

集団感染

2024.04.15 作成

加瀬 廣

感染拡大の原因は集団感染（クラスター感染）

風邪、インフルエンザ、新型コロナウイルス感染症など呼吸器感染症の感染が広がるのも、感染者が増えるのも、集団感染の多発による。

集団感染の事例

まず、集団感染の事例を紹介しよう。

2020年3月17日、ワシントン州スカジット郡の教会で行われた合唱団の2時間半の練習で、61名の参加者のうち1名の無症状感染者がいた。この1名の感染者から32名が感染し、さらに二次感染者が20名になり、3名が入院、1名が死亡。感染は練習中の密閉空間に大勢の人が集まったことと、歌を歌うことによって大きく広まった*1。

同様の集団感染例は、シンガポールの出稼ぎ労働者の宿舎に絡んだ800名の感染者、大阪のライブミュージックハウスに絡んだ80名の感染者、韓国のズンバクラスにリンクした60名の感染者の記録がロンドン大学衛生熱帯医学大学院（London School of Hygiene & Tropical Medicine）のデータベースに保存されている*1。

集団感染は、家庭内、職場、事業所、学校、保育所、病院、高齢者施設、映画館、劇場、飲食店、カラオケバー、鉄道車両、クルーズ船、介護施設、食肉包装工場、スキーリゾート、アイスアリーナ、刑務所など、人が集まるところはどこでもと言ってよい位発生している*2~6。1人の人が数十人の人に感染させることもあるし、複数の場所で次々に拡散する集団感染も報告されている*3。集団感染による感染を外から家に持ち帰り、それが家庭内感染を引き起こし、家庭内感染が感染ルートの約7割に上ったというデータも示されている（東京都モニタリング会議で発表）。家庭内感染で子供に移り、その子供が保育所、学校に行き集団感染を引き起こすという悪循環になって感染が広まる。

日本のオミクロン株感染拡大における集団感染の実態を少し詳しく述べよう。

2022年のオミクロン派生型 BA.2 による感染爆発（第6波）は1月10日頃から始まり、25日にはピークに達して全国の感染者数は10万人を超えた（図1）。その直近1週間に全国で発生した集団感染は813件に上った（厚生労働省のまとめ）。

発生場所別では、学校・教育施設が最も多い 317 件で、前週比 2.7 倍となった。次いで児童福祉施設が 516 件で同 3.5 倍、企業が 114 件で同 1.9 倍だった。重症化リスクが相対的に高い高齢者施設も 117 件で同 2.1 倍に増えた。飲食店は 69 件でほぼ横ばいであった*5。

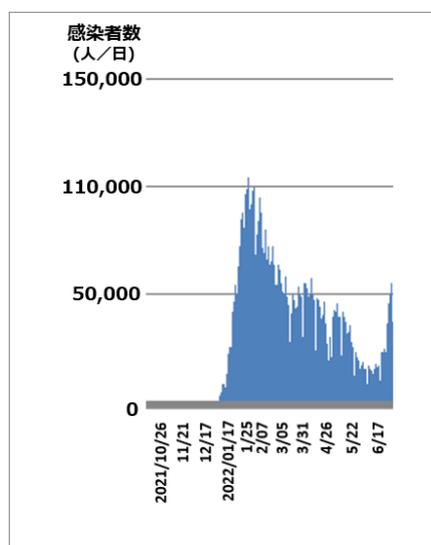


図 1 日本におけるオミクロン派生型 BA.2 による感染拡大

NHK データ (2022.8.23) より

日本におけるオミクロン派生型 BA.2 による急速な感染拡大 (第 6 波) はデルタ株感染拡大 (第 5 波) 収束後の 2022 年 1 月から半ばに始まり、約 2 週間目の 25 日には 10 万人を超えるピークに達した。直近 1 週間の集団感染は 813 件で、急速な拡大の主要因となった。

オミクロン株の例を見ても、感染拡大の主原因は、集団感染によるということでは明らかであるが、では何故集団感染が多発するのだろうか？

集団感染は空気感染によって発生する

世界各国の「公共の場ではマスクを着用する」と回答した人の割合について、2022 年 4 月に調査した日本リサーチセンターの報告では、日本は世界でも最もマスク着用率の高い国で、着用率は 87%となっている*7。

