

新型コロナ、インフルエンザ、風邪など  
呼吸器感染症に

# 感染しないための ガイドブック

改訂版15版  
2024年4月15日



新型コロナウイルス通信編集部  
加瀬 廣  
[kase164@gmail.com](mailto:kase164@gmail.com)

イラスト：ゆたか工房

## 呼吸器感染症

呼吸を介して感染する感染症。


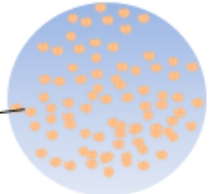
呼吸とともに吐き出されるエアロゾルは、気道の上皮細胞を覆う層状の液体である気道内層液（RTLFL; respiratory tract lining fluid）から呼気の空気の流れによって生成する。

呼吸器感染症に罹った人のエアロゾルには、その感染症の病原体（細菌、ウイルス）が含まれる。感染者から排出され空中に浮遊するエアロゾルを、呼吸によって吸い込むと感染する可能性が生じる。

呼吸器感染症には、新型コロナウイルス、インフルエンザ、風邪、水痘（水ぼうそう）、麻疹（はしか）、肺炎、結核などがある。

## 飛沫とエアロゾル

（飛沫とエアロゾルの定義）

	空気感染	飛沫感染
感染を媒介する粒子	エアロゾル	飛沫
何から発生する？	感染者の <b>呼気、会話、歌、など</b> 咳、くしゃみ	感染者の <b>咳、くしゃみ</b> 大声の会話、激しい呼吸、歌など
粒子のサイズ （直径）	エアロゾル 5 $\mu$ m未満 	飛沫 5 $\mu$ m以上 
特徴	軽いので数時間感染力を もったまま空中を浮遊する  ☞ 空気感染	1.8m以上も飛ぶ飛沫もある。 しかし、重くてすぐに落ちる →飛沫を浴びたヒトや、物の表面 を汚す。  ☞ 飛沫感染、接触感染

\*  $\mu$ m [マイクロメートル]=1,000分の1ミリ

## 改定第15版に当たって

感染しないためのガイドブックは、令和2年8月に発刊して以来、新型コロナウイルスの「空気感染の認識と注意」を「感染しないため」のメインテーマとし、具体的な感染防止の方法を提言してきました。

その間、科学的根拠の蓄積に伴い、WHO、CDC、厚生労働省でも新型コロナウイルスの「空気感染」が公式に認知されるようになりましたが、感染防止対策としては依然として空気感染よりも飛沫・接触感染を重視することが主流として残り、感染対策としては全く不備のまま現在に至っています。

空気感染のメカニズムを追求していくと、新型コロナばかりでなく、インフルエンザ、風邪など呼吸器感染症に共通して空気感染が主経路であることが明らかになりました。従って、このガイドブックはどの呼吸器感染症にも適用できますので、タイトルを「呼吸器感染症に感染しないためのガイドブック」第15版と改めました。

空気感染防止には、ウイルスを含むエアロゾルを室外に排出する**換気**が最も有効です。換気不足で空気感染のリスクは一気に高くなります。換気不足はCO<sub>2</sub>モニターで目に見えて分かるので、CO<sub>2</sub>モニターは感染防止に欠かせないものです。本ガイドブック15版は前版を刷新し、空気感染、換気およびCO<sub>2</sub>モニターにより多くのスペースを設け、飛沫・接触感染の対策については必要最小限としました。

空気感染対策は個人だけではうまく出来ません。人が社会生活をしていく上で、屋内のどこかに換気が悪いところがあると、そこで感染するリスクがいつも生じてきます。そして集団感染が発生します。それが今の世の中の現状です。社会全体が換気不足のない新鮮な空気環境に整備される必要に迫られています。

新鮮な空気環境は、感染症をなくしパンデミックの発生を止められるばかりでなく、汚染していない空気環境による健康で快適な生活をもたらします。現在の科学と技術を基盤にして皆で取り組めば、この夢を実現させることが可能です。

本ガイドブックは、以上の最新知見と具体的方法を、ぽいんとぱす・ランドの文書とのリンクもできるように再構築しました。感染リスクと室内空気環境を算出できるCAP-AIアプリ開発の紹介もします。

本ガイドブック第15版は、感染防止対策の決定版として広く活用されることが期待されます。

令和6年4月15日 加瀬 廣

# 初版：はじめに

令和2年8月1日

このガイドブックは、新型コロナウイルスSARS-CoV-2に感染しないための基本的な考え方と方法、こつを、科学的な根拠を基にお示ししています。

世界中でCOVID-19の感染拡大がなかなか止まりません。  
何故感染が収まらないのでしょうか？

その答えは、飛沫感染、接触感染を金科玉条にしているからです。この考えに固執し続けている限り、感染は収まりようがないのです。

どうしたら、感染が収まるのか？  
その答えを、このガイドブックにまとめました。

「最も感染しやすく、注意しなければならないのはエアロゾル空気感染であり、それが認識されていない」このことが原因となり、感染が広がるのです。空気感染の重要性を基点にして対応しない限り、何の対策にもなっていないといっても過言ではありません。

感染防止には第一にマスクの着用が必要で、大切です。  
でも、何故マスクをすれば感染防止できるのか、本当の理由を知らないでマスクをしている人が圧倒的に多いと思います。ほとんどの人々が、（漠然と）飛沫感染を防ぐためにマスクをしていると思います。でも、咳・くしゃみ等の飛沫が飛んできて顔に直接当たるということは、日常生活では決して多くないでしょう。また飛沫・接触感染は、見えるもの、気づくものですから、本人も周りの人も意識して警戒し避けることができます。マスク着用の本当の狙いは、空気感染を防止することにあるのです。

それに、飛沫感染・接触感染をSARS-CoV-2の主感染経路であると考えることによって、「過剰な防御」をすることになり、社会活動に弊害をもたらしています。過剰な清掃・消毒、過剰な身体的距離確保、過剰な手洗い・消毒、不接触などなど。生活も社会活動も過剰な制約をせざるを得なくなり、“巣ごもり”や“隠遁生活”に入っている方々も多くなりました。

SARS-CoV-2はとてもずる賢く、巧妙な手を使うウイルスです。戦うにはまず相手を良く知り、相手の上を行く手段で攻略することによって、打ち負かせるのです。SARS-CoV-2は、エアロゾルの中に隠れて、空中を浮遊し、ヒトが呼吸している間、知らないうちに侵入し攻撃してくるウイルスなのです。それが分かれば、感染を防ぐ方法ははっきりしてきます。

