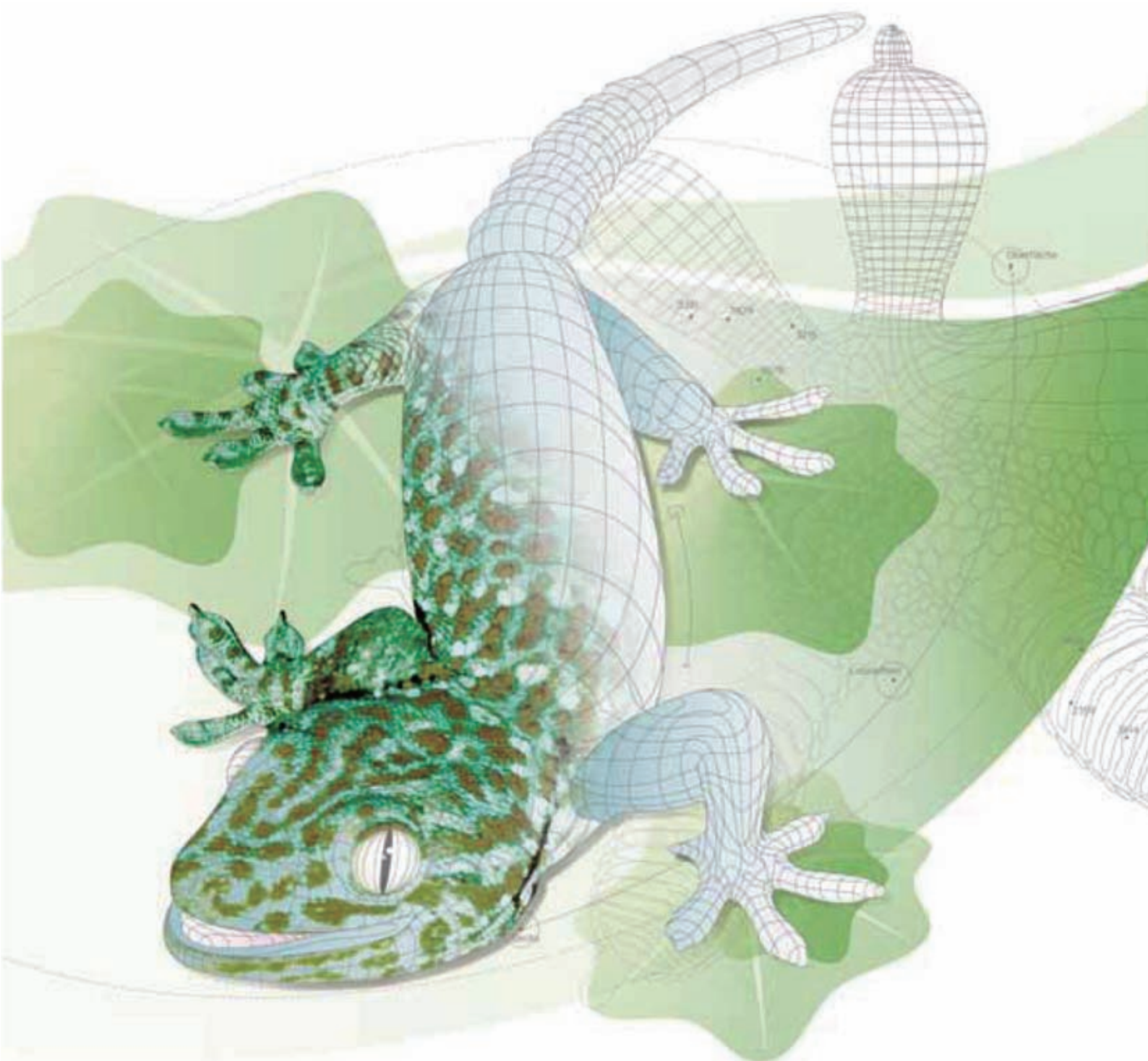


# 自然から学ぶ

# ハイテク



# ヤモリの毛の秘密

自然から学ぶハイテク ワークシート 1



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

「ヤモリをペットとして飼ってみたいの」ビオナがマニュアルに囁きました。

「あっちの隅にも、こっちの隅にもクモや虫がいるんですもの」これが最後のレッスンです。最近の生物学は、とても興味深いものです。実際問題、何百年もかけた進化の結果には、ほんとうに驚かされます。たとえば、ヤモリですが、信じられないような登はん能力を持った小さな爬虫類で、天井を逆さになって走り回りながら餌を捕まえます。人が『家の掃除屋さん』と呼ぶ人気者です。



