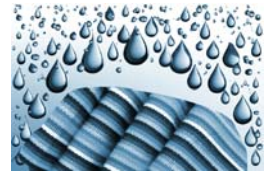




ナノ防水



TryEngineering - www.tryengineering.org 提供

レッスンの焦点

このレッスンでは、ナノテクノロジーが、ペンキから布まで数多くの日用品の設計と工学にどのような影響を与えたかに焦点を置きます。生徒は、疎水効果について、またナノレベルで製品を再設計することによって疎水効果を持つようにする方法について学びます。生徒はチームに分かれて、防水素材を開発し、それを技師や科学者が開発した最新のナノ防水素材と比較します。



レッスンの概要

「ナノ防水」では、素材をナノスケールで変化させることで防水や耐汚などの機能を持たせる方法を探究します。生徒の「技師」チームは、綿生地の防水テクニックを独自に開発し、その設計を、ナノテクノロジーを応用して加工された布と比較してテストします。

年齢

8-18 才。

目的

- ✦ ナノテクノロジーについて学びます。
- ✦ 疎水効果について学びます。
- ✦ 表面積について学びます。
- ✦ チームワークとグループ作業について学びます。



習得内容

この学習で生徒は以下についての理解を深めます。

- ✦ ナノ構造
- ✦ 表面積
- ✦ 問題解決
- ✦ チームワーク

レッスン内容

生徒は、ナノテクノロジーが布の製造と用途にどのような影響を与えたかについて学びます。次に、チームに分かれて、綿生地の防水計画を立て、計画を実行し、布をテストし、表面がナノテクノロジーで加工された布見本を調べます。

ナノ防水

リソース/教材

- ✦ 教師用リソース文書(添付)
- ✦ 生徒用ワークシート(添付)
- ✦ 生徒用リソース シート(添付)

教科課程枠組みとの調整

添付されている教科課程の調整用シートをご覧ください。

インターネットでの参照資料(英語)

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ✦ TryNano (www.trynano.org)
- ✦ Nano-Tex (www.nano-tex.com)
- ✦ ITEA Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology
(国際技術教育学会による技術能力の基準: 技術研究の教材)
(www.iteaconnect.org/TAA)
- ✦ NSTA (www.nsta.org/standards)

推奨文献(英語)

- ✦ 『Nanomaterials, Nanotechnologies and Design: An Introduction for Engineers and Architects』
(ISBN: 0750681497)
- ✦ 『Understanding Nanotechnology』(ISBN: 0446679569)
- ✦ 『Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design』(ISBN: 3764379952)

任意の作文

- ✦ 病院や高齢者介護施設で使われる布、表面、または素材にナノテクノロジーを応用するメリットとして考えられることについて簡単な作文を書きます。

追加の課題

- ✦ 高学年の生徒には、考えつくあらゆる方法でナノファブリックの防水機能を除去してみるよう指示します。たとえば、表面をこする、染める、煮る、洗う、凍らせる、アイロンをかけるなどが考えられます。



教師用:

教科課程枠組みとの調整

注意: このシリーズにおけるすべてのレッスン プランは、全米教育評議会により設定された全米科学教育基準に準じ、科学教育者協会により推奨され、また該当する場合には国際技術教育学会による技術能力基準または国立数学教師評議会による学校数学の目標と規準に準じるものです。

◆全米科学教育基準 学年 K-4 (年齢 4-9 才)

教材基準 A: 疑問としての科学

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 科学的な質問をするために必要な能力
- ✦ 科学的な質問の理解

教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ✦ 物体と物質の特性

教材基準 E: 科学技術

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 技術設計能力
- ✦ 自然の物体と人口の物体の違いを見分ける能力

教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 地域レベルの課題に対する科学技術

◆全米科学教育基準 学年 5-8 (年齢 10-14 才)

教材基準 A: 疑問としての科学

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 科学的な質問をするために必要な能力
- ✦ 科学的な質問の理解

教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ✦ 物質の特性とその変化

教材基準 E: 科学技術

5-8 学年における学習の結果、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 技術設計能力
- ✦ 科学技術についての理解

教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 社会における科学技術

教師用:

教科課程枠組みとの調整(続き)

◆全米科学教育基準 学年 9-12 (年齢 14-18 才)

教材基準 A: 疑問としての科学

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 科学的な質問をするために必要な能力
- ✦ 科学的な質問の理解