マスクは飛沫を殆ど完全にブロックするので、マスク着用の効果が最も現れるのは、飛沫感染である。その上、日本人の多くは、ソーシャルディスタンスも守るし、アクリル仕切り板を設置する店や職場なども多い。飛沫感染防止対策は万全といっても良い位である。にもかかわらず、オミクロン株感染拡大で集団感染は激増している。このことは、飛沫は集団感染に繋がらないことを示している。

基本一対一の正面で 1 秒以内に落下する飛沫で感染する飛沫感染では、一人の感染者から、一人またはせいぜい数人にしか感染しないので

集団感染にはなり得ないのである。

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、呼吸することによって感染する（図2）。これが**空気感染の実態**である。

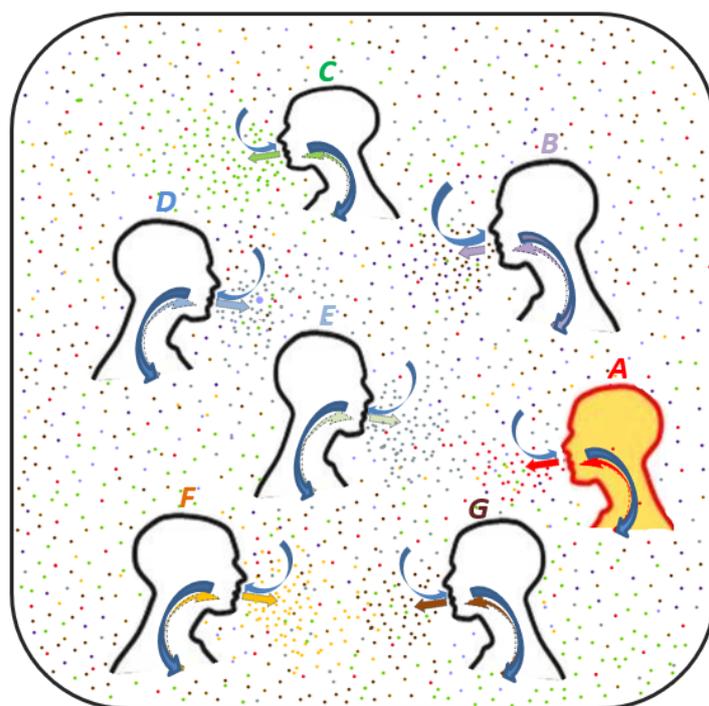


図2 呼吸で生成するエアロゾルの再呼吸 (rebreathing) による循環

- 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) も全員が吸い込む
- 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。

集団感染の発生は、この空気感染のメカニズムに基づいて起こる（図3）。空気感染の元になる病原体を含むエアロゾルは、換気によって除かれる。その換気の良し悪しによって、エアロゾルの除去の十分・不十分が左右される。換気が十分か不十分かの基準は、炭酸ガス（CO₂）濃度 1,000ppm で決まる。CO₂モニターで CO₂濃度を測り、1,000ppm を超えたら換気不足であり、感染リスクは高くなる。CO₂ 1,000ppm 以下では感染リスクは低い。（図3）

（CAP とは：ぽいんとぱす・キャップ <http://pointpath.loopsnet.jp/cap/> 参照）

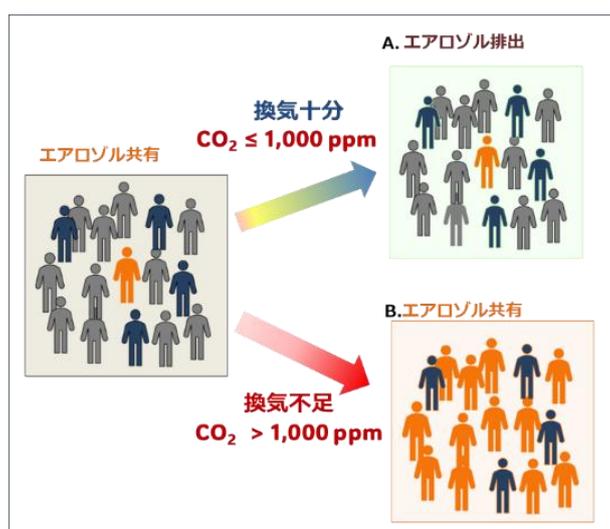


図3 集団感染

同じ屋内に感染者がいる場合

- A. CO₂ 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. CO₂ 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。

