

純銀メッシュMGネット

銀イオン (Ag^+) の効果と各種試験データ

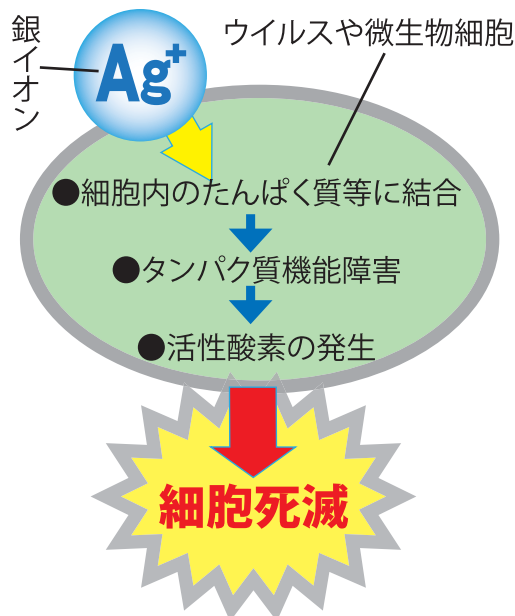
メディカル・エイド株式会社

銀イオンの除菌・抗菌原理

水中で酸素と乖離(かいり)して生じる銀イオンは不安定な状況(プラスに帯電 Ag^+)にある為、微生物菌(マイナスに帯電)の酸素と結びつこうとして微生物(ウイルス・細菌・真菌・藻類等)の細胞内に取り込まれて抗菌性を発揮します。

取り込まれた銀イオンはタンパク質等に結合し、その機能を阻害し細胞分裂などができなくなり、タンパク質の機能障害によって活性酸素種が発生し、微生物細胞が死滅すると考えられます。

銀イオンは極微量(0.01ppm-1ℓ中に0.00001g)から効果があり、幅広いウイルスや菌に対して殺菌や抗菌効果を期待できるので、安全性の高い、環境汚染をしない抗菌剤の開発に適しています。



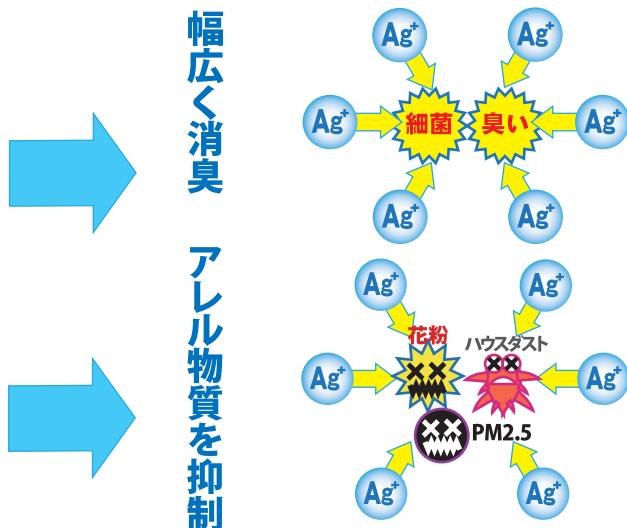
銀イオン飛沫の消臭効果と花粉等のアレルギー反応抑制

銀イオンを含んだ水(銀イオン水)は雑菌の増殖を防ぐので、雑菌による腐敗臭を抑止します。

銀イオン水は悪臭分子(硫化水素やアンモニア等)と結びついて硫化銀や水酸化銀などの化合物に変化することによって消臭します。銀イオン水を飛沫にして噴霧すると体臭、便臭、アンモニア臭、たばこ臭などの悪臭を消臭する効果を持っています。

銀イオン飛沫は花粉細胞内のたんぱく質等に結合して細胞を破壊し、不活性化します。

また、PM2.5、ハウスダスト等有機物と結びついて銀の化合物に変化させアレルギー反応を抑制します。

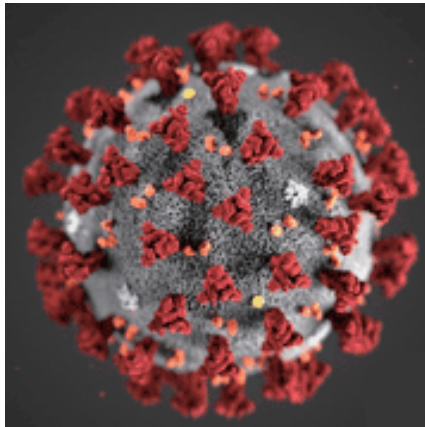


銀イオン(金属イオン)効果の問題点

銀イオン(金属イオン)は高い抗菌性を示しますが、データは実験室レベルのもので、実際の環境で効果があることを示すものではありません。塩素やイオウは銀と結合して塩化銀・硫化銀となり銀イオンが消失し抗菌効果が阻害されます。一般に重金属の抗菌性は有機物、とくに生体成分によって阻害される傾向が強いので、その欠点を考慮した上、製品を開発する必要があります。

