

## 2. 新型コロナウイルスの基礎知識, 集団予防および生存性・不活化

野田 衛

### 1. はじめに

2019年12月以降の中国の武漢市での集団感染に端を発した新型コロナウイルス感染症はその後急速に全世界に拡大し、2020年6月29日時現在で報告感染者数は1,000万人以上、死者数は50万人以上にのぼっている。WHOは3月11日にパンデミックを宣言し、各国に感染拡大防止策の強化を求めた。国や地域で異なるが、ヒトとヒトとの接触を避ける社会的隔離政策を基本とした対策がとられ、中国、韓国及び欧州各国など流行開始が早かった国や地域の一部では感染者数が減少したものの、世界全体では依然増加傾向にある。我が国では感染拡大を防止し、医療体制を維持するため4月7日に緊急事態宣言が7都府県に発出され、4月16日に全都道府県に拡大された。その後、感染者数は減少傾向に転じ、5月14日に39県で、5月21日に3府県で、5月25日に5都道県で解除されたが、依然東京を中心に感染が継続している。有効なワクチンがない現状においては、今後も第二波、第三波が発生する可能性が高く、引き続き警戒が必要である。政府は「新しい生活様式」を示しているが、これは、個人の感染症予防対策を日常生活により浸透させ、社会全体のシステムとして実施することに他ならない。その意味で、感染拡大防止には、今まで以上に個人の予防対策の徹底が求められる。本総説では、新型コロナウイルスの特徴及び筆者が流行当初から指摘している集団予防の概念や予防に必要な知識である新型コロナウイルスの生存性や不活化に関して取りまとめた。

### 2. 新型コロナウイルスに関する基礎知識

#### (1) 新型コロナウイルスの特徴

新型コロナウイルスはコロナウイルス科に属する新しいウイルスで、プラス一本鎖RNAをゲノムとし、エン

ベロープを持つ<sup>1,2)</sup>。ヒトのコロナウイルスはこれまでSARS コロナウイルス, MERS コロナウイルス, 季節性の風邪の原因となる4種類のコロナウイルス (229E, OC43, NL63, HKU 1) の6種類が知られており、新型コロナウイルスは7番目のヒトコロナウイルスとなる<sup>1)</sup>。国際ウイルス命名委員会はこのウイルスをSARS coronavirus-2 (SARS-CoV-2) と、WHOは本ウイルスによる感染症をCoronavirus Disease 2019 (COVID-19) とそれぞれ命名した。これまでの流行状況や臨床症状などをみると、新型コロナウイルスは季節性の風邪 (上気道炎) の原因であるコロナウイルスと重篤な肺炎を起こすSARS コロナウイルスの両方の性質を合わせ持つ<sup>3)</sup>。新型コロナウイルスが細胞に侵入する際に利用しているレセプターは、呼吸器, 消化器などの各組織に広く分布しているACE2 (アンジオテンシン変換酵素)<sup>3,4)</sup> であり、多様な臨床症状を呈する要因の一つと考えられる。また舌にも多く発現していることが示されている<sup>5)</sup>。

#### (2) 新型コロナウイルスの分子疫学

新型コロナウイルスは遺伝子の相同性からコウモリのコロナウイルスに由来する可能性が示唆されている<sup>4,6)</sup> が、結論が得られるまでには至っていない。国立感染症研究所は、全世界で検出された新型コロナウイルスの全ゲノムを比較し<sup>7)</sup>、①国内の初期の検出ウイルスは武漢市で検出されたウイルスと近縁で、3種類に分類されたが、その後同系統のウイルスの検出はなく初期の封じ込めは成功した、②その後、輸入感染症例として欧州等で流行していたウイルスが国内に持ち込まれ、全国に拡大した可能性があることを報告している<sup>7)</sup>。また、新型コロナウイルスの遺伝子変異は2019年末の発生から4か月の間で、全ゲノム (29.9kb) 中9塩基で生じ、変異率は25.9/ゲノム/年と推定している。この変異率は、SARS コロナウイルスや多くのRNAウイルス<sup>8,9)</sup> と比

較して低い傾向にある。

### (3) 新型コロナウイルス感染症

新型コロナウイルス感染における臨床症状は発熱、咳などの軽度の上気道症状から、多臓器不全など重篤な症状まで多彩である<sup>10)</sup>。年齢が高くなるにつれ、重篤化する傾向にあり、死亡率は重症例の8.1%と報告されている<sup>10)</sup>。潜伏期間は平均5～6日で、長い場合2週間程度である<sup>11)</sup>。発症前の潜伏期間においても、ウイルスは唾液中に排出され<sup>12)</sup>、感染源になる。事実、潜伏期における感染事例が報告されている<sup>13)</sup>。不顕性感染率は中国チャーター便での調査<sup>14)</sup>では33.3%、ダイヤモンドプリンセス号での調査<sup>15)</sup>では17.9%と推定されている。これらの発症前の潜伏期間や不顕性感染者における鼻や口におけるウイルス排出量<sup>12)</sup>は発症者のそれ<sup>16)</sup>と同程度である。

### (4) 集団感染が発生しやすい場所

自治体等による積極的疫学調査に基づく分析から新型コロナウイルスの集団感染（クラスター）は、①密接した会話、②密集した場所、③密閉した空間のいわゆる三密がそろった場所で発生しやすいことが明らかにされた。これまでクラスターが発生した場所は、医療機関、福祉施設、小学校、屋内のスポーツ関連施設（スポーツジム、スポーツクラブ、フィットネスクラブ、卓球スクール）、ライブハウス・ライブバー、展示会、キャバレー・ナイトクラブ等の接待を伴う飲食店・バー、カラオケ店、懇親会・ビュッフェスタイルの会食、クルーズ船、屋形船、合唱団、雀荘、スキーのゲストハウス、密閉された仮設テントなどである。

