

漆喰による医療用マスク接触感染防止技術

1. 医療用マスクの接触感染リスクと解決目標 ～2頁
(Withコロナ時代の問題認識)
2. 開発マスクの基本構成 ～3頁
3. 実用化されている抗ウイルス剤（公知技術）～4頁
4. 呼吸によって漆喰のアルカリが活性化（新技術1）～5、6頁
5. 8時間アルカリ活性を持続する技術（新技術2=MAP技術）～7頁

2021.03.30
M企画 藤本

1. 医療用マスク(N95)の接触感染リスクと解決目標

米国疾病管理予防センター(CDC)/米国立労働安全衛生研究所(NIOSH)公開

医療環境における N95 マスクの延長使用および
限定的再使用に関する推奨ガイダンス(和訳抜粋)

2020.3

※マスク使用時間

N95 マスクは 8 時間の連続使用または断続的な使用に対して設計仕様内で機能できる。

※マスク表面への接触感染リスク

最も重要なリスクは、汚染された N95 マスクの表面への接触から生じる接触伝播である。ある研究では、看護師は長時間の使用中に、顔、眼、または N95 マスクへのシフトごとに平均 25 回の接触があったことが判明した。

接触伝播は、他者との直接接触、および次に触れる表面の汚染と接触による間接的な接触によって発生する。N95 マスク表面の呼吸器病原体は、着用者の手に触れることで伝染する可能性がある。したがって、続いて顔の粘膜に触れることで感染を引き起こすリスクがある(つまり、自己接種)いくつかの N95 マスクに付着した病原体(22-24)が長期間にわたって N95 マスクの表面に感染し続けることが示されていますが、微生物の伝播(25-27)および再エアロゾル化の研究(28-32)では咳またはくしゃみをシミュレートした後または処理した後の N95 マスクには~99.8%以上が閉じ込められたままになる。



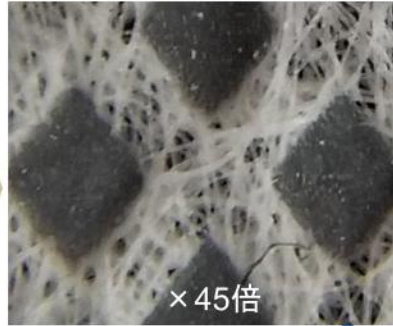
再飛散は殆ど無いことから、マスク外側の不織布へ装着後8時間有効な殺ウイルス処理が出来れば、マスクを介した接触感染リスクは抑えられる。

