



反射防止フィルム

蛾の眼の構造を応用して 光の反射を防止する

生物が持つ不思議な能力を研究して、暮らしの中に役立てようとする試みが世界中で広がっています。そのような試みの一つで、^が蛾の眼の構造をヒントにしてつくられた光の反射を防止する技術を紹介します。

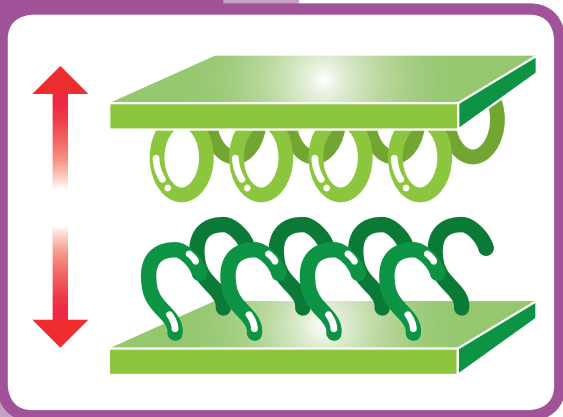
● 生物のまねから生まれた新しい技術

私たちに身の回りには、生物が持つしくみを利用した技術がたくさん使われています。そのような技術を生物模倣技術^{もほう}と呼びます。

みなさんもよく知っている面ファスナー（マジックテープ）は、ゴボウの実（ひっ

つき虫）が服にくっつくしくみから考えだされました。また、500系新幹線の先頭部分の形状は、カワセミが水に飛び込む姿からヒントを得て開発されたもので、トンネルに入るときの騒音を減らす効果があります。最近では、鳥やトンボ、蝶の羽の形状を参考にした効率のよいプロペラが、エアコンや扇風機で使われています。

面ファスナーのしくみ



ゴボウの実

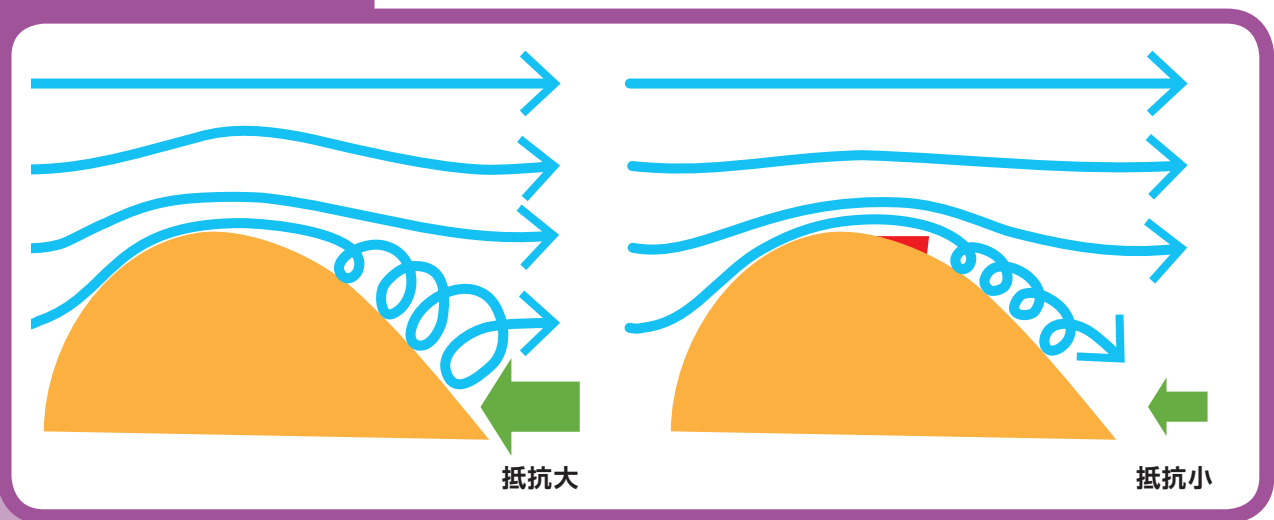
● ミクロの世界の生物のしくみ

今注目されているのは、ミクロな分野の生物のしくみです。nm（ナノメートル: $1\text{nm} = 0.000001\text{mm}$ ）といったサイズの世界では、私たちの普通の生活とは異なる現象が起こります。

水の抵抗を抑えるサメ肌水着

2000年に開催されたシドニーオリンピックでは、速く泳げるサメ肌水着が話題になりました。これは、水着の表面に鮫の肌のような細かな凹凸をつけることで、水流に小さな渦をつくり出し、泳ぐ際に抵抗となる大きな水の渦ができにくくするしくみです。この技術は水着以外にも応用が可能で、自動車や飛行機の抵抗を減らすための研究が行われています。

