

新型コロナウイルスの脅威について

防衛医科大学校 防衛医学研究センター長／分子生体制御学講座
四ノ宮 成祥

はじめに

人類はこれまでに重症化するコロナウイルス感染症として、重症急性呼吸器症候群(SARS)および中東呼吸器症候群(MERS)を経験している。一方、現在流行している新型肺炎はそのどちらにも属さない新型コロナウイルスによるもので、18年前に流行したSARSと同じ感染制御方法では伝播を阻止することはできない。それを端的に表しているのが横浜に寄港したクルーズ船ダイヤモンド・プリンセス号の事例で、集中的な検疫と医療介入にもかかわらず、乗員乗客3,711人中何と712名もの新型コロナウイルス患者が発生したのである¹。

1章 新型コロナウイルスの脅威について

新型コロナウイルスは、①伝播力の強さ、②高い致死率、③無症候者が感染源となり得るという3つの特徴を持っている。

伝播力の強さは、一人の患者が何人に感染を広げるかという値「基本再生産数(R_0)」で表される。麻疹の R_0 は12～18、インフルエンザでは R_0 は2～3と言われており、新型コロナウイルスの R_0 は2～2.5とされる。これだけ見れば麻疹などよりもはるかに低くインフルエンザと同等と言える。しかし、厚生労働省が行ったクラスター解析で、新型コロナウイルス感染者の約8割は他者に感染を広げていない($R_0 = 0$)一方で、一部の人は多数

の人に感染を広げるスーパー・スプレディング・イベントに関する($R_0 = 9 \sim 12$)ことが分かった。これらの平均値として $R_0 = 2 \sim 2.5$ が示されており、ある条件下(すなわち「3つの密」と言われる密閉、密集、密接の状態)では非常に強い伝播力を持つことが明らかとなった。

このような R_0 の一方で、実際には感染予防策の結果として現れる「実行再生産数(R_t)」の方がより現実に即した判断基準となる。公衆衛生的な介入により R_t を1未満($R_t < 1$)にすることができれば、感染は終息に向かう。例えば、麻疹ではワクチン接種率を上げて集団免疫を付与することにより、日本を麻疹清浄国とすることができた。しかし、新型コロナウイルスに有効なワクチンはまだないので、 R_t を下げるためには、マスクや手洗いなどの一般的防護を実行した上で、ソーシャル・ディスタンスを行うしか手段はない。

新型コロナウイルス感染による国内の致死率は、2020年8月30日現在で1.89%(68,083人感染、うち1,285人死亡)であり、感染者のおよそ50人に1人が死亡している。これはSARSの9.6%やMERSの約35%よりも低い値であるが、季節性インフルエンザの一般的致死率の約0.05%に比べるとかなり高い。重症化と死亡の割合を年齢層別に見ると(図1)、若年層ではほとんど重症化しないが、60歳代以上で顕著に増加する。特に80歳代以上では、死亡率が28.3%にのぼるほか、全死亡症例の56.9%を占める。このような高齢者を中心とした高い重症化率や死亡率が、本疾患に対する強い社会不安要素となっている。

無症候者が感染源となる問題は、今回の新型コロナ感染対策を最もややくしくしている。新型コロナウイルス感染者は発症後数日以内の時点で大量に近いウイルスを排出しており、発症前の段階でかなりの量のウイルス

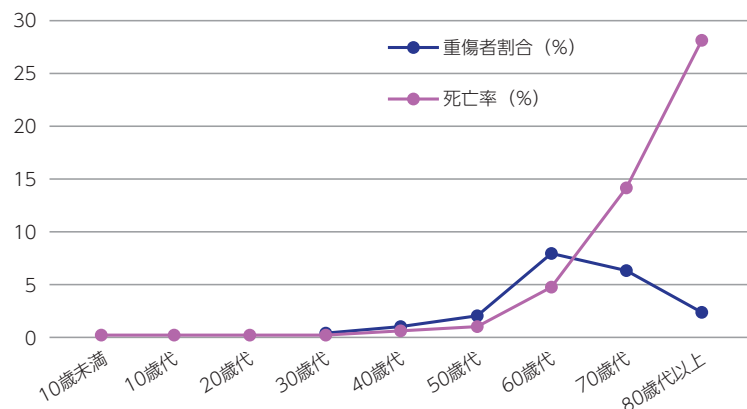


図1 新型コロナウイルス感染者中の重症者割合並びに死亡率

新型コロナウイルス感染症の国内発生動向(2020年7月15日時点でのデータ)による

を排出している可能性が指摘されている。無症候性の感染者からの飛沫の直接的吸入、飛沫が付着した食物の摂取、飛沫が付着した物品への接触が感染のリスクとなるほか、呼気から排出されたウイルスはエアロゾルとして空気中に漂うため、換気の悪い場所で感染者とともに長時間滞在すると感染の恐れがある。