「新型コロナウイルスSARS-CoV-2に感染しないためのガイドブック」には、その方法を具体的に書いてみました。正しい方法とコツさえ分かれば、誰でも自律して自由に生活し行動できるようになります。

自分たちの大切な人たちが「感染しない、感染させない」そのために、このガイドブックを活用し、多くの人たちと共有できるようになることを願っています。

## 改訂第8版に当たって

感染しないためのガイドブックは、2020年8月に「新型コロナウイルス通信」会員DearYouを中心に限定した方々を対象にして発刊しました。幸い好評を得て、感染防止にご活用いただくことができました。

今回「ぼいんとぱすランド」を開設するに当たって、より広範な方々に利用可能な体裁にし、最新の科学的知見や情報をアップデートしました。

旧版と変わらず、「空気感染の認識と注意」を「感染しないため」のメインテーマとし、状況、場所、条件などに対応した具体的な感染防止の方法も提言しました。

ワクチンの接種が始まり、一方突然変異株による感染力の増強や免疫応答回避が重要問題になってきました。改訂第8版では、それらには特に触れていませんが、感染予防の考え方、方法が変わるところはありません。

本ガイドブックが多くの方々の感染防止に少しでもお役に立つことを願っています。

令和3年4月1日 加瀬 廣

## 目次

改定第15版に当たって	3
初版 <b>はじめに</b>	4
改定第8版に当たって	5
目次	6
<b>インフルエンザ、新型コロナ、風邪などの呼吸器感染症の感染 空気感染に注目</b>	
1) 呼吸器感染症の感染3経路	7
2) 飛沫とエアロゾル	8
3) 呼吸器感染症の感染は、鼻や口の粘膜が出発点	9
4) 空気感染のメカニズム	10
<b>コラム1</b> エアロゾルが物体に付着することはほとんどない	11
<b>感染しない方法</b>	
5) 空気感染経路を防ぐ	12
5-1 換気	13
5-2 CO <sub>2</sub> モニター	14
5-3 CO <sub>2</sub> モニターの設置	15
6) 飛沫感染経路を防ぐ	16
7) 接触感染経路を防ぐ	17
<b>呼吸器感染症に感染しない方法 まとめ</b>	18
<b>コラム2</b> 集団感染は空気感染によって発生する	19
<b>換気の方法</b>	20
機械換気の方法	21
<b>コラム3</b> 換気とCO <sub>2</sub> モニタリング	22
<b>感染しないためのマスクの効用</b>	23
<b>コラム4</b> CAP-AI (キャップアイ) 換気量、CO <sub>2</sub> 濃度、感染リスクを算出するアプリ	24
<b>集団感染を制してパンデミックを終結させる</b>	25
<b>あとがき</b>	23

# 呼吸器感染症の感染 空気感染に注目!

## 1) 呼吸器感染症の感染3経路

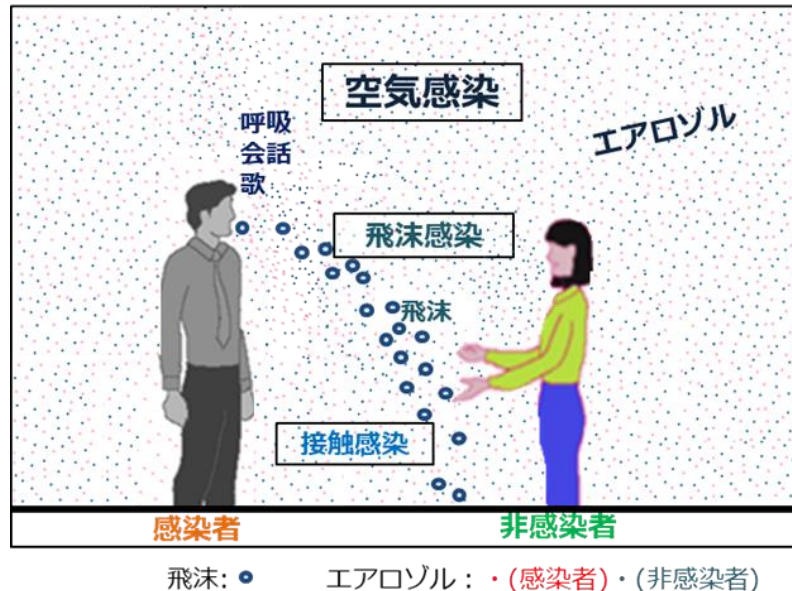


図1 呼吸器感染症の3つの感染経路

呼吸器感染症には、**3つの感染経路**があります。

### 飛沫感染

咳、くしゃみ、歌、叫び、会話および呼吸  
によって放出される飛沫による感染

### 接触感染

手と手、手と顔などの接触を介した  
表面接触による感染

### 空気感染

呼吸、会話、歌などに伴って  
放出され空中に浮遊する**エアロゾル**による感染

**この3経路を全部塞げば、感染しないことになります。**

## 2) 飛沫とエアロゾル

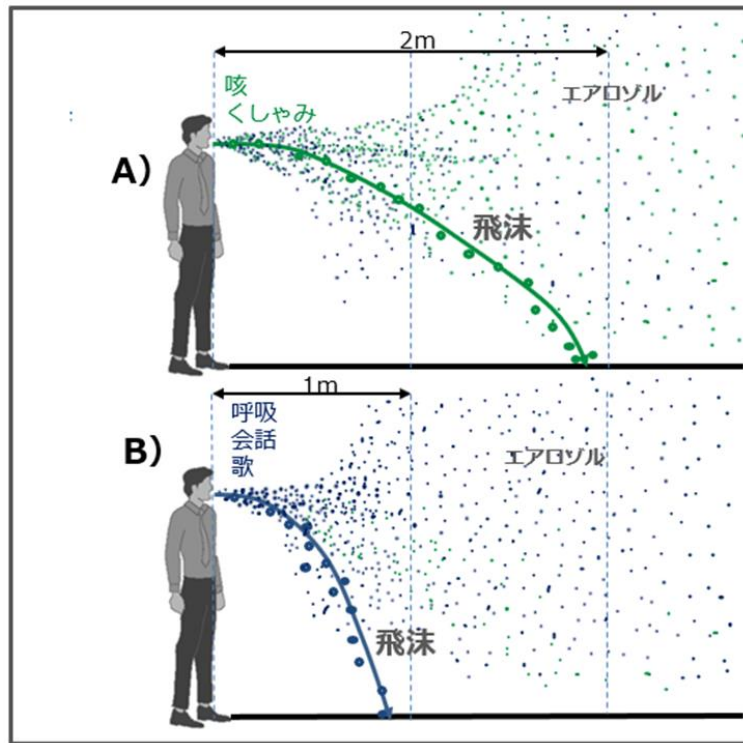


図2 飛沫とエアロゾル

### 飛沫

- a) 咳は10m/秒、くしゃみは20~60m/秒の速度で口を飛び出して落下します。くしゃみで飛び出す大きな飛沫は1.8mくらいまで届くこともあります。
- b) 呼気の速度は、普通の呼吸で1m/秒、会話で5 m/秒です。飛沫は1 m以内で落下します。

