## サーフテクノロジー
## マイクロディンプル処理

# 金属表面に高い抗菌効果

## メカニズムや応用先
## 大学などと研究

サーフテクノロジー（相模原市南区、下平英二社長、042・707・0618）が開発した独自の金属表面処理技術「マイクロディンプル（MD）処理」に、大腸菌や黄色ブドウ球菌を対象にした抗菌性が付加価値として加わることで衛生管理の高度化に大きく貢献できる。MD処理の抗菌効果を見いだした経緯や将来性について、サーフテクノロジーの熊谷正夫取締役と、今後共同で研究する関西大学の伊藤健教授、神奈川県立産業技術総合研究所（KISTEC）の石黒斉抗菌・抗ウイルス研究グループ主任研究員が鼎談形式で語った。（新型コロナウイルス感染症対策で石黒主任研究員はリモート参加）

サーフテクノロジーの熊谷取締役（右）と、今後共同で研究する関西大学の伊藤教授（中央）、KISTECの石黒抗菌・抗ウイルス研究グループ主任研究員（左のパソコン画面）

### ナノ構造をヒントに抗菌効果をテスト

**熊谷**　当社は元々、一般産業機械部品に表面処理することで摺動（しゅうどう）性を高めることをメーンに手がけてきた。そんな中、新市場として食品工場の部品への適応が有効ではと考え、注力している。粉体などの食品材料がはかりやトレーに付着しない効果が武器だ。

食品業界は衛生面に厳しく、抗菌等の要望もあり対応を考えていたところ、伊藤教授が発表したナノ構造を持つクマゼミの羽を再現し、抗菌効果があるという報告も参考に、MD処理で抗菌試験を2019年に実施したのが経緯だ。菌と同等サイズのディンプル（小さいくぼみ）を作るとうまくいった。

**伊藤**　サーフテクノロジーはKISTECに試験依頼し、大腸菌や黄色ブドウ菌への抗菌効果を確認している。だが、なぜ抗菌効果が発生するか分かっていない。その原理追求を一緒にやろうと声がかかった。

**石黒**　私は光触媒のほか抗菌、抗ウイルス材を研究している。その観点でもMD処理は興味深い。抗菌のメカニズムが分かれば、科学的な実証に加え、MD処理の抗菌性能を高めたりできるはずだ。

**伊藤**　MD処理により形成された微細構造は、我々の研究と比べると10倍から20倍は大きい。話を聞いた当初、我々のナノレベルでの抗菌効果とは原理が違うだろうと感じた。ナノ構造で起きるメカニズムを説明すると、剣山のように突起が並ぶ構造の上に微生物が付く。すると、微生物の膜に応力がかかることで破れると言われている。MD処理の構造は菌のサイズと同じ凹凸の間隔であり、論理的に考えれば物理的な破壊には至らない。ナノ構造とは違う作用があると考える。

### 高い抗菌効果に驚き

**熊谷**　汚れがつきにくいことからも多少は抗菌効果があると考えていた。ただ、これほど良好な結果が出るとは思わなかった。

**伊藤**　高い効果には驚いたが、化学的な作用ではないかと感じた。MD処理の対象は金属で、銀イオンや銅イオンには抗菌性がある。そういった抗菌効果が出るのだと推測した。だが、サーフテクノロジーは形状が要因だと推測できるデータを持っていた。こうした議論を重ね、抗菌の原因を研究していく。

**伊藤**　黄色ブドウ球菌は膜が厚く、物理的に壊れにくい。一方、大腸菌は膜が薄い。MD処理は構造が違う両方に効果がある。

**石黒**　我々は抗菌効果を確認するのが主な仕事ながら、メカニズムを一緒に探している。世界的にも表面処理による抗菌効果には諸説ある。時間をかけて探るしかない。また、一つの原理で抗菌が成り立つかも分からない。複合的要因の可能性は高いと感じている。

### 今後の研究テーマ

**伊藤**　今後は、我々が手がけるナノ構造のメカニズムの観点でMD処理の研究を続ける。ナノ構造で細菌が死ぬのは膜に傷が入るから。我々はナノレベルで状態を観察する技術を持ち、MD処理の抗菌効果でそれを生かす。

ナノ構造は、菌の細胞膜の厚さに関係なく傷が入る。そこから細胞内液、人間で言うと血液が出てしまい死ぬ。ナノ構造はここまでは分かっている。まず、これがMD処理でも起こっているかどうかを試す。ナノ構造と同じ現象なら研究の効率が高まる。

**石黒**　世界では、表面処理による抗菌効果という研究分野は競争が激しい。

**伊藤**　生物の表面と抗菌、殺菌との関わりが研究され始めたのは21世紀に入ってから。それまでは、生物の表面を微細に見る技術がなかった。有名な、ハスの葉の表面が水滴をはじくという現象のメカニズムが分かったのは1997年。そのあたりからバイオミメティクス（生物模倣）が活発になり、今は菌に対する効果が盛り上がっている。