銀イオンの除菌・抗菌効果が確認されているウイルスや細菌類

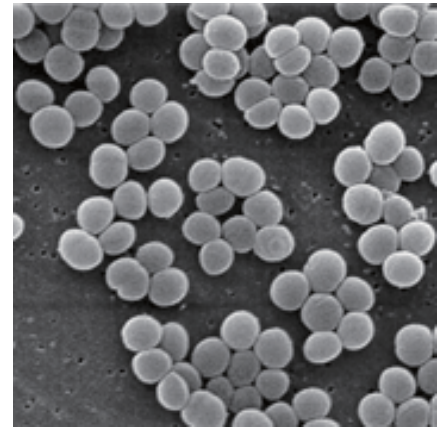
金属イオン(銀イオン)の除菌・抗菌効果は30年以上前から確認されており、米国アリゾナ大学など、多くの文献で以下のようなウイルス・細菌類の抗菌効果が確認されており、銀イオンの抗菌効果はすでに一般に認知されています。 コロナウィルス※・インフルエンザウィルス・O-157・大腸菌・黄色ブドウ球菌・MRSA・緑膿菌・肺炎かん菌・レジオネラ菌・ビブリオ菌・真菌類(カンジダ・アスペルギルス・水虫菌等)・藻類などの微生物に除菌・抗菌効果が確認されています。 ※一般的なコロナウィルス



