

在校生・卒業生・保護者・教職員

進路通信 2018/2 中期

北海道釧路湖陵高等学校進路指導部

◆特集 サイエンスを探究する

学年末考査が終わりました。いかがでしたか？さて、今回は「サイエンス」です。新聞や雑誌を読んでいて、今の科学技術はここまでできているんだ！と素直に私が納得したテーマをあげます。もしかしたらSSHや探究活動を行っている皆さんには物足りないところがあるかもしれませんが、この紙面からさらに自分のものとして調べたり学んでほしいと思います。裏面の□からはSSH推進部の渡邊先生に「サイエンス特集」をまとめていただいています。読み終わってからの活動こそがSSHや探究活動をしている生徒の使命なのではないかな！今週末の発表会、楽しみにしています。

○ヘドロ 浄化しながら発電 ～微生物の有機物分解を利用

水の流れが滞りやすい湾の奥や湖南などにたまりやすい底泥（ヘドロ）。水質を悪化させ生物がすみにくくなり、悪臭を放つなどやっかいな存在だが、このヘドロを浄化しながら発電もする「堆積物微生物燃料電池」の研究が進んでいる。

高度経済成長期の象徴的な存在でもあったヘドロ。下水道の整備や排水処理技術の進歩などで、近年、水質や水底の環境は大幅に改善したが、都市に近い湾などではいまだに環境悪化が懸念されている。原因はやはり、人間の活動から出る排水だ。植物プランクトンは排水中の窒素やリンを栄養にして増殖し、死んで有機物として底にたまりヘドロとなる。それを微生物が活発する夏場には分解のために酸素を使い果たしてしまい、ヘドロから悪臭の原因である硫化水素が発生する。

国立環境研究所によると、底の環境を改善するには、ヘドロを砂で覆い、分野しにくくするなどの方法があるが、その効果は一時的なことが多いという。また、ヘドロを取り除くには多額の費用がかかる。そこで、同研究所などが研究しているのが「堆積物微生物燃料電池」だ。微生物の力を利用して有機物から電気を取り出す。発電量はごくわずかだが、ヘドロも浄化できる技術として期待がかかる。

微生物が有機物を分解するときに電子が発生する。この技術では、無酸素状態で鉄や硫酸塩などに電子を渡す特定の微生物に着目。マイナスの電極をヘドロに、プラス極を酸素のある水中に入れて回路を作ること、微生物を介して有機物などから電子をどんどん回収して分解を促す。すると、硫化水素を発生させる微生物の反応に電子が使えなくなる。「浄化にエネルギーを必要としない。安く簡単に設置できるのが強み」という。

東京都大田区での試験では「40センチのマイナス極で2～4ミリワット程度の発電性能があることを確認した。ヘドロ中の硫化水素濃度も微生物燃料電池を使っていないときの6分の1程度になった。霞ヶ浦（茨城県）の泥を使った実験も浄化と発電に成功している。現在は、効率的な浄化に必要な材料や、どのくらいの広さにどの規模の微生物燃料電池が必要かといった研究をしているという。浄化装置は遅いが環境負荷が少ないので、より低コストな開発をすることで有望な技術になりうるのがこの研究分野である。

湖沼として国内2位の広さを誇る霞ヶ浦では昭和40年代以降、アオコの大発生など運河の環境問題が深刻化したが、法規制や下水道整備などの対策が進み、水質は大きく改善した。茨城県の水質保全計画の目標もほぼ達成している。

水質改善の基本は、流れ込む水の浄化だ。霞ヶ浦に限らず各地の湖沼をさらにきれいにするには特に生活系、農業系排水の対策が欠かせず、下水道のない地域で高性能な浄化槽導入をどうやって促進するかなど、湖沼に関係する地域全体で考える必要がある。

環境問題は汚染物質の排出源と影響を受ける場所が離れ、顕在化するまで時間もかかることが一般的で、誰もが原因に関与している可能性がある。まずは自分が出した水や廃棄物がどのように処理され、どこに行くのかを知ることが持続可能な社会への第一歩だ。



○接着技術 生き物に学べ ～新しい材料、貝や虫を参考に

生き物の能力を参考に技術開発を目指す「バイオミメティクス」（生物模倣）。船底にこびりつく貝の分泌物や、浮かび上がらずに水底を歩く虫の足の構造から、新しい接着技術を開発しようという研究の最前線に迫る。

バイオミメティクスが実用化された例は、水の抵抗が少ないサメ肌の水着、静かに獲物に近づくフクロウの羽根を参考にした騒音が小さいパンタグラフ、壁や天井を移動できるヤモリの足の裏の構造を利用した簡単にはがせる粘着テープなどがある。

