

# 新型コロナウイルス感染の仕組みと 銀イオン飛沫による感染防止の可能性

## メディカル・エイド株式会社

### 新型コロナウイルス感染の仕組み

米国疾病対策センター (CDC) ※では新型コロナウイルス感染症は主に飛沫感染によるものとしていますが、空気感染も感染経路の一つとして認めています。※疾病予防や健康増進のための調査・介入を行う米国連邦政府機関

#### ●感染力

「非常に容易に感染する (spreads very easily)」としていますが、インフルエンザより効率的に感染するが、麻疹ほどではないという見解です。

#### ●飛沫の大きさと飛散距離

従来は飛沫を「粒径が5 $\mu$ mを超え、発生源から約2mの辺りに落下する水の粒子」と説明してきましたが、発生源から生じる飛沫のサイズは様々であり、大きなものが必ずしも2メートル以内に落下するわけではなく、また、発生源からの距離に関係なく粒径の小さな飛沫を吸入する場合があります。

通常、粒径が10 $\mu$ mよりも小さな粒子は、呼吸の仕方などによって、気管よりも奥に到達することができ、重症化のリスクが高いと考えられています。

咳、くしゃみ、歌唱、会話、呼吸の飛沫は10~200 $\mu$ mの大きさですが、空中に浮遊すると水が蒸発して10 $\mu$ m以下の粒子となります。乾燥しやすい冬は飛沫が小さくなりやすく、遠くまで飛散しやすくなります。

#### ●接触感染について

環境表面 (医療等の施設内の機器、床や壁、ドアノブやベッドなどの備品etc.) やその他のものに触れた際にウイルスが付着した手で口、鼻、眼に触れて感染することがおこり得ますが、頻度としては低いという見解となっています。

#### ●空気・飛沫感染経路

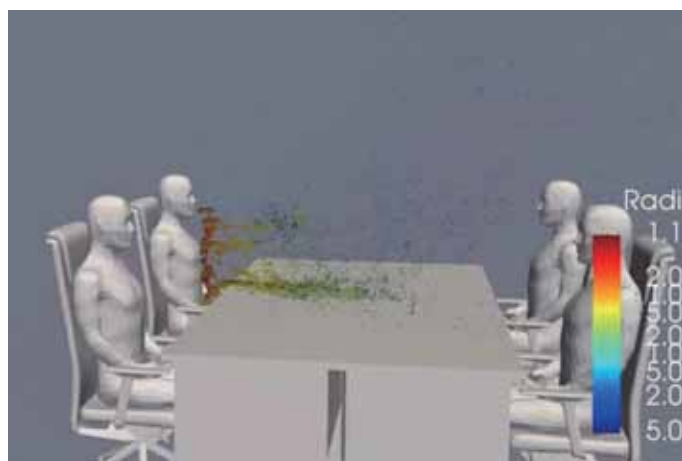
感染者が咳、くしゃみ、歌唱、会話、呼吸をする際に鼻や口から出る飛沫 (ウイルスを含んだ小さな水滴) や粒子を人が吸い込む、あるいは、飛沫が鼻や口の粘膜に付着する経路であるとしています。

空気感染する場合は特定の条件下であり、例えば換気の悪い閉鎖空間で、運動や歌唱により感染者の呼吸が荒くなる場合などに起こるとしています。

#### ●スーパーコンピュータ富岳のデータ

上記の飛沫の大きさや飛散距離はスーパーコンピュータ富岳のデータ解析によりいくつかのパターンで飛んでいくことが分かっています。

#### 引用:スーパーコンピュータ富岳による飛沫飛散画像



### 新型コロナウイルス感染についてのまとめ

- ①感染者は、咳、くしゃみ、歌唱、会話、呼吸をする際にウイルスを含んだ飛沫の発生源となる。飛沫は目に見える大きなものから、小さなものまであるが、小さな飛沫は水分が気流のなかで素早く蒸発して微粒子となる。
- ②感染は主に感染者から近いところで飛沫を吸入したり、飛沫が鼻や口の粘膜に付着したりすることで起こる。
- ③発生源から離れるほど飛沫の濃度は低下し、大きな飛沫は落下し、小さな飛沫は拡散するが、時間の経過とともに飛散しているウイルス量は減少する。
- ④気温と湿度が低い冬場は飛沫が小さくなりやすく、長時間ウイルスの粒子が存在しやすくなる。換気の悪い閉鎖空間で、運動や歌唱により感染者の呼吸が荒くなる場合などは空気感染の可能性が高まる。