## 3. 集団予防とは

感染症予防の目的は各自が感染症にかからないことであるが、予防対策を社会全体で徹底することで、結果として感染効率（基本再生産数）を抑え、流行の縮小化や重篤例の減少に繋がる。これを集団予防と呼び、筆者は新型コロナウイルスの流行初期からその重要性を指摘していた<sup>17,18)</sup>。個人予防による感染拡大防止効果は、外出自粛などの社会的な隔離政策<sup>19)</sup>と比較して少ない<sup>20)</sup>が、その僅かな効果でも集団レベルで見ると意味を持つ<sup>21)</sup>。我が国を含む多くの国が導入した社会的隔離政策（外出制限、学校休校、休業要請など）は予防効果は高いが、一方で、社会的、経済的な影響が大きく継続し続けるには限界がある。

集団予防は、飛沫感染や接触感染などに対する基本的な個人予防対策を日常の生活の中で当たり前実践することを基本とする。その具体的な対策の一つがマスク着

用である。マスク着用は流行初期においては、咳などの有症者が着用し、予防的な効果は限定的であり、健康者の使用は推奨されていなかった（マスク着用によりインフルエンザの罹患率が低下するという科学的論文は存在していた<sup>22)</sup>）。しかし、現在では、健康者のマスク着用は効果がないとし、健康者の使用を頑なに否定していたWHOやCDCでさえ、その使用を推奨し、雨後の筍のようにその有効性を示す論文が数多く報告されている<sup>23-29)</sup>。現在、政府が進めている「新しい生活様式」とは集団予防の概念そのものであり、それを拡張し、社会のシステムとして実施することに他ならない。以下、予防法について具体的に述べる。

### (1) 新型コロナウイルスの予防対策

新型コロナウイルスの予防対策で今後特に求められることは、不顕性感染者や発症前の潜伏期の感染者からの感染を防ぐことである。これは、自らが感染者である可能性を意識し、常に他人に感染させない行動をとれるかどうかに関わっている。そのため、感染予防、感染拡大防止の両面を日常生活の中で実行することが重要である。

新型コロナウイルスの感染経路は主に飛沫感染と接触感染であり、その二つの経路を遮断することが予防の基本になる。飛沫感染は、感染者からの咳、くしゃみなどを口、鼻、目に浴びることによって起こる。不顕性感染者や発症前の感染者からの飛沫感染は、主に会話における飛沫（つば）をとおして起こると考えられる。これを防ぐためには、相手との距離を保つ（2m以上）、マスクを着用する、大声を出さない、大きく息を吸わないなどの対策をとる（表1）。マスク着用ができない場合は、ハンカチやタオル等で口回りを覆い会話をすることで対応する。感染者からの微細な飛沫は、閉鎖環境では、一定期間、空気中に漂い、広範囲で感染が起こる<sup>31)</sup>。この経路の感染を我が国を含む多くの国では、飛沫感染あるいはエアロゾル感染として扱っているが、空気感染（飛沫核感染）と認識するべきであるとの報告もある<sup>31)</sup>。予防対策として換気的重要性を示す意味でも、筆者も同意見である。

一方、接触感染は、患者からの咳、唾、喀痰、（大便）などが付着した環境（机の上、衣服等）に触れた後、その触れたところが口、鼻、目に触れることで起こる。その汚染は主に手指を介して起こる。従って、新型コロナウイルスの汚染リスクのある環境（不特定多数が利用するテーブルや指で操作するもの）に触った手指で、手洗いや手指消毒を実施する前に、顔、特に、口、鼻、目に触れないことが最も重要となる（表1）。ドアノブなど不特定多数の手指が触る場所は利き手以外で操作することを習慣づける。また、手指以外でも、たとえば感染者の唾が付着したタオル・ハンカチや衣服表面を顔に当て

表1. 新型コロナウイルスの個人の予防対策

飛沫感染の予防方法
<ul style="list-style-type: none"> <li>・他人との距離を保つ（2m以上が望ましい）</li> <li>・マスクを正しく着用し、使用する</li> <li>・密接した会話、大声での会話、長時間の会話を避ける</li> <li>・人前で大きく息を吸わない</li> <li>・密閉空間を避ける</li> <li>・密集状態を避ける</li> </ul>
マスクの正しい使用方法
<ul style="list-style-type: none"> <li>・マスクを正しく着用（鼻から口まで覆い、顔との間に隙間を作らない）</li> <li>・咳やくしゃみをする場合は、他人から離れて（顔をそむける、かがむ）、腕でマスクをおさえる</li> <li>・マスク本体（四角い部分）には触れない。着脱は、ゴムの部分を用いて行う</li> <li>・マスク本体の表と裏をそれぞれ触れさせない（外側は他人の便器、内側は自分の便器と思う）</li> <li>・使用中のマスクは適切に保管する（例：ビニール袋に顔に接する面を内側にして四つ折りして保管。CDケースにマスク本体を二つ折りして、ゴム部分を出して保管。）</li> <li>・頻繁に交換することが望ましい。特に、他人の咳やくしゃみを浴びた場合やその危険性がある場合は速やかに密封後廃棄（または消毒）する</li> <li>・繰り返し使用する場合は、洗浄・消毒後、数枚（10枚程度以上が望ましい）をローテーションする</li> <li>・感染リスクのある場所や場面で使用する</li> </ul>
接触感染の予防法
<ul style="list-style-type: none"> <li>・感染リスクのある環境や場面にいた後は、手洗いをする前までは、顔（特に、鼻、口、目）を直接触れることを避ける</li> <li>・感染リスクのある環境から離れたらできるだけ早めに手を洗う</li> <li>・ドアノブやエレベーターのボタン等、不特定多数の手指が触れる箇所に触れる場合は、利き手でない手で触れる、手袋やハンカチを介して触れる、手指が顔に触れる部分以外の部分（手の裏（爪がある側）等）で操作する、などで利き手の汚染を避ける</li> <li>・出勤時、帰宅時、トイレの後、食事の前などは必ず手洗いをする</li> <li>・ハンカチ、タオルなど顔に触れるものは頻繁に取り換え、洗濯する。特にハンカチは毎日取り換える</li> <li>・環境（特に、患者の咳や唾などが付着している危険性の高い机の上）の清掃、消毒</li> <li>・上着など一番外側に着る衣服の清掃、消毒</li> </ul>