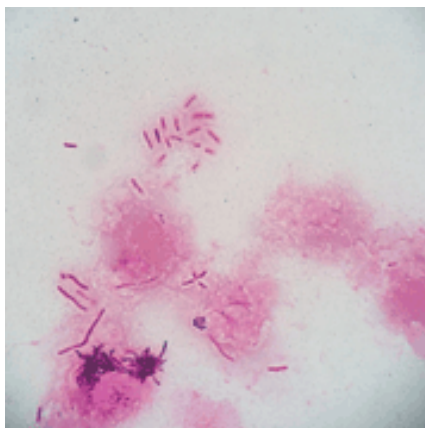
一般的なコロナウィルス



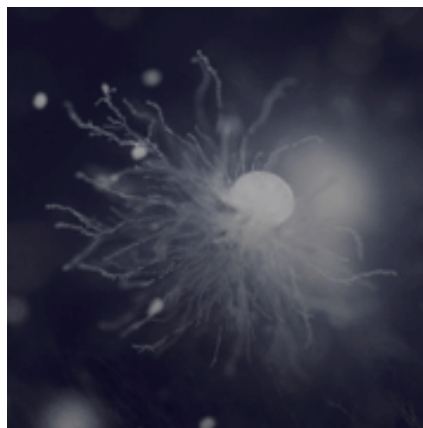
O-157



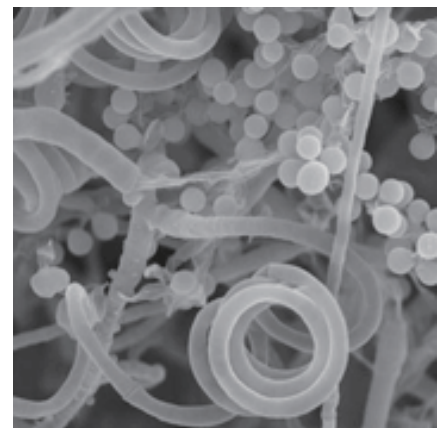
黄色ブドウ球菌



肺炎かん菌



カビ真菌類

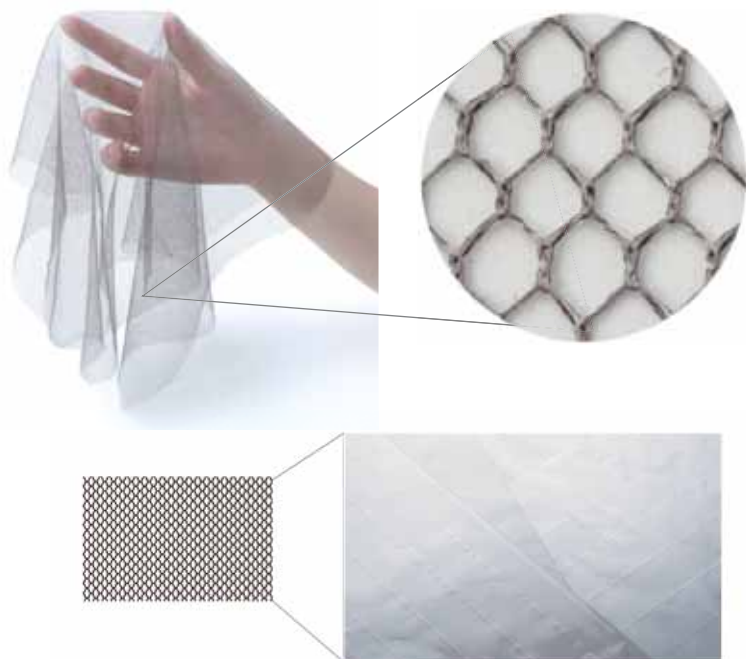


水虫菌

銀の安全性 銀は古代では食器、はしなどに使われ、安全性が高いものとして活用されています

- 医薬品では尿道殺菌剤、鼻用剤、点眼剤、経口用としては腸内の殺菌剤として使用されており、銀コロイドは静脈内投与で抗感染薬として利用されています。
- 銀化合物は、何世紀も前から種々の疾病を治療する目的で医療に用いられてきましたが、通常の臨床試験では毒性を示す証拠は殆ど見られず、発癌性もないとされています。
- 銀化合物や銀を含む薬剤を治療によって使用した時に銀沈着症が生じるケースがあります。しかし、銀沈着症の研究においては、2年から3年の間に、30から40回の静脈注射で 銀を0.9gから1.5gを投与した場合でも銀沈着症の発生は少数でした。また、銀沈着症は顕著な皮膚の色素沈着であり、皮膚が灰青色になりますが、その他の健康障害とは関連しないと考えられています。
- ケーキの上の丸い銀色のアラザンも銀箔で、食品添加物(添加物名簿88番※)として承認されています。
- 水道に取り付ける浄水器にも、タンク内の除菌用に銀が使われています。
- 飲料用水に含まれる金属イオンで有害性を認められるものについては、日本の水道法の水質基準によって指標値が決められていますが、銀に関しては指標値がありません。カナダでは当初0.05mg/lの規制値がありましたが1989年の飲料水品質用のガイドラインから銀を削除されました。
- 米国環境保護局(USEPA)の飲料水規則でもPrimary standard(NPDWRs 水道水で守らなくてはならない基準)では銀は規定されず、Secondary standard(NSDWRs 必ずしも守ってなくてもいい推奨基準)のほうで0.1mg/lの規制値があるのみです。
- 世界保健機構(WHO)によっても、銀化合物による発癌性、急性暴露、慢性暴露による人体への影響はなく、0.1mg/lの銀の含まれた水を70年間暴露してもNOAEL(害にならない最大量)に満たず害はないとされています。(毎日2リットル0.1mg/lの銀の含まれた水を70年間飲んだとしてNOAELの半分)

当社開発の純銀メッシュ素材「MGネット」とは



ナイロンの表面に純銀（純度99.9%）をコーティングした繊維を複数本束ねて撚糸した糸を、直径約1mmのハニカム形状の粗目メッシュ状にした純銀素材です。

1 m²当たりの純銀繊維の使用量は約25,000mあります。

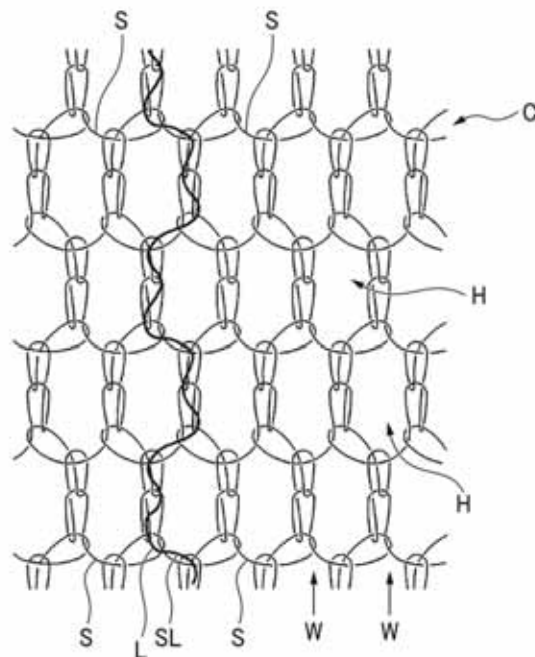
厚み:0.2mm、重量:20g/m²

銀イオンの生成は電気分解か表面積を大きくする方法がありますが、ハニカム状になった銀の表面積は銀メッシュ素材の面積の約2倍あるので、水分と銀が反応し銀イオンが発生しやすくなっています。