# 銀イオン(Ag<sup>+</sup>)マスク除菌シートによる感染防止の可能性について

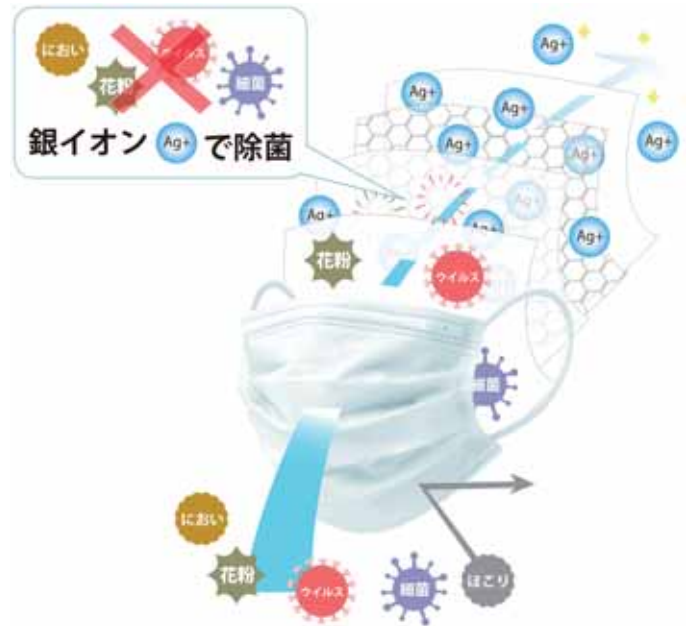
弊社が開発してAg<sup>+</sup>マスク除菌シートは純銀フィルターと不織布シートをマスク内に挿入し、咳、くしゃみ、歌唱、会話、呼吸から発生する飛沫を銀イオン飛沫化し、銀イオン飛沫によってマスク内外、鼻腔・口腔内を空間除菌する製品です。※現在はマスク用除菌・消臭シート(衛生用品)として販売されております。

## ●銀イオンのウイルス不活性化の原理

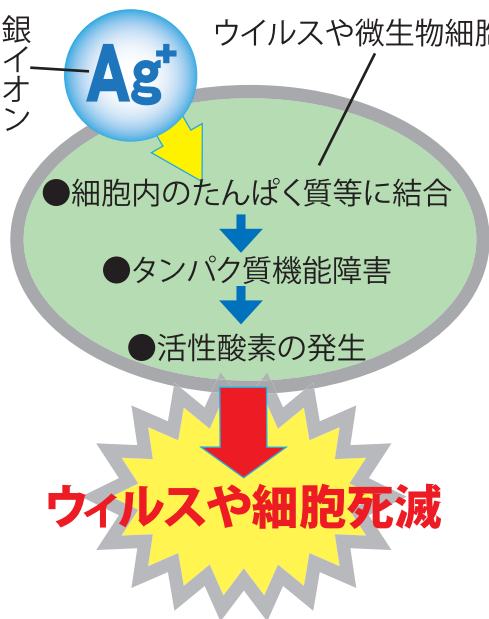
水中で酸素と乖離(かいり)して生じる銀イオンは不安定な状況(プラスに帯電Ag<sup>+</sup>)にある為、ウイルスや微生物(細菌・真菌・藻類等)細胞内の酸素(マイナスに帯電)と結びつこうとして、ウイルスや細胞内に取り込まれて抗菌性を発揮します。

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。(図1参照)