れば、感染するリスクがある。

## (2) マスクの着用

マスクは、飛沫（咳、くしゃみ、つば）が通過することを防ぐことができるが、①感染者の着用（ウイルスの拡散防止）、②非感染者の着用（ウイルスの侵入防止）の両方で、その効果は限定的である<sup>21,30)</sup>。特に、マスクは病原体の受け皿であり、それに触れると手指にウイルスが付着し、接触感染の原因になること、飛沫が付着した状態で時間が経過すると、飛沫が乾燥し、ウイルスが通過しやすくなることを意識しておく。従って、マスク着用を過信せず、正しく、有効な方法で使用する（表1）。なお、マスクはあくまで飛沫感染を防ぐためのものであり、人との距離が十分保たれている場合は着用の必要性はなく、健康者のマスクの着用はタオルやハンカチ等で代用することができる場合もある。他人との会話など飛沫感染のリスクがある場面や場所にいる場合には、飛沫感染の危険性を意識し、その予防につながる行動をとることがなにより大切である。

## (3) 手洗いと手指消毒

手指に付着した微生物の除去はハンドソープを用いた十分な手洗いが原則である。手洗い後にアルコール消毒を行う場合は、ペーパータオル等で水分を十分に除去した後に、消毒用アルコールを用いることが肝要である。会社や公共施設の入口に設置されている消毒剤も積極的に利用したい。その場合、プッシュボタンは利き手でない手で押すことを習慣づける。手指消毒には後述の各種消毒剤も効果が期待できる。特に、ポビドンヨード系の手洗い洗剤はヨードの色により、手指に満遍なく洗剤が濡れていることを視覚的に確認することができ、正しい手洗いの実施に有効である。

## (4) 部屋の換気

窓を閉め切った閉鎖環境では室内のウイルスの逃げ場がなく、感染リスクが維持されやすくなる。積極的に窓を開け、風通しを良くし、室外にウイルス粒子を排出することも重要である（室外に排出されたウイルスは量が薄くなり、また、死滅しやすくなるので、感染リスクは低下する）。

## (5) 環境等の清掃・消毒

新型コロナウイルスの汚染が起こりやすい場所は、感染者の咳や唾が直接付着しやすい場所（机の上、キーボード等の机の上に置いてあるもの、衣服等）や手指が触れる場所である。日常から雑巾等で清掃・消毒を行い清潔な環境を維持する。また、ウイルスが付着するリスクのあるコートなどの上着は帰宅時には十分に埃を落とす。アルコールスプレー等で表面を除菌することも感染リスクの低減に役立つ。天日干しするなどしてウイルスの不活化を早めることを心がける。

## (6) 健康の維持と重篤化しやすい方への配慮

免疫力を高めるため、十分な栄養と睡眠をとり、健康を維持する。咳などの症状がある場合はうがい用ポビドンヨード系の消毒剤を用いてうがいを心がける。日常的なうがいは水で行う。高齢者や基礎疾患（高血圧、心疾患、糖尿病など）を持つ方が同居している場合は、手洗いや手指消毒等を徹底し、自らが感染源とならないように、十分に注意して日常生活を送る。

## 4. 新型コロナウイルスの生存性と不活化

新型コロナウイルスの生存性や不活化に関してはいくつか報告されているが、未だ限定的であることから、ここでは新型コロナウイルス以外のコロナウイルスのデータを含め取りまとめた。

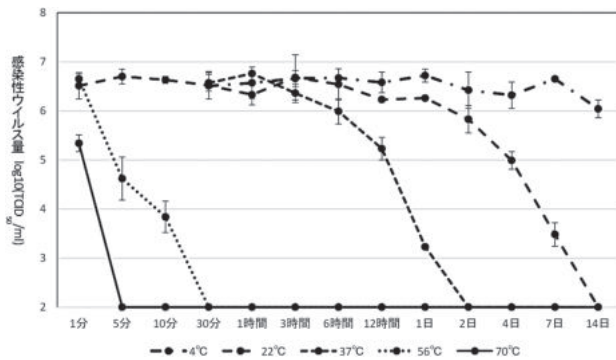


図1. 新型コロナウイルスの生存性に及ぼす温度の影響  
(文献32のデータを基にして作図した。)