2章 新型コロナウイルス対策について

新型コロナウイルスはエンベロープ(ウイルス外層の脂質の膜)を持つウイルスであり、エタノール消毒(70%~95%)に対して感受性がある。手指のウイルス除去には石鹸と流水による手洗いが有効であるが、直ちに手洗いができない状況では擦り込み式のエタノール消毒が用いられる。

ダイヤモンド・プリンセス号における環境表面の拭き取り検査では、症状の有無を問わず感染者が在室していた部屋のトイレ周辺、机、電話機、TVリモコンなどから高率にウイルスRNAが検出された¹⁾。感染予防には、これら感染者が接触する可能性のある物品のこまめな消毒並びに周囲の人の手指消毒が非常に重要となる。この知見は、新型コロナウイルス感染症患者を受け入れる病院での感染制御にも反映されている。

一般個人の感染予防の観点からは、サージカルマスクの着用と手洗いの励行はもとより、そもそも感染機会の高そうな人口密集場所への立ち入りの自粛など生活様式の転換が迫られている。一方、医療従事者においては感染防護の基本原則に変わりはなく、患者・来院者の状況に応じて適切に対応することが肝要である。

表1 防衛省・自衛隊のクルーズ船支援における感染防護上重要な実践

実施項目	留意点
①手指消毒	・作業後はその都度こまめに ・一定の手順を経て実施
②マスク着脱時の留意	・鼻梁へのフィット(マスクの金属部分を押さえる) ・紐の部分のみを持って取り外す ・作業ごとの取り替え
③作業後の衣服の洗濯	・作業内容のリスクの高低に応じた振り分け ・高リスク者の衣類は個人個人別々に洗濯
④個人防護衣(PPE)	・高規格のものを使用 ・二重手袋+テープによるシーリング ・着脱時における二人一組(バディー制)の採用

パンデミック真つただなかの現時点では、潜在的にすべての患者に感染の可能性を前提とする。その上で、発熱、肺炎症状、呼吸困難、味覚障害など新型コロナウイルス感染症を強く疑う症状がある場合には、手指消毒・手袋着用の上、防護ガウンまたはエプロンの着用、N95マスク、ゴーグルまたはフェイスシールドを装着して対処する。鼻腔サンプル採取や気道確保の操作はエアロゾルの発生確率が高く、感染リスクの高い医療行為であることを認識する。

新型コロナウイルスに対するワクチン開発が各国で進められているが、現段階で一般使用の道筋がついているものはなく、市場に出回るにはまだしばらく時間が掛かりそうだ。真に特異的な薬剤はまだ開発されておらず、公式に効果が認められているのはレムデシビル(RNAポリメラーゼ阻害薬)とデキサメタゾン(副腎皮質ステロイド)で、その他の薬剤については効果検証のための臨床試験が行われている。

ダイヤモンド・プリンセス号での自衛隊の活動について

防衛省・自衛隊は、新型コロナウイルスに対する支援策として、2020

年1月末に武漢からのチャーター機への看護官の支援を行うとともに、帰国者の陸上での宿泊支援を行った。また、2月6日からはクルーズ船ダイヤモンド・プリンセス号への支援として、医療支援、生活物品支援、船内の消毒、下船者の輸送などを行った。本支援では医官、看護官その他の要員を含めて5週間で延べ4,900名の隊員を派遣し、一人の感染者も出すことなく任務を遂行した³⁾。

このように隊員が安全に任務を遂行した裏には、感染防護上重要な実践が存在する(表1)。^①作業後はその都度こまめに手指消毒を行い、指先から手首まで確実に消毒できるよう一定の手順を励行した。^②マスク装着時は鼻当てを鼻梁の形に合わせ、顔とマスクの間に隙間を作らないようにした。また、不用意にウイルス付着部位を触ることがないように、マスクの取り外しは紐の部分のみを持って行った。マスクは作業ごとに取り替え、マスク自体が汚染される可能性も極力下げた。^③作業内容に応じて感染リスクの高低を評価し、高リスク者の衣類は低リスク者の衣類と完全に分けて洗濯した。^④個人防護衣(PPE)は高規格のものを使用し、二重手袋とテープによるシーリングを行って隙間からのウイルス侵入が起きないように