2. 開発マスクの基本構成

処理前



漆喰担持処理後



外側不織布へ生産ラインで漆喰担持処理を施す。繊維に漆喰が付着した状態。通気性は確保。

Fig.1

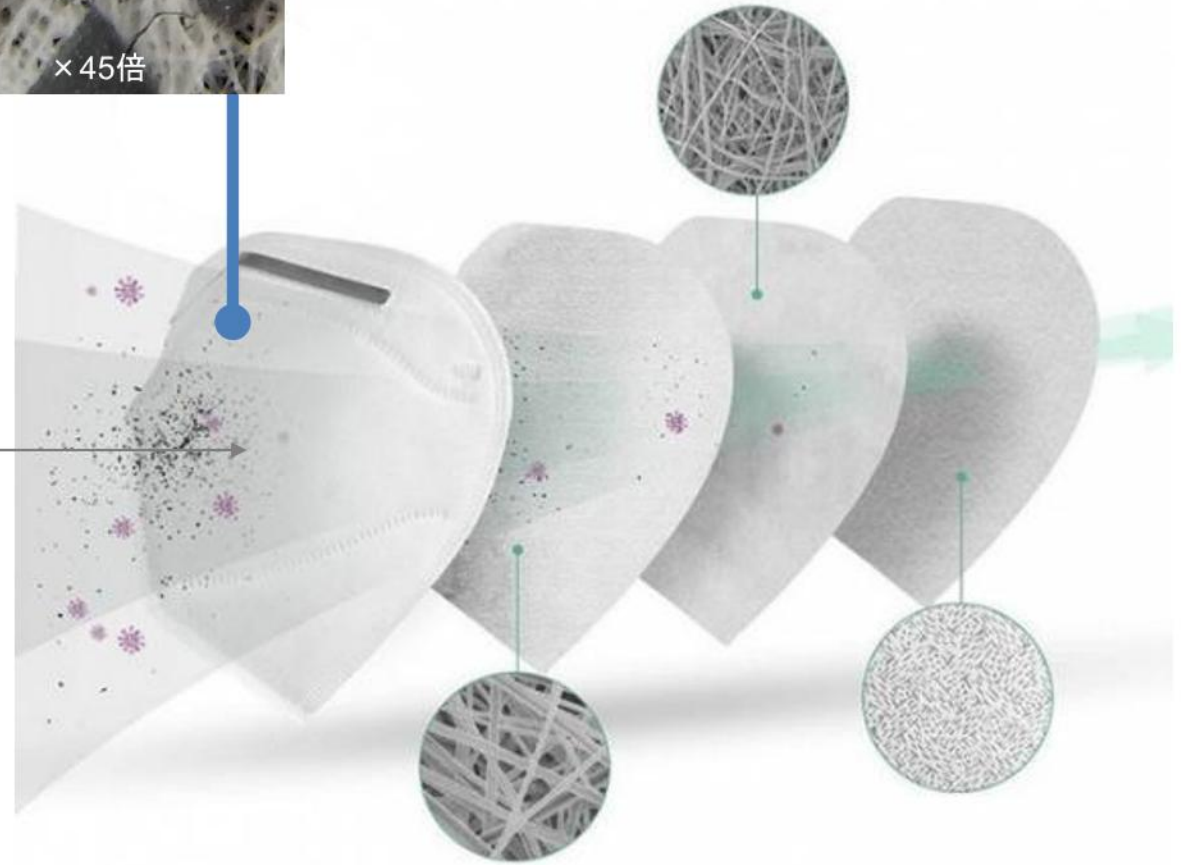
レッドゾーンでは、滞在時間と共に呼吸に伴いマスク外側表面にはウイルスがろ過され蓄積する。

新技術1 本構成によって、人が触れる外側不織布の漆喰には呼気の水分の一部が吸着され、アルカリ活性(抗ウイルス性)が高まる技術。

新技術2 漆喰の微細構造の最適化によってマスク装着8時間、不活性化させる技術。(=MAP技術)

※2020年、漆喰は接触感染防止シートとして実用化されたが、マスク外側の接触感染防止を目的とした製品例は国内外含めて存在しない。

※新技術1, 2は2021年3月出願済。



3. 実用化されている抗ウイルス剤(公知技術)

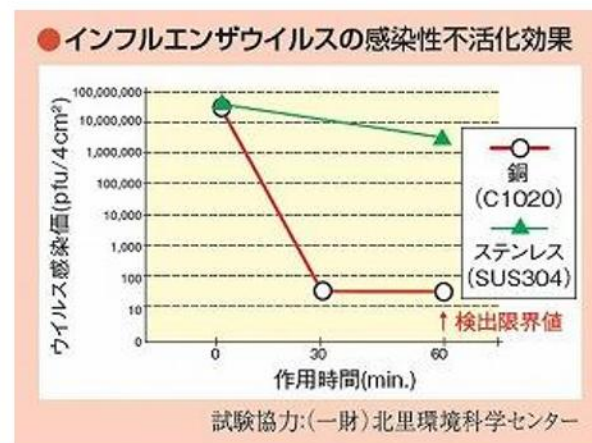
Fig.2

漆喰は、 CaCO_3 と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ とを含有し、後者が水に溶出してアルカリ性を示す。

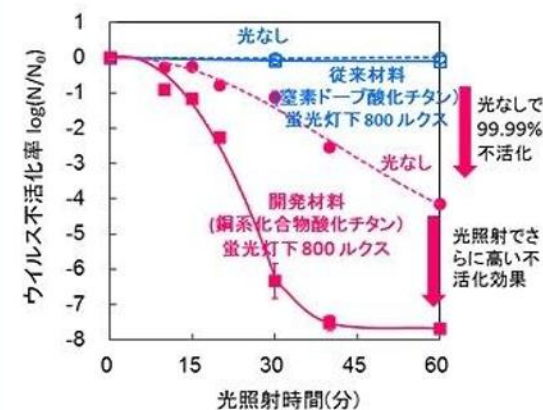
漆喰の抗ウイルス性

漆喰の細孔に水分が含まれたときに、左図の如く水酸基イオンが溶出し、アルカリ性となってウイルスや細菌を短時間で不活性化させる性質を持つ。銅や光触媒と比較しても優れた抗ウイルス性が期待できる。

消石灰の飽和イオン水はpH12.4。



財団法人 日本銅センター



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(光触媒)
(インフルエンザウイルス)

