

## 感染しない生活－空気感染に最も注意しよう

新型コロナウィルス通信編集部 加瀬 廣

新型コロナウィルス感染が急増し続ける中、経済活動を止めずに感染を抑制する有効な手立てが見いだせずに人々の不安と恐怖だけが増している。今だからこそ、もう一度原点に戻って「感染しない」ことに気持ちを向け、行動と生活を立て直すことが必要だ。

どうしたら感染しない生活を送れるのか？

そのためには、「どうして感染するのか」を知らなければ始まらない。

新型コロナウィルスの感染経路は、飛沫・接触感染、それに空気感染である。このうち最も注意しなければならないのは、感染者の呼吸、会話、歌などから生じて空気中に浮遊するエアロゾルによる「空気感染」である。

何故なら、まず咳・くしゃみ等による飛沫・接触感染は、見えるもの、気づくものだから、本人も周りの人も意識して警戒し避けることができる。そのうえ発症者の飛沫と接触することは、医療関係者以外の大多数の市民にとってそう多くはないことである。

これに対して、空気中に漂うエアロゾルは、知らないうちに鼻や口から吸い込んで感染してしまう。だから、いつどこで感染したかもわからない。空気感染は日常の呼吸によって感染するので、間違った対応の「すき」につけこまれて感染してしまう。

それでは対応しようがないと思われるかもしれないが、逆に空気感染の特徴さえ認識すれば、「感染しない」対応はしっかりとできるようになる。

具体的には「新型コロナウィルス通信編集部」が作成した「感染しないためのガイドブック」に詳述している。その要点は、空気感染を常に意識の最重点に置いた上で、「マスク着用と換気」「3密回避」「身体的距離」などの感染予防を効果的に実践することにある。これによって、その場その時の状況に応じて自分で最適を判断し、行動するこつが良くわかるようになる。

このガイドブックと普及版の手引きは、仲間からその知人たちへと口コミで伝わり、感染しないためにどうするか「とてもわかりやすい」と評価をいただいた。さらに関係する職場、町内会、サークル、クラブ、学校などでも活用の輪が広がっている。

日本のマスク着用率は全体の8割を超えて世界的に見ても高い。しかし残りの2割弱に、主に無症状感染者のスプレーダーがいれば感染は容易に拡がってしまう。スプレーダーは何も特殊な人ではなく、行動がスプレーダーを生むので、誰でも行動次第でスプレーダーとして感染させる側になる。感染させないための判

断と行動は、感染しないためのものと全く同じである。つまり、誰もが切望する「感染しない」ための行動を、誰もがなり得る残り2割弱を意識して皆が実践すれば感染は拡がらなくなる。そればかりか、ウィルスが消え去ることも可能になる。

感染しない生活の実践は、経済活動を続けながらウィルスを消していくための有効な方策である。この実践を社会で共有することによって、新スタイルの生活の明るい実像が誰の目にも明確に描けるようになるであろう。



*Walking Fun in Seasons*

## 新型コロナウィルスの空気感染を支持する 10 の科学的理由

本年 4 月 15 日付の Lancet オンライン版に、新型コロナウィルス SARS-CoV-2 のエアロゾル空気感染の科学的根拠を集大成した論文が公開されましたので、その概要をかみ砕いて説明をし、引用文献を付しました。

(加瀬 廣)

(論文原著)

### Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2

T. Greenhalgh (University of Oxford, UK), J L Jimenez (University of Colorado, US), K A Prather (University of California San Diego, US), Z Tufekci (University of North Carolina, US), D Fisman (University of Toronto, Canada), R Schooley (University of California San Diego, US) .

