

# 令和2年度“オール近大”新型コロナウイルス感染症 対策支援プロジェクト研究報告書

|          |                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企画題目     | COVID-19 における曝露経路別感染リスク評価と有効な感染予防策に関する研究                                                                                                                                                                                 |
| 研究者所属・氏名 | <p>研究代表者：東 賢一（近畿大学医学部環境医学・行動科学教室）</p> <p>共同研究者：水越厚史（同上）<br/>（学内） 中間千香子（同上）<br/>奥村二郎（同上）</p> <p>共同研究者：林 基哉（北海道大学大学院工学研究院空間性能システム部門）<br/>（学外） 金 勲（国立保健医療科学院生活環境研究部）<br/>鍵 直樹（東京工業大学大学院環境・社会理工学院建築系）<br/>柳 宇（工学院大学建築学部）</p> |

## 1. 研究、開発・改良、提案目的・内容

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）を引き起こす新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）への感染経路は複数存在し、主な感染経路は飛沫感染と接触感染とされているが、飛沫核感染（空気感染）も否定できないと考えられている。そのため、「換気の悪い密閉空間」、「多数が集まる密集場所」、「間近で会話や発声をする密接場面」の3つの密を避けることが対策の基本とされてきた。

緊急事態宣言等による飲食店等への休業要請や一般住民への外出自粛要請等による人と人の接触を削減する対策により、COVID-19の感染者数や死亡者数を大きく低減させることができてはいるが、これまで社会経済に大きな影響を与えてきた。従って、医療機関やさまざまな日常生活空間において、どのような感染予防策がより効果的かを明らかにし、社会経済への影響を最小限に抑えた有効な感染予防策を提案する必要がある。

そこで本研究では、医療機関や日常生活空間（福祉施設や飲食店等）におけるSARS-CoV-2による感染経路別（接触、飛沫の直接曝露、飛沫核の吸入等）のCOVID-19発症リスク（以下、感染リスクと表記）を分析し、各経路の寄与率を明らかにするとともに、各経路に対する有効な予防策の条件（マスク等の保護具、換気など）を明らかにすることを目的としている。

本研究で得られた成果によって、より具体的な感染予防策を医療機関や生活空間ごとに提案することが可能となり、社会経済への影響を最小限に抑え、かつ実効性のあるCOVID-19の対策支援に寄与することができる。

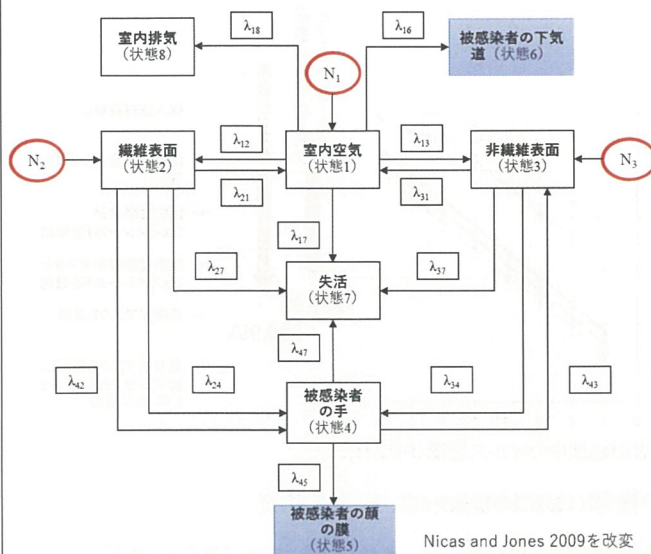
## 2. 研究、開発・改良、提案経過及び成果

本研究では、第一に、各建物内で想定される曝露シナリオ毎にSARS-CoV-2の曝露経路別感染リスクを分析するためのSARS-CoV-2曝露経路別感染リスク評価モデルを開発した。そして第二に、各種感染予防策の有効性とその条件の明確化を行った。第三として、開発した感染リスク評価モデル等をもとに、COVID-19のクラスター解析を予定していたが、クラスター情報の入手が次年度以降になるとのことから、今後の継続研究課題としたい。

### 1. SARS-CoV-2 曝露経路別感染リスク評価モデルの開発

本研究で開発したSARS-CoV-2曝露経路別感染リスク評価モデルの概要

| 経路                   | モデル             |
|----------------------|-----------------|
| (1) 汚染表面から顔への手接触     | マルコフ連鎖モデル       |
| (2) 飛沫が付着した指から顔への手接触 | モンテカルロ法（ポワソン分布） |
| (3) 飛沫の顔への付着         | モンテカルロ法（ポワソン分布） |
| (4) 吸引性粒子の吸入         | モンテカルロ法（ポワソン分布） |
| (5) 咳・発声からの吸入性粒子の吸入  | マルコフ連鎖モデル       |
| (6) 呼吸からの吸入性粒子の吸入    | 定常発生・減衰モデル      |