小さな突起が抵抗を少なくするしくみ

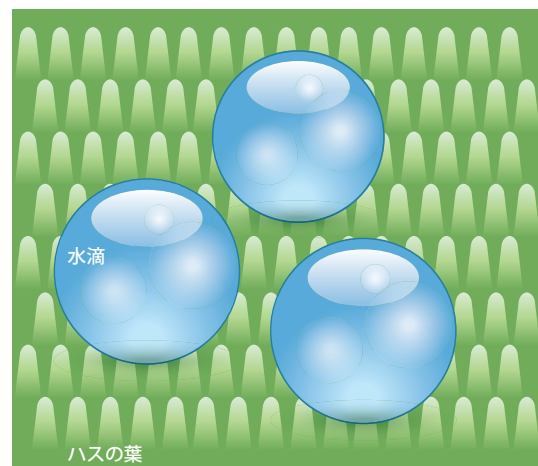


ヨーグルトがくっつかないフタ

ハスの葉がぬれないのは、葉の表面に目に見えないほど小さな突起があるからです。突起の先端ではじかれた水は表面張力によって水滴となって、流れて落ちてしまいます。この現象はロータス効果と呼ばれています。

ロータス効果を利用したカップヨーグルトのフタには、ヨーグルトがくっつきません。また、ガラスの表面に応用すれば、雨が降るだけで表面についたほこりやよごれが水滴にくっついて流れ落ちてきれいになるので、掃除がいらぬ屋根や窓、よごれると効率が落ちる太陽電池パネルへの応用などが期待されています。

水をはじいて水滴にするロータス効果



光を反射しないモスアイシート

光は、空気やガラス、水など透明な物質の境目を通る際に、反射や屈折を起こします。光が屈折する角度や反射する量は、それぞれの物質が持つ性質（屈折率）の違いによって決まります。境目の前後で屈折率の違いが大きいほど、光は大きく屈折・反射します。

突起のサイズが光の波長よりも小さくなると、光と突起とは互いにほとんど作用をおよぼさなくなります。突起の先端部分では、突起の面積が非常に小さく、空気がほとんどを占めています。逆に突起の根本の部分では、突起の面積がほとんどで、空気が占める面積は非常に小さくなります。そのため、突起の先端から根本まで、屈折率がゆるやかに変化していきます。すると屈折率が大きく変わる場所がないため、光の反射や屈折はほとんどゼロになります。

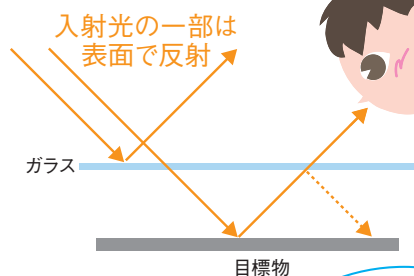
このような構造は、モスアイ (Moth Eye) と呼ばれています。モスアイとは「蛾

Let's Research

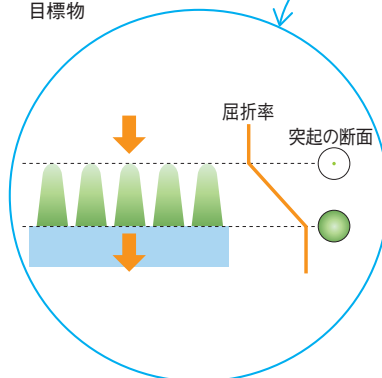
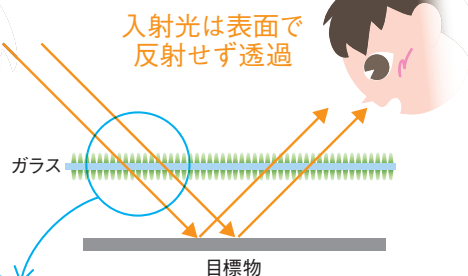
生物が持つくみを利用した技術にどのようなものがあるか調べてみよう。