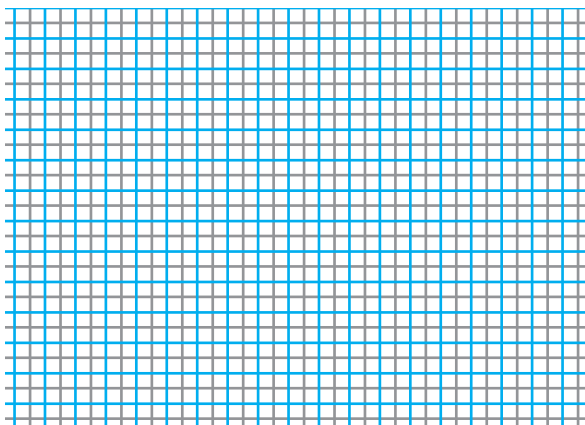
製法が難しくコピーが困難な素材です

MGネットの特性 銀イオン溶出素材として理想に近い特性を持つ

- 銀繊維を複数本束ねて撚糸した銀糸を使用。
- 右の図を見ると単純なハニカム形状ではなく、ループの集合体なので、**銀の表面積が生地面積の約2倍の大きさ**があり、呼気の飛沫を短時間で銀イオン化できる。
- 銀イオンの飛沫がマスク内外、鼻腔・口腔内で発生し、飛沫が飛ぶ範囲を**空間除菌**できる。
- 抗菌活性値が非常に高く(4.1~6.4)、洗剤等による洗浄で滅菌されるので繰り返し使用でき、洗濯を30回以上繰り返しても抗菌性能はほとんど低下しない。
- ループの集合体なので折り曲げなどに強く、洗濯しても銀が剥離しにくいので耐久性が高い。



- 綿糸などと一緒に銀糸を織り込んだガーゼ生地(布マスクを作成)はMGネットと比較すると、綿糸と銀糸を縦横に配置しているだけなので、銀の表面積は数十分の一程度で、短時間で呼気の飛沫を銀イオン化できない。
- ガーゼ生地に抗菌性があり、生地に付着するウイルスや細菌は除菌する可能性はあるが、生地を通過またはマスクの隙間から入ってくるウイルスや細菌には効果が期待できない。

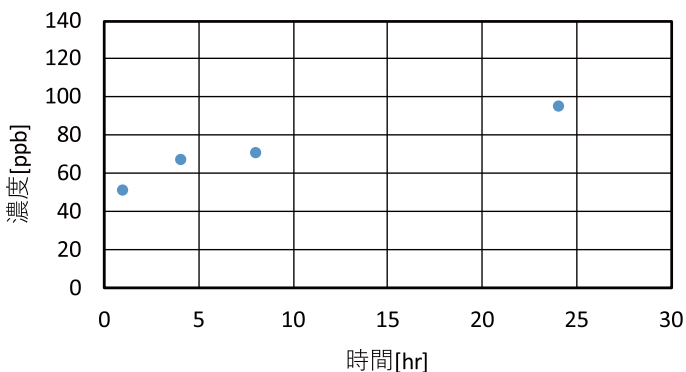


純銀メッシュ素材「MG ネット」銀イオン溶出試験 1

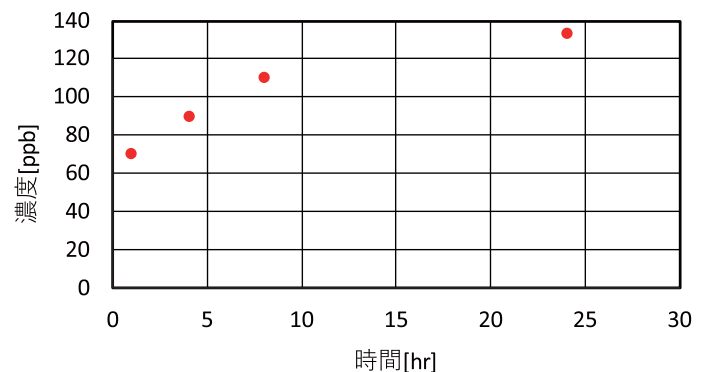
純銀メッシュ「MG ネット」0.1gを1リットルの超純水と次亜塩素酸ナトリウム液（水道水を模擬した溶液）に投入した際の銀イオン濃度がどのように変化するかを令和2年4月10日に以下の通り試験を実施しました。

1. 試験品： 銀をナイロンの表面に無電解メッキした繊維をより糸にし、ハニカム形状の粗めネットにした試料「MG ネット」ナイロン70%、純銀30%（重量比）
2. 試験施設： 地方独立行政法人 大阪産業技術研究所（本部・和泉センター）
3. 試験内容： 純銀メッシュ「MG ネット」銀イオン溶出試験 1
4. 試験概要： 「超純水」と「水道水の水質基準上限の次亜塩素酸ナトリウムを加えた水」に「MG ネット」を投入し、1時間、4時間、8時間、24時間経過後の銀濃度（銀イオン量）を検査した。
5. 試験用試料： MG ネット0.1g（銀の表面積 約63cm²）
6. 試験用溶液： 超純水 1リットル、次亜塩素酸ナトリウム溶液（水道水同等） 1リットル
7. 試験結果： 以下の表にて参照

