

## スパコン「富岳」で分かってきたこと 飛沫飛散のシミュレーション -1-

以前、政府の事業仕分けで「2位じゃダメなんですか？」と言われて物議を醸した理化学研究所のスパコン「京」も今は役目を終え、その後継機となったのが富士通のCPUを搭載した「富岳」です。

2021年に本格運用の予定で「京」の100倍の性能を目指しています。「富岳」はもちろん「富士山」の別名。富士山のように高く(性能が高く)、裾野が広く(対象分野が広く)、海外での知名度も高くなってほしいという願いから命名されたそうです。

理研では、「富岳」を新型コロナウイルス研究のために最優先で活用しました。研究テーマは、新型コロナウイルスの性質の解明、その治療薬となり得る物質の探索、診断法や治療法の向上、感染拡大やその社会的影響の解明、などが掲げられています。

### 富岳でマスクの飛沫の差を解析

様々な条件でのデータが出されていますが、今回は現在の最大の関心事といってよい**マスクの問題**を探り上げます。

感染リスクの排除策として身近にある様々なマスクの効果は果たしてどうなのでしょう。

せきやくしゃみ、発声などで生ずる飛沫とエアロゾルの飛散は、気流や湿度、温度などが複雑に影響するため、膨大な計算量になります。そこで「富岳」を活用し、熱流体解析ソフト「CUBE」で、従来は困難だった飛散シミュレーションが可能となったといいます。

マスクのサンプルは、市販の**不織布マスク**、**手作り布マスク(ポリエステル相当)**、**手作り布マスク(綿相当)**という3種類について、サイズを同一にして調べました。布マスクは1枚の構造とし、ポリエステル相当はシートで作ったベストパ

ターン、綿相当は着古したTシャツを素材としたワーストパターンと想定し、それぞれを評価した結果を次に示します。マスクは見やすさのために消しています。(図1参照)

- 綿は、空気を通しやすく、透過して出ていく飛沫が多い
- ポリエステルは、綿に比べると透過量は少ないが、不織布に比べると多い
- 不織布は、50ミクロンよりも大きな飛沫は完ぺきに抑え  
たが、ポリエステルでは9割以上、綿では8割程度を抑制  
した

これらの結果から、次のような提言が示されました。

- マスクを着用していれば、咳をしても飛沫を抑え、気流を  
抑える効果があり、遠くに飛沫が飛ばない
- 頬と鼻の部分に隙間があっても、一定の飛沫が抑えられ  
る
- 数値結果からは、不織布マスクだけでなく、手作りマスク  
でも十分役割を果たす
- 飛沫サイズが小さいほど、マスクで抑えられる比率は下がる

全体的には、不織布がもっとも抑制効果が高いが、それを着用して息苦しい場合には、少し性能が落ちても、空気ごとおりやすい布マスクを着用するのがいいとのこと。

とにかく着用することが大事であり、苦しいからマスクを外してしまうというのが、一番リスクが高いとも指摘しています。

### マスクはどこまで外部からの侵入を防げるか

一方、マスクで自らを守る効果についても評価しています。鼻と口で同時呼吸を想定したシミュレーションでは、医療用マスクは顔に隙間なく着用できるので、吸引する飛沫、エアロゾルはほぼブロックすることがわかりました。(図2,3参照)

- マスクと顔に隙間があっても、マスクを着用することで上気道に入る飛沫数を3分の1に抑えられ、とくに大きな飛沫

については侵入をブロックする効果が高いが、20ミクロン以下の小さな飛沫に対する効果は限定的であり、隙間からの侵入を阻止することはできませんでした。

- マスクなしの場合には、大きな飛沫のほとんどが、鼻腔や口腔に付着します。さらに、20ミクロンより小さな飛沫は気管の奥にまで到達しました。マスクの効果が分かります。

【図1】



不織布 手作り(ポリエステル相当) 手作り(綿相当)

