

日本エアロゾル学会 第39回エアロゾル科学 技術研究討論会  
2022年8月5日 (慶応大学 日吉キャンパス)

# 脱パーティションに向けた 工学的飛沫対策の提案

○松浦 法雄<sup>1)</sup>、秋吉 優史<sup>1) 2)</sup>

1) 大阪公大 工学研究科、2) 大阪公大 国際感染症研究センター

E-Mail: [h\\_matsuura@omu.ac.jp](mailto:h_matsuura@omu.ac.jp)  
<http://anticovid19.starfree.jp/>



# 飛沫とエアロゾル

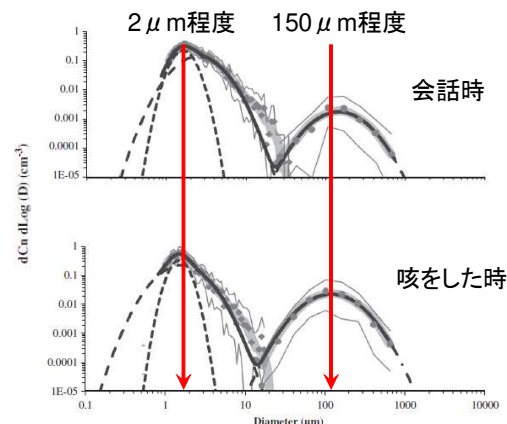
医学的には口腔から放出される $5\mu\text{m}$ 以上の液滴を**飛沫**と呼び、それ以下の物を**エアロゾル**と呼ぶが、 $5\mu\text{m}$ を境に急に物性が変化するわけではなく、落下速度などは連続的に変化する。

しかし、口腔から出る液滴の粒径が示す2つのピーク、 $2\mu\text{m}$ 程度と $150\mu\text{m}$ 程度では明らかに物性は異なり、同一の扱いとすることには無理がある。

様々な報道に於いて**飛沫による感染リスクを軽視**する意見が出ている。マスクやパーティションなどの対策をした上で**残るリスクがエアロゾル**というのは賛同できるが、そういった前提条件無しに軽視することは市民に誤ったメッセージを送ることになる。また、マスクをしていても一定の割合で飛沫は漏出し、吸い込む側は隙間からほぼフリーパスで吸入される。また、飛沫が乾燥して出来る飛沫核がエアロゾルとなる場合や、落下した飛沫が接触感染や飲食物に付いた場合経口感染のリスクとなる可能性も無視できない。

なお、液滴の体積を考えると、100万個のウイルスが口腔から放出されたとしてエアロゾルとして滞空するウイルスは100個程度という見積りが成されている(\*)。

(\*) 野村 俊之, 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染経路に関する微粒子工学的検討, 日本接着学会誌, 57(2021)427-431.



G.R. Jhonson et al., Modality of human expired aerosol size distributions, J. Aerosol Science, 42(2011)839-851.

## ・屋外での飲食 (BBQなど)

## ・屋外のスポーツ観戦

でのクラスターの発生は、マスクをしていない状況ではいかに換気がよくても飛沫感染のリスクが存在することを示唆してる。

気流、マスクの有無、会話のトーンなど、様々な状況で支配的となるリスクは変わり、対策も変える必要がある。

# パーティションの有用性

これまでマスク以外の飛沫対策として一般にはアクリル板などのパーティションの設置が行われおり、内閣官房新型コロナウイルス対策推進室が取りまとめた政府の感染予防対策でも飲食店におけるパーティション設置が強く推奨されている。

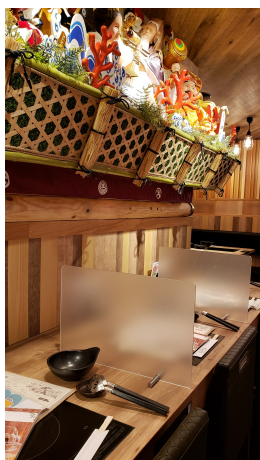
しかしながらその飛沫を防ぐ効果について実験的データは少ない。また換気を行う気流を妨げる要因となることも以前から指摘が成されている。さらに、コミュニケーションが困難になるため設置が困難な場合もあり、パーティションの有用性とその弊害を改めて検討する必要がある。