表2 作業に応じた防護具の使用基準

作業内容	使用する防護具
船内での消毒作業	タイベックスーツ、ゴーグル、N95 マスク、手袋*(二重)、シューズカバー
診療や薬剤の配布	ガウン、N95 マスク / サージカルマスク、フェイスシールド / ゴーグル、手袋
薬剤の仕分け	ガウン、マスク、ヘアキャップ、手袋
PCR 陽性者の搬送	タイベックスーツ、ゴーグル、N95 マスク、手袋 (二重)、シューズカバー、ガウン

※手袋の素材はプラスチック製を使用

に装着した。二人一組のバディー制を採用し、感染防護操作が十分であることを相互に確認しつつ作業を行った。特に、装着時は隙間のない着衣となっているか、脱衣時は誤って汚染部位を触っていないかについて細心の注意を払った。実際の運用においては、感染リスクに応じて業務内容を4段階に分け、防護具の使用基準を定めた(表2)。

自衛隊中央病院は、平素から大量傷者受け入れ訓練を実施しており緊急対応に長けているほか、第一種感染症指定医療機関としての認定を受けており高度な感染症医療を提供できることから、100名を超える規模のPCR陽性者の受け入れを行った。病棟は感染症対応用に拡張して使用し、感染領域(患者入院区域)と非感染領域(医療スタッフ待機区域)のゾーニングを実施し、PPEの脱衣はその中間の準感染領域で行うよう診療体制を徹底した。新型コロナウイルスによる肺炎患者に胸部CT検査を行うとクレイジー・ペイヴィング・パターンと呼ばれる不規則な敷石状の病変を示す所見が得られるが、無症状者でも胸部CT検査により高率に肺炎所見が認められることが判明した⁴。

マスクは、見えたり感じたりできる大きさの飛沫から5 μ mまでの飛沫が防護の対象で、バイオエアロゾルと呼ばれるさらに小粒の飛沫には対応していない。一方、空気中に浮遊する微粒子を対象に結核などの空気感染にも対応しているのがN95マスクで、0.3 μ mの微粒子を95%以上捕集できる能力を有している。N95マスクの微粒子に対する防護効果は、サージカルマスクの約25倍、手製の布マスクの約50倍ある⁵。

N95マスクの防護機能を有効に発揮するには、着用者の顔の形にぴったり合って装着時にマスク周囲からの漏れがないことが重要である⁶。この見地から、①カップ型(型崩れしにくい)、②二面折り畳み式(顔を動かしても高いフィット性が保たれる)、③三面折り畳み式(顔の動きに追従する柔軟性がある)の3つのタイプのN95マスクが市販されている。

マスク装着時には、使用者は必ず自分の顔にフィットしているか息漏れを確かめるシールチェックをする必要がある。特に、鼻当てが鼻梁の形に

合っているか、また顎の周辺から漏れないかがポイントになる。使用しているN95マスクの適合性については、定量フィットテスターを用いて客観的な評価をすることが重要で、特に新たに感染症医療の現場で働くことになった人や体重の増減に伴い顔の形が変わってきた場合には本検査が勧められる⁷。さらには、管理者側の視点においても、定期的な定量フィットテストの実施が求められる。

種々のN95マスクと顔のフィッティングを調べる目的で行われたある研究では、装着者自身によるセルフシールチェックで漏れがなかったもののみを定量フィットテストへ進めたにもかかわらず、合格しなかった例が数多く見られている⁸。このようななか、N95マスクの合格率は興研350とMoldex[®] 1500で高く、特に興研350(図2)の合格率が高いことが示されている。また、最初のフィットテストで合格しなかった者でも、マスクを別の製品に取り換えると合格率が上がるということもわかっている。これは、感染症対応医療を行う上で、医療従

新型コロナウイルス 4章 対策に求められる N95マスクについて

感染に関係する飛沫粒子径は0.05～500 μ mと多彩である。サージカル



図2 フィットテスト合格率が特に高かった興研350

事者の事前の定量フィットテストによるマスクの適切な選択が、如何に感染防護と直結する重要事項なのかを如実に物語っている。春先のマスクの供給が逼迫していた時にはKN95(中国基準)マスクの緊急調達も行われたが、不良品が多数確認された。また、在庫品不足のため、緊急避難的に使用済みN95マスクの滅菌再利用なども行われた。これらについても、本来の目的を担保するためにはフィットテストでの性能の確認は重要となる。