長い間、ヤモリの登はん能力は、謎とされてきました。

最初は、接着剤や吸盤のようなものが関係していると考えられていたのですが、答えは違っていました。大きく拡大すると、ヤモリの足には細かな溝がたくさんあるのがわかります。

さらにこの溝を拡大すると、ほとんど目には見えない毛が密生しています。それぞれの足には、10億本の細かな毛が生えているのです。粗い岩でもツルツルのガラス面でも登ることができる理由がここにありました。

この細かな毛の先端は、非常に小さく、毛の先端と岩やガラスなどの表面との距離は、たった1ミリの数百万分の1

になります。これは、原子結合が発生する距離です。

ヤモリが壁に吸い付くことができる理由がここにありました。

## 演習：

1. ヤモリの足には吸着能力がありますが、接着剤にも吸着能力があります。ヤモリの足と、私たちが日頃使っている接着剤との違いは、どのようなものですか？自分の言葉で説明してください。接着剤については、百科事典に情報があります。「接着剤」という言葉でインターネットを検索してもよいでしょう。
2. ヤモリの足の利点を人が利用できるとしたら、どんな応用方法が考えられますか？リストにまとめてください。
3. それによって、どんな原材料や資源を節約することができますか？

# 偉大な自然の成果

自然から学ぶハイテク ワークシート 2



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

## 生体工学とは？

生体工学（バイオニクス）というのは、生物学と技術を組み合わせたものです。生体工学では、生物学、技術、工学、デザインの専門家が共同で、自然が進化の過程で形作ってきた知恵の応用方法を探り、さらには、そうした特性を技術に応用します。忠実なコピーを作るのが目的ではありません。むしろ、自然から啓示（インスピレーション）を受けるのが目的です。

### 自動車運転手のための猫足

ベルベットのような猫足がタイヤのモデルになるでしょうか？猫の足は、止まるときには大きく広げられます。つまり、通常歩いているときよりも大きな力が地面に加えられるわけです。この原理をタイヤに応用することもできます。タイヤの幅を大きく広げることができれば、ゴム面がアスファルトに触れる面積がより大きくなります。こうすると、ブレーキを踏んでから自動車が停止するまでの制動距離が10%ほど短くなります。緊急時、特に雨や雪が降っているときには、生死の境目となる違いです。



### パンク修理キットのいらないサイクリング

熱帯雨林のツタ植物は、幹につけられた傷を即座に修復するという特異な能力を持っています。裂け目ができてから数分後には、特別な細胞が傷の周囲に集まります。その細胞が増殖して傷を埋め、その後で木肌になります。これによって幹の強度が回復されるため、干切れることはありません。ドイツの研究者は、自転車のタイヤの内部に適用できる発泡プラスチックを開発しました。釘を踏み抜いてタイヤがパンクしても、泡が穴の中で広がり、塞いでしまうのです。



### 間の中の視覚

火が大好きなタマムシは、焼けたばかりの場所に卵を産み付けるために、わざと山火事の中に飛び込みます。タマムシは赤外線センサーの役割を果たす特殊な器官によって熱放射を感知するのです。人が作った人工の赤外線センサー（人工衛星や暗視装置などで使用されているもの）を使って周囲から熱源を区別するには、高価で複雑な冷却装置が必要になります。一方、甲虫には、冷却装置を必要としない高感度の赤外線センサーがあります。ドイツの科学者は、甲虫のセンサーと同じように機能する赤外線検出装置の開発に成功しました。この原理を応用して火災報知機を作るために、現在研究室での試験を行っています。



### ペンギンの原理

ペンギンの体は、理想的な流線型になっているため、水中を高速で泳ぐことができ、しかも驚くほどエネルギーを使いません。魚やイルカとは異なり、ペンギンは、前に進むために体を使うことはありません。水中で羽を動かすだけです。多少振動はするものの、体はほとんど動かしません。潜水艦や飛行機、飛行船なども船体が動かないものですから、生体工学の専門家が特に興味を示すのもわかります。将来は、ペンギン型の潜水艦や飛行機を作ろうという考えです。実現できれば、多くのエネルギーを節約できるだけでなく、汚染物質の排出もかなりの程度抑えることができます。



## 演習：

1. 教科書を読んでから、生体工学とは何かを自分の言葉で説明してください。
2. ここで紹介した例に関して、他に応用方法がないかを考えてください。
3. あなたは、環境に優しい移動手段を設計しようとしています。どんなモデルが考えられますか？泳ぐ、飛ぶ、這うなどの方法を考えてください。誰の考えが最適でしょうか？グループの意見をまとめて、リストにしてください。インターネットから情報やアイデアを得ることもできます。たとえば、[www.biokon.net/bionik/beispiele.html.en](http://www.biokon.net/bionik/beispiele.html.en)などを参照してください。

