

(1142-5)

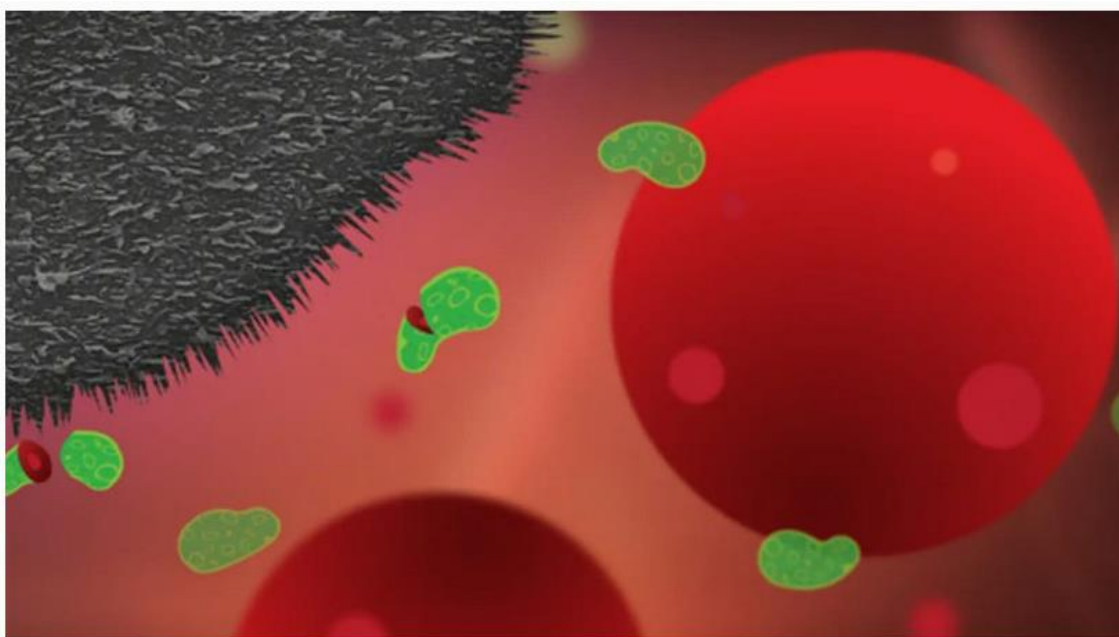
【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

抗生物質耐性に対処するグラフェンスパイクマットと冷蔵庫の磁石技術 (スウェーデン)

2024 年 9 月 24 日

著者： Lovisa Håkansson



極めて鋭いグラフェン薄片が表面に一系列に並び、健康な細胞を傷つけずに殺菌する様子を示したイラスト。冷蔵庫に貼りつける磁石の技術を使用してグラフェンの殺菌効果を制御する、チャルマース工科大学が開発したまったく新しい方法による殺菌性グラフェン表面は、近い将来に医療機器に利用できる可能性がある。

イラスト提供：Yen Sandqvist

強力な殺菌性を有するグラフェンは、抗生物質耐性菌への対処におけるゲームチェンジャーとなる可能性がある。これまではこの殺菌性を効率的に制御する方法が存在せず、医療分野でグラフェンのこのようなポテンシャルを活用する方法も存在していなかった。今回、スウェーデンのチャルマース工科大学の研究者らは、冷蔵庫のドアに貼れる一般的な磁石に使用されているのと同様の技術を使用してこの問題を解決。カテーテルやインプラントのコーティングとして機能し、表面上に存在する細菌の 99.99% を殺菌できる、鍼治療のような超薄膜材料を開発した。