ウイルス  
放散速度

$$ER_{v,breath} = C_{v, saliva} \cdot ER_p \cdot \sum_{i=1}^4 (C_{rpb, di} \cdot V_{rpb, di})$$

唾液  
ウイルス濃度

感染者の  
呼吸速度

呼吸時  
粒子個数濃度

粒径別  
粒子体積

気中ウイルス  
濃度

$$C_{v, air} = \frac{ER_{v, breath}}{RR_{v, air} \cdot V_r}$$

室内ウイルス除去速度

室体積

曝露量

$$D_{rpb} = C_{v, air} \cdot IR_n \cdot t_{vt}$$

接触者の  
呼吸速度

接触時間

マルコフ連鎖モデル

定常発生・減衰モデル

## 2. 医療機関における医療従事者等の曝露経路別感染リスク評価と COVID-19 予防策

上記の感染リスク評価モデルを医療機関で COVID-19 患者をケアする医療従事者に対して適用し、医療従事者の曝露経路別感染リスク評価と各種予防策の有効性を検証した。そして以下の成果を得た。

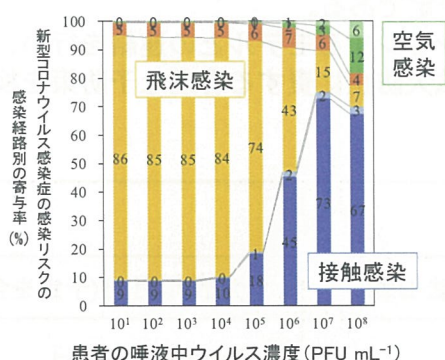
### COVID-19 患者と医療従事者の位置関係とウイルスへの各曝露経路



### ウイルスへの曝露経路

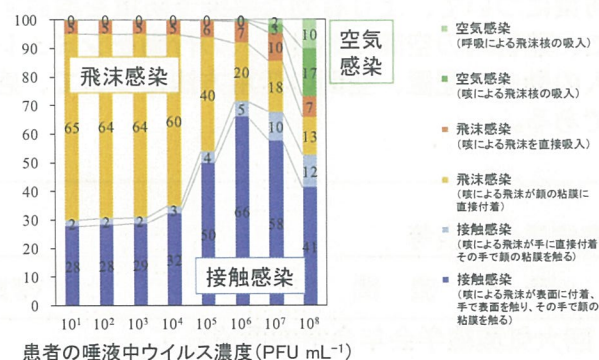
|      |                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 飛沫感染 | <ul style="list-style-type: none"> <li>咳や会話による飛沫を直接吸入</li> <li>咳や会話による飛沫が顔の粘膜に直接付着</li> </ul>                         |
| 接触感染 | <ul style="list-style-type: none"> <li>咳による飛沫が手に直接付着、その手で顔の粘膜を触る</li> <li>咳による飛沫が表面に付着、手で表面を触り、その手で顔の粘膜を触る</li> </ul> |
| 空気感染 | <ul style="list-style-type: none"> <li>咳や会話、呼吸による飛沫核の吸入</li> </ul>                                                    |

### 曝露経路別 COVID-19 発症リスクの寄与率



患者の唾液ウイルス濃度 (PFU mL<sup>-1</sup>)

中程度の接触 (1分間の接触を20回)

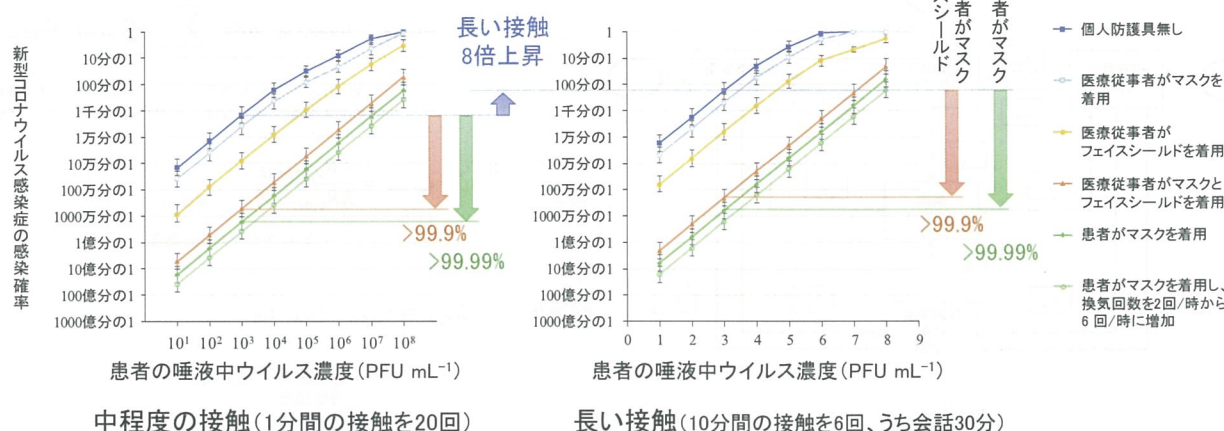


患者の唾液ウイルス濃度 (PFU mL<sup>-1</sup>)