溶出試験（超純水）



溶出試験（次亜塩素酸ナトリウム溶液）



8. 試験報告： 超純水、次亜塩素酸ナトリウム溶液ともにMG ネット投入後1時間で銀イオン濃度が50ppb (0.05ppm) を超えたことが確認できた。

次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) の塩素 (Cl) と銀 (Ag) がとても結びつきやすく、すぐに塩化銀 (AgCl) となります。塩化銀は沈殿し、その後銀イオンが溶出されます。超純水より次亜塩素酸ナトリウム溶液の方が銀イオン濃度が上昇しているのは、超純水より不純物（ナトリウムや酸素）の多い溶液の方がイオン化を促すからと推測される。

銀イオンの抗菌効果は10ppb (0.01ppm) 以上の濃度で発揮されるので、超純水、次亜塩素酸ナトリウム溶液（水道水）とも1時間以内に有効な除菌水が生成されたと考察できる。

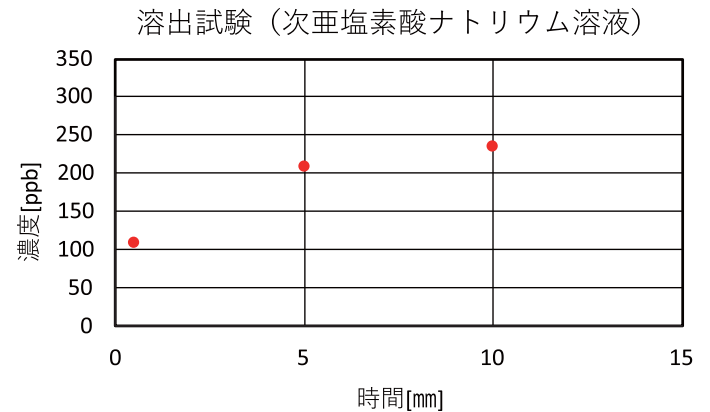
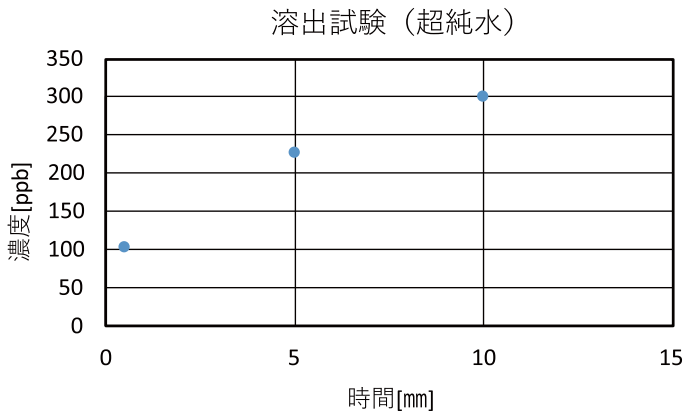
次亜塩素酸ナトリウム（水道水）を使用した場合は、銀と次亜塩素酸ナトリウムが結びついて塩化銀となるので、銀が消費され、銀イオン溶出総量は減少するので、MG ネットの使用効果期限は短くなる。

銀イオンの発生量は銀の表面積に比例する。「銀イオン溶出試験 2」で50倍のMG ネット (5g) を投入した際は、1分間で銀イオン濃度が100ppb (0.1ppm) を超えた。

純銀メッシュ素材「MGネット」銀イオン溶出試験 2

純銀メッシュ「MGネット」5 gを1リットルの超純水と次亜塩素酸ナトリウム液(水道水を模擬した溶液)に投入した際の銀イオン濃度がどのように変化するかを令和2年5月25日に以下の通り試験を実施しました。

1. 試験品: 銀をナイロンの表面に無電解メッキした繊維をより糸にし、ハニカム形状の粗めネットにした試料「MGネット」ナイロン70%、純銀30%(重量比)
2. 試験施設: 地方独立行政法人 大阪産業技術研究所(本部・和泉センター)
3. 試験内容: 純銀メッシュ「MGネット」銀イオン溶出試験 2
4. 試験概要: 「超純水」と「水道水の水質基準上限の次亜塩素酸ナトリウムを加えた水」に「MGネット」を投入し、1分、5分、10分間経過後の銀濃度(銀イオン量)を検査した。
5. 試験用試料: MGネット 5g(銀の表面積 約3125cm²)
6. 試験用溶液: 超純水 1リットル、次亜塩素酸ナトリウム溶液(水道水同等) 1リットル
7. 試験結果: 以下の表にて参照