4. 呼吸によって漆喰のアルカリが活性化(新技術1)

Fig.3

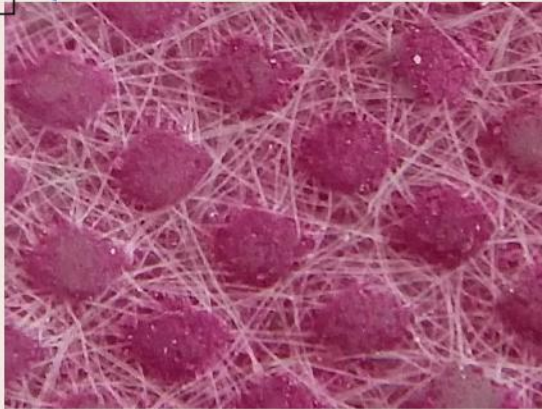
非融着部の彩度が上昇した。

A.息を吐いた時

B.息を吸ったとき

測定方法

×30倍
(撮影)



漆喰を担持させた不織布にフェノールフタレイン1.0%エタノール溶液をスプレー塗布・乾燥させ、医療用マスク外側へ設置した状態で人体へ装着し、夫々5秒間、息を吸って吐いた後、a, b値(分光測色計)及び質量(精密電子天秤)を測定した。

尚、a, b値にあつてはマスク装着状態で下図測定ポイント毎で測定し、一方質量はA, B点2ポイントをマスクを外して直ちに測定した。

・被検者 男性 175cm,70kg
・試験環境 20°C,50%RH

彩度

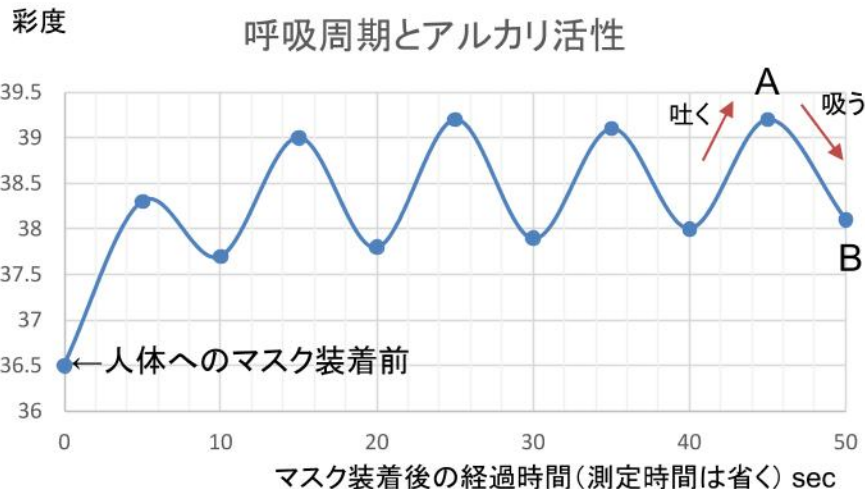
39.2

38.1

質量変化

+0.02mg/cm²

基点±0



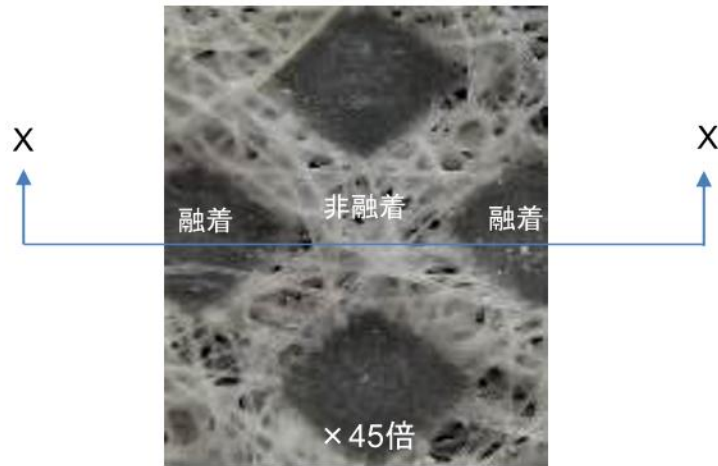
■ マスク装着状態では、呼吸周期毎に不織布非融着部位へ吐く息からの水分が侵入して彩度が約1.0上昇し、一方息を吸うと水分が乾燥して同程度彩度が降下することが分かった。