長い接触 (10分間の接触を6回、うち会話30分)

- 患者の多くが該当すると考えられる唾液ウイルス濃度の場合、飛沫感染のリスクが60%～86%と最も高い
- 次に、汚染表面からの接触感染のリスクが高く、9%～32% (唾液中濃度とともに上昇)
- 空気感染の寄与率は極めて低い
- 接触時間が長く、手洗いの頻度が少ない場合は、接触感染のリスクの寄与率が高い
- まれなケース (高ウイルス濃度、下気道感染リスクが高い) で、空気感染のリスクの寄与が5%～27%

## 各種予防策の効果



- 医療従事者だけが、サージカルマスクを着用した場合は感染リスクが63～64%低減、フェイスシールドを着用した場合は97～98%低減、サージカルマスクとフェイスシールド(目の保護、ゴーグルでも同様)を両方着用することでCOVID-19のリスクが99.9%以上削減
- 患者だけがサージカルマスクを着用することでCOVID-19のリスクが99.99%以上削減
- 換気回数を2回/時から6回/時に増加するとリスクはさらに半分以下

本成果は、人と人が近接する場面であれば、接客を伴う飲食や介護の現場などにもおよそあてはまり、個人個人の感染予防（マスクやフェイスシールドを適切に着用することを徹底）がCOVID-19の感染予防に極めて重要であることを強く示唆している。

なお、本研究成果は、環境衛生学の分野で権威のある国際雑誌 "Environment International" (インパクトファクター：7.577) に2021年1月3日に早期公開の電子版が掲載された。また、近畿大学病院では、2021年1月19日に開催された令和2年度第2回保健委員アッセンブリーにおいて、本成果を関係職員に周知した。

Mizukoshi et al. Assessing the risk of COVID-19 from multiple pathways of exposure to SARS-CoV-2: Modeling in health-care settings and effectiveness of nonpharmaceutical interventions. Environ Int 2021;147:106338.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106338>

### 3. 本研究と関連した今後の研究、開発・改良、提案計画

本研究では、COVID-19の患者をケアする医療従事者に対するSARS-CoV-2への曝露シナリオを設定し、曝露経路別感染リスク評価と予防策の検証を行った。今後は、人と人の近接が生じる店舗等における曝露経路別感染リスク評価を行い、マスクやフェイスシールドを含むその他の感染予防策について、より有効な感染予防策を検討する予定である。

また、建物内の空間における人の行動をシミュレーションするモデルとの連結を行い、建物内での人の動きや配置、空間の活用方法について、感染拡大防止に資する有効な予防策を検討する予定である。

### 4. 研究成果の発表等

| 発表機関名                          | 種類 (著書・雑誌・口頭) | 発表年月日(予定を含む)        |
|--------------------------------|---------------|---------------------|
| 第61回大気環境学会年会室内環境分科会シンポジウム      | 口頭発表          | 2020年9月25日          |
| 雑誌名: Environment International | 国際科学雑誌        | 2021年1月3日           |
| 2021年度日本建築学会大会 (東海)            | 口頭発表          | 2021年9月7日～10日 (予定)  |
| Healthy Buildings America 2021 | 口頭発表          | 2021年11月9日～11日 (予定) |

## 5. 開発・改良、提案課題の成果発表等

2021年1月8日に近畿大学からNEWS RELEASEを発表。その後、以下の報道発表がなされた。なお、本NEWS RELEASEに対する閲覧回数は、2020年10月～2021年1月の間で12003回に達し、閲覧ランキングで一位となった。

### <新聞等>

2021年1月12日：朝日新聞デジタル「医療現場における新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）感染経路別の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のリスクと予防効果を解明」

2021年1月12日：マイナビ「医療現場でもマスクなどで確実に感染リスクを下げられる」

2021年1月13日：メディカルトリビューン「コロナ感染リスクを経路別に数値化」

2021年1月13日：大学ジャーナル「近畿大学、感染経路別の新型コロナ感染症リスクを算出」

2021年1月15日：科学新聞「医療現場における新型コロナウイルス感染症の経路別感染リスクを算出」

2021年1月21日：共同通信「近接感染。飛沫が6～8割 マスクやシールド、効果大」

2021年1月29日：日経産業新聞「病室で感染、飛沫が6～8割」

### <テレビ出演>

2021年1月15日：日本テレビ「ZIP!」「新型コロナウイルス感染症の曝露経路別感染リスクと感染予防策」

2021年1月22日：毎日放送「ニュースミント」「医療現場における新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）感染経路別の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のリスクと予防効果を解明」について」

2021年2月19日：TOKYOMX テレビ「医療現場での感染リスクと予防効果を算出」