

# 建設分野における新型コロナ対応の最新動向

新型コロナウイルスの影響により、建築や住まいへのニーズが変化しつつある中で、飛沫感染、接触感染、空気感染のリスクを低減し、安全安心な住空間・建築空間を実現するためにはどのような対策が有効なのか。今回は、建築環境学を専門としつつ、感染制御の専門家と共同研究をされている早稲田大学 創造理工学部 建築学科の田辺教授を講師としてお招きし、『建設分野における新型コロナ対応の最新動向』をテーマに、新型コロナウイルスの感染経路を配慮した対策についてご講演いただきました。

開催日時：2020年12月15日(火) 10:30～11:30  
参加者：35名



田辺 新一氏  
早稲田大学 理工学術院  
創造理工学部建築学科  
教授

## 1. コロナ禍による長期トレンドとして考えられる方向性

コロナの件ですが、国の、11月11日に開催された、グリーンイノベーション戦略推進会議の場で、こういったことがどうなるか、少しまとまったので見て頂くと良いと思います。「コロナ禍による長期トレンドとして考えられる方向性」(図1)というものです。

①気候変動：国際世論が高まり、ESG投資の拡大や、特に2050年カーボンニュートラル表明国が増えていて、日本も10月26日に表明しています。それで、経済の復興に関しては、グリーンリカバリーという政策がヨーロッパで行われていまして、日本もこれに従いグリーンで経済を回復していこうと、この方向へ向かうのではないかと考えています。

②国際関係：いろいろな対立がありますが、世界の不確実性が高まっていたり、またサプライチェーンの強靱化・多元化をしていかなければならない。

③産業構造：第4次産業革命が進展していますが、省人化、合理化への要請がさらに高まってくる、それからデジタル化が加速する。

図1/ コロナ禍による長期トレンドとして考えられる方向性 (現時点の見込み)

- コロナ禍により、あらゆる分野での不確実性はますます高まっている。
- 国際的なサプライチェーン/人の流れや、各国の産業構造、社会のあり方が、今後どのように進展していくか、その道筋すらまったく見通せない状況。

従来のトレンド	With コロナ、Afterコロナのトレンド
①気候変動 ・国際世論の高まり ・ESG投資の拡大	●2050年カーボンニュートラル表明国の増加 ●EUなどのグリーンリカバリー政策
②国際関係 ・主要国の対立(通商/技術) ・国際レジームの動揺 ・経済安全保障の高まり	●サプライチェーンの強靱化・多元化 ●世界の不確実性の高まり
③産業構造 ・第4次産業革命の進展	●非接触/省人化/合理化の要請 ●デジタル化の加速
④生活 ・シェアリングエコノミー	●ニューノーマル(新たな生活様式) ●テレワーク、職住不近接
⑤地域 ・人口減少・少子高齢化の進展 ・働き手と需要の減少	●観光需要の蒸発 ●地方への分散化の動き
⑥エネルギー ・エネルギー自給率の回復 ・インフラ強靱化の要請	●エネルギー消費の不可逆な構造変化(デジタル化による電力需要増など)

経済産業省：グリーンイノベーション戦略推進会議 2020年11月11日資料から引用

④生活：働き方としては、新たな生活様式としてのニューノーマル、テレワーク、職住不近接ともいうのですが、こういうトレンドがある。

⑤地域：人口減少、少子化の進展、働き手と需要の減少があったのですが、とくにインバウンドの観光需要が蒸発してしまっただけで、それに地方への分散化の動きもあります。

⑥エネルギー：さらにエネルギー消費の不可逆な構造変化、特に再エネ、デジタル化による電力需要増、とくにクラウドの多用によってエネルギーを使うようになってきていますので、こういうことを見据えないといけないのではないかと。いろいろなことがかなり変わってきています。

## 2. 新型コロナウイルス対応の動向

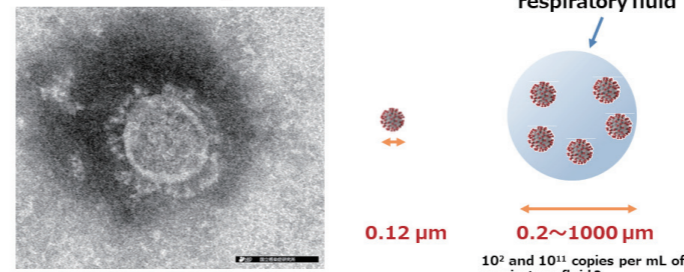
我々の大学でも昨年は、これまでは密集した授業をしていたのですが、全くダメになってしまったので、一転して、1～2mの距離を離す、一緒にいる時間をなるべく短くする、マスクをする、ということで行っています。手指衛生については、トイレについても、便や尿からウイルスが排出されていることが分かっているので、トイレの後は特に注意が必要です。換気は、厚生労働省が一人当たり30m<sup>3</sup>/h以上の換気をすれば、悪いとは言えないと言っています。これまでエビデンスで、だいたいこれより換気量の少ないところで空気感染が起こっていることがわかっていますので、一人当たり30m<sup>3</sup>/hは確保する様にしています。教室に関しては、収容する定員を半数にしたうえで、一人当たり30m<sup>3</sup>/h以上を確保できる様な換気改修をしています。

ウイルスそのものは、だいたい直径が0.12μmぐらい。COVID\_19というのは感染症の名称で、ウイルスそのものは、SARS+CoV-2という名前です。かなり性質はわかっているのですが、わからないこともまだまだ多い。図2の様に、呼吸器粘液の中にウイルスが含まれています。大きさはさまざまで、10<sup>2</sup>～10<sup>11</sup>μmまで幅があり、一概にどのくらいとは、なかなかわからない状況とされています。