### (1) 温度および湿度

新型コロナウイルスの生存性に及ぼす温度の影響を調べた報告では(図1)<sup>32)</sup>、輸送培地中の新型コロナウイルス(約6.8logTCID<sub>50</sub>/ml)は検出限界以下(100TCID<sub>50</sub>/ml)に減少(約4.5log低下)するのに、70℃では5分間、56℃では30分間、37℃では2日間、22℃では14日間を要し、4℃では14日間で約0.7logの減少にとどまると報告されている。動物のコロナウイルスであるブタ伝染性胃腸炎ウイルス(TGEV)とマウス肝炎ウイルス(MHV)を用いた温度と湿度との関連を調べた報告<sup>34)</sup>(温度: 4℃, 20℃, 40℃, 湿度: 20%, 50%, 80%)では、温度が低いほど生存性は高くなる傾向にあり、湿度については50%と80%の場合と比較して、20%での生存性が短くなる傾向にあるが、50%と80%には大きな違いはみられていない。ヒトコロナウイルス229Eについて温度と湿度の関係調べた報告<sup>35)</sup>では、室温(約20℃)および6℃での半減期(ウイルス量が1/2に減少する時間)は、相対湿度30%で27時間(室温)、34時間(6℃)、50%で67時間(室温)、103時間(6℃)、80%で3時間(室温)、86時間(6℃)であり、室温では低湿度(相対湿度30~50%)より高湿度(80%)の環境でより迅速に不活化される一方、6℃では80%でも長い生存性を示している。以上のように温度に関しては、新型コロナウイルスは温度上昇とともに不活化されやすくなるが、湿度に関しては他のコロナウイルスの報告から湿度が高いほど生存性が短くなる傾向にあるものの、必ずしも明確でない部分もあり、さらなる検証が必要と思われる。一方、中国における新型コロナウイルスの流行における感染者数と気温・湿度(絶対湿度)との関係を分析した報告<sup>36)</sup>では、気温が-10℃で感染者数が最低で、10℃までは気温上昇とともに感染者数が増加し、その後は減少に転じ、湿度は絶対湿度が7g/m<sup>3</sup>の場合に感染者数が最大であったと報告されている。

### (2) 環境表面

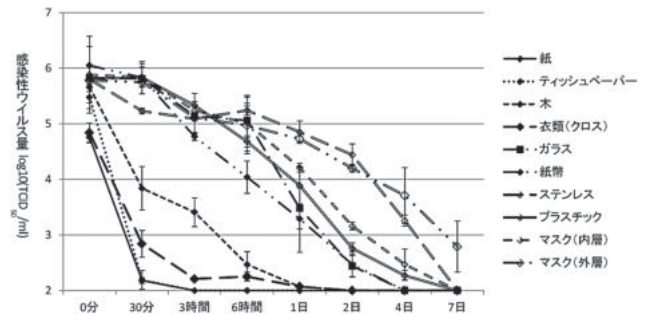


図2. 新型コロナウイルスの各種素材表面における生存性  
(文献32のデータを基にして作図した。)

新型コロナウイルスの種々の環境表面における生存性を調べた報告<sup>32)</sup>によると、室温(22℃)、相対湿度65%の条件下での生存期間は紙、ティッシュペーパーが3時間、木、布が2日間、ガラス、紙幣が4日間、外科用マスクの内層(inner layer)が7日間で陰性化し、最も生存期間が長かったのは外科用マスクの外層(outer layer)で7日間で陰性化しなかったと報告されている(図2)。Doremalenらは<sup>33)</sup>、新型コロナウイルスとSARSコロナウイルスのエアロゾル、プラスチック、ステンレス、銅およびダンボールでの生存性を比較した。新型コロナウイルスとSARSコロナウイルスの半減期はそれぞれエアロゾルが1.09時間、1.18時間、銅が0.774時間、1.5時間、段ボールが3.46時間、0.587時間、ステンレスが5.63時間、4.16時間、プラスチックが6.81時間、7.55時間であり、両ウイルスの生存性は大まかには同様な傾向にあるが、段ボールなど対象によっては違いが認められることを示した。手指における生存性についてはSARSコロナウイルスの報告があり<sup>35)</sup>、1時間で45%が生存し、エンベロープを持つ他の呼吸器ウイルスと比較して生存性が長いとしている。Laiら<sup>37)</sup>は、10<sup>4</sup>、10<sup>5</sup>、10<sup>6</sup>TCID<sub>50</sub>/mlの異なる量のSARSコロナウイルスが陰性化するまでの期間は、それぞれ紙で5分以内、3時間、24時間、使い捨てガウンで1時間、24時間、2日、綿製ガウンで5分、1時間、24時間であったと報告している。以上のように、新型コロナウイルスは各種の素材表面等における生存性は、素材により違いがあるものの、他の呼吸器ウイルスと比較して長い傾向にあると考えられる。

### (3) 臨床材料およびpH

LaiらはSARSコロナウイルス(ウイルス量: 約5logTCID<sub>50</sub>/μl)について臨床材料中の生存性を調べた<sup>37)</sup>。室温において、鼻咽頭の吸引液あるいは拭い液では7~10日間で陰性化(4℃では27日間で陰性化)した一方、便材料ではpHに依存するものの最長5日間(大人の下痢便(pH9)は5日、大人の正常便(pH8)

は1日、大人の正常便(pH7-8)は6時間、乳幼児便(pH6-7)は3時間で陰性化し、呼吸器材料での生存性が高いことを示した。一方、Duanらは<sup>3,8)</sup>SARSコロナウイルスが血清、喀痰(20倍希釈液)および便(20倍希釈液)では少なくとも96時間まで検出され、尿では12時間で感染価が低下し、72時間まで検出されたと報告している。pHに関しては、新型コロナウイルスでpH3からpH10の範囲で60分間作用しても感染価は減少せず、広いpH域で安定であることが報告されている<sup>3,2)</sup>。