**石黒**　抗菌効果は金属では銅や銀など幅広く認められ利用されてきた。近年は金属と樹脂など多彩な材料を組み合わせた研究が進んでおり、金属に多様な抗菌材を塗る、というサンプルも増えてきた。金属表面のナノ、マイクロ表面処理はホットな分野で多くの企業が開発するだろう。

### マイクロディンプル処理の広がり

**熊谷**　当社はあくまで表面処理の企業。食品工場で使うシュータ―やホッパーの表面に効果を出す。現在、食品関連では抗菌効果は付加的なもの。粉や食品が付着しない技術のプラスアルファと捕らえている。

ただ、医療関係の展開は違った形になる。身体に入るものは認可が難しくなるので、まずはトレーやメス、それと病院のドアノブなどへの抗菌処理として提案する。ただ、それにはやはりメカニズムの解明が不可欠。付着を防ぐ効果は見ればすぐ分かる。抗菌効果はユーザーが確認してからの採用で時間がかかる。腰を据えて取り組みたい。

ほかにサーフテクノロジーができることと言えば、最適な処理法を探ること。MD処理はいまはピーニング処理だが、形状が出るならエッチング、プラズマを使っても良い。さらに、抗菌効果に必要な表面構造は従来のピーニング処理とサイズ感が違う。粉の付着防止だけなら粉のサイズの10分の1の凹凸で十分。小麦粉粒は100㎛（マイクロは100万分の1）なので、ミクロンより大きなオーダーで作れる。一方、MD処理は1ミクロンオーダーで難しくなる。処理には微細な金属を、エアーを使って対象の表面に吹きつける。数十ミクロンの大きさの金属は吹きつけやすいが、数㎛だと凹凸を付ける力を与えるのにこつが要る。当社は技術があるので量が増えても対応可能だ。

### マイクロディンプル処理のすごさと課題

**伊藤**　我々が研究するナノ構造は、加工面積が限られている。5センチ角を作るのがやっと。MD処理は10メートルオーダーも作れる。マイクロレベルの凹凸を広い面に処理できるのはすごい。

**石黒**　世界的なナノ粒子のリスク問題がある。MD処理は表面の変形で抗菌効果を出すので、剥離リスクを考えずいろいろな分野で利用できる。

一方で課題もある。表面処理で凹凸を作るため、光の反射の制御など意匠的なところは難しいはずだ。

**伊藤**　周期性な構造が作れないのは欠点となるかもしれない。

**熊谷**　規則性では、逆にMD処理の許容範囲の広さを強調したい。表面のばらつきが大きくても抗菌効果がある。均一性が不要なので製造が非常に楽になる。

色合いについては、MD処理の利点もある。例えばメスは、目の疲労防止で表面の反射を落とすため鏡面処理は不要だ。MD処理は梨地（すりガラス状）処理向く。梨地に付加価値で抗菌を加えれば利点を出せる。さらに、マイクロディンプル処理は摩耗するが、摩耗を抑えるダイヤモンドライクカーボン（DLC）コーティングと組み合わせても抗菌効果が得られる。

### マイクロディンプル処理への期待

**石黒**　安く提供できる点がMD処理の魅力だ。化学的処理や薬品処理と比較してもコストで優位に立てる。

**伊藤**　MD処理は現状、金属にしか加工できない。適用する材料が広がると、数多くの日用品に使われるようになる。

**熊谷**　樹脂材は魅力だが、金型の技術になる。抗菌性を持つ表面を金型で転写するのは難しいとは思うが実現すればすごいことだ。

抗菌性の対象については、インフルエンザのようなウイルスは自己増殖しないので効果判定が難しいがKISTECに試験を依頼している。

**石黒**　インフルエンザウイルスと、ノロウイルスの代替モデルとなるネコカシウイルスが対象。抗菌だとメチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）、緑膿菌、他数種類の菌は用意がある。新型コロナウイルスに関しては我々は取り扱いできない。一般的なコロナウイルスに関しては準備している。

**熊谷**　コロナウイルスは部品表面で増殖しないので難しいだろう。むしろ付着しにくいといった効果があればと期待している。

KISTEC 抗菌・抗ウイルス研究グループ主任研究員（医学博士）
**石黒 斉 氏**

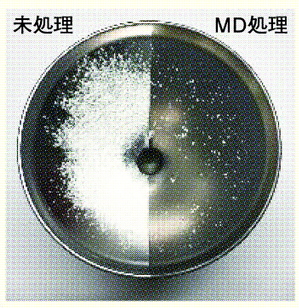
関西大学 システム理工学部教授（工学博士）
**伊藤 健 氏**

サーフテクノロジー取締役（工学博士）
**熊谷 正夫 氏**

### マイクロディンプル処理®（MD処理®）とは?

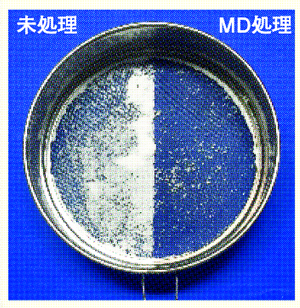
MD処理®は微細な粒子を金属表面にぶつけ、微細な凹凸を作る表面処理技術。コーティングではなく、部材表面に形状を形成するだけで滑り性や付着抑制効果を発揮する。部材そのものの表面形状を変えるだけなので、コーテイングや薬剤による異物混入のリスクがない。