日本は、2020年3月9日に、3密(①密閉空間 ②密集場

図2/ 新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)

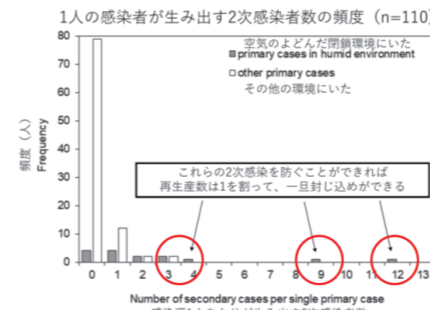
- 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)
- 新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)
- SARSウイルス(SARS-CoV-1)



https://www.niid.go.jp/niid/images/images/nCoV/2019nCoV-200130monos\_niid.jpg

図3/ 西浦・押谷論文(2020年2月28日)

新型コロナウイルスに対する換気の効果に関しては、西浦、押谷らが、これまでの感染発生事例をもとに、一人の感染者が生み出す二次感染者数を分析したところ、感染源が密閉された(換気が不十分な)環境にいた事例において、二次感染者数が特徴的に多いことが明らかになった。



Hiroshi Nishiura, Hitoshi Oshitani et al. medRxiv preprint doi: https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272

所 ③密接場面)を避けるよう、早く言ってくれたので、対策が科学的にたてられたかと思えます。これのもとになった西浦・押谷論文、2月28日、MedRxiv(メド・アーカイブ)にポストされた論文(図3)によると、感染源が、密閉された(換気が不十分な)環境にいた事例において、二次感染者が特長的に多いことが明らかになった。ということから、「3密」ということを考え出したそうです。

感染経路についてですが、室内環境では、主に3つの経路があります。まず飛沫が粘膜に直接到達する飛沫感染。それから飛沫のついた面を触った手で目や口などを触った時に感染する接触感染。次に飛んだ飛沫から、空中に蒸発した小さな飛沫・飛沫核を吸引することで起こる空気感染があります。換気が関係してくるのは、三つ目の空気感染だけであり、換気が関係するのは、空気感染ルートだけであるということに当初から、指摘に応じていたということです。

3月9日に国が、1.換気を励行する,2.人の密度を下げる,3.マスクを装着する、以上三つを出していますが(図4)、1.換気の励行に関して、どのくらいの換気をすればよいか、じつははっきりとはわかっていないのです。2.人の密度を下げるのですが、1～2mのソーシャルディスタンスを取る。それから3.近距離での会話や発声、高唱を避ける、周囲の人が近距離で発声するような場を避けてください。それから、マスクをしてください。というふうに言っています。

今回はうがいのはあまり言われていない様なのですが、私

図4/ 政府の注意喚起(2020年3月9日)

- 1.換気を励行する：窓のある環境では、可能であれば2方向の窓を同時に開け、換気を励行します。ただ、どの程度の換気が十分であるかの確立したエビデンスはまだ十分にありません。
- 2.人の密度を下げる：人が多く集まる場合には、会場の広さを確保し、お互いの距離を1-2メートル程度あけるなどして、人の密度を減らす。
- 3.近距離での会話や発声、高唱を避ける：周囲の人が近距離で発声するような場を避けてください。やむを得ず近距離での会話が必要な場合には、自分から飛沫を飛ばさないよう、咳エチケットの要領でマスクを装着するかします。

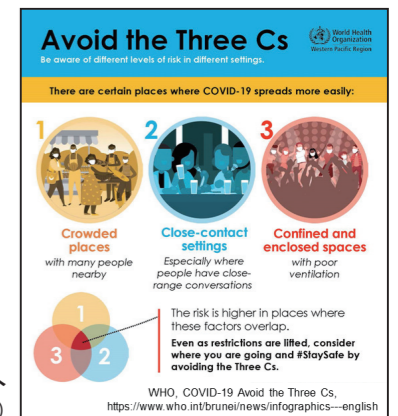
引用：厚生労働省の新型コロナウイルス感染症対策専門家会議が2020年3月9日に公表した「新型コロナウイルス感染症対策の提言」

はとくに口腔の衛生も非常に重要と考えています。換気については、竹協会長とも相談して、空気調和・衛生工学会と建築学会とで、緊急会長談話を3月23日に出しました。当時、私の方で既にわかっていることを纏め、堀先生にも見て頂いたうえ、緊急談話という形で出しました。学会では、こういったものを最初に出しておく、そのあと色々な資料を出す事が出来るので、それに従って最初こうしたものを出すことは、非常に重要な事だと考えています。

WHOが、換気は関係ないと言っているのに対し、オーストラリアのLidia Morawskaさんや、アメリカのDonald K.Milton先生たちが中心になって、換気的重要性を訴え、空気感染があることを認めるようWHOに働きかける活動をしています。私も誘われて、室内環境の専門家や建築関係、医師など36名で、WHOに公式書簡を出しておりまして、7月6日に論文を出しました。内容としては、日本で言っている「3密」とほぼ一緒です。

これ以降、WHOの方針も変わり、日本の3密対策に似たポスターができています(図5)。海外ではThree Cs(1.Crowded places 2.Close-contact settings 3.Confined and enclosed spaces)と言います。

図5/WHOも三密対策へ(2020年7月11日)