Lancet, Ap 15, 2021, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2)

[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)00869-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00869-2/fulltext)

新型コロナウィルス (SARS-CoV-2、以下コロナウィルスと省略) は、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 (感染者から出たコロナウィルスを含む唾液や体液に触る事によって起こる感染)、および空気感染 (呼吸、会話、歌、叫び、咳およびくしゃみに伴って放出され空中に長距離まで浮遊するエアロゾルによる感染) の 3 つの経路を介して感染する。飛沫および接触感染を防ぐ方法としては、直接接觸を減らす、表面の洗浄をする、アクリル板シールドなどで飛沫を止める、飛沫が届かない距離を保つ (身体的距離)、飛沫距離内のマスクの着用がある。

しかし、感染性ウィルスが主に空中に浮遊している場合、感染者が息を吐いたり、話したり、叫んだり、歌ったり、くしゃみをしたり、咳をしたりするときに発生するエアロゾルを吸い込むと、感染する可能性がある。ウィルスの空中伝播を減らすには、換気、空気ろ過、密集と室内滞留時間を減らすこと、屋内ではいつもマスク着用、マスクの質とフィットへの注意など感染性エアロゾルの吸入を回避するための対策が必要である。

コロナウィルスがエアロゾルによって空気感染することを直接証明するのはなかなか難しいが、次に示す 10 の証拠は、コロナウィルスが主として空中経路によって感染するという根拠を全体として示すものである<sup>1)</sup>。その 10 の証拠とは：

- 1) スーパースプレーダーによる感染拡大：コロナウィルスを拡げる感染者すなわちスプレーダーは、感染者 5 人のうち 1 人程度しかいないが、その中に多くの

人に感染させてしまう人がいて、スーパースプレーダーと言われる。合唱団のコンサート、クルーズ船、食肉処理場、介護施設、矯正施設などで、スーパースプレーダーによる感染の急拡大とクラスターの形成が報告されている。これらのスーパースプレッドの例について、その状況に至った背景や関係した人々の行動や接触の追跡、部屋の大きさや換気状況などが詳細に解析された。その結果、なぜスーパースプレッド現象が起こったかは、空気感染およびその基本再生産数  $R_0$ （1人の感染者が平均何名に感染させるかを推定した値）によって良く説明できる一方で、飛沫・接触感染では的確に説明することはできなかった<sup>2)</sup>。さらに、このようなスーパースプレッド現象の発生率が高いことは、エアロゾル空気感染の優位性を強く示唆している。

- 2) **長距離感染**：検疫ホテルで起こったことであるが、隣り合った部屋に滞在して直接接触はしていない人々の間でコロナウィルスの長距離感染が報告されている<sup>3)</sup>。歴史的には天然痘の例のように、市中感染が完全に無い場合にしか長距離感染を証明することができなかつたので<sup>4)</sup>、このコロナウィルスの実例は長距離での空気感染の初めての報告となった。
- 3) **無症候感染者による感染拡大**：咳やくしゃみをしていない「無症候性感染者」や「発症前感染者」からのコロナウィルス感染は、全世界のコロナウィルス感染の少なくとも3分の1、おそらく最大59%を占めている<sup>5)</sup>。この感染の仕方は、コロナウィルスが世界中に拡散する主な拡がり方であり<sup>5)</sup>、空気感染が主な感染経路であることを支持している。直接に測定した例として、会話によって数千のエアロゾル粒子が生成するのに対して、大きな飛沫は少數しか生成しないことが示されており<sup>6)</sup>、それらも 空気感染経路を強く支持するものである。
- 4) **屋内感染**：コロナウィルスの感染は屋外よりも屋内で多く<sup>7)</sup>、屋内換気によって大幅に減少する<sup>1)</sup>。どちらも、空気感染が主経路であることを支持している。
- 5) **院内感染**：院内感染の事例も数多く報告されている。これらの事例の医療機関の感染防護策については、その対策方法が文書化されているが、そこには、飛沫と接触に対しての厳密な予防措置と、飛沫を防御する個人用防護具（PPE：ガウン、手袋、マスク、キャップ、エプロン、シーカバー、フェイスシールド、ゴーグルなど）を用いることについてはきちんと記載されている。しかし、エアロゾル曝露については全く触れていない<sup>8)</sup>。
- 6) **空中に浮遊するコロナウィルスの検出**：生存可能なコロナウィルスが空中で検出されている。実験室での実験では、コロナウィルスは空气中で最大3時間感染性を保ち、半減期（感染性が半分なくなるまでの時間）は1.1時間であった<sup>9)</sup>。生存可能なコロナウィルスは、COVID-19（新型コロナウィル

