

2020年2月21日掲載  
2020年3月26日一部修正

## 新型コロナウイルスや花粉症でのマスク装着に関する日本エアロゾル学会の見解

### (要点)

- 「繊維の隙間より小さい粒子はマスクのフィルターを通過する」は間違い
- 大事なことはマスクのフィルター性能より、マスクの縁と顔表面との隙間からの漏れ（侵入）を少しでもなくすこと

マスクは風邪にかかった人だけでなく、花粉症の人にとっても欠かせないものです。このマスク装着に関して、マスメディアでの報道や web 上での記事などに誤った情報がしばしば見られます。そのうち代表的なものとしては

「ウイルスや花粉のアレルゲン（花粉中のアレルギー物質）は小さいので、マスク繊維の隙間を通り抜ける（すり抜ける・通過する・透過する）ため、ウイルス専用のマスク（または N95 マスク）を使わなければ意味がない」

があります。このような言説は、北京で出現した高濃度の PM2.5 に関する報道（2013 年の 1 月～5 月）の際にもよくみられた（上記で「ウイルス」や「アレルゲン」が「PM2.5」に置き換わっていた）のですが、以下に説明するように、二重の意味で科学的に誤っています。ここでいうマスクとは、ドラッグストアなどで一般的に購入できる医療マスクやサージカルマスクを指し、これらマスクについて説明していきます。

### 1. マスクにおける粒子の捕集

仮にウイルスや花粉のアレルゲンが空気中で直径が約 0.1  $\mu\text{m}$  の球形<sup>1)</sup> ( $\mu\text{m}$  = 100 万分の 1 メートル) を保っていたとすれば、スギ花粉の代表的な直径 30  $\mu\text{m}$  の約 300 分の 1 と小さなサイズであることは確かです。しかし、空気清浄機などの空気中の粒子を濾過するフィルター（マスクのフィルターもその一つ）が粒子を捕集する仕組みは、繊維の「ふるい」で網目より大きな粒子を引っかけて通過させないこととは根本的に異なります。たとえば、直径が 0.1  $\mu\text{m}$  の球形粒子にとっては、マスクのフィルターは（それが N95 マスクのものであっても）スカスカの空隙だらけで、フィルターを構成する繊維が配置された間隔は粒子の直径よりもはるかに大きいものとなります。では、どのように空気中の粒

子がフィルターに捕集されるかですが、その仕組みは「①慣性衝突、②さえぎり、③ブラウン拡散」の3つによるもので、細長い繊維の表面に粒子を付着させて捕集しています（図参照）。このうち、ブラウン拡散は粒子のサイズが小さくなるにつれて優勢に働くようになります。そのせいで、おおまかに言うと、0.1  $\mu\text{m}$  程度ないしそれより小さい粒子では、**多くの方の想像とは逆に、粒子が小さくなるほどフィルターに捕集されやすくなります**。また、一部のマスクに用いられているフィルターでは、静電気力により粒子を繊維に引きつけ付着させ易くする工夫がなされており、小さな粒子の捕集能力を高めています。多くの場合、通常のマスクのフィルターであれば、**小さい粒子を高い効率**（明星が調査した Mask-1 の例<sup>2)</sup>では、直径 0.025~0.21  $\mu\text{m}$  の範囲で 97%以上の捕集効率）で捕集します。このように「**ウイルスやアレルゲンは小さいので、マスク繊維の隙間を通り抜ける**」という説明は**根本的に間違っています**。

## 2. ウイルス専用マスクとは

以上のように浮遊しているエアロゾル粒子の挙動は、生物・非生物に関係なく物理的に規定されます。**直径 30  $\mu\text{m}$  のスギ花粉でも、直径 10  $\mu\text{m}$  の飛沫でも、直径 0.1  $\mu\text{m}$  のウイルスでも、それらが空気中に微小な液体または固体の粒子として、ある程度安定に存在している系（状態）は、すべてエアロゾルと言えます**。さて、N95 マスクや日本の規格である使い捨て式防じんマスク（DS2 など）では、塩化ナトリウム粒子で試験をしています。しかし、生物粒子であるため捕集除去できるだけでは心配な人も多いと思います。そのため実際に黄色ブドウ球菌のエアロゾル粒子による捕集性能（BFE）や、バクテリオファージ（大腸菌に寄生するウイルス）のエアロゾル粒子による捕集性能（VFE）を測定する機関が我が国や米国にあります。試験では生物粒子の液をスプレーすることでミスト（エアロゾル）化し、得られたミストを試験体に通すことで、試験体前後の生物粒子の個数（コロニー数など）を測定し捕集効率を算出します。これらは規格として、ASTMF2101<sup>3)</sup>にまとめられています。ウイルス専用マスクとは、これらの試験を経たマスクを指しているものと思われませんが、試験に用いられるミストの粒子径は 1  $\mu\text{m}$  以上と大きく、0.1  $\mu\text{m}$  程度以下の**小さな粒子を対象としたものではないことを認識しておく必要**があります。