室内での挙動ですが、大きな粒子は沈降します。湿度に関しては、落ちて行く粒子がはやく蒸発するので、それが漂うというのが、湿度の影響としてあります。インフルエンザの場合は喉から感染しますので、湿度が下がると喉の防御が弱くなる。医師の中には、COVID\_19は小さな粒子が肺まで入り込んでいるのでは、という方もいる様で

す。それから、相対湿度によってウイルスそのものの活性化が変わります。現在、日本でも生のウイルスを使った実験がされていて、そろそろ結果が出ると思います。インフルエンザに比べてかなりの数が活性化したまま空中に漂っているのではないかと伺っています。

不活性化して出て行ってしまえば良いのですが、この三つ（飛沫の沈降速度＝粒子の直径に比例、粒子の直径＝相対湿度に影響を受ける、不活性化率は温・湿度やウイルスによる）には温度・湿度の影響があります。

WHOは、直径が5 μmよりも大きなものを飛沫と定義し、5 μmよりも小さなものを飛沫核と定義しています（図6）。飛沫が蒸発した物です。

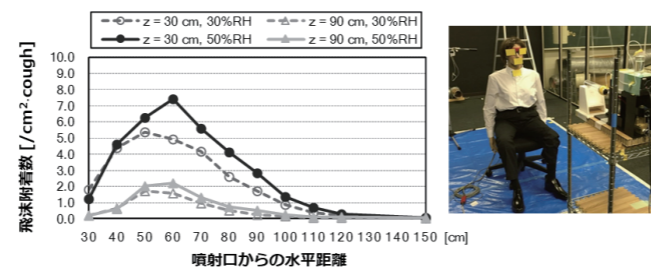
✓ **飛沫 : droplets**  
**> 5μm 直径**

✓ **飛沫核 : droplet nuclei**  
**≤ 5μm 直径**  
 飛沫が蒸発したもの

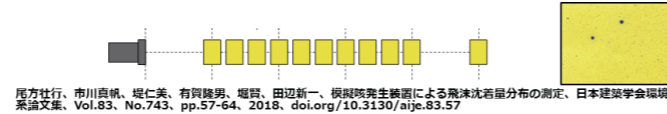
図6/WHOの定義

着数が下がります。どうしてかという、30%になると大きな飛沫が蒸発して下に落ちないからです。

図8/ 水平面 飛沫付着数の分布



- ・120cm離れると飛沫付着数はほぼゼロになる→大きな飛沫は1~2m離れるとOK
- ・飛沫は蒸発するため、口からの下方向の飛沫付着数は少ない→湿度が低いと浮遊



馬方社行、市川貞明、堀仁美、有岡隆男、堀野、田辺新一、根拠院発生学による飛沫沈着分布の測定、日本建築学会環境系論文集、Vol.83、No.743、pp.57-64、2018、doi.org/10.3130/aije.83.57

マスクがかなり効くということは、当初からわかっていました。直径が5 μmを超える、大きな飛沫はマスクで殆ど取れます。それより小さな5 μm、たとえばインフルエンザウイルスなどは、そんなに劇的には取れていません。それでも3割から5割くらいは取れるので、たとえば感染者と非感染者、両方の人がつけておけば0.5 × 0.5 = 0.25にはなるということです。特に飛沫の拡散防止にはマスクは大きな効果があります。

どうしてマスクが重要なのかという、94名の感染者について調査を行った結果に関するネイチャー誌の論文の例ですが（図9）、二次感染の44%はインデックス感染者の発症前で、要は、何も症状のない人が二次感染を起こす可能性が非常に大きいということを指摘しています。

図9/ 発症前・発症時の感染リスクが高い

- ・94名の感染者に関して調査
- ・発症時、発症前の咽頭スワブのウイルス量が最大
- ・二次感染の44%は、インデックス感染者の発症前と推定
- 無症状の感染者が二次感染をおこす可能性大！



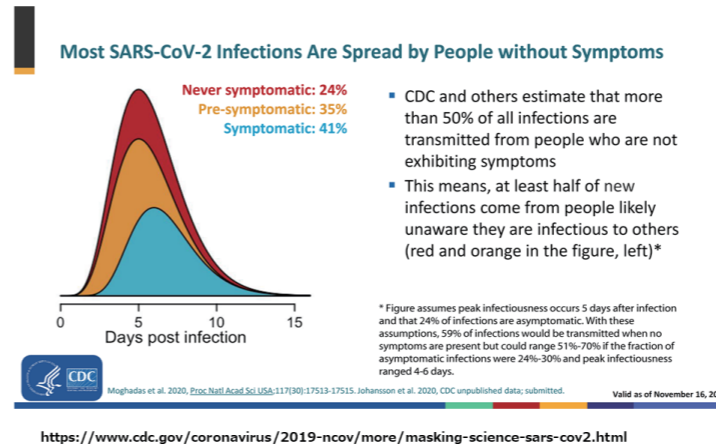
**Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19**

Xi He<sup>1,3</sup>, Eric H. Y. Lau<sup>2,3,5</sup>, Peng Wu<sup>2</sup>, Xilong Deng<sup>1</sup>, Jian Wang<sup>1</sup>, Xinlin Hao<sup>2</sup>, Yiu Chung Lau<sup>2</sup>, Jessica Y. Wong<sup>2</sup>, Yujuan Guan<sup>1</sup>, Xinghua Tan<sup>1</sup>, Xiaoneng Mo<sup>1</sup>, Yanqing Chen<sup>1</sup>, Baolin Liao<sup>1</sup>, Weilie Chen<sup>1</sup>, Fengyu Hu<sup>1</sup>, Qing Zhang<sup>1</sup>, Mingqiu Zhong<sup>1</sup>, Yanrong Wu<sup>1</sup>, Lingzhai Zhao<sup>1</sup>, Fuchun Zhang<sup>1</sup>, Benjamin J. Cowling<sup>2,4</sup>, Fang Li<sup>4</sup> and Gabriel M. Leung<sup>2,4</sup>