教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 原子の構造
- ✦ 物質の構成と特性

教材基準 E: 科学技術

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 技術設計能力
- ✦ 科学技術についての理解

教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 地域、国、世界レベルの課題に対する科学技術

◆技術能力の基準 - 全年齢層

技術の本質

- ✦ 基準 1: 生徒は技術の特性と範囲についての理解を養います。
- ✦ 基準 3: 生徒は技術分野間および技術と他分野との関係についての理解を深めます。

設計

- ✦ 基準 9: 生徒は技術設計についての理解を養います。
- ✦ 基準 10: 生徒はトラブルシューティング、研究開発、発明と革新、および問題解決における実験の役割についての理解を養います。

技術社会に対応する能力

- ✦ 基準 11: 生徒は設計手順を応用するための能力を養います。
- ✦ 基準 13: 生徒は製品とシステムの影響を評価する能力を養います。

技術社会

- ✦ 基準 19: 生徒は製造技術についての理解を深め、これらを選び使う能力を養います。



教師用: 教師用リソース

◆ レッソンの目標

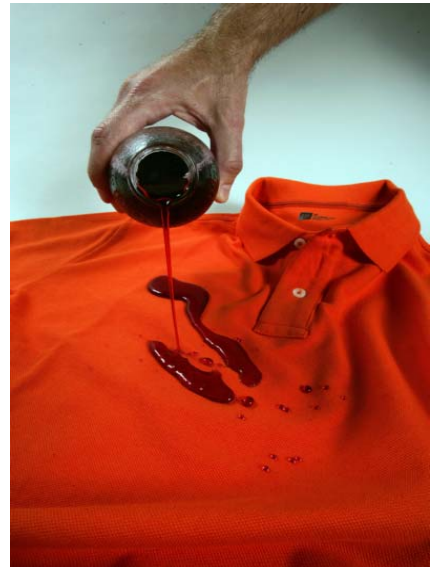
このレッスンでは、ナノテクノロジーが、ペンキから布まで数多くの日用品の設計と工学にどのような影響を与えたかに焦点を置きます。生徒は、疎水効果について、またナノレベルで製品を再設計することによって疎水効果を持つようにする方法について学びます。生徒はチームに分かれて、防水素材を開発し、それを技師や科学者が開発した最新のナノ防水素材と比較します。

◆ レッソンの目的

- ✦ ナノテクノロジーについて学びます。
- ✦ 疎水効果について学びます。
- ✦ 表面積について学びます。
- ✦ チームワークとグループ作業について学びます。

◆ 教材

- ✦ 生徒用リソース シート
- ✦ 生徒用ワークシート
- ✦ 顕微鏡またはカメラ スコープ(任意の学習用)、布をテストするための流しまたは洗面器
- ✦ 生徒のグループあたり教材 1 セット:
 - 10 cm x 10 cm の無地の綿生地(白) 4 枚
 - ナノレベルで加工された 10 cm x 10 cm の布 1 枚(ナノファブリックで作られた白いシャツを 1 枚購入し、切断してクラスで分けることをお勧めします。シャツは多くの店またはオンラインで購入できます。ブランドや店舗の例については www.nano-tex.com/company/brand_partners.html をご覧ください。)
 - 「防水」素材: ロウ、クレヨン、アマニ、ラノリン、粘土、接着剤、ならすためのスプーンまたは棒、またはその他に生徒から提案があったもの



◆ 手順

1. 生徒に生徒用参照シートを数枚配ります。これらはクラスで読むか、または宿題として読むように事前に渡します。
2. 生徒を 2-3 人のグループに分け、1 グループに 1 セットの教材を渡します。
3. 最終的にシャツを作る布を防水処理する方法を考案する必要があることを生徒に説明します。この場合の「防水処理」とは、水が布に吸収されず、代わりに布の上で液体が玉のようになることを意味します。
4. 生徒がチームごとに集まり、3 種類のアプローチ(布 A、布 B、布 C)の計画を立てます(4 枚目の布は失敗した場合の予備です)。
5. 次に生徒は 3 種類の布を「加工」します。

ナノ防水



教師用: 教師用リソース(続き)