### エアロゾル

- a)咳、くしゃみとともに飛び出して、空気中に長時間浮遊します。
- b)呼吸、会話、歌などの呼気から放出され、空気中に長時間浮遊します。呼気のエアロゾル濃度は、呼気発生者から約50cmまでは一方向に飛び出し、そこから拡散浮遊します。



### 3) 呼吸器感染症の感染は、 鼻や口の粘膜が出発点

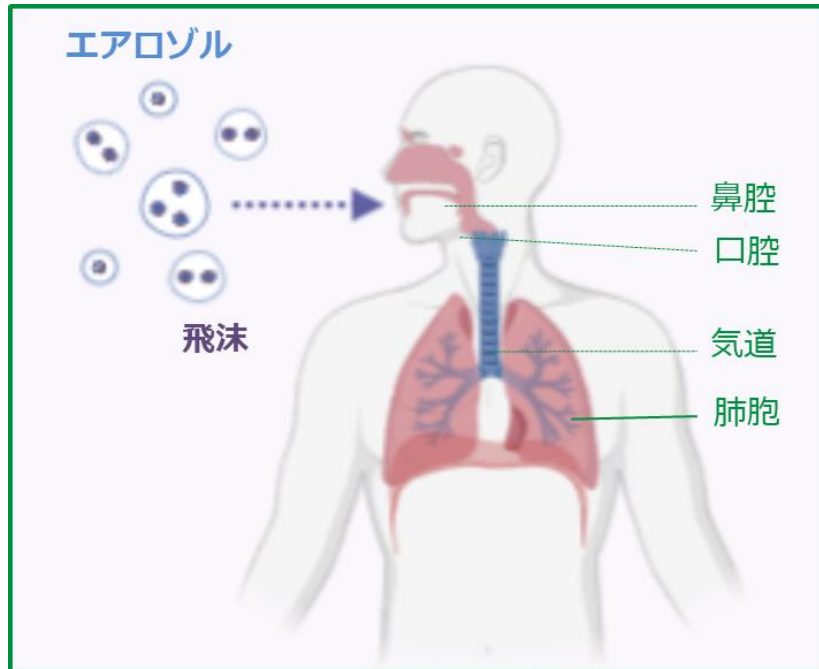


図3 感染までの経路

病原体（ウイルス、細菌）は、**鼻または口から**、  
鼻腔、口腔、気道、肺胞へと付着し感染していきます。

これは、**飛沫感染、接触感染、空気感染**  
いずれにも当てはまります。

顔や手、皮膚などにウイルスが着いただけでは、感染しません。そのウイルスが、鼻の奥の鼻腔や口腔の粘膜細胞に付着してから、始めて感染します。

飛沫感染、接触感染は、顔や手、皮膚などへの飛沫の付着に気づいた時に、手を洗い、顔を洗うことで防止することができます。

空気感染では、呼吸によって鼻（または口）から病原体を含むエアロゾルが吸入され、鼻腔、口腔の粘膜細胞、気道、気管支、肺胞の粘膜細胞に付着して感染します。つまり、呼吸によって常時感染のリスクに曝されることになります。

## 4) 空気感染のメカニズム

人は呼吸をしないと生きていけない。

呼吸によって空気中の酸素 (O<sub>2</sub>) が吸われ、炭酸ガス (CO<sub>2</sub>) が吐きだされるが、それと共に呼気によって生成する、エアロゾルと飛沫が吐きだされる。<sup>\*1,2</sup> 呼吸とともに吐き出されるエアロゾルは、気道の上皮細胞を覆う層状の液体である**気道内層液 (RTLFL; respiratory tract lining fluid)** から呼気の空気の流れによって生成する。<sup>\*1</sup>

呼吸器感染症に罹った人のエアロゾルには、その感染症の病原体 (細菌、ウイルス) が含まれる。

密閉された室内では在室する人全員によって呼吸で排出されたエアロゾルが空気中に浮遊し混合される。時間と共に全体の数は増えていく。在室する人は、混合されたエアロゾルを、再呼吸することによって口や鼻から肺に吸い込む。**感染者がいれば、ウイルスを含んだエアロゾルを全員が吸い込むことになる。**そして、呼吸によって、各人が呼気からそれぞれ新しく生成するエアロゾルを排出する。

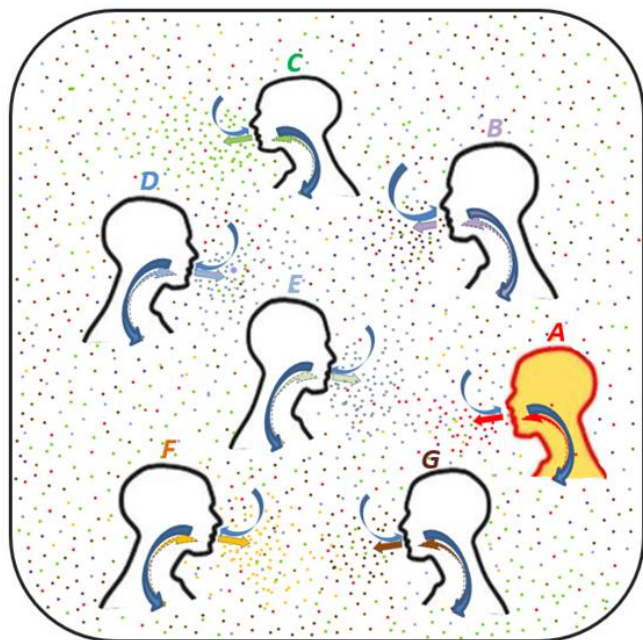


図4 呼吸で生成するエアロゾルの再呼吸 (rebreathing) による循環

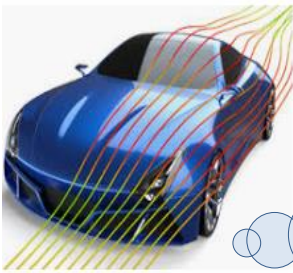
- 1) A~Gの7名が密閉された室に居る。各人が異なるリズムと量で呼吸をし、呼気でエアロゾルを排出する。エアロゾルは各人の気道内層液 (RTLFL) から生成し、各人のエアロゾルそれぞれに異なる特性を有する。それぞれのエアロゾルは、A:赤、B:薄紫、C:緑、D:青、E:淡青、F:橙、G:紫で色分けされている。Aは感染者なので、ウイルスを含んだエアロゾル (赤) を排出する。
- 2) 各人から排出されたエアロゾルは、空気中に浮遊し拡散して、全部が混合される。
- 3) 混合されたエアロゾルを、各人が再呼吸して口や鼻から肺の中に吸い込む。ウイルスを含んだエアロゾル (赤) も全員が吸い込み、感染するリスクは高い。
- 4) 各人が呼気からそれぞれ新しく生成するエアロゾルを排出する。