Nature Medicine volume 26, pp672–675(2020)

アメリカのCDC（アメリカ疾病予防管理センター）がこれまでのデータを集めて、11月16日に公表した資料を見ると、ほとんどの感染症は、発症の兆候なく感染しているのだとわかります。図10はDays Post Infectionのグラフですが、5

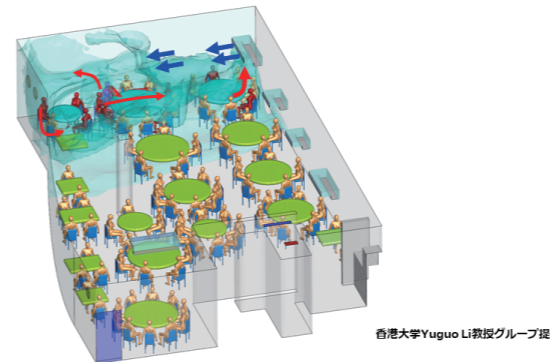
図10/ 多くの感染は無症状下（米国 CDC）



日くらいのところにピーク、赤のところは無症状者、オレンジのところは発症前で、半分くらいの人が症状のない状態で伝染しています。これが大問題で、重篤な感染症であれば感染すれば普通は熱を出したり、倒れたり、亡くなったりするので、その人が歩き回ることにはないのですが、無症状の人が歩き回って、感染を広めている、本人もそれをわかっていないという可能性があるわけです。感染者対策という、普通は集団のなかに感染者を入れないということですが、熱を測っただけでは、感染しているのか判らないということです。ここが今回の難しいところだと思います。

図11/ 広州のレストランの事例

「厚生労働省が悪くない換気とする換気量1人当たり30m³/hに対して1/10の約3m³/hと推定」



Y. Li, et al., Running title: Aerosol transmission of SARS-CoV-2. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant, (https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728)

図11は、よく空気感染の事例として出てくる、広州のレストランの事例です。香港大学のYuguo Li先生が解析したデータですが、奥に初期患者がいます。赤で示した人が、ここで感染した人なのですが、2m以上離れていても感染しているので、空気感染であろうと考えられます。換気をしていないエアコンが1面の壁に4台並んでいます。機械換気による換気量は、この部屋全体で3m³/h程度と推定されて、厚生労働省による1人あたり30m³/hの1/10程度しかなかった。ただ、ウェイターやウェイトレス、遠くの席の客には感染していないので、長距離の空気感染はないのではないか、という見解の様です。

図12/ 韓国のコールセンターでの集団感染



1人の感染者が出動した。同フロアには216人の従業員、2/25ビル閉鎖、3/9までの約2週間に、94人（43.5%）が感染。94人のうち92人が発症。オフィスの片側が主に感染しているのに対し、反対側では感染者が非常に少なかった。混雑したオフィス環境ではSARS-CoV-2が非常に伝染しやすいことを示している。また、エレベーターやロビー等において異なるフロアの労働者と多くの接触があったであろうにもかかわらず、感染はほとんどが1フロアに限定されている。接触時間が問題か？

Park SY, Kim YM, Yi S, Lee S, Na BJ, Kim CB, et al. Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. Emerg Infect Dis. 2020 Aug [date cited]. https://doi.org/10.3201/eid2608.201274

韓国のコールセンターでの事例（図12）では片側の席の人に感染が多く見られます。この建物では、全熱交換器の換気が止まっていたのではないかとされています。これも空気感染事例として紹介される事例です。

便と尿から感染したというエビデンスは報告されていないのですが、RNA陽性が便から出るとか、尿と便の両方のサンプルから出てくるということで、トイレは要注意だといわれています。空衛学会で出しているのですが、トイレは接触だけではなくてドレインの封水が切れているなどといったものに対しては、要注意だといわれています。

温・湿度がどう影響するのかについては良くわかっていません。基本的には、寒く、乾燥していると感染が拡大する恐れがあるといわれていますが、湿度が高くなってもやはりあるとの両論あります。これについては、11月27日に厚生労働省から、冬場に関する注意事項の参考資料に細かく書き込まれています（図13）。

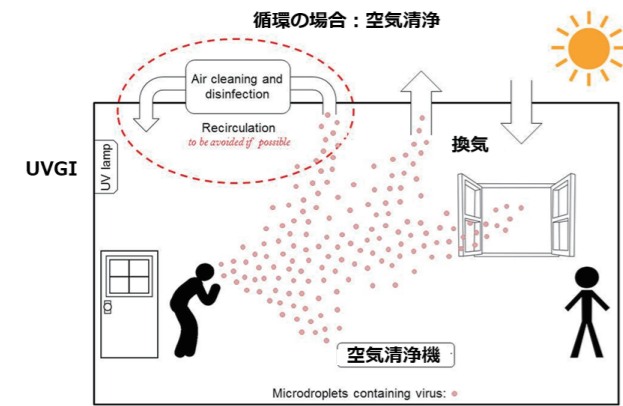
図13/ 冬場の対策

- ✓ なお、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるわけではなく、人が密集した空間や密接な接触を避ける措置を併せて実施する必要がある。
- ✓ 必要換気量（一人あたり毎時30m³）を確保しつつ、居室の温度及び相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持

