

# ナノファイバー製マスクは複数回の消毒を行っても フィルター性能が低下しないことを発見

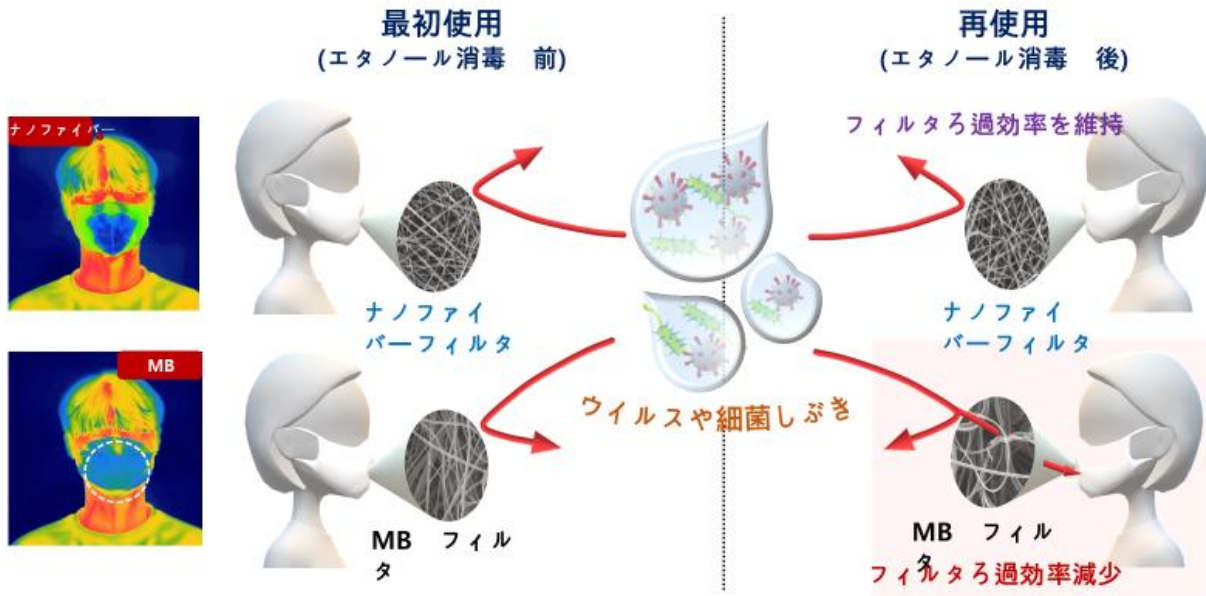
## - 自宅で消毒・再利用が可能なナノファイバーマスク -

コロナウイルス感染症が世界的に流行していることから、衛生マスクの供給の問題が大きく注目されている。マスクは飛沫を介して空気中に伝播されるウイルスや細菌から呼吸器を一次的に保護するために不可欠な個人衛生品である。

現在入手が困難である N95 レベルのマスクを適切な方法で洗浄・消毒して再利用しつつ、微粒子の捕集率や通気性といったパフォーマンスの低下を最小限に抑えることは、特に感染症の伝播抑制・個人の感染予防を行う上で非常に重要である。信州大学ではこれまでに、非常に極細の繊維からなる「ナノファイバー不織布」の製造方法やアプリケーションについて研究を重ねており、通気性が良く微粒子の捕集率も高いナノファイバー製マスク等が商品化されるなどの成果を上げてきた。

今回、信州大学国際ファイバー工学研究拠点の金翼水（キム イクス）教授の研究チーム（Sana Ullah 博士課程学生、Azeem Ullah 博士課程学生）と、韓国の POSTECH（浦項工科大学）化学工学学科 Cha Hyung Joon 教授（信州大学国際ファイバー工学研究拠点の特別招聘教授）の研究チーム（イ・ジェユン博士課程学生、チョン・ヨンス博士課程学生）の日韓共同研究チームは、メルトブロー不織布からなる市販の N95 マスクフィルターと、ナノファイバー不織布からなる N95 マスクのフィルターを洗浄・消毒して再使用した場合、ろ過効率や着用者の快適性、マスクのフィルター形状がどのように変化するかを分析した。また、消毒方法としては、マスクフィルターに 75%エタノールを直接スプレーして自然乾燥する方法と、75%エタノールに 24 時間浸して自然乾燥する方法とを比較した。

次ページの図に示したとおり、未使用時のメルトブローフィルター、およびナノファイバーフィルターのろ過効率（filtration efficiency）は 95%以上であり、いずれも着用者の呼吸器を効果的に保護できていることが示された。また、エタノールを 3 回以上噴霧するか、エタノール溶液に 5 分以上浸して消毒することにより、フィルター内部も効果的に消毒できることが明らかとなった。しかし、エタノール消毒を行ってマスクを再使用した場合、メルトブローフィルターのろ過効率は 64%まで低下した。一方、ナノファイバーフィルターは、10 回以上再使用してもフィルター性能が低下しなかった。



### ＜図＞エタノール消毒後のマスクフィルター性能の比較

ナノファイバーフィルターは洗浄後も効率と通気性を有するが、メルトブローフィルターはエタノール消毒によりメッシュ構造が変化し、性能が低下していることが分かる。

マスクフィルターは、マスクの素材である不織布がもつ静電気による吸着と、フィルターのメッシュによる物理的なる過によって微粒子を捕集していると考えられている。消毒によってメルトブローフィルターの性能が低下したのは、マスクの静電気が失われたためと考えられる。一方、ナノファイバーフィルターは、極細の繊維からなる非常に細かいメッシュ構造による物理的なる過機構を有しているため、静電気的作用を必要としない。このため、消毒によってナノファイバーフィルターから静電気が失われても、フィルター性能が低下しないのであろう。