6. 追加の課題として、「防水」布を顕微鏡で調べ、それぞれの「防水」方法で表面がどのように変化したかを観察します。ナノレベルで加工された素材の見本を生徒に配って同様に観察させます。教室にある一般的な顕微鏡では変化はわかりませんが、未加工の綿とナノ加工された綿の見た目に違いがないことから、さまざまな種類の顕微鏡の能力の違いを知ることができます。
7. 生徒のチームは、次に、洗面器または流しを使用して布をテストし、評価/感想ワークシートに記入し、わかったことをクラスで発表します。色を付けた水や果汁を使用して、しみについてテストしてもよいでしょう。

◆ 所要時間

45 分のセッション 2 回または 3 回。

◆ 任意の追加製作課題:

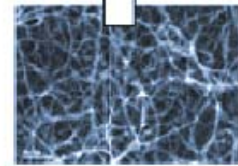
生徒に疎水効果を示すモデルを作成させます。たとえば、葉の表面には水が直接触れないようにする毛のような細かい突起があります。それをシミュレートするために、スポンジボールにストローまたはつまようじを刺したものを作成します。このモデルを使用して、ナノスケールでの防水の仕組みを視覚的に示すこともできます。

ナノ防水



生徒用: ナノテクノロジーとは?

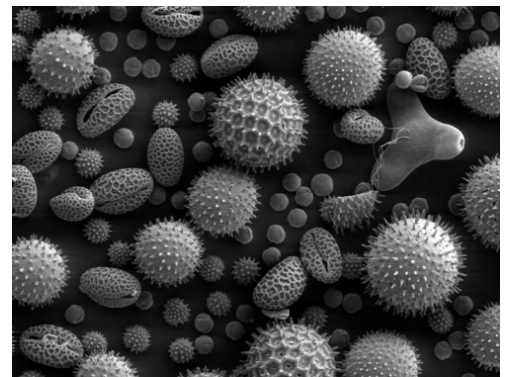
想像してください。自分の血管を移動する赤血球の動きを観察できたとしたら、どうでしょう? ナトリウムと塩素の原子が実際に電子を移動できるほど近づいて塩の結晶(けっしょう)を形成するところや、なべの水温が上がって分子が振動(しんどう)するところを観察できたら、どんなふうなのでしょう? 過去数十年の間に開発され改良されたツールである「スコープ」によって、ここで挙げた例のような多くの状況(じょうきょう)を観察できるようになりました。分子または原子単位での観察や測定、さらに素材の操作までできるこの能力は、ナノテクノロジーまたはナノサイエンスと呼ばれます。何かに「ナノ」が付く場合、それはその何かの 10 億分の 1 を意味します。科学者と技師は、メートル(長さ)、秒(時間)、リットル(容積)、グラム(質量)など多くの「何か」に「ナノ」という接頭語を付けます。これは当然ながら非常に小さい量のことを示しています。ナノが最も多く使用されるのが、長さの単位です。私たちは測定を行うときや会話の中でナノメートル(nm)を使います。個々の原子は、直径が 1 nm より小さく、長さ 1 nm の線を作るには、約 10 個の水素原子を並べる必要があります。水素より大きい原子もありますが、それでも直径はナノメートルより小さくなります。典型的なウイルスは直径が約 100 nm、バクテリアは頭からしっぽまでの長さが約 1,000 nm です。以前は見えなかったナノ単位の世界の観察を可能にしたツールである新しい「スコープ」が、原子間力顕微鏡(けんびきょう)と走査電子顕微鏡です。



カーボンナノチューブ
4 グラムの表面積は、
フットボール競技場と同じです。

◆ 走査電子顕微鏡

走査電子顕微鏡は、特殊(とくしゅ)なタイプの電子顕微鏡で、高エネルギーの電子ビームでサンプルの表面をラスタ走査パターンで走査して画像を作成します。ラスタ走査では、画像が「走査線」と呼ばれる一連の(通常は水平帯に切り分けられます。電子は、サンプルを構成する原子と相互に作用して、表面の形状、組成、さらに導電性などのデータを提供する信号を生成します。右の画像は、一般(いっぱん)的な各種植物の花粉を 500 倍に拡大したものです。これは、米国ニュー ハンプシャー州ダートマス大学の Dartmouth Electron Microscope Facility (ダートマス電子顕微鏡施設(しせつ))にある走査電子顕微鏡で撮影(さつえい)されたものです。他の画像については www.dartmouth.edu/~emlab/gallery をご覧ください。



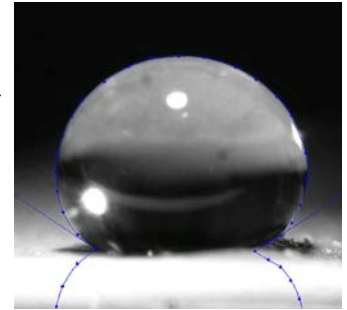
ナノ防水



生徒用: 疎水効果とは?