換気をしていれば安全という認識が流布していますが、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの換気量を満たすだけでは感染を確実に予防できるわけではないということを、改めて学会でも、また厚労省の冬場に関する注意事項の参考資料にも書いてあります。必要換気量（一人あたり毎時30m³）を確保して、居室の温度及び相対湿度を18℃以上（ビル管法では17℃以上ですが、WHO等の奨めで）かつ40%以上に維持する必要があるということです。唾液でPCR検査ができるということは、唾液中にはかなり

のウイルスがあるということなので、食事・会話・カラオケなどが危ないということは4月時点から言われています。忘年会などで人が集まることは、口の中の飛沫が会話などで飛んで感染を広める恐れがあるということです。

図 14/ 何をすればよいか？



How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>

対策として何をすればよいか、論文では、空気中に飛散した小さな飛沫・飛沫核を換気によって外へ出すことは有効です(図14)。日本やアメリカの空調は比較的循環しているの、フィルターで汙し取ることができます。それから UV lamp (UVGI) は、有効です。紫外線は有効だということです。空気清浄機も適切に使えば効果があります。

換気に関しては、3月に厚生労働省が「換気に関する厚生労働省の見解」を出しています(図15)。具体的な換気対策として、機械換気による場合は、1000ppmのオフィスビルを定員で使っている場合は、一人当たり30m<sup>3</sup>/hの換気量が確保されていれば、換気の悪い密閉空間には当たらないとしています。但し、これで感染を確実に予防できる訳ではないとも言っています。オフィスビルでは「換気回数を毎時2回以上」となるのですが、これが「30分に一回以上、数分間程度、窓を全開にする」という、換気回数と窓開け回数とが混同されていて、誤解されやすい部分ですので、要注意です。空気清浄機は、適切に使用すれば有効です。厚生労働省が11月27日に、冬場の対策として出していますので、是非、パンフレット等、参考資料を見て頂くと良いと思います。

図 15/ 換気に関する厚生労働省の見解 (2020年3月30日)

- ✓ 厚生労働省は、商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について、という資料を公表している
- ✓ 具体的な換気対策として機械換気による場合は、一人当たり30m<sup>3</sup>/hの換気量が確保されていれば、感染を確実に予防できるとはいえないものの、換気の悪い密閉空間には当たらないとしている
- ✓ 換気回数を毎時2回以上(30分に一回以上、数分間程度、窓を全開する)とすること→誤解されやすい

厚生労働省：商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について (2020年3月30日) (<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000616069.pdf>)

可搬式の空気清浄機を併用することは換気不足を補うために有効です。ただし、様々な空気清浄機がありますので、①空気清浄機はHEPA フィルタによるろ過式で、かつ、5m<sup>3</sup>/min 程度以上、つまり300m<sup>3</sup>/h 程度以上のものを使用すること。②人の居場所から10m<sup>3</sup>程度の範囲内に設置すること。③空気のだよみを発生させないように、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きとを一致させること。というようなことが、厚生労働省の資料には書かれています。フィルターはHEPAの他にアメリカの規格のMERVの11~14、セントラル空調には中性能フィルタが入っているの、だいたい汙し取ることができます。天井カセット型の物も中性能フィルタに付け替えることができるので、そのような事例も増えています。日本ではあまり使われてこなかった、UVGI(紫外線)もかなり有効ということです。ASHRAE(アメリカ暖房・冷凍空調学会)やNIOSH(ナイオッシュ: CDCの下部組織)等でも推奨しています(図16)。

建物衛生法という法律があります。こうしたことを法で定めているのは日本だけだと思います。古い話ですが、日本には歴史があります。100年前のスペイン風邪のあとに、単に住宅だけではなく、都市構造そのものを考えて行かないと感染症が無くならないということで、後藤新平らが中心となり、都市の衛生に対して努力するようになりました。建築物衛生法は、事務所、店舗、百貨店、興行場、学校、旅館などで、2か月に1回の定期測定を義務付ける、とくに二酸化炭素濃度1000ppmという指標は非常に重要な役割をしています。空気感染のリスクアセスメントについて、先ほどの感染の3経路の飛沫、接触以外の空気感染に関してはWells Rileyの式があります(私の方で、Mark NicasのDose-Responseも含めた式に変形しています)。こうした、感染のリスク(相対値)を計算する式が提案されています。

$$P_E = 1 - \exp\left(-\frac{Iq p X t}{Q}\right)$$

Iが室内の感染者の数、q(クオンタ)、仮想のウイルス発生量で、どのくらい発生するかを仮定量にしています。pが呼吸回数。Xがエアロゾルの不活性化率、空気中に出て不活性化していれば感染しませんので、それも反映します。tが暴露時間、どれくらい暴露していたか、それらを掛けた数を、Q換気量で割って計算すると、空気感染のリスクを出せます。Xの不活性化率ほか、これらの値が、いまのところ



図 16/UVGI

正確にはわかっていないので、このあたりは定数で仮定しています。4月以降、こうした仮想ウイルス発生量についての論文がいくつか出てきています(図17)。日本の論文が無いのは残念ですが、大体の人がQuantaを逆算して出しています。これによると、標準で20くらいと考えられています。マスクをすると10くらい、大声を出す40くらい。今回ちょっと問題にしているのは、スーパーエミッターと呼ばれる、無症状でひとりで20人分のウイルスを出す人がどうも居そうだったということがわかってきているようで、クラスターの中にこうした事例があるのかもしれない。またアメリカの例では、コーラスグループの感染では、ひとりで970出してたということで、40人分くらいの感染者がいるという想定になっています。