一般的なパーティションの設置例



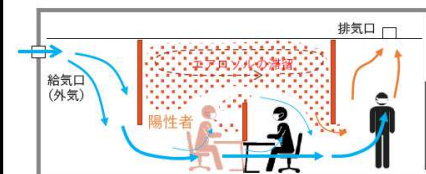
パーティションをあえて設置していない例



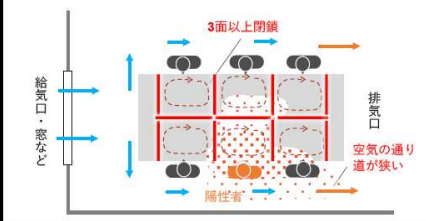
パーティションの設置に意味がない例

## <換気が阻害される例>

- パーティションにより給排気口のないエリアが発生し、エアロゾル濃度が高まる。



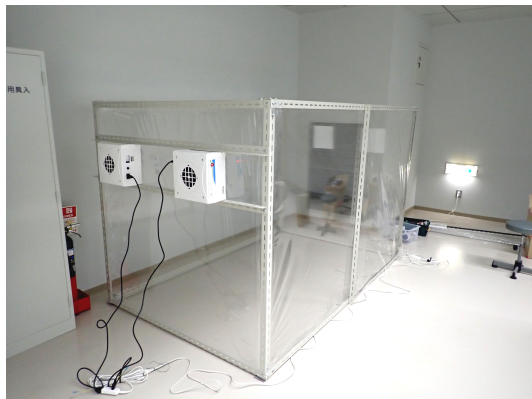
- 人との離隔が狭く、3面以上のパーティションにより囲まれている。壁との間で空気の通り道が狭くなっている。



新型インフルエンザ等対策推進会議 基本的対処方針分科会  
2022/7/14 第28回会議資料より

マスクやパーティションは飛沫拡散防止に効果を発揮しているが、同時に声の伝播も一定に妨げてしまう事はこれまで大きな問題になって来なかった。しかし、此处に来て高齢者の会話の聞き取りや意志疎通に大きな弊害を与えている事が徐々に社会問題として認知され出している。その為、やむを得ずパーティションを撤去しているのが左の真ん中の図のケースとなる。その他、快適性の観点からパーティションを撤去した飲食店も徐々に増えてきている実態がある。しかしながら、それらの飲食店がパーティションの代案となる感染対策を適切に施しているかと問われれば、多くの場合で同意する事は難しい。

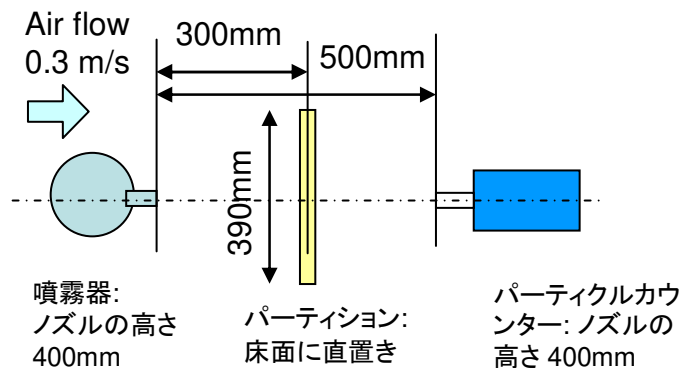
# パーティションの有用性



クリーンルーム周辺のセミクリーン廊下(ダスト量  $0.3\sim 1\mu\text{m}$ :  $1.9\times 10^5/\text{m}^3$ ,  $1\sim 5\mu\text{m}$ :  $6.3\times 10^3/\text{m}^3$ ,  $5\sim 25\mu\text{m}$ :  $2.3\times 10^2/\text{m}^3$ )に、HEPA フィルターユニットを装着した大型クリーンブース ( $1.5\times 1.5\times 2.4\text{m}$ ) を設置した。30分運転後の内部のダスト量は、 $0.3\sim 1\mu\text{m}$ :  $1.5\times 10^3/\text{m}^3$ ,  $1\sim 5\mu\text{m}$ :  $1.2\times 10^2/\text{m}^3$ ,  $5\sim 25\mu\text{m}$ : ND であった。