ス感染症) 患者が占めていた病室の空気サンプルで検出され<sup>10)</sup>、 軽症の COVID-19 患者が運転した車の空気検体中にも検出された<sup>11)</sup>。他の研究では、空気検体中の生存可能なコロナウィルスをまだ検出できていないが、これは今後に期待されることである。浮遊ウィルスの採取は、微粒子を収集するための有効な採取法が限られること、収集中のウィルスが脱水しやすいこと、衝撃によってウィルスが損傷すること(生存率の低下につながる)、収集中のウィルスが再エアロゾル化しやすいこと、サンプリング装置におけるウィルスの保持性に問題を生じやすいたとなど、いくつかの理由で技術的には難しい<sup>12)</sup>。因みに、2つの主な空気感染症である結核とはしかば、まだ室内空気から病原体が栽培されたことがない<sup>13)</sup>。

- 7) **コロナウィルスの確認**: コロナウィルスは、COVID-19 患者のいる病院のエアフィルターと建物のダクトで確認されている。そのような場所にはエアロゾルのみが到達することができる<sup>14)</sup>。
- 8) **実験動物での空気感染実験**: 感染動物と非感染動物を別々のケージに入れ、エアダクトを介して両ケージを接続した研究では、エアロゾル空気感染によってのみ適切に説明できるコロナウィルスの感染が証明された<sup>15)</sup>。
- 9) **コロナウィルスの空気感染を否定する強い証拠はない**: 著者らの知る限り、コロナウィルスの空気感染を反証する強力なあるいは一貫した証拠を示した研究はない。感染者と空気を共有してもコロナウィルスに感染しない人がいる例で反証しても、この状況は、感染者によってのウィルス排出量が桁違いに違うことや、その場所の環境(特に換気)条件の違いなどの要因を組み合わせれば説明することができる<sup>16)</sup>。つまりこの状況は、2次感染(感染がほかの人々に広がること)の大部分が、ほんの少数の1次症例(換気の悪い屋内に密集状況で高レベルのウィルスを放出する例など)から起こっているということを意味しているのである。これらは、いくつかの国から報告されている、濃厚接触追跡の質の高いデータによって支持されることである<sup>17,18)</sup>。さらに、コロナウィルスの呼吸器ウィルス量は幅広く変動するので、コロナウィルスは空気感染し得ないという論拠は成り立たなくなるのだ。何故ならその論拠は、コロナウィルスの基本再生産数  $R_0$  が、はしかの  $R_0$  (約 15 と推定)<sup>20)</sup>より低く(約 2.5 と推定)<sup>19)</sup>、しかも  $R_0$  は平均値なので、少数の感染者だけが大量のウィルスを放出するという事実をほとんど無視しているからである。 $R_0$  が感染者によって極端に違っていることは、COVID-19 では十分立証されていることである<sup>21)</sup>。
- 10) **飛沫感染と接触感染の十分な証拠はあるか?**: コロナウィルスの他の感染経路、すなわち飛沫感染と接触感染を支持する証拠は限られてる<sup>6,22)</sup>。コロナウィルスの飛沫感染の証拠として、互いに近接している人々の間で感染しや

すいことが挙げられている。しかし、少人数の遠隔感染と並んでほとんどの近接感染は、呼気のエアロゾルが感染者からの距離と共に濃い濃度から薄い濃度へ希釈されることで説明できる可能性の方が高い<sup>6)</sup>。近接による感染は大きな飛沫や表面接触によるという誤った思い込みは、結核およびはしかの空気感染を否定するために歴史的に何十年も使われてきたのだ<sup>13, 23)</sup>。これが医療の定説(**dogma**)となり、エアロゾルと飛沫の直接測定は無視され、その結果、呼吸活動によって生成される圧倒的な数のエアロゾルおよびエアロゾルと飛沫の間の粒子サイズ 5μm の恣意的な境界 (100μm の正しい境界ではなく)などの誤りが明らかにされている<sup>13, 23)</sup>。飛沫はエアロゾルよりも大きいため、より多くのウイルスが含まれていると主張されることがある。しかし、病原体濃度が粒子サイズによって定量化されている疾患では、両方を測定したときに、小さいエアロゾルは飛沫よりも高い病原体濃度を示している<sup>13)</sup>。