モスアイシートの原理

■未処理

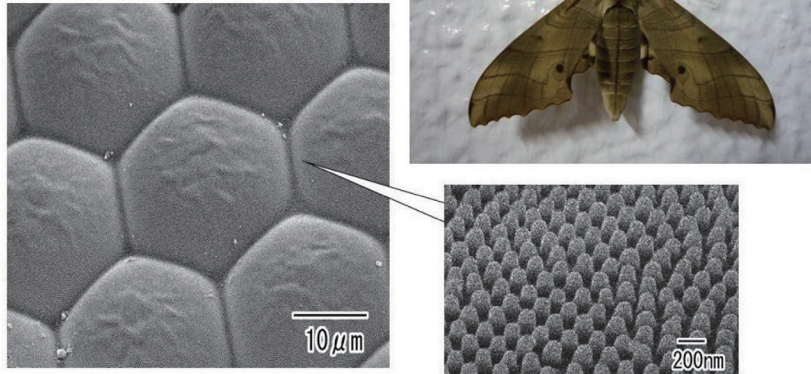


■モスアイシートつき



モスアイ構造では屈折率がゆるやかに変化するため、光の反射や屈折はほとんどゼロになる。

モスアイ構造



蛾の目の構造の電子顕微鏡写真

の眼」という意味で、蛾の眼がまさにこのような構造になっています。これは、蛾が夜も飛ぶことから光をむだなく取り入れるため、あるいは、光の反射によって獲物や天敵に見つからないようにするためと考えられています。

この原理を応用したのが、高津区坂戸にある神奈川科学技術アカデミー (KAST) と首都大学東京 (TMU) が共同で開発したモスアイシートです。人間が見ることのできる光の波長は 400 ~ 800nm ですが、モスアイシートは、円錐状の小さな突起が 100 ~ 200nm の間隔で規則正しく並んだ透明なプラスチックシートです。

これまで、表面をすりガラス状にして反射方向を散乱させるノングレア処理や、特定の波長の光の波を干渉させて打ち消す反射防止膜といった技術がありましたが、モスアイシートは広い範囲の波長で光の反射をなくし、光を有効に使える特徴があります。

Let's Research

ノングレア処理や反射防止膜のしくみについて調べてみよう。

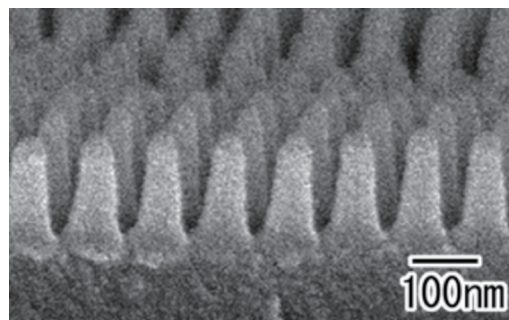
光の波長より小さい構造をつくる

光の波長より小さい構造をつくるには、非常に難しい技術が必要です。また、価格が安くなければ、いろいろな製品に応用できません。そこで、KASTと三菱レイヨンが、モスアイシートを安価に大量生産できる技術を開発しました。

最初に、型となるアルミナ板をつくります。アルミ板に電気を流しながら酸性の液体に漬けると、化学反応によって表面に多くの穴が開いた酸化アルミニウム

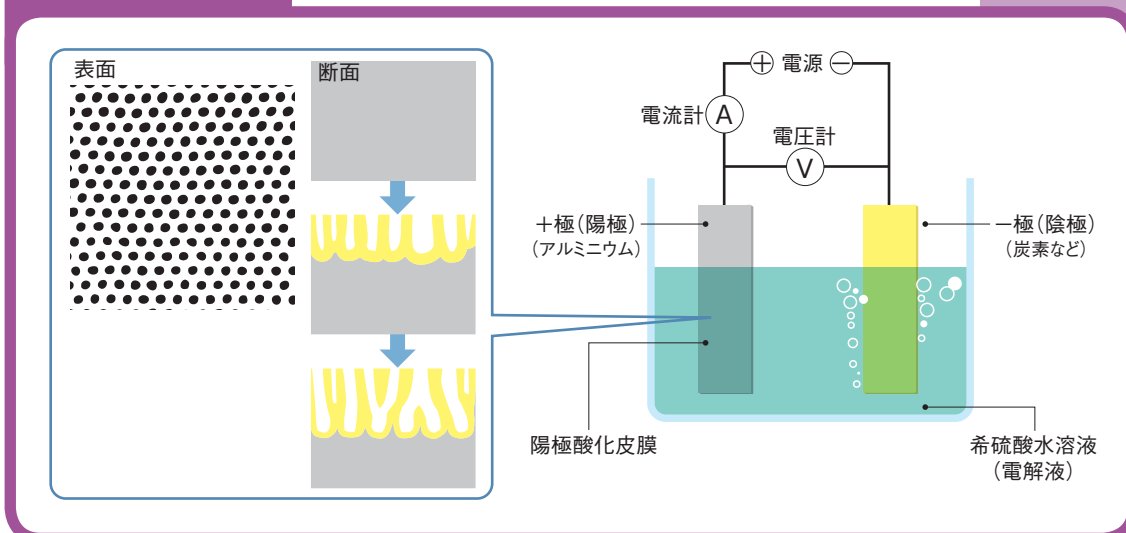
(アルミナ) が形成されます。

このときに液の濃度や電気の強さを調整すると、一定間隔できれいに大きさがそろった穴になります。このように、人が手を加えなくても自然に規則正しい形になる現象を自己組織化と呼びます。自己組織化は、雪の結晶など自然の