黄：隙間放出、赤：マスク・顔付着、青：マスク透過

提供：理研・豊橋技科大・神戸大、協力：京工織大・阪大・大王製紙

【図2】

呼吸器

上気道

鼻腔

咽頭

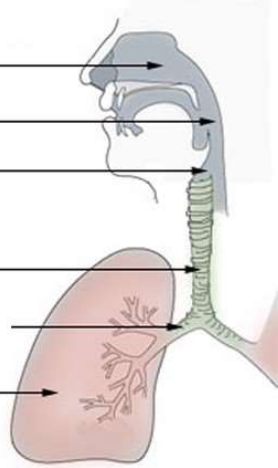
喉頭

下気道

気管

主気管支

肺

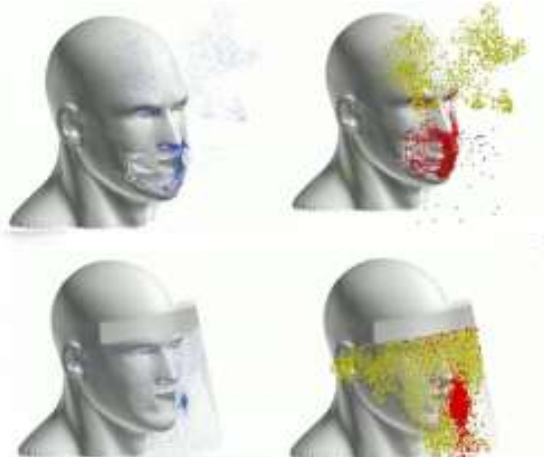


フェイスシールドは自分を守るもの

フェイスシールドの飛沫飛散防止効果についてのシミュレーションの結果、「フェイスシールドは、自分を守るものであり、飛沫飛散を防止することが本来の目的ではない」との前提のうえで、50ミクロン以上の大きな飛沫についての捕集効果は見込めるが、それ以下のサイズの飛沫については、

【図3】

不織布マスク



フェイスシールド

提供：理研・豊橋技科大・神戸大、協力：京工織大・阪大・大王製紙

シールドにはつかずに、すべて横から漏れていってしまい、効果は限定的としています。

フェイスシールドで飛沫飛散を守ろうとする場合には、小さな飛沫に対しては、エアコンなどによる換気を併用する必要があります。

これまで言われているマスクやフェイスシールドの効用が大きく変わることはないようですが、スパコンにより科学的に裏付けられたことは大きいと思います。（次号につづく）

内閣官房新型コロナウイルス感染症対策推進室の9月11日付事務連絡「11月末までの催物の開催制限等について」で、イベントの人数上限が緩和されました。

この緩和策は「当面11月まで」と期限付きではありますが、イベントの収容人員がこれまでの「屋内：収容率50%以内、ないし人数5千人まで」が「**大声での歓声・声援等がないことを前提とするもの**」ならば、「収容率100%以内、ないし収容人数1万人超 = 50%、1万人以下 = 5千人」となりました。

このカテゴリーには、＜音楽＞としてクラシック音楽(交響曲、管弦楽曲、協奏曲、室内楽曲、器楽曲、声楽曲等)、歌劇、楽劇、合唱、ジャズ、吹奏楽、民族音楽、歌謡曲等のコンサートが例示されており、ようやく明るい兆しが見えてきた感じがします。もっともこのカテゴリー例示はそれぞれどう異なるのかよくわからない気もしますが…

また、これはあくまで例示であり、それぞれ開催しようとするイベントが果たしてどれに該当するのかは、「**大声での歓声・声援等**」が想定されるか否か個別の判断が必要としています。ふつうのコンサートでも「ブラヴォー」や歓声が鳴り響いてはいけないうこととなります。静かに聴きましょう…(；)

また、「**イベントの前後や休憩中の食事**」に関する制限は依然としてあり、食事を伴うのであれば「**大声での歓声・声援等がないことを前提とするもの**」とはみなさないと断っています。従って打ち上げはまだ解禁されません。

この事務連絡には分かりやすく整理した別紙が9頁付いていますので、よく読んで自分たちのイベントに当てはめてください。12月以降は、このコロナ禍が収まる傾向にあればまた別の緩和策が打ち出されるものと思います。

マスクの声がかもめるのは高音が通らないから…

日常的な会話は250Hz～4,000Hzの周波数帯にあり、市販のマスクでは、2,000Hz～7,000Hzの高めの音が減衰し、声のバランスが変わるといわれています。それで「マスク越しの声がかもって聞こえる」ようです。

医療関係者が使用している、密封性の高いN95マスクは、一般的なサージカルマスクに比べると音声はもっと減衰するといわれています。

ステージではとくに子音をいつもよりも立てて歌わないと客席に届きません。しっかり明瞭に歌うことを心掛けましょう。