この大型クリーンブース中に、水平にミストが飛ぶよう調整した超音波噴霧器と、パーティクルカウンターを設置し、その間に幅390mm, 高さ500~700mmの発泡スチロール板をパーティションとして設置した。噴霧器のノズル、パーティクルカウンターのノズルの高さはいずれも床面から400mmとした(着座したときの机面から口までの高さを模擬)。

Partition Height cm	Particle density /m <sup>3</sup>	Standard deviation /m <sup>3</sup>	Transmittance	Standard deviation
Particle size: 0.3~1 μm				
0	1.7E+08	6.2E+07		
50	2.4E+08	2.0E+07	1.45	0.55
55	2.9E+08	3.8E+07	1.76	0.70
60	2.3E+08	2.1E+07	1.36	0.52
65	2.3E+08	1.7E+07	1.36	0.52
70	2.4E+08	3.3E+07	1.42	0.57
Particle size: 1~5 μm				
0	1.8E+07	1.7E+07		
50	7.1E+05	1.2E+05	0.04	0.04
55	1.0E+06	3.0E+05	0.06	0.06
60	1.1E+06	2.4E+05	0.06	0.06
65	3.8E+05	5.9E+04	0.02	0.02
70	4.2E+05	1.2E+05	0.02	0.02
Particle size: 5~25 μm				
0	7.7E+06	8.2E+06		
50	2.7E+02	3.8E+02	0.00	0.00
55	2.1E+02	2.6E+02	0.00	0.00
60	4.6E+02	7.3E+02	0.00	0.00
65	1.4E+02	2.9E+02	0.00	0.00
70	8.8E+01	1.2E+02	0.00	0.00



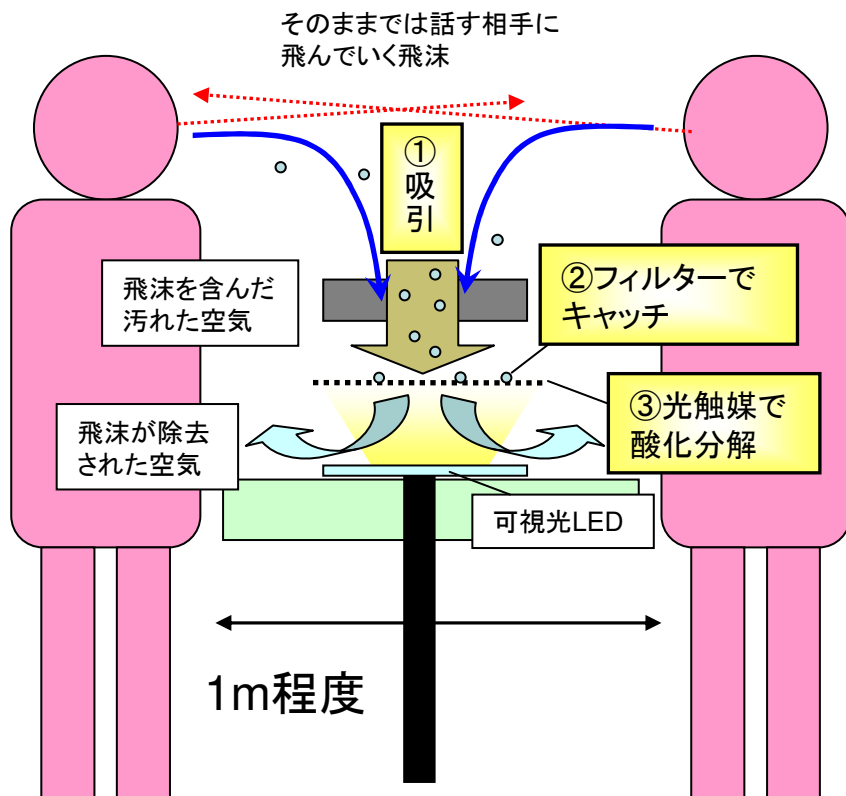
その結果、口腔から放出される液滴の小さい方のピークである  $2\mu\text{m}$  前後ではパーティションが口の高さより10cm高いだけでも95%程度除去された。より大きな  $5\sim 25\mu\text{m}$  の飛沫はほぼ完全に除去されるため、口腔から放出される液滴の大きい方のピークである  $150\mu\text{m}$  程度では完全に除去できると考えられる。