1. Bake, B., Exhaled particles and small air ways, Respiratory Res. 20:8 (2019)
2. Tellier R., et al., Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary, BMC infect. Dis. 19, 101 (2019)

## コラム2

### エアロゾールが物体に付着することは殆どありません。

- ・散歩や買い物などの外出後に洋服をきがえたり、シャワーを浴びたりする必要はありません。
- ・郵便物、宅配便などの表面にウィルスが付着していることは、殆どないといっています。



車がゆっくり走っているときに、小さな虫がフロントガラスにぶつかってこないのと同じ。虫は、車に沿って流れる空気の流れに乗って流されてしまう。同じように、浮遊しているウィルス粒子も、人の動きで生じる空気の流れ(気流)に乗って流れてしまうので、頭髮や洋服などに付着しません。

Tera Parker-Pope, Is the Virus on My Clothes? My Shoes? My Hair? My Newspaper? The New York Times April 17, 2020. を参照した。

# 呼吸器感染症に 感染しない方法

## 5) 空気感染経路を防ぐ

目に見えない微小な水滴「エアロゾル」は、空中に浮かんで広がっていく。

空気の流れに乗って遠くまで広がっていく。

エアロゾルは、呼吸や会話などで「つぎつぎに放出」されて室内にたまっていく（図4）。

感染した人がCO<sub>2</sub>と共に吐き出すエアロゾルの中にはウイルス、細菌などの病原体が含まれる。

エアロゾル内のウイルスは数時間経っても、再び人の体の中に入ると感染して増殖する。

同じ室内にいる人は共有する空気を再呼吸することによって、空中に漂う感染者のエアロゾルを吸うと、新型コロナウイルスに感染する確率は高くなる。

### エアロゾルは換気によって速やかに除かれる

換気は、窓や戸を開けたり、換気装置を使ったりして行う。

換気によって、屋外の新鮮な空気を屋内に入れ、屋内のエアロゾルで汚れた空気を屋外に出す（図4-B）。

エアロゾルは目に見えないので、たまってきても全く気が付かない。

換気が十分なのか、不足しているのか、さっぱりわからない。

そこに感染者がいたら、気付かぬうちに その場にいた人々全員が感染しかねない高いリスクを負う。

エアロゾルは離れた距離まで広がっていくので、感染リスクの高いところは

廊下や離れた部屋にまで広がっていくこともある。

感染者が部屋から出て行った後でも、たまったエアロゾルで感染するリスクが残る。



## 5-2 CO<sub>2</sub>モニター

換気の良し悪しはCO<sub>2</sub>モニターを見れば分かる(図2-5)。何故か？人が吐く息には、炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)が含まれている。その濃度は、軽い作業をしている時で呼気の3%程度である。換気の悪い部屋に人がいれば、CO<sub>2</sub>の濃度は速やかに上がっていく。換気をすればCO<sub>2</sub>は外に排出され、CO<sub>2</sub>の濃度は下がる。だから、CO<sub>2</sub>の濃度が分かれば換気が良いか悪いかが分かる。

CO<sub>2</sub>の濃度がどれくらいなら、換気は十分とか不十分とか言えるだろうか？その「CO<sub>2</sub>濃度の境目」は1,000 ppm (0.1%) である。CO<sub>2</sub>モニターではppmをつかう。

図2-5には、CO<sub>2</sub>モニターが0689と表示されている。これはCO<sub>2</sub>濃度が689 ppm ということの意味する。

大気中のCO<sub>2</sub>濃度は、420ppm前後である。CO<sub>2</sub>が1,000 ppmより下がって420 ppmに近づくほど換気は良好で、1,000 ppmを超えて1,500 ppm、2,000 ppmと数字が大きくなるほど換気は悪く不十分になる。

CO<sub>2</sub>モニターの表示が「**1,000 ppmを越えたら換気不足だ!**」と判断し、換気行動を起こす。

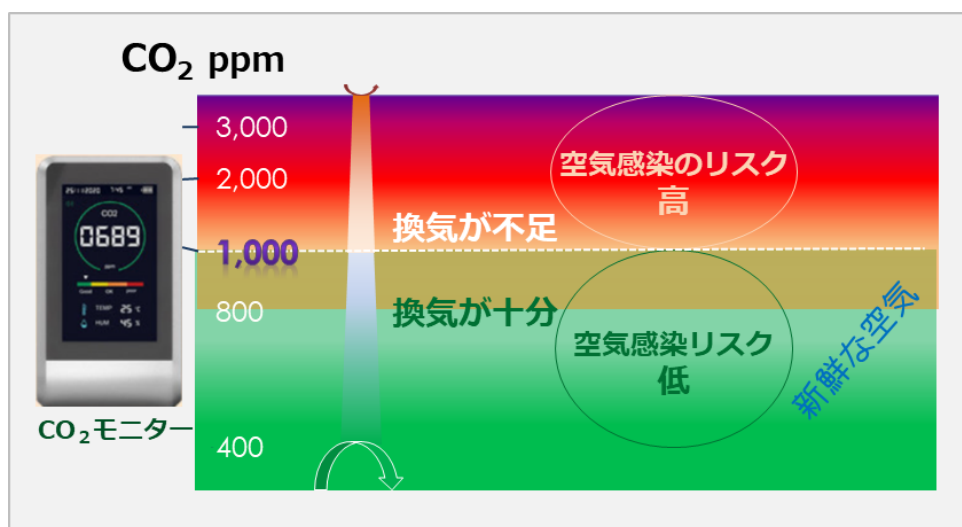


図6 CO<sub>2</sub>モニターと換気

**CO<sub>2</sub>が1,000ppm以下は、換気が十分。**

室内の空気が新鮮な状態にある。

空気感染のリスクは低い。

**CO<sub>2</sub>が1,000ppmを超えたら、換気が不足。**

空気感染のリスクは高い

## 5-3 CO<sub>2</sub>モニターの設定

空気感染のリスクを真に低減するために、①正確なCO<sub>2</sub>モニターを選定し、②これを適切な場所に設置し、③CO<sub>2</sub>濃度をリアルタイムで可視化し記録して、換気不足がないように換気対策を施し管理するというステップを踏むことが求められる。以下順を追って説明する。