さらに、ナノファイバーフィルターは、メルトブローフィルターに比べて熱放出、二酸化炭素の排出能力が高く、優れた呼吸利便性を示した。また、人間の皮膚細胞と血管細胞を活用した安全性実験を行った場合にも、ナノファイバーフィルターはメルトブローフィルターに比べて細胞毒性 (cytotoxicity) が低いことを確認した。

以上により、両マスクフィルターは、初回使用時には似たような濾過性能を有するが、消毒して再使用する場合はナノファイバーフィルターの方が性能低下を防げることが明らかとなった。言い換えれば、ナノファイバーフィルターの場合は家庭でも簡単にエタノール消毒を行い、複数回の再使用が可能であるといえる。

研究を共同で主宰した Cha Hyung Joon 教授は「この研究は、最近問題となっているナノファイバーマスクの生物学的安全性と洗浄後の濾過効率の維持などを実験的に検証した実験である」と研究の意義を話しており、金翼水教授は「第2波、3波のコロナウイルス感染症に備え、ナノファイバーマスクが感染予防の手段として役立ってほしい」と大きな期待感を明らかにした。

今回の研究結果は、米国化学会が発行する国際学術誌「ACS Applied Nano Materials）」に、カバー論文としてオンライン掲載された。

## ●掲載論文情報

### <論文タイトル>

Reusability Comparison of Melt-Blown vs. Nanofiber Face Mask Filters for Use in the Coronavirus Pandemic. (コロナウィルスパンデミックに使用するメルトブローンとナノファイバーフェイスマスクの再使用性能の比較)

### <著者>

Sana Ullah, Azeem Ullah, Jaeyun Lee, Yeonsu Jeong, Motahira Hashmi, Chunhong Zhu, Kye Il Joo, Hyung Joon Cha, and **Ick-Soo Kim**

### <論文URL>

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsanm.0c01562>

## ●本件に関する連絡先

所属：信州大学繊維学部機械・ロボット学科 国際ファイバー工学研究拠点 教授 金 翼水(キム イクス)

住所：長野県上田市常田3-15-1

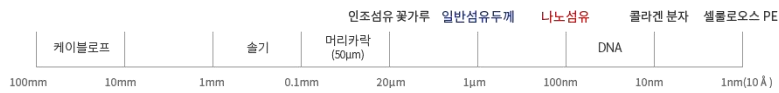
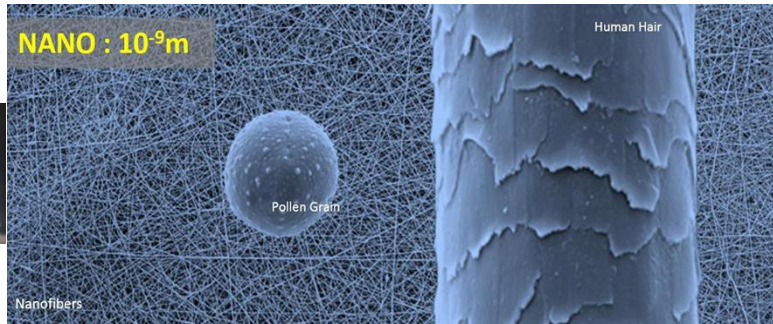
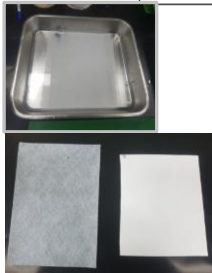
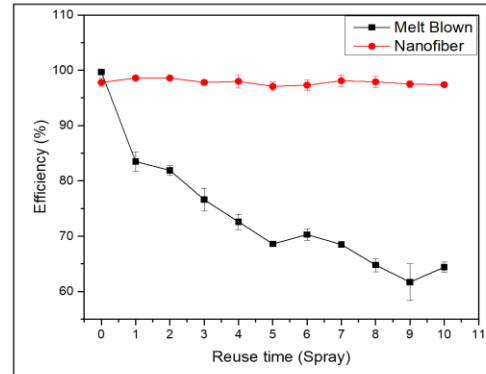
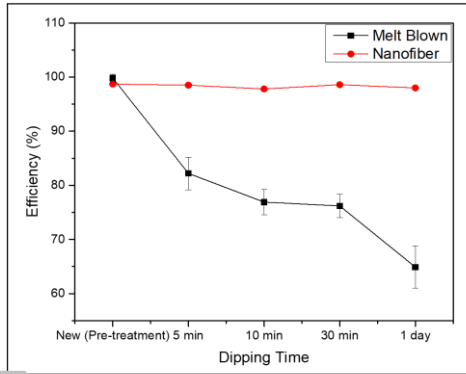
電話：0268-21-5439

Meil：kim@shinshu-u.ac.jp

添付

関連するデータおよびチーム写真

### Plot of performance efficiency and time of dipping treatment (in 75% ethanol)



**NANO FIBER SIZE**

### <연구팀 사진>



金翼水 教授  
(日本、信州大学)



Cha Hyung Joon 教授  
(POSTECH)