# 自然に汚れがとれる

自然から学ぶハイテク ワークシート 3



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

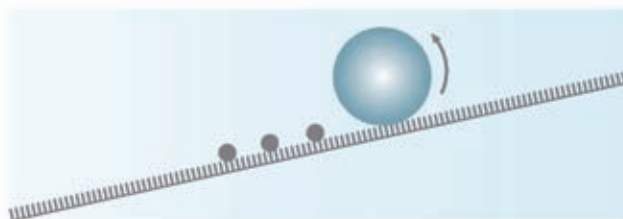
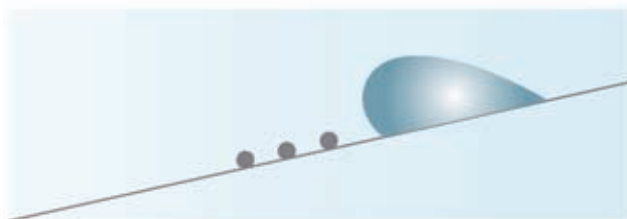
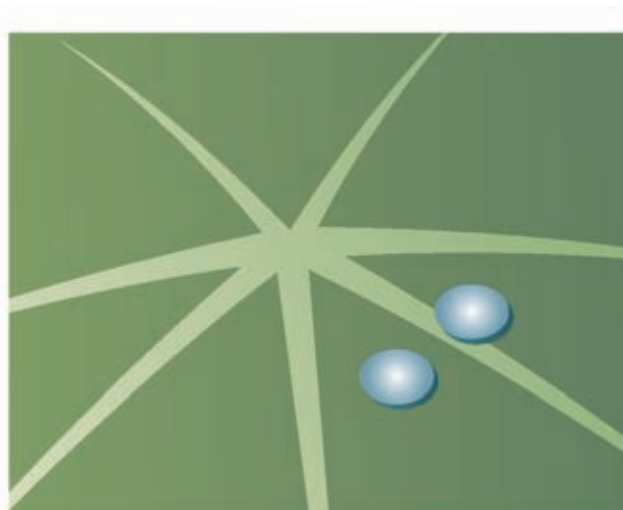
マニュエルは、友達と映画に行きたかったのですが、ここで問題が起きました。昨日、泥の中を走り回ったので、自転車がひどく汚れていたのです。でも時間はありません。友達がドアの外で待っているのです。

「マニュエル、もう時間だよ」フェリックスの声がしました。

「すぐに自転車掃除しなくちゃ。こんな状態じゃ行けないよ」マニュエルが応えます。そのとき、ある考えが閃きました「自転車が自分で掃除してくれればいいのに」。マニュエルにとってはまだ夢でしかありませんが、すでに何千もの実用例があるのです。自浄表面というこの技術は、植物を真似たものです。これは、ロータス効果 (Lotus Effect®) と呼ばれているもので、生体工学の輝かしい成果の1つです。

## ロータス効果

ハス (ロータス / lotus) の葉の表面はざらついている、小さな突起があり、何層ものワックスが重ねられています。水が葉の表面に乗ると、水玉となって周囲の汚れとともに表面を転がり落ちます。その結果、葉の表面がきれいになります。



表面がツルツルした植物の場合、汚れと葉の表面との接触面が大きいので、汚れはくっついたまま剥がれません。

ハスの葉の場合、汚れは、実際には葉の表面に付着していないので、水玉が球の形を保ったまま、内部に汚れを取り込みます。

## 演習：

1. ロータス効果について説明してください。情報シートが役に立ちます。
2. 今日では、技術的な方法でロータス効果を応用することができます。この効果を生産的に応用できる分野には、どのようなものがあるのか考えてください。
3. ロータス効果によって持続可能な方法で節約できる原材料には、どのようなものがあるのか考えてください。
4. 応用問題です。ロータス効果を応用した製品が意味を持たない分野はどのような分野ですか？ また、それはなぜですか？ロータス効果の基本原理に基づいて考えてください。

## 実験

自然から学ぶハイテク ワークシート 4 1/2 ページ



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

「明日から生物学プロジェクトウィークが始まるのよね」アイシェがフェリックスに言いました。「でも何にも準備してないの。何をどうすればいいんだっけ？」

「実験、実験」フェリックスが応えます。「先生がそう言ってたじゃないか。たぶんロータス効果について調べるんだよ。面白いことになると思うな。本を読んで調べるより、実験のほうがずっと面白いよ」