### 1. 正確なCO<sub>2</sub>モニターの選定

さまざまな製品が市販されているが、機器の選定には、各国それぞれのガイドラインがあるが、日本では経済産業省のガイドライン<sup>\*1</sup>などが参考になる。機種の様子は、NDIR（Non-Dispersive InfraRed：非分散型赤外線吸収）方式や光音響方式（Photoacoustic）などの光方式（CO<sub>2</sub>分子が吸収する特定の波長光を利用した検知の方法）を用いたもので、補正用の機能が測定機に付帯されたものが推奨されている。

### 2. 設置場所の設定<sup>\*2</sup>

CO<sub>2</sub>モニターは、小型・ハンディで、簡便にCO<sub>2</sub>濃度を測定できる。屋内のどこにでも備えることができ、いつでもCO<sub>2</sub>濃度をリアルタイムで確認することができる。

CO<sub>2</sub>モニターは、リアルタイムの確認とともに、次のような重要な評価に利用することが出来る。

十分な換気が確保されるよう設計された建築でも、人や物が障害になると換気の効率が落ちてしまう。人や物の位置を考えて、適切に空気が循環するよう配置する必要があるが、そのような評価にCO<sub>2</sub>モニターをうまく活用する。

CO<sub>2</sub>モニターの設置場所は、ドアや窓の側は避ければ、部屋の中央部付近でも端でも良く、高さも都合の良い位置を選ぶことができる。設置の個数は原則一部屋に1つで良いが、特に広い部屋では予め部屋の数か所でCO<sub>2</sub>濃度を測り、大きく異なることがあったら、換気不足にならないようにその部屋で最も空気貯留が起こりやすいエリアを選んで、そこに置くようにすれば良いだろう<sup>\*2</sup>。

CO<sub>2</sub>モニターをIoTで結んでスマホで連動し、モニタリングできるシステムも開発されている。感染リスクと空気質の評価や維持管理、経営や地域活動に利用できるシステムである。こういうシステムが普及し確立すれば、職場でも、買い物に出かけても、出張や旅行にでかけるときも、スマホでCO<sub>2</sub>濃度をモニターができるので、どこへ行ってもモニターを使った感染しない生活の実践が可能になる。

\*1. 二酸化炭素濃度測定器等に関するガイドライン：経済産業省 産業用ガス検知警報器工業会 2021年11月1日

\*2. 実践！換気対策ガイドブック：制作；地域参加による換気の可視化～向上プロジェクト、石垣陽、横川慎二 監修；二木芳人；<https://dimensions-japan.org/share/kanki2.pdf>

## 6) 飛沫感染経路を防ぐ

飛沫は大きい液滴なので、ほぼ1秒以内に下に落ちてしまう。(図2)  
咳やくしゃみの飛沫は、2メートルくらいまで飛ぶことがあり  
トレーニングなどで激しい呼吸をして吐く息(激しい呼気)、会話、大声、歌などの  
飛沫は、1メートル前後まで飛ぶことがある。

エアロゾルが四方八方に広がるのに対し、飛沫は正面方向にしか飛ばない  
(図2)。したがって、エアロゾルによる空気感染のリスクが広い範囲で長い時間続く  
のに対し、飛沫感染では、顔正面で向き合い1秒以内の散発的な感染リスクが発生する。  
それも**基本一対一の顔正面1メートルの範囲内**だ。

飛沫感染経路をふさぐには、飛沫をブロックするか、人との距離をとるソーシャル  
ディスタンスのどちらかである。

### マスク

マスクは飛沫をブロックし、ほとんど通さない。不織布のマスクでも綿のマスクでも、  
飛沫はほとんど通らない。マスクを着ければ飛沫はほとんど飛ばないし、飛んできた  
飛沫もキャッチして中には入れない。マスクを着けていれば、飛沫感染は防げる。

フェイスシールドや、アクリルなどの仕切り板や、パーティションも  
飛沫をブロックし飛沫感染は防げる。

### ソーシャルディスタンス(社会的距離)

マスクをしなくても距離をとることによって飛沫感染は防げる。これがソーシャル  
ディスタンスである。

ソーシャルディスタンスは1mとれば良い。人との距離を1mとれば、マスクなしで  
も飛沫感染は防げる。また、人との距離が1m以内に近づいても、真正面で向き合わ  
なければ、飛沫感染は十分避けられる。

ソーシャルディスタンスは、医療現場や、症状があるコロナ感染者と対面する場合に  
は2mである。咳やくしゃみを避けるための距離だ。

## 「飛沫感染経路をふさぐ方法のまとめ」

- ① **マスクを着用する。** マスクを着ければ、人との距離をとらなくても飛沫感染は防げる。**フェイスシールド、アクリル板**などの仕切りも飛沫を遮断する有効な方法。
- ② **人との距離を1mとる。** 1mの距離をとれば、マスクなしでも飛沫感染は防げる。1m以内でも、顔正面で向き合わなければ飛沫は避けられる。(医療現場では、距離は2m)



## 7) 接触感染経路をふさぐ

接触感染のもとになるのは、感染者の飛沫だ。

エアロゾルは、人や物に着くことがほとんどないので、接触感染のもとにはならない。（☞ コラム2）。

例えば、新型コロナに感染した人のくしゃみや咳がドアノブにかかり、別の人があるドアノブに触れた手で鼻の穴や口の中や目に触れば、接触感染のリスクが生じる。

しかし、そんな状況や機会に会うことは少ないだろう。

手を洗う習慣をつければ

接触感染は防げる。

実際、「接触感染のリスクは低い」のである\*1。

外出先から帰った時、食事の前、トイレで用を足した後など、手洗いする習慣をつける。手を洗い清潔にする習慣は、新型コロナの接触感染を防ぐためだけでなく、誰もが身につけたい**公衆衛生の習慣**である。