# 人と人之间を飛び交う「飛沫」の除去に特化した飛沫除去装置

5 $\mu$ mよりも大きい液滴 → 飛沫  
飛程が短いが大量のウイルス

5 $\mu$ mより小さい液滴や液滴が蒸発して出来た粒子 → 飛沫核、エアロゾル  
長時間滞留するがウイルス量は少ない



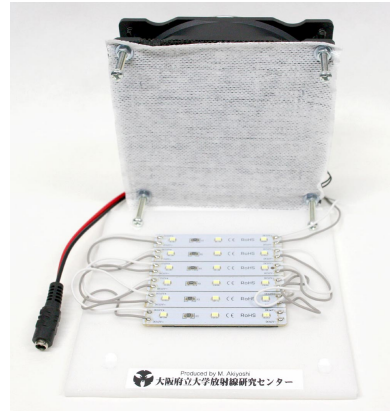
会話によって放出された飛沫は最大で2m程度飛び、マスクをしていても2割程度が漏洩するとの報告もあります。口腔からの飛沫の粒径は、最も数が多いもので150 $\mu$ m程度で、エアロゾルで最も多い2 $\mu$ mの粒子の42万倍の体積があり、含まれているウイルスもその分多いと考えられます。マスクを付けずに近距離で会話をする会食は、お互いにこの大きな飛沫をぶつけ合うことになり、感染リスクが高いと言えるわけです。

大型の空気清浄機は部屋の中を漂うエアロゾルの除去には効果がありますが、近距離を数秒程度で飛び交う飛沫にはほとんど効果は期待できません。

卓上に設置できる小型で静音の空気清浄機であれば、「人と人之間」に設置することが可能で、飛び交う飛沫を①「吸引」し、②「フィルターでキャッチ」することで、会話の相手に到達する飛沫の数を減らすことが可能です。

キャッチした飛沫中に含まれるウイルスは、③「光触媒により酸化分解」し、再放出される可能性を減らします。また、フィルターでキャッチできない有機ガスの分子も分解できることが確認されています。

# 可視光応答光触媒を用いた超低価格な 小型空気清浄機「ひかりクリーナー」



## 人と人の間に、安心の光を。

可視光応答の光触媒を使用しているため、漏れ光を完全に遮蔽する必要が無く、簡易な構造での動作が可能。PC用のパーツなどを組み合わせて、**1台1,200円程度**で製作が可能。中学生程度でも工作可能で、半田付けなどの危険な作業も不要。光触媒フィルターは、市販されている東芝「ルネキャット」スプレーにより製造が可能で、より強力なファンを使用すれば性能向上も可能。