マスクは長時間装着すると水分(湿り気)が着いて呼吸しづらくなり、正しい使用を妨げてしまう。また、水分にウイルスが吸着するため汚染の

原因ともなる。したがって、適切な使用時間を守り必要に応じて交換しなければならない。また、患者診察後に無意識にマスクの表面を触って汚染を広げてしまうことがあるので、手洗い・手指消毒や正しい着脱ができていくかどうかのバディー相互の確認も重要である。

おわりに

10月以降は冬季のインフルエンザシーズンに突入する。新型コロナウイルスとインフルエンザが混在した状況で、我々はこれまでに経験のない戦いを強いられることになる。今回始まったいわゆる「新しい生活様式」は呼吸器系感染症全体の頻度を押し下

げる可能性もある。一方で、ウイルスの組み合わせにもよるが、例えば新型コロナウイルスに感染するとRSウイルス*などに罹りやすくなる可能性も指摘されている⁹。新型コロナウイルス感染症のこれ以上の広がりをもたらさないよう、我々は脅威を迅速かつ的確に把握し、感染対策にタイムリーに取り入れていく必要がある。

*RSウイルス感染症(respiratory syncytial virus infection)は、RSウイルスの感染によって発症する呼吸器感染症である。年齢を問わず、生涯にわたり顕性感染を繰り返し、生後1歳までに半数以上が、2歳までにほぼ100%の児がRSウイルスの初感染を受けるとされる。(国立感染症研究所IDWR2013年第36号注意すべき感染症RSウイルス感染症より)

参考文献

1. ダイヤモンドプリンセス号環境検査に関する報告(要旨). 国立感染症研究所 2020.
2. Zou L, et al. SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients. *N Engl J Med* 2020; 382(12):1177-1179.
3. 新型コロナウイルス感染拡大を受けた防衛省・自衛隊の取組 更新版. 防衛省, 2020.
4. Tabata S, et al. Clinical characteristics of COVID-19 in 104 people with SARS-CoV-2 infection on the Diamond Princess cruise ship: a retrospective analysis. *Lancet Infect Dis* 2020.
5. Rapid Expert Consultation on the Effectiveness of Fabric Masks for the COVID-19 Pandemic. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2020.
6. D'Alessandro MM, Cichowicz JK. Proper N95 Respirator Use for Respiratory Protection Preparedness. Vol. 2020, 2020.
7. 満田年宏. 医療従事者のためのN95マスク適正使用ガイド N95 type respirators user's guide for healthcare providers.横浜市立大学病院, 感染制御部, 2012.
8. 鍋谷大二郎, 他. 定量式フィットテストによるN95マスク選択:当院の結果とプロトコル項目別解析. *日呼吸誌* 2017; 6(6):410-416.
9. Servick K. How will COVID-19 affect the coming flu season? Scientists struggle for clues. *ScienceMag.org*, 2020.



博士(医学)

四ノ宮 成祥

(しのみやなりよし)

防衛医科大学校

防衛医学研究センター長

(兼)分子生体制御学講座教授

1958年高知県生まれ。1983年防衛医科大学校医学教育部医学科卒業。海上自衛隊医官として勤務の後、1993年防衛医科大学校生物学科目助教授、1997年同微生物学講座助教授。2000年 英国 Liverpool School of Tropical Medicine, Diploma Tropical Medicine & Hygiene Course修了、2002年～2004年米国Van Andel Research Institute招聘研究員を経て、2007年から防衛医科大学校分子生体制御学講座教授(現職)。

2016年防衛医学研究センター長に着任(兼任)。専門は、微生物・免疫学、分子腫瘍学、潜水・高圧医学、バイオセキュリティ。日本ヒト細胞学会理事長、日本臨床高気圧酸素・潜水医学会副代表理事。2009年～2012年文部科学省安全・安心科学技術委員会委員、2012年日本学術会議特任連携会員(科学・技術のデュアルユース問題に関する検討委員会幹事)、2012年度JST-CRDS独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター特任フェロー。2020年独立行政法人科学技術振興機構社会技術研究開発センター「科学技術の倫理的・法制的・社会的課題(ELSI)への包括的実践研究開発プログラム」プログラムアドバイザー。

編著書・訳書に『インフルエンザとの戦い』(太陽美術 2011)、『バイオテロと生物戦争』(へるす出版 2011)、『生命科学とバイオセキュリティ デュアルユース・ジレンマとその対応』(東信堂 2013)、『Regulation of Signal Transduction in Human Cell Research』(Springer 2018)、『一目でわかる感染症対策 Q&A』(創志企画2019)、『Hyperbaric Oxygenation Therapy』(Springer 2019)、『いざという時に役立つ! すぐに分かるCBRN事態対処Q&A』(ハッピー 2020)などがある。