図 17/ 仮想ウイルス発生量 Quanta

- ✓ G.Buonanno et al. low <1, High >100
- ✓ H.Dai and B.Zhao 14-48
- ✓ S.Miller et al. 970(コーラスグループ)

マスク 10  
標準 20  
大声 40  
スーパーエミッター 400

<https://doi.org/10.1101/2020.04.12.20062828>  
<https://doi.org/10.1101/2020.04.21.20072397>  
<https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20132027>  
Takashi Kurabuchi, SHASE and A33 Symposium July, 2020

図 18/ 空気感染の相対リスク(相対値であることに注意すること)

	感染者I (人)	状態	在室者 (人)	Q換気量 (m <sup>3</sup> /h)	q (quanta)	滞在時間 T(h)	相対リスク PE
住宅	1	標準	4	120	20	12	45%
カラオケ①	1	大声	4	120	40	2	18%
カラオケ②	1	スーパー	4	120	400	2	87%
レストラン①	1	大声	20	600	40	2	4%
レストラン②	1	大声	20	60	40	2	33%
オフィス①	1	マスク	100	3000	10	8	1%
オフィス②	1	マスク	100	300	10	8	8%
学校	1	マスク	40	1200	10	6	2%
映画館	1	マスク	100	3000	10	2	0.2%

- ✓ 感染者が1名の場合には滞在者が少ないほど相対リスクが高い
- ✓ 滞在時間が長いほど空気感染リスクは高い

一人当たり30m<sup>3</sup>/hあるいは3m<sup>3</sup>/h、Depositionは1と仮定した、呼吸量は0.3m<sup>3</sup>/hとした。

図18は、住宅や施設などでの空気感染のリスクを大雑把に計算したものです。この通りに感染するというわけではないのでご注意ください。

住宅の材室者は4人、そのうち感染者が一人、換気量が120m<sup>3</sup>/h(一人当たり30m<sup>3</sup>/h)とすると、Quantaは20ですが、12時間一緒にいると45%の相対リスクと算出され、住宅の感染率が非常に高い。当初から住宅の中でのリスクはかなり高いだろうと言われていました。これは、ウイルスを家の中に持ち込まないことが非常に重要だと思います。カラオケの場合はスーパーエミッターが一人いると、換気していても相対リスクが87%という高い数値になってしまいます。

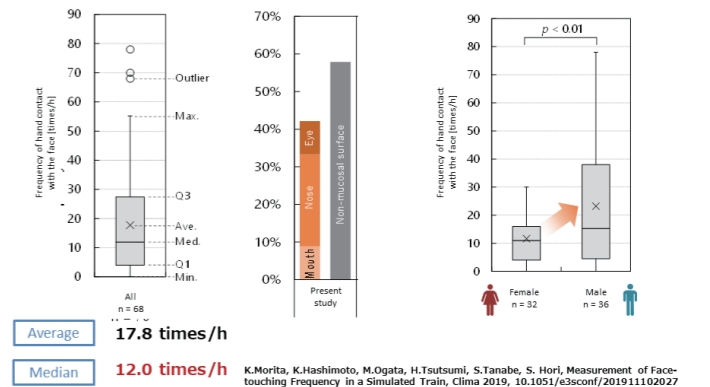
レストランの空気感染のリスクですが、大声を出していても適切に換気されていれば、4%くらいですが、大声を出して換気量を1/10とした場合には、相対リスクが33%くらいに上がります。オフィスですと、換気量を少なくしていてもマスクをしていれば、1%、8%と低い数値です。学校も、何もしなければ2%、映画館で0.2%くらいなので、この後どこで感染が起こるかを見ていると、エビデンスとしての影響がわかってくると思っています。接触感染については、実は研究事例があまりありません。それで我々が接触について、電車内、教室、医療施設などで、体のどこにどの程度接触があるのかということについて研究しています(図19)。

図 19/ 電車内での顔面接触実験

### 電車内での顔面接触実験



1時間に12回(中央値)顔面接触、4割は粘膜(口・鼻・目)、男性の方が接触回数が多い



K.Morita, K.Hashimoto, M.Ogata, H.Tsutsumi, S.Tanabe, S.Hori, Measurement of Face-touching Frequency in a Simulated Train, Clina 2019, 10.1051/e3sconf/201911102027

平均値で17.8回(1時間当たり)顔を触っています。そのうち約42%~43%が口と鼻と目を触っていますので、其々を1時間に8回くらい触っていることになります。なので、手指衛生はきわめて重要です。アルコールがあれば(手指衛生すれば)大丈夫ですし、手洗いをしっかりとすることが重要であることも、この結果からわかってきます。マスクも大事ですが、目が裸眼だとそこに飛沫が飛んでくることもありますので、医療従事者はフェイスガードを使っています。フェイスガードは目を防護する役割を持っています。マスクをしていても、眼鏡を使わない方はぜひ、目をそのまま暴露しない方法をとることが重要だと言っています。

ウイルスがどのくらい表面で活着しているのかということについて、一番最初に出てきた論文がNIH(アメリカの衛生研究所)の論文(図20)です。エアロゾルの状態で、活性が実験時間の3時間維持されたとあるので、インフルエンザウイルスよりも不活性化率が低そうということがわかっています。(ステンレス鋼、プラスチックの)表面でも活着のですが、これもインフルエンザウイルスよりも長い。さらに、手の上でも9時間というデータも出ているので、触ったところもやはり非常に重要だろうと思います。