■ アルカリ活性UP ⇒ 息を吐いたタイミングを中心に、非融着部位はアルカリが活性化され、効果的な抗ウイルス性を生むと考えられる。(検証を要す)

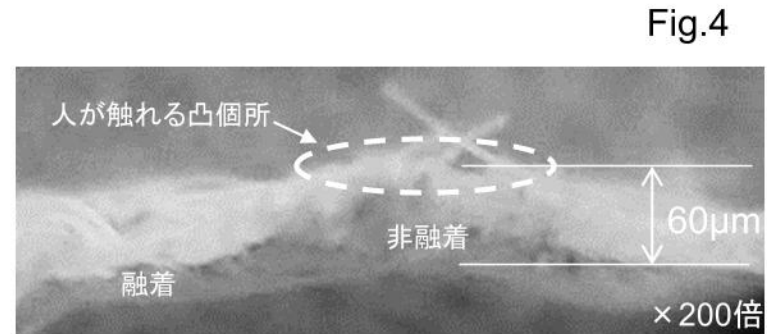
■ 漆喰の炭酸化進行 ⇒ 一方、呼吸周期の繰り返しは漆喰の炭酸化進行の恐れがあり、8時間持続させる新技術2を要す。

■ 以上の結果を元に、漆喰を担持させた不織布を漆喰表層へ設置したマスクの抗ウイルスメカニズムを6頁に記す。

呼吸によってアルカリが活性化されるメカニズム(新技術1の仮説)

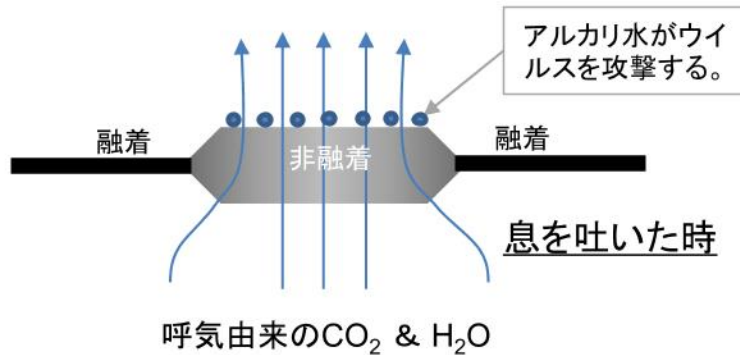


サーマルボンド不織布への漆喰担持



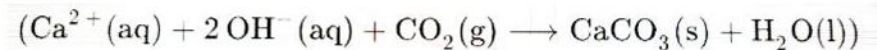
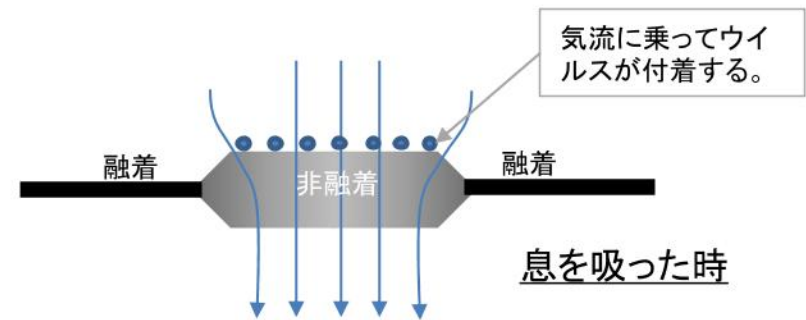
X-X切断面

※サーマルボンド不織布の場合、漆喰処理は、ウイルスが付着する個所、肌が触れる個所、アルカリが活性化される個所の3者が一致する。



■息を吐いた時、呼気中のCO₂と水分がマスクの内面から外面側へ透過する。

■この水分の一部が漆喰に付着することでアルカリ活性が増すため、マスクの外側、即ち、人の手等が接触する側に蓄積するウイルスを攻撃し不活性化させる。 ←仮説の検証を要す