#### (4) 紫外線、遠紫外線、太陽光、光

Duanら<sup>3,8)</sup>は、SARSコロナウイルス( $10^6$ TCID<sub>50</sub>)に $>90\mu\text{w}/\text{cm}^2$ の強度の紫外線を80cmの距離から照射し生存性を調べた結果、30分まで陽性となり、60分で陰性化したと報告している。一方、近年、人体への影響が少ない紫外線より波長の短い遠紫外線が注目されている<sup>3,9)</sup>。Buonannoら<sup>4,0)</sup>は、エアロゾル化したA型インフルエンザウイルス(H1N1)と風邪コロナウイルス(229EおよびOC43)に対する遠紫外線(波長:222nm)の不活化効果を調べた結果、 $3\log(99.9\%)$ の減少に必要な照射量はそれぞれ $3.8\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 、 $1.7\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 、 $1.2\text{ mJ}/\text{cm}^2$ であり、コロナウイルスはインフルエンザウイルスより遠紫外線で不活化されやすいことを示した。また、Enwemekaら<sup>4,1)</sup>は、種々の波長の光線について、紫~青(400~470 nm)の可視光が多くの細菌に対して抗菌作用があり、青色光が風邪コロナウイルスを含む幾つかのウイルスを不活性化し、ヒトのコロナウイルス感染を模した実験動物を用いた実験で呼吸障害を軽減することが示されていることや、患者に対する赤色光の照射により慢性閉塞性肺疾患や気管支喘息が緩和することが示されていることから、新型コロナウイルス対策として光線によるウイルスの不活化効果や臨床的応用に関する調査研究を推進する必要があると述べている。Asyaryら<sup>4,2)</sup>は、インドネシアのジャカルタにおける新型コロナウイルス流行に際して、日照時間と感染者の発生数、死亡数および回復者数との関連性を調べた結果、照射時間と回復者数との間に統計学的に有意に関連性(照射時間が長くなると回復者数が増加)が認められたと報告している。以上のように、各種の波長の光線は微生物の不活化や治療に応用できる可能性があり、今後の研究の進展が望まれる。

#### (5) 消毒剤

上述のように新型コロナウイルスは環境での生存性が高いと考えられることから、接触感染の防止には環境の清掃、消毒が重要になる。新型コロナウイルスに対して不活化効果が高く、適用範囲が広く、使いやすい消毒剤はアルコールである。しかし、相変わらずの品不足が続

いている状況を踏まえると、無駄のないように大切に使用したい。一般の消毒用アルコールは70~80%のエタノールを含有しているが、50%程度の濃度でも十分不活化することができる<sup>4,3,4,4)</sup>。エタノール以外では、家庭などで一般に利用できる消毒剤(次亜塩素酸ナトリウム(塩素系漂白剤)、ポビドンヨード系消毒剤、四級アンモニウム塩(塩化ベンザルコニウム)、アルデヒド(グルタルアルデヒド等)等)も使用できるので、消毒対象に応じて適切なものを使用する(表2)。また、新型コロナウイルスは一部の界面活性剤で容易に不活化される<sup>4,3)</sup>。経済産業省と独立行政法人製品基盤技術研究機構は、各種の界面活性剤について新型コロナウイルスに対する不活化効果を検証し、有効性が認められた界面活性剤を含む商品名をホームページ上で公表している<sup>4,5,4,6)</sup>。一般に、家庭用洗剤は安価であることから、衣類や環境の消毒への利用価値は高い。

次亜塩素酸水とは次亜塩素酸を含む水溶液で、塩酸や塩化ナトリウムの水溶液の電気分解で生成されるもの(電解型)の他、次亜塩素酸ナトリウムのpHを調整して製品化したものなど(非電解型)がある。次亜塩素酸水の殺菌作用は次亜塩素酸ナトリウムと同様に、遊離塩素による酸化作用であり、これまでの報告でも各種のコロナウイルスに対して不活化効果が認められていた<sup>4,7,4,8)</sup>。しかし、経済産業省と独立行政法人製品評価技術基盤機構の新型コロナウイルスに対する評価試験において、試験結果にばらつき(不活化効果があるとするデータとないとするデータが提出された)があったことから、経済産業省は「現時点において有効性が確認されていない<sup>4,6)</sup>」と公表し、さらに、次亜塩素酸水の噴霧による空気除菌装置も流通していることから、空気除菌の有効性や安全性の問題も絡み、大きな混乱を生じていた。しかし、6月26日に最終報告が取りまとめられ<sup>4,9)</sup>、次亜塩素酸水(電解型/非電解型)については、35ppm以上で有効とされた。なお、次亜塩素酸水の使用にあたっては、①汚れ(有機物:手垢、油脂等)をあらかじめ除去すること、②対象物に対して十分な量を使用することと補足されている。一方、噴霧による空間除菌については、有効性や安全性が十分に担保されているとは言えず、その使用は推奨されないが、これは次亜塩素酸水だけの問題でなく、他の消毒剤についても同様である。また、次亜塩素酸水の不活化効果のばらつきの問題は、他の消毒剤でも当てはまることである。すなわち、消毒対象に対して適切な濃度(量)の消毒剤を適切な時間をかけて使用しなければ、有効性が確認されている消毒剤でも不活化効果は期待できない。消毒剤で環境表面を拭く際も、十分な量を時間をかけて作業することが大切である。