- ✓ NIH の研究チームは新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) のエアロゾル粒子中およびプラスチック、ステンレス鋼、銅、段ボール上での活性度の維持に関する比較実験を行った。
- ✓ 新型コロナウイルスのエアチャンパーに封入された 5µm 未満のエアロゾル粒子の状態では、感染力は低下するものの活性は実験時間の 3 時間を通して維持され、
- ✓ ステンレス鋼とプラスチックでは 3 日間、段ボールでは 1 日未満、銅では 4 時間未満維持されることが分かった。

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

CORRESPONDENCE

Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 DOI: 10.1056/NEJM2004973

3. どのような社会になるのか

今後はどんな社会になるのかということですが、キーワードは「3D」だと考えています (図 21)。ひとつは超分散社会 (DCEN)、いろいろなもの (地方、土地活用など) が分散化していく。それからデジタル社会 (DX) でもっとデジタル化するだろう。それから脱炭素社会 (DCO2) に向かうだろうと発言していましたら、10月26日以降、非常に大きな動きがありました。

図 21/ キーワードは「3D」

3D

- ✓ 超分散社会 (DCEN)
- ✓ デジタル社会 (DX)
- ✓ 脱炭素社会 (DCO2)

これまで日本は、2050年にCO2排出を80%削減し、今世紀の早い時期にカーボンニュートラルにすると謳っていたのですが、10月26日に菅首相が、日本は2050年までにカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言しています (図 22)。

鍵となるのは、次世代型太陽電池、カーボンリサイクルを始めとした、革新的なイノベーションとされています。私は委員会として「住宅はその中に含まないのか」と質問しているのですが、委員会は新技術だけをイノベーションと認めているようで、この辺りは注意が必要だと思っています。現在建てられている住宅は30年後にも確実に建っているのだから、それらをどのように考えていくのかということも、とても大切なイノベーションではないかと考えています。

最近、テスラが住宅用エアコンに進出というニュースがありますが、家電などもデジタル化していく。それから ZEH、LCCM 住宅は、省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入ということで、まさしく、ここに書いてあることだと思います。これから制度などが大きく変わる可能性があります。

菅政権では、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力してまいります。  
我が国は、二〇五〇年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち二〇五〇年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。  
もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらす、大きな成長につながるという発想の転換が必要です。  
鍵となるのは、次世代型太陽電池、カーボンリサイクルをはじめとした、革新的なイノベーションです。実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進します。規制改革などの政策を総動員し、グリーン投資の更なる普及を進めるとともに、脱炭素社会の実現に向けて、国と地方で検討を行う新たな場を創設するなど、総力を挙げて取り組みます。環境関連分野のデジタル化により、効率的、効果的にグリーン化を進めていきます。世界のグリーン産業をけん引し、経済と環境の好循環をつくり出してまいります。  
省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します

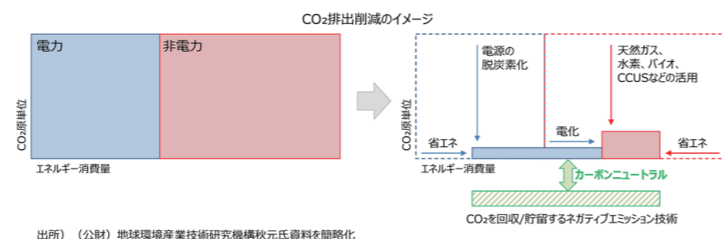
これに関しては国からふたつの大きなイメージが出されています (図 23)。グリーンイノベーション推進会議というのですが、まず日本で使われているエネルギー (CO2 排出) は、電力と非電力があり、非電力の方が大きくなっています。全体の消費量そのものを小さくしたうえで、同時に電化を推し進めていく、電力だと再生可能エネルギーに転換しやすいので、これの比率を高めていく。電気自動車などがこれにあたります。電化という波が非常に大きな物としてとらえられていきます。

非電力部門の省エネ化は重要ですが、これには限度があり、例えば鉄などは、コークスなど燃料に頼らなければ作れないのですが、先日、新日鉄は 2050 年に水素で鉄を作ると発表しました。それから天然ガスもメタネーション (水素への転換) などで行うとしています。再生可能エネルギーだけで電気を起こすと、慣性力が失われるので、どうしても一定以上火力は残さなければならない。そこで火力で出した CO2 は、ネガティブエミッション技術でカバーして、差し引きするとカーボンニュートラルになる。

昨日、4 団体から 2050 年の絵姿というプレゼンがあったのですが、これがとても大変なもので、一筋縄ではいかないものだということが良く分かります。

図 23/ グリーンイノベーションの方向性

- 2050年カーボンニュートラルという困難な課題を実現するためには、  
①既存の技術を最大限に活用・普及を推進し、新たな技術の社会実装に重点的、計画的に取り組むことが重要。各国ともこれに取り組んでいる。  
②省エネ、電化、電源の脱炭素化、水素化を進めると、化石燃料を使わない姿は現実的ではなく、CO2を回収・貯留するネガティブエミッション技術も重要であること  
③脱炭素化が難しい産業部門における技術・対策については、長期的な不確実性があるため、複数のオプションで取り組んでいく必要があることも、十分に意識して検討する必要がある。