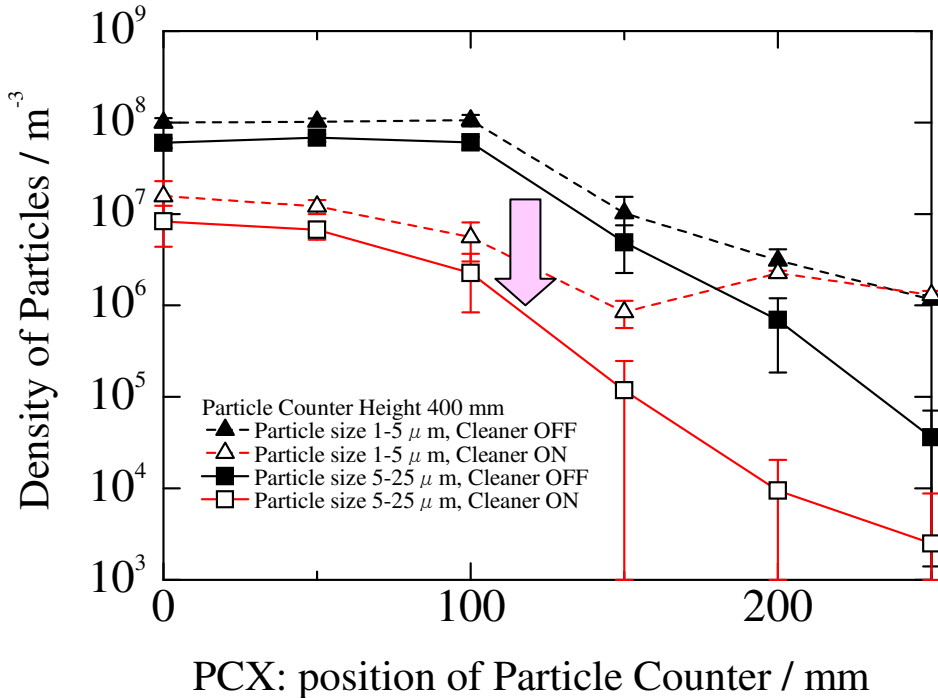
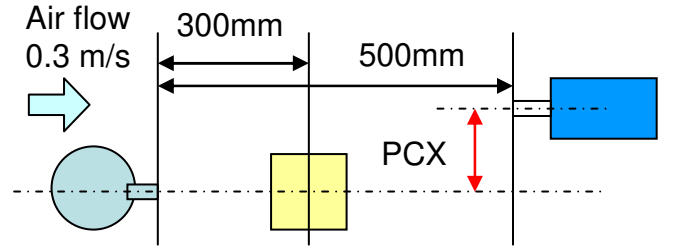
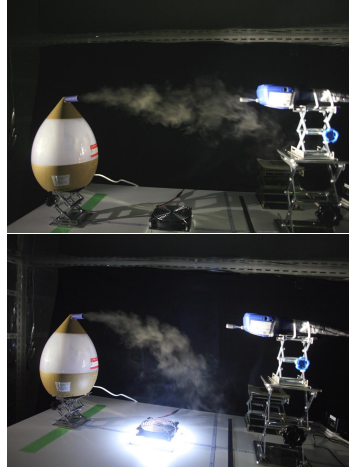
これまでに全国の医療機関や一般の方に合計で700台程度を提供し、実際に使用してもらっている。