モスアイシートの表面の構造

ポーラスアルミナのつくり方



中でも見つかる不思議な現象のひとつです。

こうしてつくった規則正しく穴が開いた「ポーラスアルミナ」をハンコのようにプラスチックフィルムに押しつければ、連続して何枚もモスアイシートをつくることができます。しかも材料はプラスチックなので、安価に製造できるのです。

モスアイシートの応用

光をほとんど反射しないモスアイシートには、いろいろな用途が考えられます。現在実用化しつつあるのは、テレビなどの画面をおおうパネルです。部屋の明かりや太陽光などが反射しないため、鮮明に画面を見ることができます。また、太陽電池パネルをおおうことで、ガラスでは反射していた数%の光も取り入れることができ、その分、発電効率を高められます。同様に、照明のカバーに利用すれば、同じ電力でもより明るく照らすことができます。

一方で、問題もあります。たとえば、モスアイシートの上に指紋がつくと、その部分が光を反射してしまいます。これは、指紋の油の方が表面の突起よりも厚く、反射防止効果がなくなってしまうためです。適切な溶液で表面をふくことできれいにすることはできますが、スマートフォンなど常に指でタッチするような用途に使うことはできません。今後、このような問題が解決されれば、モスアイシートの用途はさらに広がっていくと期待されています。

モスアイシートの効果

周辺は未処理のガラスで、中央の円形の右側は従来の反射防止フィルム、左側がモスアイシート。



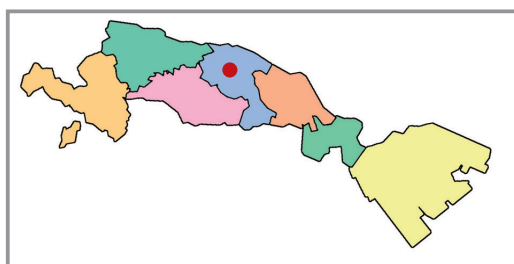
地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC)



場所：〒 213-0012 川崎市高津区坂戸 3-2-1KSP 内

<https://www.kanagawa-iri.jp/>

問い合わせ先：044-819-2033 (教育研修グループ)



Keywords

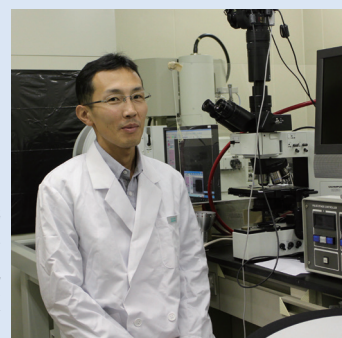
次のキーワードを組み合わせて、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。
生物模倣技術／撥水性／親水性／微細構造／ナノテクノロジー／ナノインプリント／自己組織化

インタビュー 研究するのならば人の役に立つものを

KAST でモスアイシートの研究開発を担当しました。大学の研究室ではポーラスアルミナをながらく研究しています。ポーラスアルミナは、モスアイシート以前にも磁気記録媒体の素材に使えるのではないかと、燃料電池の電極に使えるのではないかとといったことも考えられたのですが、なかなか実際に製品になるところまで行きませんでした。

材料工学という分野は実際の製品づくりなどに非常に近いところにあり、研究するのならば人の役に立つようなものかと思ってこの分野の勉強をしてきました。とはいえ研究室から実際に役立つものを世に出すというのはやはり難しいですね。

日々の研究成果をまとめ研究論文を発表すると、世界中の研究者が読んで、しかもずっと大学の図書館に残って何年にもわたって読まれたり参考にされたりしま



首都大学東京大学院
都市環境科学研究科
分子応用化学域
益田研究室 助教
柳下 崇さん

す。世界中のどの研究者よりもいち早く新しい発見をして論文を発表するという事は、非常にやりがいのあることです。もっとも、どんな分野であっても世界中の大学や企業で似たような研究をしているもので、ほかの研究者のほうが先に研究を完成して発表してしまうかもしれません。世界中にライバルがいるわけですから、単に好きな研究をのんびりやっていたらいいというものでもなく、なかなか大変です。

※団体名等は第4版第1刷作成時のものです。

公益財団法人神奈川県立産業技術総合研究所 (KAST) は、平成29年4月に地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所へ統合されました。