カーボンニュートラルへの転換イメージ 資源エネルギー庁：基本政策分科会 2020年11月17日資料

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では非化石電源の拡大、産業・民生・運輸 (非電力) 部門 (燃料利用・熱利用) においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、国民負担を抑制するため既存設備を最大限活用するとともに、需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高めるなど、段階的な取組が必要。

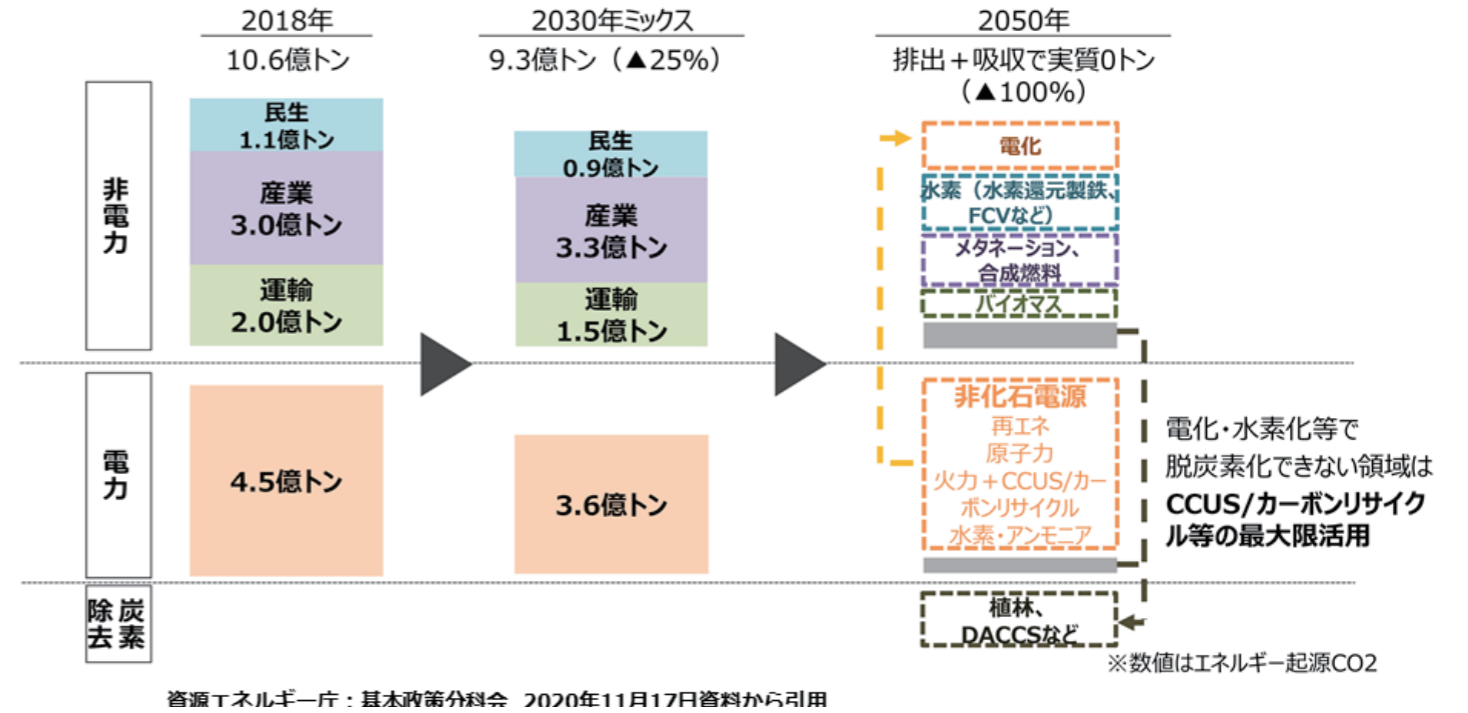


図 24 のグラフは、11月17日に出た基本政策部会の資料で、現在、エネルギー起源のCO2が10.6億トン (すべて入れば12億トン) あるのですが、2030年ミックスで、10年後には9.3億トンに削減するということがありますが、それらを2050年にはゼロにするので、これは相当多変な事です。電力部門は、2030年に3.6億トンある排出量を、非化石電源などを用いてゼロにする、それでも少々排出量は出ます。非電力部門は、まず一部 (民生部門) は電化する。次に水素 (水素還元製鉄、FCV (燃料電池)) にする、メタネーション合成燃料 (X フューエルあるいは e フューエル：再エネから作り出した合成燃料など) をつかえばゼロエミになる、それからバイオマス燃料の利用、それでも CO2 排出は残るので、これを植林とか DACCS (ダイレクト・エア・キャプチャー：空気中から直接 CO2 を取り除く) といった技術開発が必要で、そういつたなかで、住宅で何ができるかというと、ZEH とか LCCM 住宅を進めていくことが非常に重要です。新築だけではないので、既築の住宅をどうしていくのかということとは

然問われるので、きちんと省エネ化していく。なかでも断熱性能を良くしていく。我々で ZEH のデータを分析したところでは、既に暖房エネルギーは大幅に減らされているので、残りの熱需要の対策とか、その他の家電などをどうしていくのかということ、ゼロカーボンの時には考えていかなければならない。住宅・建築分野がどういふところに貢献できるかということ、我々は考えておく必要があると思っています。

昨日、小委員会が開かれ、長期優良住宅と住宅性能表示制度も今後変わるということが日経紙で報じられています。成長戦略の中に ZEH や LCCM 住宅をどんなふう位置付けるか、あるいは既存住宅の対策をどうするか、こういうものが、今後さらに話題になってくるだろうと思います。(終)