8. 試験報告: 超純水、次亜塩素酸ナトリウム溶液ともにMGネット投入後 **1分間で銀イオン濃度が100ppb(0.1ppm)**を超えたことが確認できた。

この数値はAg+マスク除菌シート1枚(0.2g)を水40mlに投入したのと同等の数値に換算でき、呼気の飛沫水分とシートが反応し、短時間でマスク内で飛沫水分の銀イオン濃度が上昇することが想定できる。

次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)の塩素(Cl)と銀(Ag)がとても結びつきやすく、すぐに塩化銀(AgCl)となります。塩化銀は沈殿し、その後銀イオンが溶出されます。短時間であったため超純水より亜塩素酸ナトリウム溶液の方が銀イオン濃度の上昇が遅れているのは塩素との反応後に銀イオン濃度が上昇したためと推測される。

銀イオンの発生量は銀の表面積に比例するので、「銀イオン溶出試験1」と比較して50倍のMGネットを投入したことで多量の銀イオンが短時間で発生した。

以上のことから弊社MGネットは素材面積に対して銀の表面積が約2倍あるので、マスク内で使用した場合、短時間で呼気の水分(飛沫)と効率よく反応して銀イオン飛沫が発生し、マスク内で銀イオン飛沫濃度が高まり、マスク内の除菌・抗菌・消臭の効果が発揮される。さらに、マスク内の銀イオン飛沫はマスクの隙間から外に排出されるので、目元のウイルスや細菌の除菌、花粉等のアレル物質が抑制される。

また、銀イオンの飛沫が吸入されると、鼻腔・口腔内のウイルスや細菌の除菌、アレル物質の抑制、口臭の原因物質(硫化水素・アンモニア等)除去が期待できる。

純銀メッシュ素材「M G ネット」抗菌性能と経年劣化試験

「M G ネット」はナイロンの表面に純銀(純度99.9%)をコーティングした繊維を、ハニカム形状の粗めメッシュ状にした素材です。M G ネット生地としての抗菌性能を一般財団法人カケンテストセンターで令和2年3月に以下の通り試験をしました。

- 試験品： 銀をナイロンの表面に無電解メッキした繊維をより糸にし、ハニカム形状の粗めネットにした試料(M G ネット)
- 試験機関： 一般財団法人 カケンテストセンター
- 試験方法： JIS I 1902:2015、菌液吸収法
- 供試菌： 黄色ブドウ球菌S・taphylococcus aureus NBRC 12732
肺炎桿菌・Klebsiella pneumoniae NBRC 13277
M R S A ・Methicillin Resistant Staphylococcus aureus IID 1677
大腸菌・Escherichia coli NBRC 331
緑膿菌・Pseudomonas aeruginosa NBRC 3080
- 洗濯方法： 一社)繊維評価技術協議会 SEKマーク繊維製品の洗濯方法(標準洗濯法)による
- 試験概要： 培養液に洗濯を1回と30回行ったM G ネットとナイロン標準白布を浸し、そこに各種生菌を同数量接種し、18時間経過後の生菌数を検査した。
- 試験結果： 以下の表にて参照

1) 黄色ブドウ球菌

試 料		生菌数の常用対数値(最大最小差)		抗菌活性値
		菌液接種直後	18時間培養後	
M G ネット	洗濯1回後	4.61(0.1)	2.76(0.6)	4.4
	洗濯30回後	4.54(0.1)	2.98(1.5)	4.1

2) 肺炎桿菌

試 料		生菌数の常用対数値(最大最小差)		抗菌活性値
		菌液接種直後	18時間培養後	
M G ネット	洗濯1回後	4.40(0.1)	1.30(0.0)	6.2
	洗濯30回後	4.55(0.1)	2.39(1.5)	5.1

3) M R S A

試 料		生菌数の常用対数値(最大最小差)		抗菌活性値
		菌液接種直後	18時間培養後	
M G ネット	洗濯1回後	4.57(0.1)	1.30(0.0)	5.9
	洗濯30回後	4.44(0.1)	1.30(0.0)	5.7

4) 大腸菌

試 料		生菌数の常用対数値(最大最小差)		抗菌活性値
		菌液接種直後	18時間培養後	
M G ネット	洗濯1回後	1.30(0.0)	1.30(0.0)	6.4
	洗濯30回後	4.39(0.1)	1.30(0.0)	6.3

5) 緑膿菌

試 料		生菌数の常用対数値(最大最小差)		抗菌活性値
		菌液接種直後	18時間培養後	
M G ネット	洗濯1回後	3.82(0.1)	1.30(0.0)	6.1
	洗濯30回後	4.39(0.1)	1.30(0.0)	6.1

抗菌活性値が非常に高く、洗浄して繰り返し使用できる。銀イオンで滅菌状態になるのでディスポが基本の医療現場でも、洗浄することで再利用できる。

- 試験報告： S E K 規格(繊維製品新機能評価協議会規格)では抗菌活性値が2.2以上で抗菌性が良好とされており、M G ネットの抗菌活性値は非常に高い数値である。