新型コロナ以来、消毒する機会が増えた。町中のどこへいっても、消毒液のスプレーが置いてあり、消毒するようになった。これも、必要かなと思ったら消毒する、要請されたら消毒する。接触感染防止としては、それで十分である。

\*1 Lewis, D., COVID-19 rarely spreads through surfaces. So why are we still deep cleaning? Nature News Feature 590, 26-28 (2021)

## インフルエンザ、新型コロナ、風邪など 呼吸器感染症に感染しない方法 まとめ

ウイルスはヒトの体の外では無力。  
体の中に入れなければ、  
感染しないし恐れることは何もない。

ウイルスに感染しないために  
**空気感染と飛沫・接触感染を  
意識してはつきり区別することが肝心。**

**その上で、まず一番に  
空気感染を防ぐことが肝要。** そのためには  
常時、換気を良くすること。  
換気不足になりやすいので、  
CO<sub>2</sub>モニターでCO<sub>2</sub>濃度が1,000 ppmを超えたら換気を増して、  
**室内空気をいつも新鮮 (CO<sub>2</sub>濃度 $\leq$ 1,000ppm) にする。**  
これで、空気感染の感染リスクは低く抑えることができる。

**飛沫感染を防ぐには**  
マスクを着けるか、  
人との距離 1 m以上をとる。  
距離 1 m以内において、  
顔正面で向き合うことを避けるという選択もできる。  
(ただし医療現場や有症状感染者との対面では距離 2 m)

**接触感染を防ぐためには**  
手洗い習慣をつけること。

## 集団感染は空気感染によって発生する

換気不足の屋内に一人でも新型コロナ感染者がいれば、感染者の呼吸と共に排出されるウイルスを含んだエアロゾルが、屋内に継続的に広がり滞留していく。その場に居合わせた人は全員でウイルスを含んだエアロゾルを共有し、再呼吸（図4）することによって全員が体の中に吸い込むので、集団感染が発生する。

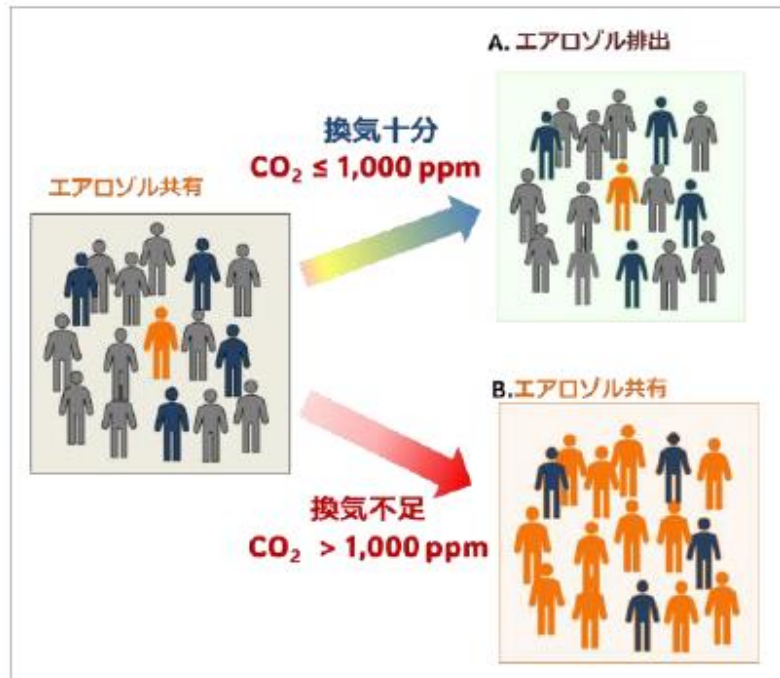


図7 集団感染

同じ屋内に感染者がいる場合

- A. CO<sub>2</sub>濃度が常に1,000 ppm 以下に維持され換気不足がなければエアロゾルは排出され集団感染が発生することはほとんど無い。
- B. CO<sub>2</sub>濃度が1,000 ppmを超える換気不足が起こると、ウイルスを含むエアロゾルを全員で共有し、集団感染が発生する確率が高い。

オレンジの人は感染者、グレーと青の人は非感染者

青の人は、ウイルスに対する免疫を保持している人。

エアロゾルによる空気感染は、一人の感染者から、一度に数人から数百人の人に感染する。換気不足の屋内に一人でも新型コロナ感染者がいれば、ウイルスを含んだエアロゾルが、屋内に継続的に広がり滞留していく。その場に居合わせた人々全員の感染する確率が高くなる。

# 換気の方法

換気は**屋内のCO<sub>2</sub>濃度1,000 ppm以下**が維持されて、換気不足がないようにすることが鍵となる。そのため**CO<sub>2</sub>モニターを部屋に設置することが必要**である。

換気の仕組みは、室内の汚れた空気と新鮮な外気を入れ替えることである。その方法には、**自然換気**と**機械換気**がある。

## すぐに出来る自然換気の方法

呼吸、会話、歌などで発生したエアロゾルは効果的な自然換気で消失する。

### 部屋を開放して部屋の空気を外にだす方法

- 部屋の2カ所以上（例えばドアと窓）を開ける。
- 部屋の1カ所しか開けられない場合は、扇風機やサーキュレーターなどで空気を排出する流れを作る。扇風機はドアの外に向けて、サーキュレーターはドアから部屋のうち側に向けて風を送ると効率よく空気を排出できる。
- CO<sub>2</sub>濃度が1,000ppmを超えたら、在室者は5分程度退室し、1,000ppm以下になったことを確かめた上で入室する。

### 部屋を常時開放できない場合

- CO<sub>2</sub>濃度が1,000ppmを超えたら、複数のドアを数分間は開放し、扇風機や送風機などで空気を排出してCO<sub>2</sub>濃度を1,000ppm以下に戻す。

なお、家庭用エアコンでは空気は循環するだけで換気は行わないことに注意しよう。（部屋を開放してエアコンで空気を循環する方法は有効である）

# 機械換気の方法

機械換気は、換気扇・送風機など機械の力で換気する方法である。

日本では住宅の高断熱・高気密化やシックハウス対策の流れを受け、2003年に改正建築基準法において**24時間機械換気が義務化**された。例えば住宅の場合、**換気回数0.5回/1時間以上の機械換気設備（24時間換気システム）の設備が必要である。**