以上のことから銀イオンは極微量で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。



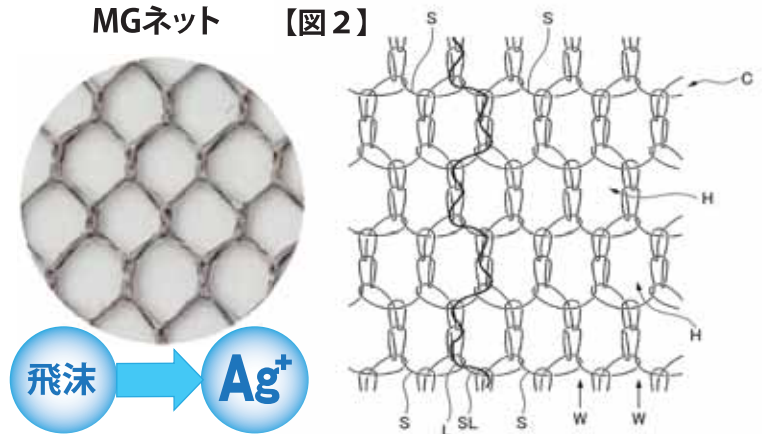
【図1】 銀イオン Ag<sup>+</sup> ウイルスや微生物細胞



## ●純銀フィルター(MGネット)の特性

約1mmの六角形状の純銀フィルター(MGネット)は単純な六角形状ではなく、ループの集合体(図2参照)であり銀の表面積が生地面積の約2倍の大きさがあり、飛沫の銀イオン濃度を効率よく高めることができる。抗菌活性値が非常に高く(P6参照)、洗剤等による洗浄で滅菌されるので繰り返し使用できます。

MGネット 【図2】



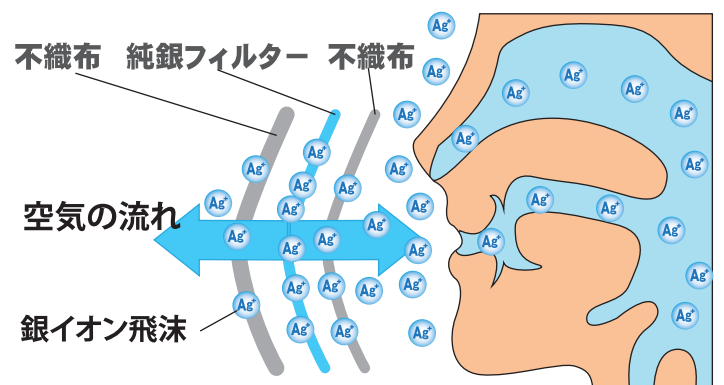
## ●飛沫を短時間で銀イオン化する

銀イオン溶出試験1・2(P4、P5参照)により銀イオンの溶出量は銀の表面積に比例することが分かります。MGネットは銀の表面積が大きく、呼吸等の飛沫(10~200μmの水滴)と接触すると飛沫を短時間(1分以内)で濃度100ppb以上の銀イオン飛沫(10~200μmの水滴)に変化させます。

## ●銀イオン飛沫が拡散する

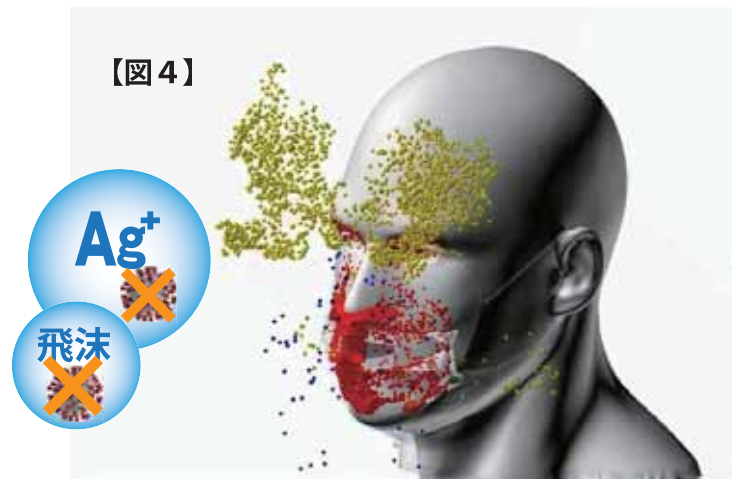
不織布やMGネットに付着している銀イオン飛沫は咳、くしゃみ、歌唱、会話、呼吸の空気の流れによってマスク内で拡散し、マスク内外、鼻腔・口腔内に飛散していきます。(図3参照)