AMED事業で得られた成果を元にした高性能フィルターを使用した製品の産学連携での商品化に向けて、試作機を制作中。本年度中に試験的な提供を目指しています。

# 大型クリーンブースによる飛沫除去性能評価(1)



HEPA フィルターを使用した大型  
クリーンブース: 1.5 × 1.5 × 2.4m



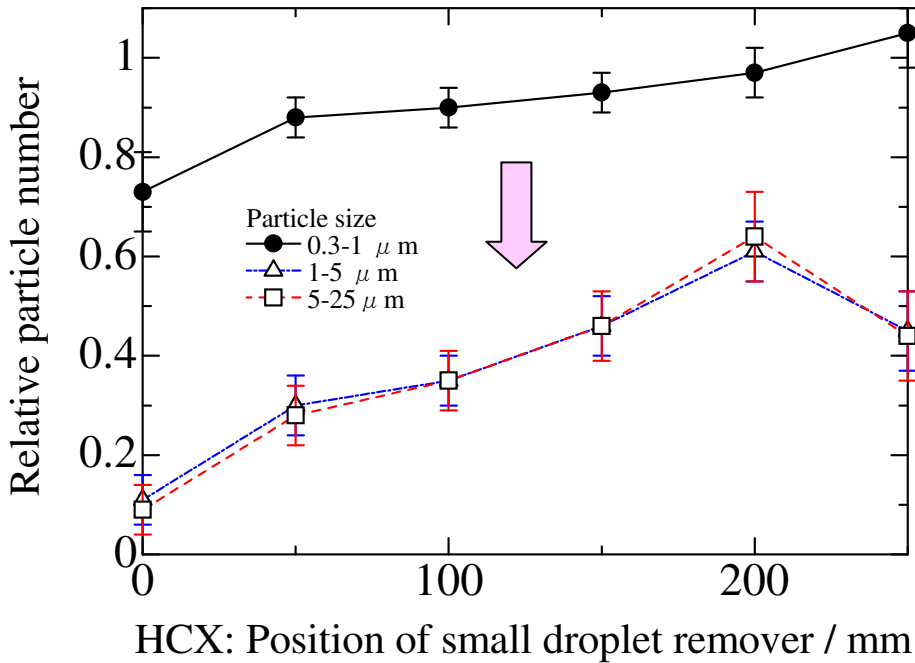
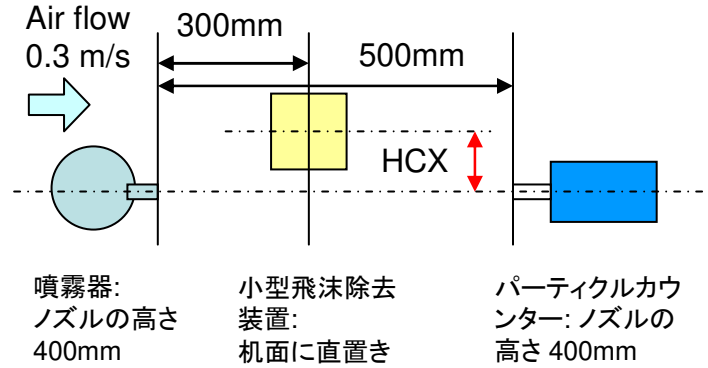
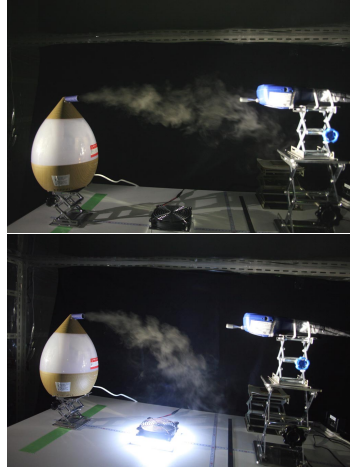
直線的配置だけでなく、対象者が飛沫除去装置からずれた位置にいる場合の模擬を行った。元々大気中を飛ぶ埃の影響を避けるために大型のクリーンブースをセミクリーンルームに設置した。噴霧器に水平に設置したノズルからのミストはHEPAフィルターユニットからの追い風(0.3m/s程度)によってほぼ水平に飛行するよう調整した。噴霧器、パーティクルカウンターとも、着座した際の机面から口の高さ程度である400mmにノズルの高さを設定した。

5.0 ~ 25 μm の飛沫は、中心軸から250mmの範囲で一様に概ね1桁程度減少を示した。また、口腔から放出されるエアゾルのピークサイズに相当する1.0 ~ 5.0 μm の粒子も、150mm 程度の範囲までは1桁程度減少した。一方、0.3 ~ 1.0 μm の粒子は1割程度の減少に留まった。

# 大型クリーンブースによる飛沫除去性能評価(2)



HEPA フィルターを使用した大型  
クリーンブース: 1.5 × 1.5 × 2.4m



同様に、大型クリーンブースを使用して発生源と対象者を結ぶ直線から小型飛沫除去装置がずれた位置に設置された場合の模擬を行った。5.0 ~ 25 μm の飛沫は、小型飛沫除去装置が中心軸上に設置された場合1/10程度に減少しているが、設置位置が離れるにつれて除去率は減少したが、250 mmまでの範囲で概ね半分程度に減少できていることが確認された。また、口腔から放出されるエアロゾルのピークサイズに相当する1.0 ~ 5.0 μm の粒子も、全く同じ挙動を示す一方、0.3 ~ 1.0 μm の粒子は1割程度の減少に留まった。