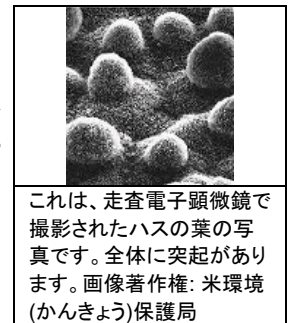


疎水(そすい)を示す英語の「Hydrophobic」という言葉は、hydro (水)と phobos (恐怖(きょうふ))という言葉に由来します。これは、水と油を混ぜようとする事で示すことができます。また、暴風雨の後に葉や花びらが小さな水滴(すいてき)をはじいているのを見てもわかります。葉の場合は、葉がロウ質でコーティングされていたり、葉の表面に細かい毛のような突起(とつき)があつたりすることで、はっ水効果が生まれます。後者の場合は、毛の間に空気による緩衝(かんしょう)域ができるので、水を近づけません。



◆ 超疎水性表面

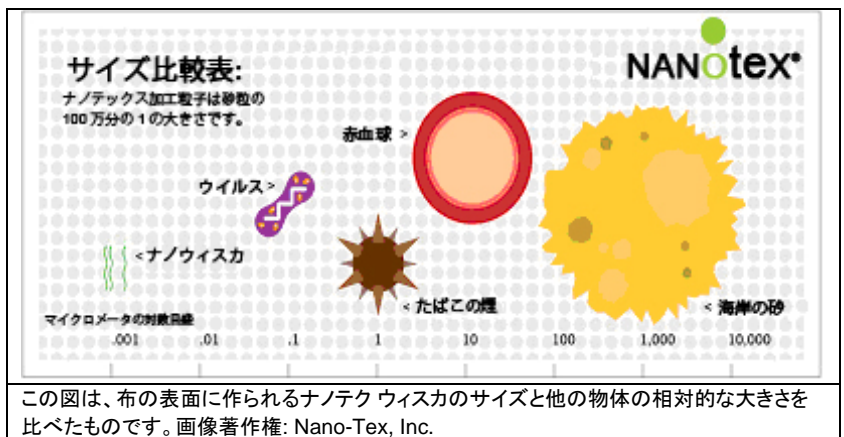
ハスの葉のような超(ちょう)疎水性表面は、非常に疎水性の高い、つまりぬらすのが非常に難しい表面を持っています。水滴の接触(せつしょく)角度は 150° を超(こ)えており、転がり角は 10° 未満です。これは、ロータス(ハスを意味します)効果と呼ばれています。右の図はこの概念(がいねん)を示しています。



これは、走査電子顕微鏡で撮影されたハスの葉の写真です。全体に突起があります。画像著作権: 米環境(かんきょう)保護局

◆ 布への応用?

疎水効果に気づいた科学者と技師は、ナノテクノロジーを布の表面に応用してそれらを防水にすることを決意しました。防水機能は、しばしば布を汚(よご)れから守るのにも役立ちます。なぜなら液体が簡単に布の繊維(せんい)にしみこむことができないからです。この良い例として、Nano-Tex という名前の会社が行った研究を挙げるすることができます。この会社は、葉の表面に細かい「毛」があるのと同じように、綿繊維にナノ「ウスカ(ひげの意味)」を追加しました。布にこの効果をもたらすのは少し注意が必要でした。綿繊維は円柱のような形をしていたので、Nano-Tex 社は、円柱の表面が毛羽立つように細かいナノ「ウスカ」をその円柱の周り全体に追加しました。布は、見た目も手ざわりも変わりませんが、液体をはじきます。また、液体が布にしみこまないで、この加工によって布は汚れにも強くなります。Nano-Tex 社は、ナノテクノロジーを、1) 特定の性能特性を持つ分子の設計、2) 分子を衣類の繊維の表面にきわめて正確に編成する方法の開発、3) 特許取得済みの結合(けつごう)テクノロジーによる繊維への定着、に利用しています。分子が定着しなかった場合、布を数回洗濯(せんたく)機で洗うと、その水を押(お)しのける能力が失われる可能性があります。世界で 80 か所以上の繊維工場が、100 以上の衣料品ブランドや業務用インテリアブランドで販売(はんばい)される製品に Nano-Tex 社の処理を使用しています。これは、問題の解決にナノテクノロジーを応用している業界のほんの一例です。www.trynano.org ではさらに多くの例を調べることができます。



この図は、布の表面に作られるナノテックスウスカのサイズと他の物体の相対的な大きさを比べたものです。画像著作権: Nano-Tex, Inc.