【図3】



## ●銀イオン飛沫とウイルス飛沫の融合とウイルスの不活性化

- ①呼気等の飛沫がマスク内の銀イオンシートに絶えず供給されるので、銀イオン飛沫が常時発生し、マスク内外に飛散、拡散される。(図4-理化学研究所イラスト引用)
- ②銀イオン飛沫(10~200 $\mu\text{m}$ の水滴)とウイルス飛沫や微粒子(0.1~100 $\mu\text{m}$ の水滴)は水滴の表面張力により引き寄せられ融合する。
- ③銀イオン飛沫に取り込まれたウイルス飛沫や微粒子は銀イオンによって不活性化する。



## Ag+マスク除菌シート使用アンケート調査結果と考察

令和2年1月から11月までに3万個販売しているが、そのうち2000人を対象にアンケート調査を実施し、回答を197名頂き、以下のような結果となっています。詳細は別紙「Ag+マスク除菌シートアンケート調査」を参照願います。

### ●使用者アンケートデータ

		年代(未回答23名 12%)	性別
① 新型コロナウイルス感染	0件/197件	20代以下 28名 14%	男性 100名 51%
② インフルエンザ感染	0件/197件	30代 15名 8%	女性 197名 49%
③ 一般的な風邪の感染	2件/197件	40代 37名 19%	
④ のどの炎症や咳の症状	12件/197件	50代 49名 25%	
⑤ 花粉症の改善とやや改善	53件/53件	60代 32名 16%	
⑥ アレルギー性喘息の改善	8件/8件	70代以上 13名 7%	

### ●花粉症の改善と感染予防効果の関係性

花粉は微生物ではありませんが細胞です。上記のアンケート結果から花粉症(くしゃみ、鼻水、目のかゆみ、咳など)の改善が見られたということは銀イオン飛沫に花粉細胞が取り込まれて細胞が破壊され、花粉症が抑えられたということになります。ウイルスの不活性化は花粉細胞の不活性化と同様の仕組みで、花粉症の改善効果とウイルスの感染予防効果は相関関係があると言えます。

## 医療機器承認に向けてのAg+マスク除菌シートの課題

Ag+マスク除菌シートはマスク除菌・消臭用の衛生商品として販売されております。マスクを除菌・消臭する製品であって新型コロナなどの感染症を予防する製品ではありません。医療機器として感染症予防商品となるには以下のような課題があります。

- ① 実際の使用状況(銀イオン飛沫の量や銀イオン濃度)によるウイルス不活性化の割合を数値化する。
- ② 使用環境の違いによる銀イオンシートの使用期限を明確化する。
- ③ 医療機関と治験臨床を実施し、臨床的な効果や安全性を確認する。

## Ag+マスク除菌シートの感染防止の可能性に関するまとめ

- 本品は使用者の花粉症やアレルギー性喘息の症状を抑えており、これらの症状抑制に効果が期待できる。
- ワクチンは特定の感染症に有効であるが、本品はすべての空気・飛沫感染症を予防する効果が期待できる。
- 感染者が使用すると、症状の改善や回復が早まる可能性が期待できる。
- 治験・臨床して効果が確認できれば、未知の感染症に対して、即座に対応できる可能性がある。
- 本品は量産技術が確立されており、低コストで、短期間での大量の供給が可能である