アイシェやフェリックスと同じように、ロータス効果について独自の実験を行ってください。目的は、さまざまな人工の表面と自然の表面を比較し、どの程度の自浄効果があるのかを発見することです。



# 実験

自然から学ぶハイテク ワークシート 4 2/2 ページ



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

グループで協力して実験を行ってください。各グループには、水の入ったメスシリンダーとピペット、5種類の人工表面、2、3種類の植物の葉を支給します。表面を平らにするために、洗濯バサミや大きめの紙クリップを使って、ボール紙の上に葉を固定してもかまいません。



## 演習：

### 観察実験 グループ 1

1. すべての表面をテーブルまたは床に対して 20 度から 45 度の間の角度で固定します。分度器を使って角度を確認してください。
2. 実験を行う前に、どの表面がより確実に水をはじくのかを推定してください。
3. ピペットを使って、ほぼ同じ量の水を表面に垂らします。どの表面で水滴が転がり、どの表面に付着したのかを書き留めてください。
4. 表面の水滴の形に注目してください。どのような違いがありますか？
5. そのような違いが発生する理由を見つけてください。

### 観察実験 グループ 2

1. 小麦粉、ホコリ、細かい砂、灰で表面を汚します。
2. どの表面がこれらの汚れをより確実にはじくと思いますか。
3. ピペットを使って、ほぼ同じ量の水（雨粒ほどの量）を表面に垂らします。何が起こり、どの表面がよりきれいになったのかを書き留めてください。
4. ハチミツ、砂糖、家庭で使う市販の水溶性の接着剤など、他の「汚れ」についても試してください。
5. そのような違いが発生する理由を見つけてください。

# ロータス効果

自然から学ぶハイテク 情報シート 1

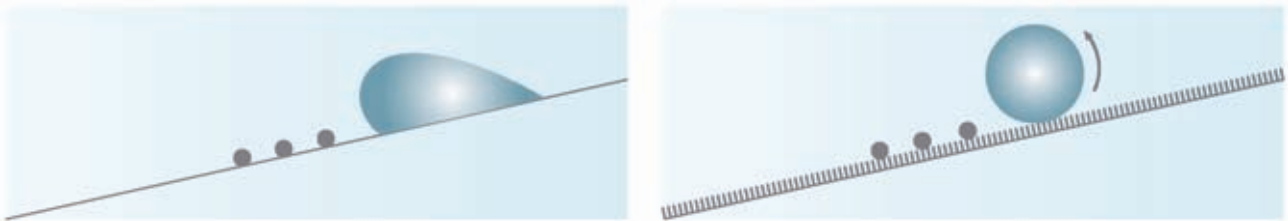


© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

## 自浄効果に関する実験の物理的な基礎

ツルツルした表面は、微細な構造を持つ表面と比較して、必ずしも清掃が簡単であるとは限りません。多くの植物では、雨を使って汚れを洗い流すためのナノ構造が利用されています。ホコリや病原菌（黴など）が付着すると、太陽光線が遮断されるため、適切な光合成を行うことができなくなったり、植物病にかかったりします。このため、ホコリや病原菌は、できるだけ早く取り除かなければなりません。

そのために、植物は細胞構造を利用するだけでなく、その表面に均一な形のワックス結晶を形成します。これによって、表面にマイクロ構造、ナノ構造ができ、雨粒が付着するのが防止されます。ワックスは、疎水性のもので、水をはじきます。一方、雨粒の表面張力は非常に大きいため、こうした構造を持った表面では、互いに吸収し合うことになり、表面には広がりません。この効果は、『膨らんだ』水滴の形から推測することができます。一方、ガラス面のような表面上では、水滴がより平たくなります。



葉の表面を水滴が転がるときに、ホコリの粒子がその中に取り込まれ、表面がきれいに濯がれます。これは、ほとんどのホコリ（グループ2の実験で使ったような物質）は、水で簡単に洗い流せるからです。一般に、水滴が通った跡にホコリの痕跡が残ることはありません。

授業中にこれを簡単な実験で示すことができます。キャベツの葉の半分の表面を布で擦ってワックス層を取り除くという実験です。こうすると、ワックス層を取り除いた半分では、自浄作用がほとんど機能しなくなります。

ヒント:この実験では、ナスタチウム、アブラナ属の植物（キャベツ、ケールなど）、ポピー（栽培されたものには、大型の葉を持つものがあります）、チューリップ、各種の水生植物、湿生植物（ホトイル族の植物やハスなど）など、さまざまな植物の葉を使うことができます。ただし、葉の大きさが適当なことから、キャベツの葉を使用することをお勧めします。