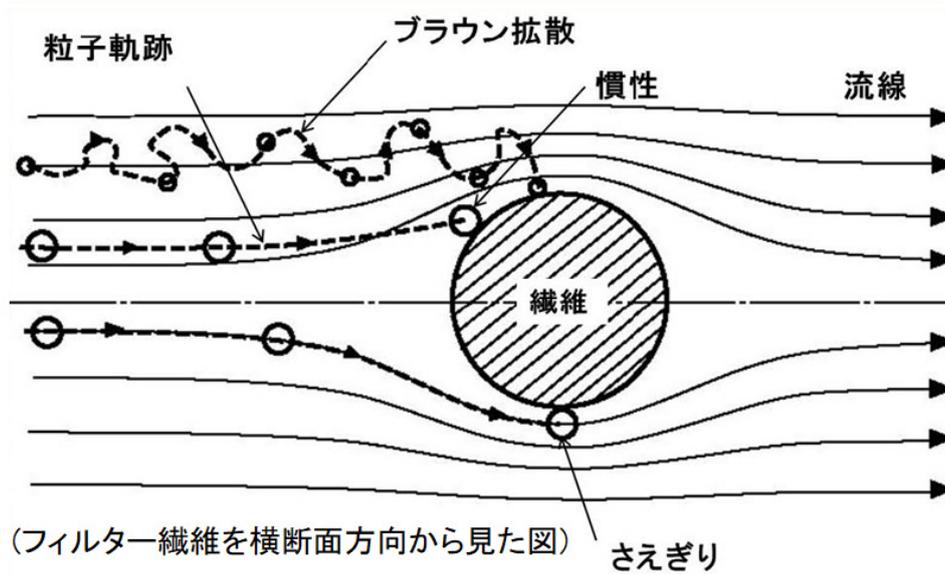
## 3. マスク装着で注意すること

0.1  $\mu\text{m}$  程度以下の小さな粒子を防ぐ目的で、N95 マスクあるいは DS2 区分などのマスクを装着したとしても、粒子を吸い込む割合はマスクの縁と顔表面と

の隙間の有無、またその隙間の程度、つまりそこからの**空気の漏れ（侵入）**によって決まり、マスクを構成するフィルターの捕集性能は二の次となります。粒子を含む空気はわざわざ通気抵抗のあるマスクの繊維を通過するより、顔との隙間から流れる方が容易だからです。N95 や DS2 区分などのマスクの方が形はしっかりしているため、確かに顔との隙間の漏れを止めることは容易ですが、**ドラッグストアで一般的に購入できるメディカルマスクやサージカルマスクであっても、鼻や顎の周りからの空気の漏れを極力防ぐように装着することで、様々な大きさの粒子に対して、一定の効果が見込めるようになります<sup>2)</sup>。**

#### 4. 最後に

これまでのマスクに関する見解は、性能表示のある N95 マスクないしはドラッグストアで購入できるメディカルマスクやサージカルマスクを指したものであり、**すべてのマスクを対象としたものではないことを申し添えます**。その一方で、本学会から何かしらのエビデンスを示すものではありませんが、咳やくしゃみに対する咳エチケットの観点からは、袖や上着の内側で覆うのと同様に、布マスクのような性能表示のないマスクでも、飛沫の直接的な飛散を防ぐという意味では必要な行為とされています<sup>4)</sup>。咳やくしゃみ等の症状のある人は、マスクを着用することが推奨されます。



フィルターの繊維で粒子が捕集される仕組み  
日本エアロゾル学会編“みんなが知りたいPM<sub>2.5</sub>の疑問25”  
大谷吉生「室内空気清浄機でPM<sub>2.5</sub>は採れますか？」より

<引用文献>

- 1) 国立感染症研究所 HP 「コロナウイルスとは」 ウイルス学的特徴  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/9303-coronavirus.html>
- 2) 本学会誌「エアロゾル研究」：明星敏彦, PM2.5 とマスク, **28**, 287-291 (2013).
- 3) ASTM F2101-19, Standard Test Method for Evaluating the Bacterial Filtration Efficiency (BFE) of Medical Face Mask Materials, Using a Biological Aerosol of *Staphylococcus aureus*, ASTM International.
- 4) 厚生労働省 HP 「咳エチケット」  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000187997.html>