給気(入口)、排気(出口)を、それぞれ機械を使うか使わないかの組み合わせで、3種類ある。住宅では主に第1種と第3種が採用されている。

第1種機械換気 給気と排気の両方とも、機械で行う。

第2種機械換気 給気は機械で、排気は自然排気で行う。強制給気により、室内の気圧が外よりも高くなって、自然と排気が促される。

第3種機械換気 給気は自然給気、排気は機械で行う。強制排気により、室内の気圧が外より低くなって、自然と給気が促される。

**高断熱・高気密の省エネ住宅で、より快適さを得るためには、第1種機械換気の熱交換換気システムの使用が効果的である。**

冷暖房時、一般的な換気扇は、冬には冷たい外気を、夏には暑い外気をそのまま室内に取り入れるので、せっかく温めた(冷やした)室内の熱が奪われてしまい、室内は寒く(暑く)になってしまう。熱交換換気機器は室温に近づけて外気を取り入れるので、冷暖房機の負荷を減らして省エネになり、室内の温度ムラも抑えられるので快適さを損なわない。

換気とともに、温度、湿度、および空気の質を制御するシステムHVAC (heating, ventilation, and air condition) は、快適さ(温度および湿度)、エネルギー効率、および空気の質を調節する。

感染症を終結するために、広域にわたり換気による屋内空気環境を作ることが求められるが、そこでは機械換気が主役になる。**すべての屋内CO<sub>2</sub>濃度1,000 ppm以下という空気質の達成**を成功させるとともに、換気によって左右されない温度および湿度の確保による快適さ、さらにエネルギー効率が課題になる。

この課題解決には、**HVACが最適なシステム**になる。

## 換気とCO<sub>2</sub>モニタリング

エアロゾルを介する屋内感染は、屋内換気が良くない場合にリスクが非常に高くなります。そこで、**人が集まるゾーンの室内の空気の質のモニターCO<sub>2</sub>センサーの設置をすることは感染予防に非常に有効**である。

これは、特に、学校、会議室、レストラン、飲食店、カラオケ、劇場、映画館、ホテル、その他クラスターがしやすい場所など、グループ/大人数で長時間使うような場所で効果を発揮する。

CO<sub>2</sub>, 800ppmになると黄色/オレンジが点灯し、1,000ppm で赤点灯または警報で、速やかな換気または人数を減らすことを促すようにする。

WEBベースのセンサーで、ビルの管理者に窓開放や換気のことを報せて、対応させるシステムもある。

\* REHVA COVID-19 guidance document, August 3, 2020



CO<sub>2</sub> モニターの機種例

## 感染しないためのマスクの効用

呼吸器感染症が流行している時、マスクは飛沫感染を防ぐのに大変有効である。飛沫は綿製マスクで80%以上、不織布マスクで90%以上防ぐことができる<sup>1</sup>。対面する両者がマスクを着用していれば、防止効果はさらに高くなり、飛沫感染のリスクは殆どなくなると言って良い。マスクは綿製でも不織布製でも感染防止に高い効果がある。N95マスクや手術用マスクの飛沫防止効果はさらに高く、飛沫を95%~100%近く防ぐので、医療現場など飛沫感染リスクの高いところで使われている。

エアロゾルはどうだろうか？

綿マスクでは約80%、不織布マスクでは約90%エアロゾルを防ぐという報告<sup>1</sup>もあれば、綿や不織布マスクでは20~90%の防止効果があることという報告<sup>2</sup>もある。一方、マスクを隙間のないように着用すると、エアロゾルは90%以上防げる。空気感染を防ぐにはマスクを隙間が生じないように密着すれば、感染リスクは低くなる<sup>1,3</sup>。

しかし実生活においては、マスクによる飛沫感染防止と空気感染防止はまったく違う。

飛沫感染に対するマスク着用効果は、いろいろな条件が変わってもほとんど変わらない。飛沫の場合は、マスク着用者の正面方向に飛ぶ飛沫の遮断効果が感染防止効果に直結しているので、マスクの繊維による飛沫のろ過効果がそのままマスク着用効果に直接結びつくからである<sup>4</sup>。

マスクのエアロゾルに対する遮断効果は、飛沫とそれほど変わらない。マスクの繊維はエアロゾルのような微粒子も通さないからである<sup>5</sup>。しかしエアロゾルは飛沫とは違い、マスクと顔の間に隙間ができれば、その隙間を通して空中に浮遊する。しかもエアロゾルは呼吸と共に呼気に混ざって排出され、吸気によって吸い込まれるので、一時でも隙間ができないようにしなければエアロゾルを吸い込んでしまう。

同じ室内に人が共存すると、呼吸と共に吐くエアロゾルを互いに再呼吸して吸う。食事や睡眠の時にマスクを外すと、エアロゾルは吸われる。**マスクを着けたままの食事も、黙食も空気感染防止にはほとんど意味がない。**

気密性の高いマスクを隙間のないように密着して着用し続ければ、空気感染のリスクは低くなるが、日常生活でそのようにすることは現実的ではないし、正常な日常生活とはいえないだろう。しかし、これらのリスクや懸念は、**換気を良くし、換気不足を無くせば解消する**。換気不足にならないようにすれば、空気感染防止のためにマスクを着用する必要がなくなるからである。実生活において、マスク着用の感染防止効果はあるが、余り大きなものではないのは、マスクは飛沫防止効果が主なものであり、空気感染防止には現実的でないからだ。

マスクは、飛沫を防止するために着用し、エアロゾルを防止するためでないことを、感染対策の中で位置づけることが極めて重要である。

感染が収まれば、感染対策としてのマスク着用は必要なくなる。これに対して、換気は、感染が収まっても手を抜かないことが必要である。これは感染終息を持続させるためばかりでなく、屋内の空気質を良好に保つために必要だからである。

1. Fischer, E.P., et al., Low-cost measurement of facemask efficacy for filtering expelled droplets during speech, Science Advances 07 Aug 2020;DOI: 10.1126/sciadv.abd3083
2. Asadi S., et al., Efficacy of masks and face coverings in controlling outward aerosol particle emission from expiratory activities, Scientific Reports 10, Article number: 15665 (2020)
3. Kurabuchi, T., et al Operation of air-conditioning and sanitary equipment for SARS-CoV-2 infectious disease control. Japan Architectural Review, 4, 608-620 (2021)
4. Wang C-S, Face Masks and Prevention of Respiratory Viral Infections: An Overview, 2022 Asian Aerosol Conference, (AAC 2022) (II), Aerosol and Air Quality Research, 23 (1) 220343, <https://aaqr.org>
5. Fleisher, O.,et.al, Mask Work Really. We'll Shall Show You How, The New York Times, Oct. 30, 2020.