表2. 新型コロナウイルスに対する各種消毒剤等による不活化

主な使用目的				消毒剤等	備考	試験条件		不活化 (log 減少)	文献
手指	環境	器具	衣類			作用時間	有機物負荷		
○	○			エタノール	試験時濃度：50～90%	1分間	なし	5log	43
○	○			エタノール	試験時濃度：30～80%	30秒間	あり	約5log	44
○	○			2-プロパノール	試験時濃度：30～80%	30秒間	あり	約5log	44
○				WHO-1アルコール製剤*1	試験時濃度：40～80%	30秒間	あり	約5log	44
○				WHO-2アルコール製剤*2	試験時濃度：30～80%	30秒間	あり	約5log	44
	○	○	△	塩素系漂白剤	約50倍希釈：約1,000ppm	5分	なし	≥4.8log	32
	○	○	△	塩素系漂白剤	約100倍希釈：約500ppm	5分	なし	≥4.8log	32
○				石鹼液	約50倍希釈	15分	なし	≥3.8log	32
○	○			エタノール	70%	5分	なし	≥4.8log	32
○	○	○		ポビドンヨード	7.5%	5分	なし	≥2.8log	32
○				クロロキシレノール	0.05%	5分	なし	≥3.8log	32
○				クロロヘキシジン	0.05%	5分	なし	≥2.8log	44
	○	○		塩化ベンザルコニウム	0.1%	5分	なし	≥2.8log	44
		○	○	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム	0.1%以上	20秒間	なし	5log	45
		○	○	アルキルグリコシド	0.1%以上	20秒間	なし	5log	45
		○	○	アルキルアミノオキシド	0.05%以上	20秒間	なし	5log	45, 46
		○	○	塩化ジアルキルジメチルアンモニウム	0.025%以上	20秒間	なし	4log	45
		○	○	塩化ベンゼトニウム	0.05%以上	1分間	なし	5log	46
		○	○	塩化ベンザルコニウム	0.05%以上	2分間	なし	5log	46
		○	○	ポリオキシエチレンアルキルエーテル	0.2%以上	5分間	なし	5log	45
△	○			ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム	200ppm以上	20秒間	なし	5log	49
○				純石けん分	脂肪酸カリウム0.24%以上	1分間	なし	5log	49
○				純石けん分	脂肪酸ナトリウム0.22%以上	20秒間	なし	5log	49
	○	○		次亜塩素酸ナトリウム	200ppm以上	20秒間	なし	5log	49
○	○	○		次亜塩素酸水（電解型 / 非電解型）	35ppm以上	20秒間	なし	3～5log	49
○	○			市販医薬部外品・雑貨（手指洗浄・拭き取り洗浄用）	14種類（引用文献参照）	1分間	なし	5log	43
		○	○	市販医薬部外品・雑貨（洗濯、器具の洗浄用）	6種類（引用文献参照）	10分間	なし	5log	43

\*1：96%エタノール833.3ml, 3%過酸化水素水41.7ml, 98%グリセロール5mlに水120mlを加えたもの

\*2：99.8% 2-プロパノール751.5ml, 3%過酸化水素水41.7ml, 98%グリセロール5mlに水201.8mlを加えたもの

## 5. まとめ

以上、新型コロナウイルスの特徴、集団予防および生存性・不活化について概説した。我が国では、緊急事態宣言発令後、感染者数は減少し、現状においては概ね制御された状況にある。しかし、今後も、海外からの輸入感染や秋季以降の流行拡大も懸念もされており、引き続き、個人の予防対策の徹底が求められている。本稿が多少なりとも予防対策の参考になれば幸いです。なお、新型コロナウイルスに関する引用文献の一部は、査読中のものも含んでいる。読者による原著の確認をお願いしたい。

## 文 献

- Ye, Z., Yuan, S., Yuen, K., Fung, S., Chan, C., and Jin, D. (2020) Zoonotic origins of human coronaviruses. *Int. J. Biol. Sci.* 16, 1686–1697. doi : 10.7150/ijbs.45472.
- 田口文広 (2011) コロナウイルス. ウイルス, 61, 205–210.
- Guo, Y., Cao, Q., Hong, Z., Tan, Y., Chen, S., Jin, H., Tan, K., Wang, D., and Yan, Y. (2020) The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak- An update on the status. *Mil. Med. Res.* 7, 11. doi : 10.1186/s40779-020-00240-0.
- Lu, R., Zhao, X., Li, J., Niu, P., Yang, B., Wu, H., Wang, W., Song, H., Huang, B., Zhu, N., Bi, Y., Ma, X., Zhan, F., Wang, L., Hu, T., Zhou, H., Hu, Z., Zhou, W., Zhao, L., Chen, J., Meng, Y., Wang, J., Lin, Y., Yuan, J., Xie, Z., Ma, J., Liu, W.J., Wang, D., Xu, W., Holmes, E.C., Gao, G.F., Wu, G., Chen, W., Shi, W., and Tan, W. (2020) Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus : Implications for virus origins and receptor binding. *Lancet*, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30251-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30251-8).
- Xu, H., Zhong, L., Deng, J., Peng, J., Dan, H., Zeng, X., Li, T., and Chen, Q. (2020) High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int. J. Oral Sci.*, 12 : 8. doi.org/10.1038/s41368-020-0074-x.
- Tang, W., Wu, C., Li, X., Song, Y., Yao, X., Wu, X., Duan, Y., Zhang, H., Wang, Y., Qian, Z., Cui, J., and Lu, J. (2020) On the origin and continuing evolution of SARS-CoV-2. *Natl. Sci. Rev.* nwa036. doi : 10.1093/nsr/nwaa036.
- 国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター (2020) 新型コロナウイルス SARS-CoV-2のゲノム分子疫学調査. <https://www.niid.go.jp/niid/ja/basic-science/467-genome/9586-genome-2020-1.html>

