細胞壁はセルロース、ヘミセルロース、リグニンといった高分子物質で構成されておりますが、それらの細胞壁における機能が完全に解明されたとは言い難いです。我々は、細胞壁の形成過程を模倣した“人工細胞壁”を実験室（試験管内）で作ることを試み、各構成成分の機能解明に取り組んでいます。

今回の講演では、人工細胞壁を創製するための戦略や、この研究を通して得られた知見を紹介すると共に、人工細胞壁を人類に役立つ材料へ変換しようとする試みについても、お話ししたいと考えております。



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」
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

菊池 基弘 (サケのふるさと千歳水族館 館長)

サケ 謎に満ちた生命の旅

2017年1月7日 (土)

会 場：北海道大学総合博物館 / 1階「知の交流」
札幌市北区北10条西8丁目

時 間：午後1時30分から 午後3時30分



ウマノアズミ
Photo by Stan Shala (2007)
/ Adapted: CC BY-SA 3.0

北海道を代表する魚ともいえるサケは、北洋海域を数年回遊した後、産卵のため生まれた川（母川）に戻ってきます。母川の識別は、生まれた川の水の匂いによることが分かってきました。しかし、遠く北洋海域において日本の方向をどうやって知ることができるのかなど、未だ母川回帰の詳しいメカニズムは謎に包まれています。

現在、日本では4千万匹を超えるサケが来遊していますが、そのほとんどは、人工ふ化放流事業によるものだと考えられています。しかし近年、生物多様性の観点から野生魚の重要性が再認識され、野生サケの実態解明に向けた研究も盛んに行われるようになってきています。

身近でありながら、未だ多くの謎に包まれたサケの不思議な生態と、近年変化しつつあるサケを取り巻く状況についてご紹介します。



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-jmu@museum.hokudai.ac.jp



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



「生物多様性を規範とする革新的材料技術」ニュースレター Vol. 5 No. 3

発行日 2017年2月22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>