ナノ防水



生徒用学習: 防水の課題

あなたは技師チームの一員であり、防水の衣類を作る新しいプロセスを開発する課題を与られています。また、綿の布が数枚と、防水処置に使用できそうな多くの材料が支給されています。この課題の目的としての「防水」とは、水が布に吸収されず、代わりに布の上で液体が玉のようになることを意味します。2、3種類の解決法を試して、どれが一番効果的かを調べましょう。

◆ 計画段階

チーム内で、解決すべき問題について話し合います。解決法を以下の空欄(くらん)に書いてください。その課題を解決するために必要な材料のリストも書いてください。また、その解決法で問題を解決できると思う理由を説明してください。



布 A

計画と仮説:

必要な材料:

布 B

計画と仮説:

必要な材料:

布 C

計画と仮説:

必要な材料:

ナノ防水



生徒用学習: 防水の課題(続き)

◆ 製造段階

それぞれの計画を実行します(どのプロセスを適用したかがわかるように、布には必ず印を付けておきます)。

◆ 精査段階

顕微鏡を使用できる場合は、それぞれの布を観察して、何が見えるかを以下の空欄に書いてください。見えるものと、それが他の布見本とどう違(ちが)うかの両方を書きます。後で、ナノレベルで加工された布見本を観察することもできます。布の表面を見て、なめらかか、でこぼこか、でっばっているか、へこんでいるか、またはその他の特徴(とくちょう)があるかを考えます。

表面の観察			
布 A	布 B	布 C	ナノ ファブリック

◆ テスト段階

洗面器または流しの上で、布に水をかけて、玉のようになるか吸収されるかを調べます。先生が許可すれば、色付きの水や果汁(かじゅう)を使用できます。これで水が吸収されているかどうかを判断するのがより簡単になります。観察結果を以下に記録します。

水によるテストの観察			
布 A	布 B	布 C	ナノ ファブリック

ナノ防水



生徒用学習: 防水の課題(続き)

◆ 評価段階

以下の質問にグループで答えてください。

1. チームで作成した布のうち、防水であることが実証されたものがありましたか？

「はい」の場合は、どの手順が一番よかったですか？ またその理由は何ですか？
「いいえ」の場合、手順がうまくいかなかった理由は何だと思えますか？

2. 別のチームの解決方法のどれが最も効果的だと思えましたか？ その理由は何ですか？

3. チームで作成した布を洗って乾かしたらどうなると思えますか？ 防水機能は保たれるでしょうか？

4. 顕微鏡で比べてわかったことのうち、最も驚(おどろ)いたことは何でしたか？ (この学習を行った場合)

5. 水によるテストで、ナノ加工された布は、チームで作成した布のうち最も成功したものと比べてどうでしたか？

6. 顕微鏡での観察で、ナノ加工された布は、チームで作成した布のうち最も成功したものと比べてどうでしたか？



生徒用学習: 防水の課題(続き)

7. もう一度最初からやり直すとしたら、この課題に対するチームでのアプローチをどのように変更(へんこう)しますか? その理由は何ですか?

8. 材料技師は製品テストで元のアイデアを修正する必要があると思いますか? 修正する必要があると思う場合、その理由は何ですか?

9. クラスの中で、このレッスンの目標を達成した解決法の種類はたくさんありましたか? それらから、工学チームが実際に問題を解決する方法に関して何を学びましたか?

10. 仮に自分 1 人で作業したとしたら、この課題をもっと簡単に完了できたと思いますか? そう思う場合は、具体的に説明してください。

11. 表面をナノスケールで変化させることで機能または性能を向上させている、その他の応用例を思い浮かべることができますか? 一例として、水が早く流れるようにするためのフロント ガラスのコーティングがあります。他にどんなものが思い浮かびますか?