■息を吸った時、気流に乗ってウイルスがマスク外面に付着する。

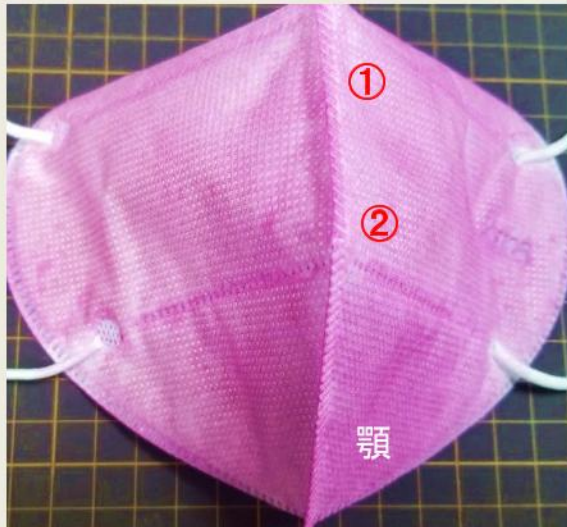
■同時に、漆喰中に存在する水分が外気流入によって蒸発するため、水分に溶解している呼吸由来のCO₂濃度が上昇して上記化学式によって炭酸化が進行する。

←7頁記載・新技術2

5. 8時間アルカリ活性を持続する技術(新技術2=MAP技術)

Fig.5

C. 漆喰の微細構造最適化(8時間後)



D. 一般的な漆喰(8時間後)



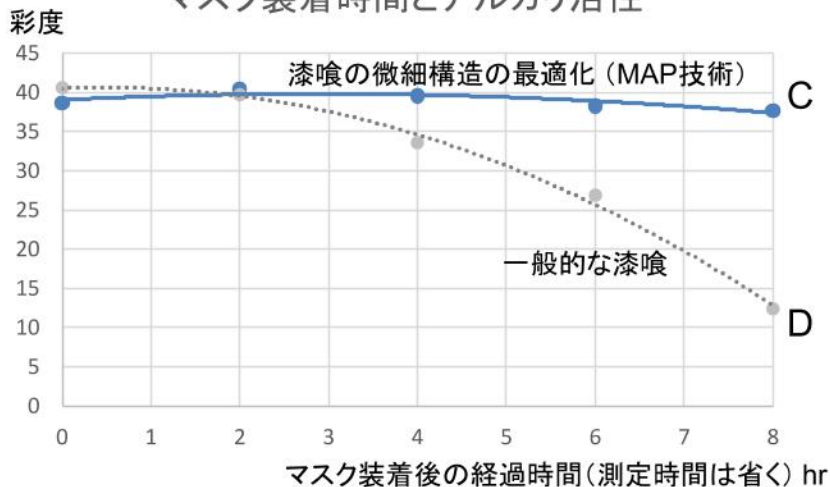
測定方法応用

外側不織布に漆喰を担持させた医療用マスクの表面にフェノールフタリン1.0%エタノール溶液を均一にスプレー塗布・乾燥させた後、人体に装着し、下図の測定ポイントで、①、②の箇所をa, b値(分光測色計)を測定した。

彩度はa, b値より算出し、各ポイントとも①②の平均値とした。

(フェノールフタリンはアルカリ指示薬。赤みが強い程、アルカリ性が強い)

マスク装着時間とアルカリ活性



■ 漆喰の微細構造の最適化(=MAP技術)によって、炭酸化進行が阻害され、マスク装着8時間経過後も初期のアルカリ活性が維持できた。これによりマスク使用中は、表面でのウイルス蓄積防止に繋がると期待される。

■ 一方、一般的な漆喰は呼気由来のCO₂によって炭酸化が進行し、2時間以降は急速にアルカリ活性が減退した。Dの白化エリアが呼吸に伴う気流が多い箇所、ウイルスも蓄積されるハイリスクな箇所と考えられる。

■ MAP技術は、出願した特許のコア技術で、秘密情報とする。
(MAP=Maintaining Alkaline Performance)

漆喰の原料と加工



CaCO₃
石灰石



主に珊瑚の化石



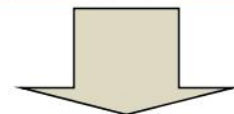
CaO
生石灰



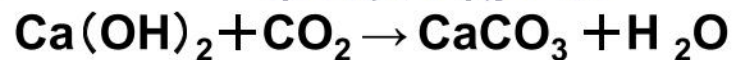
Ca(OH)₂
消石灰



水と練る前の粉体



消石灰+糊+水



漆喰は、石灰石を900～1000℃で焼成して生石灰をつくり、水と反応させて粉体の“消石灰”としたものに、古来は、水、海草糊、スサなどと練り合わせて塗りつけ、空気中のCO₂と反応硬化させて使用してきました。

日本でも平安時代以降の歴史があり、住宅の内装・外装を中心に広く使われてきました。