YouTube 動画:「グラフェンスパイクの殺菌作用」

イラスト提供:Yen Sandqvist

医療関連の感染症は世界的な問題となっており、多大な苦痛、医療費の高騰、抗生物質耐性の増大リスクの高まりを引き起こしている。感染症の多くは、異種表面から体内へ細菌を侵入させる可能性のある、カテーテル、人工股関節、人工膝関節、デンタルインプラント等の様々な医療機器の使用に関連して発生している。チャルマース工科大学では、原子レベルの薄さの二次元グラファイト材料であるグラフェンが、医療機器での抗生物質耐性や感染症への対処においてどのように貢献できるかについて調査している。過去には、基板に対し垂直に配向したグラフェン片で、表面への細菌の付着を防ぐ仕組みを実証している。鋭利なグラフェン片上で細菌が細かく切断され、死滅する。

「私たちは、バイオ医療デバイス、外科用器具やインプラント等のあらゆる表面に塗布して細菌を排除できる、グラフェンベースの超薄型抗菌材料を開発しています。グラフェンは、細菌が物体の表面に物理的に付着するのを防ぐため、抗生物質等の化学的な代替品とは異なり、抗生物質耐性の増加のリスクがないという利点もあります」と、チャルマース工科大学のシステム生物学教授であり、先般発表された研究の著者の一人である Ivan Mijakovic 氏は説明する。

表面の細菌を 99.99%殺菌

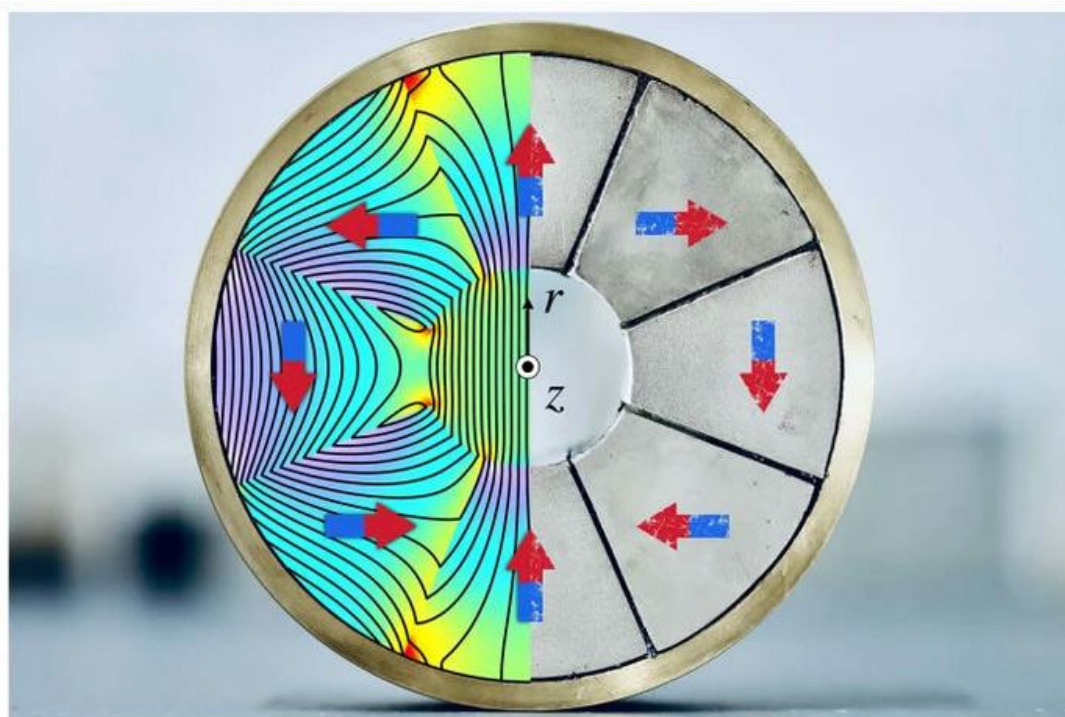
しかしながら、研究者らは困難に直面していた。グラフェンの殺菌性は実験室で実証できるが、グラフェン片の配向方向が制御できないため、この材料を医療機器の表面に使用することができていなかった。グラフェンの殺菌特性は、これまではその製造プロセスによる特定の方向でしか制御ができなかったが、今回、チャルマース大学の研究者らは、医療やそれ以外の分野でのグラフェン殺菌特性の実用化に向けた有望なブレイクスルーを達成した。