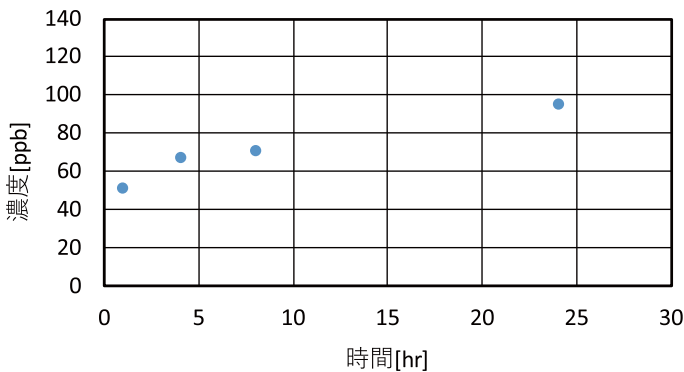


# 純銀メッシュ素材「MG ネット」銀イオン溶出試験 1

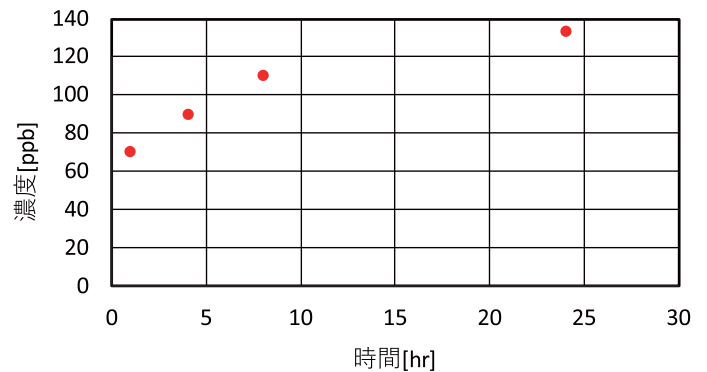
純銀メッシュ「MG ネット」0.1gを 1リットルの超純水と次亜塩素酸ナトリウム液(水道水を模擬した溶液)に投入した際の銀イオン濃度がどのように変化するかを令和 2 年 4 月 1 0 日に以下の通り試験を実施しました。

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 7 0 %、純銀 3 0 % (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、2 4 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63cm<sup>2</sup>)
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。

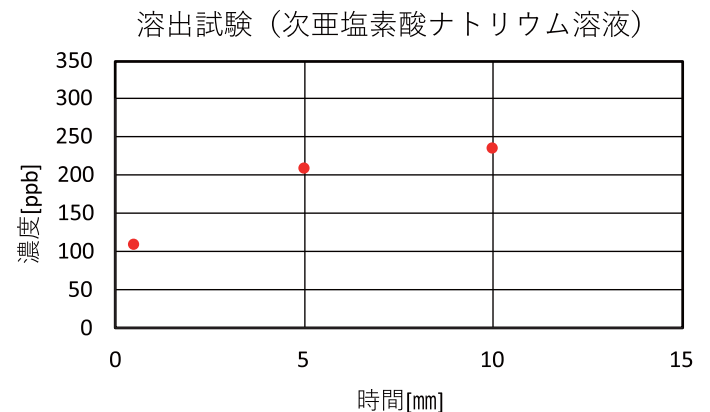
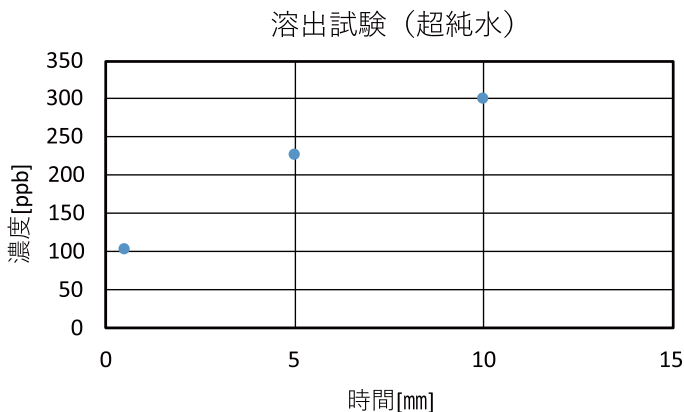
次亜塩素酸ナトリウム (水道水) を使用した場合は、銀と次亜塩素酸ナトリウムが結びついて塩化銀となるので、銀が消費され、銀イオン溶出総量は減少するので、MG ネットの使用効果期限は短くなる。

**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3125cm<sup>2</sup>)
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、短時間で呼気的水分(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「MGネット」抗菌性能と経年劣化試験

「MG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。MG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(MG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  
MRSA・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MG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	
MG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	
MG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) MRSA

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	
MG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	
MG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	
MG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: SEK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おり、MG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>

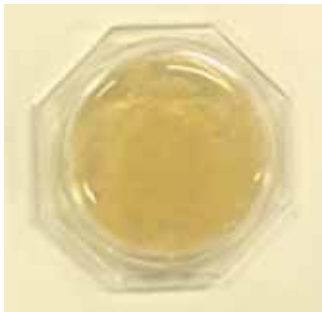
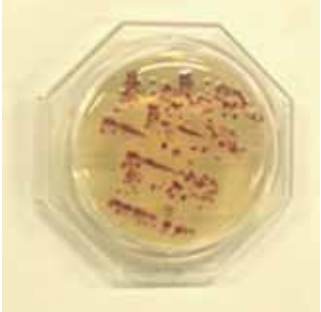
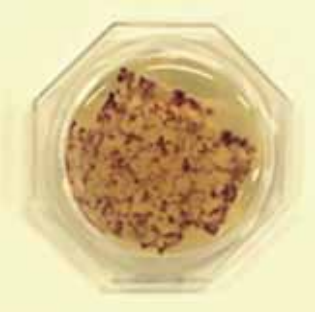


