

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：階層的に構造化されたバイオメティック・ナノ表面創製技術の開発

2. 研究代表者：下村 政嗣(東北大学原子分子材料科学高等研究機構 教授)

3. 研究概要

生物が有するナノからマイクロにいたる階層的な構造を特徴とする表面は、超撥水や無反射性、水低抗の減少など様々な機能を発現する。本研究の目的は、生物学・自然史学と材料科学の共同研究体制のもとに、生物表面の構造と機能の相関性を体系化し、ナノ・マイクロ構造に基づく機能発現を模倣した新たな機能材料を設計し、自己組織化型の技術によって作製することにある。本研究チームでは、生物の特異な表面の構造による環境応答などを生物学の立場から明らかにする浜松医科大学、国立科学博物館、北海道大学総合博物館、北海道開拓記念館のグループとそのナノ構造の機能とそのナノ製造への応用を目指す東北大学多元物質科学研究所、北海道大学の電子科学研究所と創成研究機構のグループが担い、全グループによりバイオメティックス・データベースを構築する。

この間の研究では、まず①生物表面の撥水・親水性に着目して水を輸送と制御するフナムシの脚のナノ・マイクロ内部微細の構造材料の EDX 分析、SEM 観察、濡れ性評価などを行い、親水性構造の存在を明らかにし、②凝結した水の自己組織化構造をプラットフォームにして、その構造を Si 板へエッチング転写して得た構造を用いて親水性と撥水性の両方を実現するハニカムフィルムを創製・実証し、③セミの翅が低摩擦性を有することを実証し、④イオン液体で覆った昆虫の動態を SEM 観察でき、⑤このような実験を経てバイオメティックスのデータベースの構築が進んでいる。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

研究の初期段階で、我が国はバイオメティックス分野の研究が遅れているとの判断から、前半は応用展開より生物マイクロ形態学の基礎の理解に基づき、新しい知見を得るように方針を変更した。前半はこの目標に向かってほぼ着実に進行している。

フナムシの脚の吸水機構の研究では、全体が外皮の中に設けられたオープンキャピラリーから出来ており、足の第一と第二肢の針状の毛から第三と第五肢ではペダル(花卉)状の毛が大きさを変えて出来ており、第一肢から水を効率よくポンプアップする構造であることが分かった。これを基礎に独自開発のハニカムフィルムを用いて、まず板上に撥水性表面構造を段階的に密になるように作り込み、板を斜めにして水滴を落下させると、密な撥水構造で停止することで撥水性を実証し、更に蛾の目構造を作製し超撥水構造になることを見出し、板上に親水性溝を作り、その周りには超撥水表面にすることにより水滴が溝内の上方へ登って行くことをデモによって実証した。また、イオン液体を用いることにより、昆虫を生きたままの状態でも SEM 観察を可能にする手法を獲得したことは、昆虫とはいえ、今後の生物学の研究上画期的と思われる。更に偏光を示す構造色が虫を近づけなかったり、歩けなかったりするの無農薬材料などへの面白い展開が期待できる。

これまでこの分野の研究成果あるいは研究の進め方に関する取り組みは欧米のそれに比べてやや遅れている状況であった。そのため、国内および国際会議を積極的に開催して生物マイクロ形態学の成果を集約し、先行する海外の研究に追いつこうとする姿勢は明瞭で、今後もその積極的な姿勢を続けてほしい。

4-2. 今後の研究に向けて

前半の生物マイクロ形態学的な研究の進め方は後半も維持して進展させることが重要である。さらに、これを基盤として後半ではナノ科学・技術へのインパクトのある展開を進めてもらいたい。研究体制は基本的には今のままで良いが、場合によっては、他分野の研究者を積極的に取り込み、強い連携で共同研究を進めることがこの分野での新展開へのキーであろう。例えば、MEMSの研究グループとの連携も応用面からは選択肢である。これまでの研究実績からみて、効果的な項目、内容についてデータベース化を急いでほしい。また生物体表面の研究から設計された構造表面についてはチーム外の知恵も集め、有効な応用方向を見出してほしい。無農薬材料やバイオメテック光学材料は社会的インパクトが大きく、大いに期待できる。さらにイオン液体によるライブ観察については早い機会に技術を開示し、研究の輪を広げる努力をしてほしい。今後は、これまでの成果を踏まえ、是非、「使える」応用技術の展開を図ってほしい。但し、少し発散気味なので焦点をしぼると同時に、個別の研究課題では連携をふまえた展開が必要であることを重ねて指摘したい。

4-3. 総合評価

これまで我が国でバイオメテック技術の系統的な研究例が少なかったが、本チームの研究はこれにチャレンジするものであり、基盤となる生物マイクロ形態学の分野確立とその上にナノ科学・技術を展開しようとしている。生物の構造のみに基づいたパターンを作り、吸水機構を実現するなど成果は見られるが、今後は具体的な目標を決め、それに適合する生物体を見つけ、バイオメテック技術を適用して構造を作り込み、具体的な製品として発表することを目指すべきである。本課題は、新分野形成、産業的な発展が期待される分野であるので、より基礎的・本質的な機能、メカニズムの解明があればより研究として進展すると考えられる。