また、洗濯を30回繰り返しても抗菌性はほとんど低下しないことが分かった。

純銀メッシュ素材「MGネット」除菌・抗菌試験

＜被験物質＞ 卵焼き、ウィンナー、から揚げ

＜試験条件＞

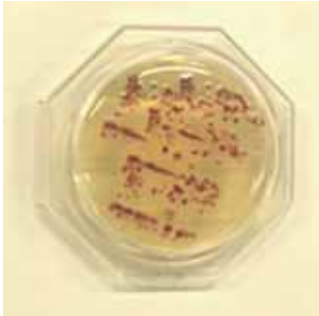
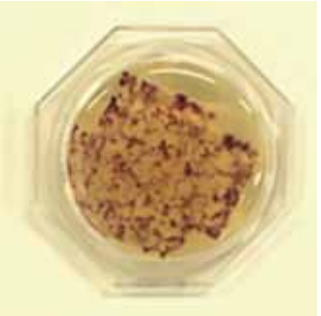
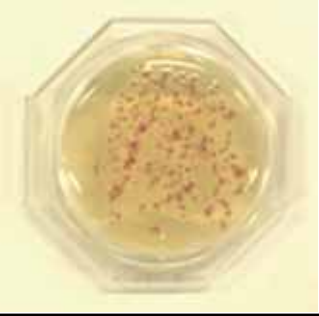
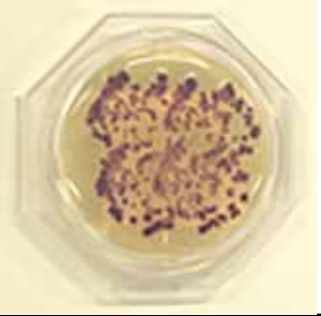
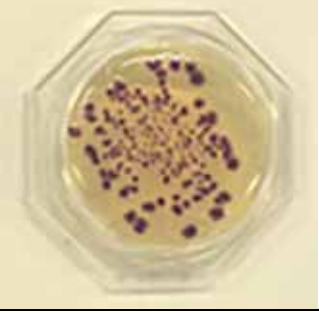
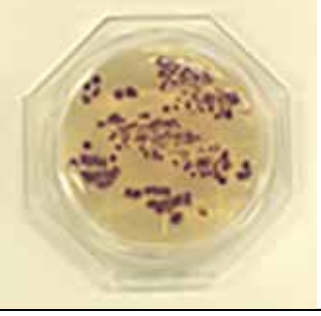
シート	MGネット	お弁当衛生シート	なし
温度	25℃に設定した部屋に放置		
期間	摂取直後(なしのみ)、6時間後、24時間後		
形態	ラップで包んだ後タッパー		

菌量 + 少ない
++ やや少ない
+++ やや多い
++++ 多い
+++++ とても多い

＜試験方法＞ 魚肉ソーセージから検出した菌(大腸菌)を前日に新しい培地に培養し活性化させる。
試験開始直前に培養した菌を生理食塩水100mlに適量とり懸濁液とする。

＜生菌数測定＞ 各食材をタッパーにつめ、添加菌液を含ませたガーゼを各食材に接触させ、材の上にシートを置く。摂取直後、6時間後、24時間後にフードスタンプ(XM-G培地)で各食材の検査を行い、検査時に外観および臭いも観察する。

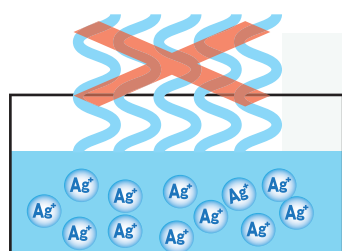
18時間培養後、菌数のカウントを行い、培地の写真撮影をした結果、MGネットを投入した食材は**24時間後でもほとんど菌が繁殖していなかった**。タッパー内の湯気(飛沫)と銀が反応し、**銀イオン飛沫**が発生し、対流により飛散することで**空間除菌**され、抗菌・殺菌効果を発揮した。

	24時間後		
	MGネット 菌量+	衛生シート 菌量++++	なし 菌量+++++
卵焼き			
	MGネット 菌量+	衛生シート 菌量+++	なし 菌量+++++
ウィンナー			
	MGネット 菌量+	衛生シート 菌量++++	なし 菌量+++++
から揚げ			