- 8) 佐藤裕徳 (2010) ノロウイルスの生存戦略, ウイルス, 60, 21–32.
- 9) Zhao, Z., Li, H., Wu, X., Zhong, Y., Zhang, K., Zhang, Y., Boerwinkle, E., and Fu, Y. (2004) Moderate mutation rate in the SARS coronavirus genome and its implications. *BMC Evol. Biol.* 4, 21. doi : 10.1186/1471-2148-4-21.
- 10) Guan, W., Ni, Z., Hu, Y., Liang, W., Ou, C., He, J., Liu, L., Shan, H., Lei, C., Hui, D.S.C., Du, B., Li, L., Zeng, G., Yuen, K., Chen, R., Tang, C., Wang, T., Chen, P., Xiang, J., Li, S., Wang, J., Liang, Z., Peng, Y., Wei, L., Liu, Y., Hu, Y., Peng, P., Wang, J., Liu, J., Chen, Z., Li, G., Zheng, Z., Qiu, S., Luo, J., Ye, C., Zhu, S., Zhong, N., and China Medical Treatment Expert Group for Covid-19. (2020) Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N. Engl. J. Med.*, 382, 1708–1720.
- 11) WHO : <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/q-a-coronaviruses#:~:text=symptoms>
- 12) Furukawa, N. W., Brooks, J. T., and Sobel, J. (2020) Evidence supporting transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 while presymptomatic or asymptomatic. *Emerging Infect. Dis.*, 26(7) [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-1595\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-1595_article)
- 13) Rothe, C., Schunk, M., Sothmann, P., Bretzel, G., Froeschl, G., Wallrauch, C., Zimmer, T., Thiel, V., Janke, C., Guggemos, W., Seilmaier, M., Drosten, C., Vollmar, P., Zwirgmaier, K., Zange, S., Wolfel, R., and Hoelscher, M. (2020) Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany. *N. Engl. J. Med.*, 382, 970–971.
- 14) Nishiura, H., Kobayashi, T., Miyama, T., Suzuki, A., Jung, S., Hayashi, K., Kinoshita, R., Yang, Y., Yuan, B., Akhmetzhanov, A. R., and Linton, N. M. (2020) Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19). *Int. J. Infect. Dis.*, 94, 154–155.
- 15) Mizumoto, K., Kagaya, K., Zarebski, A., and Chowell, G. (2020) Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020. *Euro. Surveill.* 25, 2000180.
- 16) Zou, L., Ruan, F., Huang, M., Liang, L., Huang, H., Hong, Z., Yu, J., Kang, M., Song, Y., Xia, J., Guo, Q., Song, T., He, J., Yen, H., Peiris, M., and Wu, J. (2020) SARS-CoV-2 viral load in upper respiratory specimens of infected patients. *N. Engl. J. Med.*, 382, 1177–1179.
- 17) 食の安全・安心 Q&A 番外編「新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の予防法について」  
<http://www.nposfss.com/cat3/faq/covid-19.html>
- 18) 野田 衛 (2020) 新型コロナウイルスの予防対策：一人ひとりの心がけで流行をおさえよう！バムサジャーナル, 32, 72–82.
- 19) Fong, M. W., Gao, H., Wong, J. Y., Xiao, J., Shiu, E., Ryu, S., and Cowling, B. J. (2020) Nonpharmaceutical measures for pandemic influenza in nonhealthcare settings—social distancing measures. *Emerg. Infect. Dis.* 26, 976–984.
- 20) Xiao, J., Shiu, E., Gao, H., Wong, J. Y., Fong, M. W., Ryu, S., and Cowling, B. J. (2020) Nonpharmaceutical measures for pandemic influenza in nonhealthcare settings—personal protective and environmental measures. *Emerg. Infect. Dis.* 26, 967–975.
- 21) Huang, S. (2020) COVID-19 : Why we should all wear masks- There is new scientific rationale. <https://medium.com/@Cancerwarrior/covid-19-why-we-should-all-wear-masks-there-is-new-scientific-rationale-280e08ceee71>
- 22) Uchida, M., Kaneko, M., Hidaka, Y., Yamamoto, H., Honda, T., Takeuchi, S., Saito, M., and Kawa, S. (2016) Effectiveness of vaccination and wearing masks on seasonal influenza in Matsumoto City, Japan, in the 2014/2015 season : An observational study among all elementary schoolchildren. *Prev. Med. Re.* 5, 86–91.
- 23) Chu, D. K., Akl, E. A., Duda, S., Solo, K., Yaacoub, S., Schünemann, H. J., and COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors (2020) Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19 : A systematic review and meta-analysis. *Lancet* S0140-6736(20)31142-9. doi : 10.1016/S0140-6736(20)31142-9.
- 24) Zhai, Z. (John) (2020) Facial mask : A necessity to beat COVID-19. *Build. Environ.* 175 : 106827. doi : 10.1016/j.buildenv.2020.106827
- 25) MacIntyre, C. R., and Chughtai, A. A. (2020) A rapid systematic review of the efficacy of face masks and respirators against coronaviruses and other respiratory transmissible viruses for the community, healthcare workers and sick patients. *Int. J. Nurs. Stud.* 103629. doi : 10.1016/j.ijnurstu.2020.103629
- 26) Feng, S., Shen, C., Xia, N., Song, W., Fan, M., and Cowling, B. J. (2020) Rational use of face masks in the COVID-19 pandemic. *Lancet Respir. Med.* 8, 434–436.
- 27) Cheng, V. C., Wong, S., Chuang, V. W., So, S. Y., Chen, J. K., Sridhar, S., To, K. K., Chan, J. F., Hung, I. F., Ho, P., and Yuend, K. (2020) The role of community-wide wearing of face mask for control of coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic due to SARS-CoV-2. *J. Infect.* doi : 10.1016/j.jinf.2020.04.024.
- 28) Gandhi, M., and Havlir, D. (2020) The time for universal masking of the public for coronavirus disease 2019 is now. *Open Forum Infect. Dis.* 7(4), ofaa131. doi : 10.1093/ofid/ofaa131.
- 29) Mitze, T., Kosfeld, R., Rode, J., and Wälde, K. (2020) Face masks considerably reduce COVID-19 cases in Germany : A synthetic control method approach. IZA DP No. 13319.
- 30) Sande, M. Teunis, P., and Sabel, R. (2008) Professional and home-made face masks reduce exposure to respiratory infections among the general population.