「私たちは、非常に高レベルの均一性で、複数の異なる方向でグラフェンの効果を制御する方法を見つけることができました。この新しい配向方法でグラフェンナノプレートを用いた医療用プラスチック材料の表面に統合し、表面に付着しようとする細菌の 99.99%を殺菌する表面を実現できるようになります。このことは、グラフェンを使用した殺菌性医療機器を製造する際の極めて高い柔軟性につながります」と、チャルマース工科大学 流動学教授の Roland Kádár 氏は言う。

磁場を制御することでこれまでにない効率を実現

研究者らは、希土類磁石を円形に配置し、磁石アレイ内の磁場を直線方向に整えることでグラフェンの均一な配向を誘導し、あらゆる形状の表面で非常に高い殺菌効果を得ることに成功した。

[Advanced Functional Materials 誌に発表されたこの方法](#)は「ハルバッハ配列」と呼ばれ、磁石アレイ内の磁場が強化・均一化される一方で、その外側の磁場が弱められることで、グラフェンの強い一方向配向を可能にするものである。この技術は、冷蔵庫に貼り付けられる磁石で見られるものに類似している。



ハルバツハ配列による新しい磁場配向設定の合成イラスト。赤/青の矢印は個々の磁石の磁化方向を、また数値シミュレーションでは、磁場強度が1テスラに達する磁石配列内の磁力線をそれぞれ示す。

イラスト提供: Roland Kádár, Comsol Multiphysics ソフトウェアを使用した数値シミュレーション

「ポリマーナノ複合材料でのグラフェンの配向にハルバツハ配列法を利用したのは今回が初めてです。この結果を踏まえ、グラフェンプレートを医療分野に導入し、医療関連の感染症の件数を減らし、患者の苦しみを軽減し、抗生物質耐性に対処したいと考えています」と、チャルマース工科大学の流動学・ソフトマタープロセッシングの研究者である Viney Ghai 氏は言う。

この新しい配向技術は、例えばバッテリー、スーパーキャパシタ、センサーや耐久性のある耐水性包装材料等の他の分野においても大きな可能性を示している。

「これらの分野に及ぶ幅広い影響を考慮すると、この新方法は材料配置にまったく新しい展望を開き、自然系に見られる複雑な構造を生物模倣したナノ構造の設計とカスタマイズを成功させるための強力なツールを提供します」と Kádár 氏は説明する。

研究の詳細:

[Achieving Long-Range Arbitrary Uniform Alignment of Nanostructures in Magnetic Fields](#)

本研究は、チャルマース工科大学の管理するコンピテンスセンター[2D-Tech](#)の枠組み内で実施された。同センターは、スウェーデン・イノベーションシステム庁 (Vinnova)、チャルマース工科大学および 19 の産業パートナーが資金を提供する、産業用途の 2D 材料ベース技術の研究とイノベーションのための国内拠点である。

新技術の詳細:

新技術で磁場を操作したグラフェン表面にさまざまな細菌培養物を晒す実験を研究室で実施した。細菌コロニー内の微生物数測定ツール CFU (コロニー形成単位) を使用して細菌の生存数を測定し、その有効性を評価した。また、走査型電子顕微鏡 (SEM) で細菌コロニーを走査し、グラフェンによる細菌細胞への破壊効果を画像で視覚化し、確認することができた。

訳: NEDO (担当 イノベーション戦略センター)

出典: 本資料は、スウェーデン王国・チャルマース工科大学の記事“Graphene spike mat and fridge magnet technology to fight against antibiotic resistance”

(<https://www.chalmers.se/en/current/news/mc2-graphene-spike-mat-and-fridge-magnet-technology-to-fight-against-antibiotic-resistance/>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of Chalmers University of Technology)