CAP-AI

## CAP-AI (キャップアイ)

### 換気量、CO<sub>2</sub>濃度、感染リスクを算出するアプリ

CAP-AIは、室内の空気の汚染度、および在室する人が感染する可能性を計算し提供するアプリである。本アプリは、呼吸器感染症（新型コロナウイルス、インフルエンザ、風邪、肺炎、結核、はしかなど）に適用可能である。

**CAP-AIの主な機能**：特定の室内のCO<sub>2</sub>濃度、感染者数、非感染者数、平均体重、部屋の広さ、在室時間の値から、感染リスクおよび室内空気の汚染度を算出する。

**CAP-AIの用いる予測モデル**：MK-モデル（MK-AQIPモデル）\*1に基づいて、感染リスク評価および室内空気汚染度を計算する。

**CAP-AIの用途**：①室内における感染リスク評価して、感染しないための対策の基になるデータを提供する ②室内空気環境を最適化するための実行可能な推奨事項を提供する。

CAP-AIでは、次の3種類の問答形式のアプリが利用できます。

**CAP-AI-CK** CO<sub>2</sub>濃度から感染リスクが分かる。

**CAP-AI-VK** 換気量からCO<sub>2</sub>濃度および感染リスクが分かる。

**CAP-AI-SN** 換気量から空気の汚染度が分かる。

\*1 **MK-モデル**（Mikawa-Kase AQIPモデル）：感染リスクを予測するため、三河、加瀬が新たに開発した予測モデル。quantumの発生率を感染者の呼気中に含まれるエアロゾルのウイルス分布をもとにして感染リスクを予測するモデルである。

CAP-AI

[CAP-AIの手引](#)

[CAP-AIの使い方](#)

[記入する数値](#)

[CO<sub>2</sub>モニター](#)

CAP-AI-CK  
CO<sub>2</sub> → 感染リスク

CAP-AI-VK  
換気 → 感染リスク

CAP-AI-SN  
新鮮な空気環境

CAP-AIは「ぽいんとぱす・ランド<https://pointpath.jp/>」のQRコードより無償でダウンロードできます。



# 集団感染を制して パンデミックを終結させる

## 集団感染の発生を止める

誰も気が付かないうちに換気不足になり、知らないうちに集団感染が発生し、それがあちこちで多発し、感染者が急増して止まらなくなる。これが感染爆発の実体だ\*1。

気が付かないうちの換気不足を無くすには、CO<sub>2</sub>モニターでリアルタイムにCO<sub>2</sub>濃度をモニタリングするのが最も効果的だ。CO<sub>2</sub>濃度が常に1,000 ppm以下になるように換気を維持すれば、換気不足になることは無くなり、**集団感染が起きる確率は1%以下になる。**（CAP-AIアプリ <http://pointpath.loopsnet.jp/cap-ai/> 参照）

## 全室内のCO<sub>2</sub>濃度をいつも1,000 ppm以下にする

このように、屋内を常時良好な換気をすることによって集団感染は起きない。

しかし、人が社会生活をしていく上で、屋内のどこかに換気が悪いところがあると、そこで感染するリスクがいつも生じてくる。個人の感染防止対策の実践だけでは限界があるということだ。

人が行動する全ての屋内が、常時良好に換気され、新鮮な空気に満たされるような環境が整備されれば、集団感染はなくなる。

そのような屋内環境では、仮に飛沫・接触感染が発生したとしても、限られた人数に納まって集団感染にはならず、感染者はいなくなっていく。

こうして、**人が行動する全ての屋内がCO<sub>2</sub>-1,000 ppm以下の新鮮な空気に満たされた環境を作った地域は、呼吸器感染症（風邪、インフルエンザ、新型コロナウイルスなど）の流行が終息する。**

## パンデミックのない世界の実現

**その地域内では、いつ、どこにいても、感染を気にしない生活が可能になる。**このような地域づくりを広範に展開して、国全体に広げていけば、その国の呼吸器感染症は終息し、国民の誰もが感染を気にしない生活が可能になる。

そして、このような国づくりを、世界中に展開すれば、真に**パンデミックのない世界**が実現する。

**ノーモア・パンデミック！**

## あとがき

新型コロナウイルスの感染が拡がりはじめた3月末に、とにかく信頼できる科学情報を友人・知人（DearYou仲間）にお届けしようと思い立って「新型コロナウイルス通信」を毎日発信し始めました。DearYouの皆さんに支えられたおかげで、150号を超えるまでになりました。そうして気がついてみますと、通信で蓄積された科学情報は世界的にみてもトップレベルで、感染予防の観点から世界の状況が俯瞰できるところまでになっていました。

一方、日本を含め世界の7割以上が感染再拡大し、経済再開との両立へ試行錯誤する状況が続いています。この状況で「何を信じ、どう行動したらよいのだろうか」と多くの方々が迷われ、ただただ自粛に追い込まれていると思います。

私は、まず自分と自分の周りの人を守るという原点に立ち返って、「感染しない」「感染させない」ことからもう一度気持ちを立て直し、あらゆる行動と生活に反映させていくことが現在の状況の中、一番に必要と考えました。

そのために、通信130号（8月8日）の集大成として、「感染しない」「感染させない」ためのバイブルになるようにとの強い思いで「新型コロナウイルスSARS-CoV-2に感染しないためのガイドブック」冊子を発刊しました。幸いご好評を得ることができ、またDearYouの皆さんの口コミで、このガイドブックを読んで下さる方々の輪はいくつかの企業、クリニック、大学、高校、スポーツクラブ関係などなどに広まって参りました。

この度新たに発刊しました「新型コロナウイルスSARS-CoV-2に感染しないためのガイドブック最新版」は、旧版を大幅に改訂し、より実際的で、幅広い方々に使いやすいガイドブックを目指して作成いたしました。この冊子が、できるだけ多くの人々に利用されて、「誰もが感染しない」新しい社会スタイルの形成に役立つことを期待しています。



令和2年9月8日  
加瀬 廣

### 加瀬 廣 略歴

1942年生まれ。東京大学農学部農芸化学科卒。農学博士。  
協和発酵工業株式会社（現協和キリン）に入社後、長年医薬品の研究開発に携わり、日欧米のグローバルなプロジェクトを展開してきた。退職後医薬研究開発のバイオベンチャーの研究開発と経営に参画してきたが、現在はポイントパストットビズ株式会社に所属している。ここ数年、Nature Briefingを中心に科学を深く楽しんできたことが、新型コロナウイルス通信と本ガイドブックの発刊につながったと思います。