タッパー内とマスク内は飛沫があり、近い環境と言える。マスク内の細菌やウイルスもタッパー内と同様に銀イオンの飛沫により殺菌されると推察できる。

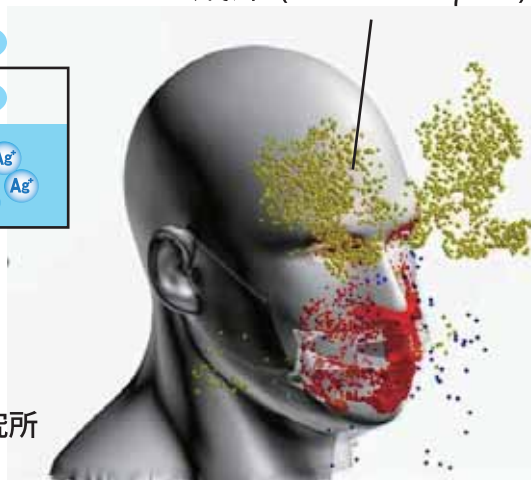
マスク内で発生した銀イオンの飛沫がマスク周辺と鼻腔・口腔内を空間除菌

水蒸気（銀イオンなし）



銀イオン

飛沫 (10 ~ 100 μm)



引用： 理化学研究所

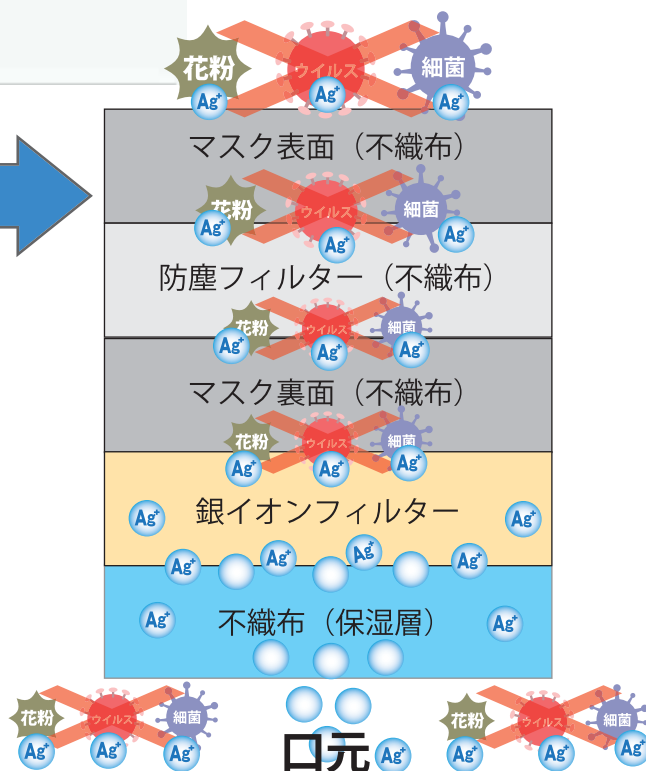
水蒸気は水が気化したもので気体です。銀イオンを含んだ水が蒸発して水蒸気となっても、その水蒸気には銀イオンは含まれません。なぜなら水が気化しただけで銀イオンが気化したわけではないからです。

一方、体内（気道内）では水蒸気が飽和状態になっており、人の呼吸により排出される飽和水蒸気は体外に排出されると同時に外気により冷やされ水滴状態（飛沫）に変化します。

左の図の理化学研究所の飛沫飛散画像から、呼吸に含まれる飛沫がマスク内外や鼻腔・口腔内に飛散することが分かります。

マスク内の除菌シートとして使用した場合
以下の効果が期待できる

- 呼吸に含まれる水の飛沫と純銀フィルター反応し**銀イオンの飛沫**がマスク内で発生する。
- 呼吸により銀イオンの飛沫がマスクの周囲や鼻腔・口腔内にも飛散し**空間除菌**する。
- マスク内でだけでなくマスクの周囲やマスクの隙間から侵入するウイルス・細菌・花粉にも除菌や抗アレルギー効果が期待できる。
- さらに鼻腔・口腔内のウイルスや細菌を除菌する可能性がある。



M G ネットの取り扱い方法と注意点

- 銀は外気の硫化物や塩素、塩分などと結びつくと銀化合物になり抗菌性能が失われる。長期保管する場合は気密袋に封入する必要がある。
- 気密袋に封入して、硫化や塩化を防ぐと10年以上劣化しない。
- 洗浄は塩素のない洗剤や食器洗い洗剤を使用する。抗菌素材として最高レベルであり、洗剤等による洗浄で滅菌状態となる。
- 銀アレルギーの方は使用を控える。

●お問い合わせ

メディカル・エイド株式会社
MEDICAL-AID CO.,LTD.



<http://www.medical-aid.co.jp/>

〒594-1144 大阪府和泉市テクノステージ 3-1-11
Tel: 0725-53-3270 Fax: 0725-53-5337
受付時間：月～金曜日 9:00～17:00（土日祝祭日休み）

E-mail: medicalaid-info@medical-aid.co.jp