**ホッパーの滑り性向上・粉体付着抑制**




ホッパーの半面にMD処理をしたものに、小麦粉を振り撒いた写真。MD処理をした面の方が小麦粉の滑り性が良く、付着抑制効果も確認できる。

**篩網の目詰まり対策**




小麦粉を振り撒くとMD処理をした面は目詰まりの発生が抑えられ、付着抑制効果も確認できる。

### MD処理の抗菌効果

マイクロディンプル処理®の一つであるAnti-Bac処理で、大腸菌・黄色ブドウ球菌を死滅させる効果を確認

**特許取得済**

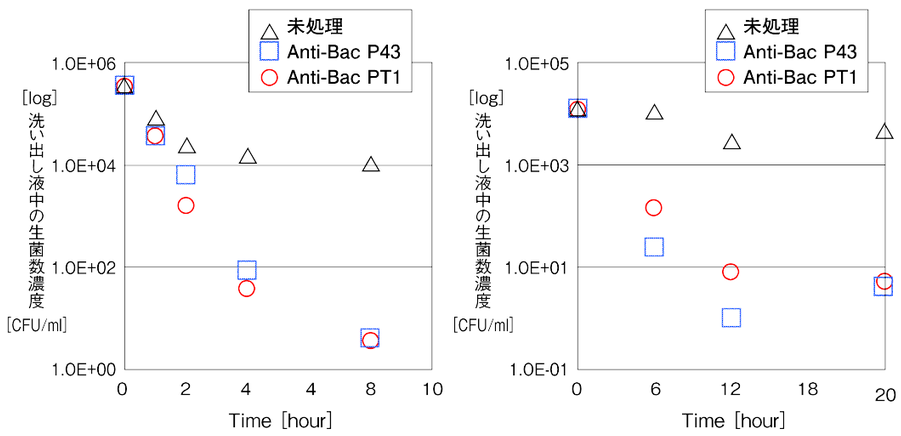
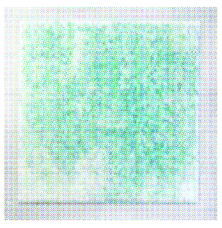
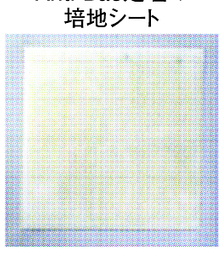



図1　時間経過による菌数の変化（A）大腸菌（B）黄色ブドウ球菌

未処理の培地シート



Anti-Bac処理の培地シート



8時間
大腸菌群を培地

グラフは、Anti-Bac処理の表面で時間経過と共に大腸菌・黄色ブドウ球菌数が大幅に減少していることを示す。写真画像の青く見える部分は8時間後のステンレス試験片より培養された大腸菌群で、青い点1つが菌1つに相当する。未処理の試験片は菌数が多く、一面が青い。Anti-Bac PT1処理をした方が明らかに大腸菌群が少ないことが確認できます。

抗菌性試験はJIS Z 2801に基づき実施致しました。JISでは試験後24時間の抗菌活性値 R≧2 で抗菌効果ありと規定されております。Anti-Bac処理においては、大腸菌は4時間、黄色ブドウ球菌は6時間でR≧2の結果となりました。


**神奈川県立産業技術総合研究所（KISTEC）は、中小企業のイノベーション創出を支援します。**

KISTEC

**ロゴマークに込めた思い**

赤いラインはものづくり支援におけるホットな情熱（支援・伴走・寄り添い）を表し青いラインは先端技術を追求するクールな知性（学術・探求・精度・正確）を表しています。2つが接続することで、未来や新しい価値を創造する産業技術支援機関を象徴しています。

**5つの柱　― 特に注力する事業等 ―**

**研究開発**
将来の製品化につながる目的基礎研究を推進する
「プロジェクト研究」
中小企業等のニーズと大学等のシーズとを結びつける
「橋渡し研究」

**技術支援**
ニーズの高い機器の優先整備や職員の継続的能力向上による迅速・高精度の
「試験計測」
今後、日本の先行・発展が期待できる技術に関する
「デファクトスタンダード評価法開発」

**事業化支援**
経営資源に限りがある中小企業等の製造分野におけるデジタル技術を活用した新たな製品開発や生産効率向上に貢献する
「IoT 技術導入支援」

**人材育成**
中小企業等のものづくりと研究開発を支援する
「中小企業技術者育成」
「研究人材育成」
青少年等次世代への
「科学技術理解増進」

**連携交流**
中小企業等から寄せられる技術面から経営面にわたる広範な相談に対し、経営支援機関、国の研究機関、大学等とのネットワークを活用する
「コーディネート支援」

KISTEC　地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所
「技術相談」「お問い合わせ」はホームページからアクセスできます。　https://www.kistec.jp