### 【引用文献】

1. Morawska L, Milton DK, It is time to address airborne transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). Clinical Infect Dis. 2020; 71: 2311-2313
2. Lewis D, Superspreadering drives the COVID pandemic—and could help to tame it. Nature. 2021; 590: 544-546
3. Eichler N, Thornley C, Swadi T et al. Transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 during border quarantine and air travel, New Zealand (Aotearoa). Emerging Infect Dis. 2021; (published online March 18.)  
<https://doi.org/10.3201/eid2705.210514>
4. Gelfand HM, Posch J, The recent outbreak of smallpox in Meschede, west Germany. Am J Epidemiol. 1971; 93: 234-237
5. Johansson MA, Quandelacy TM, Kada S et al. SARS-CoV-2 transmission from people without COVID-19 symptoms. JAMA Netw Open. 2021; 4e2035057
6. Chen W, Zhang N, Wei J, Yen H-L, Li Y, Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. Building Environ. 2020; 176106859
7. Bulfone TC, Malekinejad M, Rutherford GW, Razani N, Outdoor transmission of SARS-CoV-2 and other respiratory viruses: a systematic review. J Infect Dis. 2021; 223: 550-561
8. Klompas M, Baker MA, Rhee C et al., A SARS-CoV-2 cluster in an acute care hospital. Ann Intern Med. 2021; (published online Feb 9.)  
<https://doi.org/10.7326/M20-567>
9. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH et al., Aerosol and surface stability of

SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1., *New Engl J Med.* 2020; 382: 1564-1567

10. Lednicky JA, Lauzard M, Fan ZH et al., Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *Int J Infect Dis.* 2020; 100: 476-482
11. Lednicky JA, Lauzardo M, Alam MM et al., Isolation of SARS-CoV-2 from the air in a car driven by a COVID patient with mild illness. *medRxiv.* 2021; (published online Jan 15.) (preprint). <https://doi.org/10.1101/2021.01.12.21249603>
12. Pan M, Lednicky JA, Wu CY, Collection, particle sizing and detection of airborne viruses. *J Appl Microbiol.* 2019; 127: 1596-1611
13. Fennelly KP, Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med.* 2020; 8: 914-924
14. Nissen K, Krambrich J, Akaberi D et al., Long-distance airborne dispersal of SARS-CoV-2 in COVID-19 wards. *Sci Rep.* 2020; 10: 1-9
15. Kutter JS, de Meulder D, Bestebroer TM et al., SARS-CoV and SARS-CoV-2 are transmitted through the air between ferrets over more than one meter distance. *Nat Commun.* 2021; 12: 1-8
16. Schijven J, Vermeulen LC, Swart A, Meijer A, Duizer E, de Roda Husman AM, Quantitative microbial risk assessment for airborne transmission of SARS-CoV-2 via breathing, speaking, singing, coughing, and sneezing. *Environ Health Perspect.* 2021; 129:47002
17. Sun K, Wang W, Gao L et al., Transmission heterogeneities, kinetics, and controllability of SARS-CoV-2. *Science.* 2021; 371:eabe2424
18. Laxminarayan R, Wahl B, Dudala SR et al. Epidemiology and transmission dynamics of COVID-19 in two Indian states. *Science.* 2020; 370: 691-697
19. Petersen E, Koopmans M, Go U et al. Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics. *Lancet Infect Dis.* 2020; 20: e238-e244
20. Guerra FM, Bolotin S, Lim G et al. The basic reproduction number ( $R_0$ ) of measles: a systematic review. *Lancet Infect Dis.* 2017; 17: e420-e428
21. Endo A, Abbott S, Kucharski AJ, Funk S, Estimating the overdispersion in COVID-19 transmission using outbreak sizes outside China. *Wellcome Open Res.* 2020; 5: 67
22. Goldman E, Exaggerated risk of transmission of COVID-19 by fomites. *Lancet Infect Dis.* 2020; 20: 892-893
23. Tang JW, Bahnfleth WP, Bluysen PM et al. Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV-2). *J Hosp Infect.* 2021; 110: 89-96