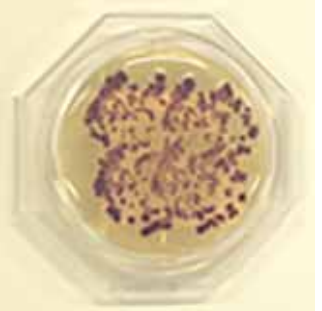

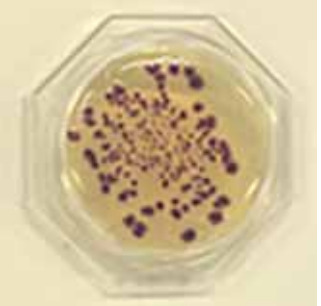
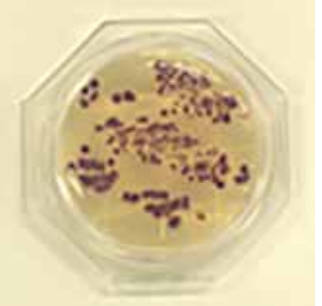
シート	MGネット	お弁当衛生シート	なし
温度	25°Cに設定した部屋に放置		
期間	摂取直後(なしのみ)、6時間後、24時間後		
形態	ラップで包んだ後タッパー		

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。

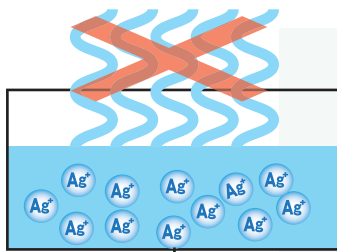
	24時間後		
	MGネット菌量+	衛生シート菌量++++	なし菌量+++++
卵焼き			
ウィンナー			
から揚げ			

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

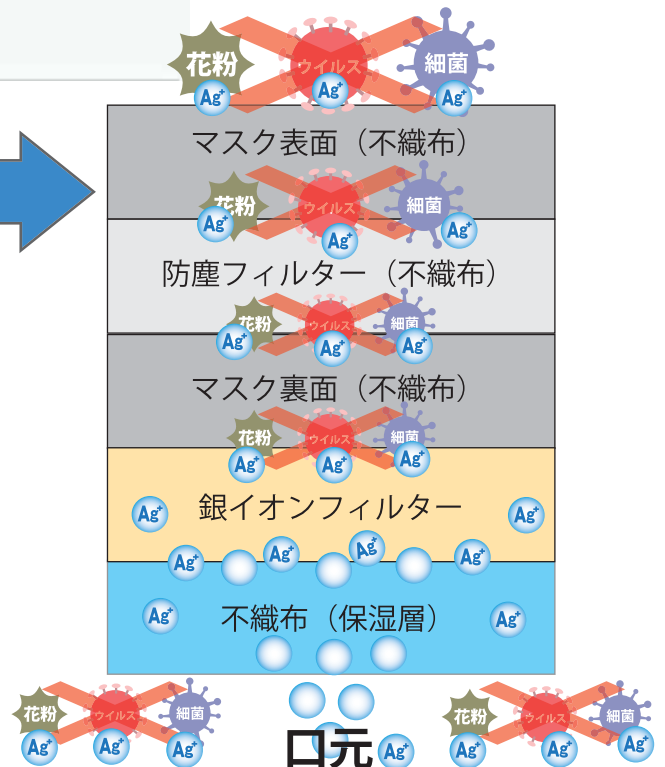
水蒸気は水が気化したもので気体です。銀イオンを含んだ水が蒸発して水蒸気となっても、その水蒸気には銀イオンは含まれません。なぜなら水が気化しただけで銀イオンが気化したわけではないからです。

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、呼気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

- 呼気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。



## MG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.



〒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)

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

E-mail: [medicalaid-info@medical-aid.co.jp](mailto:medicalaid-info@medical-aid.co.jp)