（図3）

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*3。

新型コロナ感染症のパンデミックの開始から3年3カ月が経過した2023年5月5日、WHOは新型コロナに関する緊急事態宣言を終了すると発表した。WHOのテドロス事務局長は5日の記者会見で新型コロナについて、ウイルスは変異を続けていることから「世界的な健康上の脅威が終わったわけではない」と強調した。緊急事態対応責任者のマイク・ライアン氏も「戦いは終わったわけではない。われわれのシステムにはまだ弱点があり、新型コロナのウイルスや他のウイルスによって露呈されるだろう。それを修正する必要がある」と述べた。

各国は新型コロナ対策を大幅に緩和していた。米国は11日に国家非常事態宣言を解除し、ワクチンや検査の政府負担は終了し、民間保険や公的医療保険に移管された。日本では2023年5月8日、新型コロナの感染症の位置づけを2類相当からインフルエンザと同じ5類に移行し、日々の感染者数の発表は終了した。

一方新型コロナは、インフルエンザのように季節的な広がりパターンに落ち着く兆候を見せていなかった*8。サージ（急増）、スパイク（急騰・急伸）、ウェーブ（波）、または単なるウェーブレット（小さな波・さざ波）と呼ぶにしても、新型コロナ感染の増加の兆候は見られた。科学者たちは爆発的で病院を埋め尽くす感染の波が戻ってくる可能性は低いと述べる。代わりに、日本を含む各国では、比較的軽度の感染を特徴とするオミクロン派生型XBB.1.16系統の絶え間ない大量発生によって引き起こされる、致命的ではないが頻繁な波が見られ始めた。オミクロンが登場してから1年半の間に死亡者数は通常のインフルエンザによる死亡者の約10倍に達していた*8。

集団感染は止まることなく、コロナは終息していない。

気が付かないうちの換気不足を無くすには、CO₂モニターでリアルタイムにCO₂濃度をモニタリングするのが最も効果的だ。CO₂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：ぽいんとぱす・ランドCAP-AIアプリ <http://pointpath.loopsnet.jp/cap-ai/> 参照）

換気によって集団感染の発生は止めることができ、集団感染が減れば減るほど、感染者は加速的に減少し、集団感染は少なくなり、パンデミックは終息に至る。

全室内の CO₂ 濃度をいつも 1,000 ppm 以下にする

以上のように、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 CO₂-1,000 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、新型コロナなど）の流行が終息する。

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。

参考文献と注釈

1. 米 CDC (Centers for Disease Control and Prevention) の罹患率と死亡率の週報 (MMWR) 2020 年 5 月 15 日付け記事
2. 鉄道車両内における二酸化炭素濃度と新型コロナウイルス感染症との関係等に係る情報について：国土交通省鉄道局技術企画課車両工業企画室（令和 3 年 12 月）
3. Kupferschmidt, K., Why do some COVID-19 patients infect many others, whereas most don't spread the virus at all? - Preventing big clusters of cases would help curb the pandemic, scientists say. Science 19 May 2020: doi: 10.1126/science.abc8931
4. Kurabuchi, T., et. al., Operation of air-conditioning and sanitary equipment for SARS-CoV-2 infectious disease control, Japanese Architectural Review, Published 02 Jul 2021, <https://doi.org/10.1002/2475-8876.12238>
新型コロナの集団感染の例と建物の換気の効果について述べた初めての総説。
5. クラスタ感染の事例 学校、保育所、高齢者施設 事業所 - オミクロン株の特徴を踏まえて感染防止対策について（令和 4 年 2 月 4 日）、第十二回新型コロナウイルス感染症分科会

6. 林 基哉：第三十七回日本環境感染学会シンポジウム 換気の評価と改善 20220618
建築物の室内空気環境と換気性能の実態を報告している。飲食店、アイスアリーナ、
病院についてクラスター感染の事例と換気の効用について述べている。
7. マスク着用率：世界各国の「公共の場ではマスクを着用する」と回答した人の割合：
2022年4月に調査した日本リサーチセンターの報告
(<https://www.nrc.co.jp/nryg/220526.html>) では、日本は世界でも最もマスク着用率の
高い国となっている。日本人の87%の人が公共の場ではマスクを着用すると回答して
いるのに対して、アメリカは45%、イギリスは35%となっている。
8. COVID's future: mini-waves rather than seasonal surges, Nature News 04 May
2023. [https://www.nature.com/articles/d41586-023-01437-
8?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=38f1709845-briefing-dy-
20230502&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-38f1709845-43602725](https://www.nature.com/articles/d41586-023-01437-8?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=38f1709845-briefing-dy-20230502&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-38f1709845-43602725)
新型コロナの未来；季節的な急増ではなく小さな波「ウェーブレット」時代の幕開け
について述べている。