- PLoS ONE* 3(7) : e2618.
- 31) Morawskaa, L., and Caob, J. (2020) Airborne transmission of SARS-CoV-2 : The world should face the reality. *Environ. Int.*, 139, 105730.
  - 32) Chin, A. W. H., Chu, J. T. S., Perera, M. R. A., Hui, K. P. Y., Yen, H., Chan, M. C. W., Peiris, M., and Poon, L. L. M. (2020) Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet* [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
  - 33) Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., Wit, E., and Munster, V. J. (2020) Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N. Engl. J. Med.* 382, 1564–1567.
  - 34) Casanova, L. M., Jeon, S., Rutala, W. A., Weber, D. J., and Sobsey, M. D. (2010) Effects of air temperature and relative humidity on coronavirus survival on surfaces. *Appl. Environ. Microbiol.* 7, 2712–2717.
  - 35) Wolff, M. H., Sattar, S. A., Adegbunrin, O., and Tetro, J. (2005) Environmental survival and microbicide inactivation of coronaviruses. *Coronaviruses with Special Emphasis on First Insights Concerning SARS* (ed. by Schmidt, A., Wolff, M.H. and Weber, O.). 201–212.
  - 36) Shi, P., Dong, Y., Yan, H., Li, X., Zhao, C., Liu, W., He, M., Tang, S., and Xi, S. (2020) The impact of temperature and absolute humidity on the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak- evidence from China. medRxiv <https://doi.org/10.1101/2020.03.22.20038919>
  - 37) Lai, M. Y. Y., Cheng, P. K. C., and Lim, W. W. L. (2005) Survival of severe acute respiratory syndrome coronavirus. *Clin. Infect. Dis.*, 41, e67–e71.
  - 38) Duan, S. M., Zhao, X. S., Wen, R. F., Huang, J. J., Pi, G. H., Zhang, S. X., Han, J., Bi, S. L., Ruan, L., and Dong, X. P. (2003) Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. *Biomed. Environ. Sci.*, 16, 246–255.
  - 39) Welch, D., Buonanno, M., Grilj, V., Shuryak, I., Crickmore, C., Bigelow, A. W., Randers-Pehrson, G., Johnson, G. W., and Brenner, D. J. (2018) Far-UVC light : A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. *Sci. Rep.* 8, 2752. doi : 10.1038/s41598-018-21058-w.
  - 40) Buonanno, M., Welch, D., Shuryak, I., Brenner, D. J. (2020) Far-UVC light efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses. *Nature Res.* DOI : 10.21203/rs.3.rs-25728/v1.
  - 41) Enwemeka, C. S., Bumah, V. V., and Masson-Meyers, D. S. (2020) Light as a potential treatment for pandemic coronavirus infections : A perspective. *J. Photochem. Photobiol. B* 207, 11891. doi : 10.1016/j.jphotobiol.2020.111891.
  - 42) Asyary, A., and Veruswati, M. (2020) Sunlight exposure increased Covid-19 recovery rates : A study in the central pandemic area of Indonesia. *Sci. Total Environ.* 729, 39016. doi : 10.1016/j.scitotenv.2020.139016.
  - 43) 北里大学 (2020) 医薬部外品および雑貨の新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) 不活化効果について. <https://www.kitasato-u.ac.jp/jp/news/20200417-03.html>
  - 44) Kratzel, A., Todt, D., V'kovski, P., Steiner, S., Gultom, M. L., Thao, T. T. N., Ebert, N., Holwerda, M., Steinmann, J., Niemeyer, D., Dijkman, R., Kampf, G., Drosten, C., Steinmann, E., Thiel, V., and Pfaender, S. (2020) Efficient inactivation of SARS-CoV-2 by WHO-recommended hand rub formulations and alcohols. bioRxiv doi : <https://doi.org/10.1101/2020.03.10.986711>.
  - 45) (独) 製品評価技術基盤機構公表資料 (令和2年5月22日) <https://www.nite.go.jp/information/osirase20200522.html>
  - 46) (独) 製品評価技術基盤機構公表資料 (令和2年5月29日) <https://www.nite.go.jp/information/osirase20200529.html>
  - 47) 今井邦俊, 松田祥子, 小川晴子, 内海 洋 (2019) 豚流行性下痢ウイルスに対する次亜塩素酸水のウイルス不活化効果, 日獣会誌, 72, 103–106.
  - 48) 松本光代, 大塚美奈, 鈴木祐子, 福井宏行, 町田季衣子, 向井孝夫, 大堀 均 (2005) 電気分解陽極水によるウシコロナウイルスの不活化, 日畜会報, 76, 59–65.
  - 49) (独) 製品評価技術基盤機構公表資料 (令和2年6月26日) <https://www.nite.go.jp/information/osirase20200626.html>