群れで船底にへばりついている二枚貝の「ムラサキイガイ」から、少量でも強力な接着剤を開発する動きも進んでいる。

ムラサキイガイは、分泌したたんぱく質が固まることによって、いろいろな物に強く張り付く。この時、たんぱく質に食まれる有機化合物「カテコール」が接着物質として働く。亀の甲羅のような形の「ベンゼン環に、水素と酸素からなる「水酸基」が二つついた構造をし、静電気の力などで、くっつける物質両方の表面にある原子同士を結びつけ、接着力を発揮する。

物質・材料研究機構（茨城県つくば市）異材接着材料グループでは「これまで、医療用の生体接着剤などが作られてきたが、乗り物製造にも応用できるのではないかと思いつき、研究を始めた」という。

近年、飛行機や自動車などは軽量化が求められ、アルミなど軽い金属と樹脂を接着させるニーズが高まっている。同グループでは「ムラサキイガイの分泌物は接着力が強いので接着剤として少量で済み、その点でも軽量化に役立つ。接着させる物がどんな組み合わせでも可能になるよう企業と共同で研究し、2年以内の実用を目指したい」という。

また、分泌物には防水性もあるため、マンションなどのコンクリートの亀裂に詰めれば、接着力で亀裂の拡大を防ぎつつ水も浸透しないことを確かめた。その成分を使って補修材として量産化すれば内部にある鉄筋の腐食を防ぎ、建物の劣化を防げる可能性もある。

一方、ツルツルした窓ガラスを上る虫の足の形態から接着技術を学ぶ試みもある。同機構表面接着科学グループによると、代表的な仕組みはこうだ。足の裏に密集して生えている細かい毛がガラス面などに密着し、分泌液で体が落ちない。それが適度な強さのため簡単にはがすこともでき、移動を可能としている。甲虫のハムシは普段は陸上にいるが、水底も浮かび上がらず歩くことができる。足の裏の毛が生えている部分が水をはじき、自然にできた泡に、水底と足を引きつけ合う力が働いていることに気づいた。それだけでなく、足の毛がぬれて滑りやすくなるのを防いでいた。この働きによって陸上と同じようにスムーズに歩くことを可能としているのが理由という。

さらに、ハムシの足の裏の構造をプラスチックを使って再現。ブルドーザーの模型の底に取り付けて水中の斜面に置いた。すると、泡が接着剤のように働き、浮き上がってこなかった。同グループは「水中でも大気中と同じように物を自在にくっつけられる可能性がある。この仕組みを取り入れ、水中を自由に動き回るロボットを作りたい」と意気込んでいる。

企業などで構成する「産業競争力懇談会」が、今年度の国への政策提言テーマにこうした機構など国内各機関で行われている研究の推進を選ぶなど、革新的な接着技術の開発は注目を集めている。

□自然界の「なぜ？」を探究する基礎研究の大切さ

さまざまな技術のヒントは自然界にあります。1つの技術が確立されるまでには、自然の中の「なぜ？」に取り組んだ、多くの科学者の研究成果の積み重なりが存在します。

船底にこびりついて船の燃費を低下させるムラサキイガイは厄介者ですが、なぜ強固に付着できるのか？という疑問から研究が始まっています。壁や天井を移動できるヤモリは、垂直でツルツルの面にくっつけることも不思議ですが、移動するためには簡単に剥がすこともできるのでムラサキイガイよりももっと不思議です。2年前に「チューインガムで壁を登れるか？」をテーマに課題研究に取り組んだ理数科の先輩がいました。

これらの研究テーマは生物の研究に見えますが、突き詰めていくと化学物質や物理現象の解明に取り組むことになります。「堆積物微生物燃料電池」の研究は、生物の呼吸の解明が基礎になっています。呼吸は突き詰めると酸化還元反応です。高校の学びの先にある「なぜ？」、自然界の「なぜ？」を考えることが、探究のはじまりだと思います。世の中に役立つ技術とは何か、を考えることももちろん大切ですが、一番大事なことは、疑問をもつこと、問いを立てる力だと思います。

□疑問（生物と物理の領域から）

人間が開発する移動手段の多くは、車輪やスクリュー、プロペラなどの回転運動を利用しています。しかしながら、多くの生物の移動手段は脚や羽で、回転運動ではありません。最も多様な進化をとげている昆虫でも回転運動を利用しているものはいないようです。



「なぜ、車輪生物は存在しないのか？」という疑問です。私たちヒトの体は、一方向に回転し続けるのは構造的に無理なような気がしますが、回転運動を利用する生物がいないのはなぜだろうか？

□科学道100冊

理化学研究所の記念事業で科学に関する書籍100冊が、SSH校に贈呈されました。新年度に図書室に開架される予定です。人類がこれまで積み上げてきた哲学と科学が100冊に凝縮されていると思いました。自然界の「なぜ？」に触れる機会は図書室にもあります。

先ほどの疑問ですが、「自然界はでこぼこだらけで車輪は適さない」というのは一つの答えだと思います。ただ、水中生物においては、このことは答えにならないような気がします。