

咳飛沫・飛沫核への近距離曝露による感染症伝播現象の解明

研究代表者 尾方 壮行

(理工学術院総合研究所 次席研究員 (研究員講師))

1. 研究課題 (MS ゴシック、太字、11 ポイント)

室内環境におけるヒトの咳飛沫および咳飛沫核への近距離での曝露による感染症の伝播現象を解明し、建築・建築環境設備による有効な感染対策手法を創出する。

2. 主な研究成果 (MS ゴシック、太字、11 ポイント)

2. 1 近距離における飛沫核曝露濃度の測定

近距離における飛沫核濃度と相対湿度の関係を実験的に把握することを目的として模擬咳発生装置を用いた測定を実施した。測定結果より相対湿度条件で比較すると、相対湿度30%条件では $(X,Y)=(0.5, 0)$ 測定点で飛沫核濃度の積算値が最大になったが、相対湿度50%条件では $(X,Y)=(0.8, 0)$ 測定点で最大となった。また、飛沫核は直線的に直行するだけではなく、横方向にも拡散しながら進行する様子が確認された。以上より、相対湿度は飛沫核濃度のピークが現れる距離に影響し、飛沫核の分散の傾向に影響する可能性が考えられる。発生源からの距離が異なる条件を比較すると、いずれの相対湿度条件においても、 $X=1.6\text{ m}$ を境に飛沫核個数が大きく減少することが考えられる。飛沫核濃度に対しては、相対湿度条件より発生源からの距離の方が、影響が大きいことが推察された。

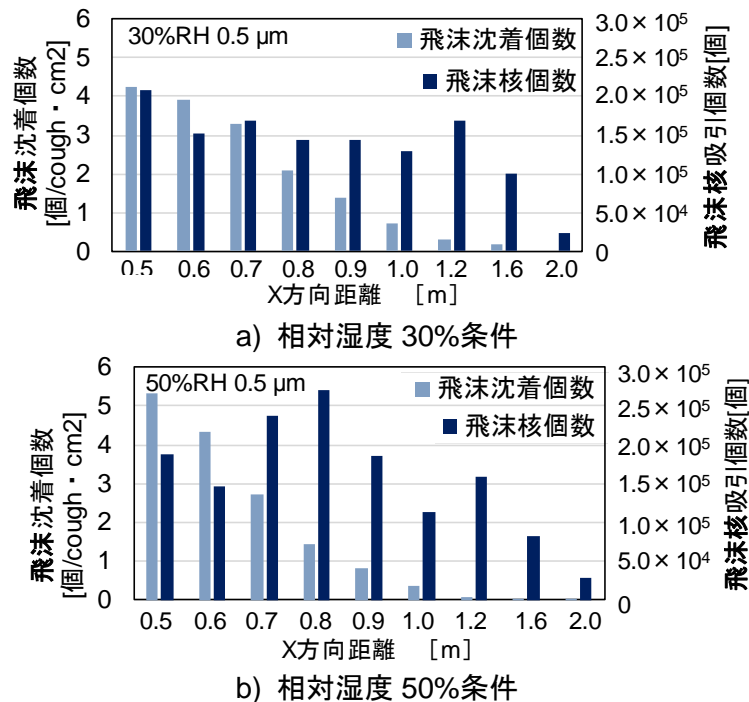


図1 飛沫核曝露量と飛沫沈着量の測定結果

2. 2 感染リスクの評価

飛沫核感染リスクを評価するため、曝露量から感染リスクを評価する式を提案した。吸引した粒子が堆積する体内の箇所は易感染率に影響するため重要であると考えられていることから、飛沫核が沈着する箇所を咽頭 (*Thoracic*)、肺胞 (*Respirable*)、鼻腔 (*Inhalable*) の3段階に区別し感染リスク評価式を構築した。式 (1) に咽頭からの感染確率 P_{ET} 、式 (2) に肺胞からの感染確率 P_{ER} 、式 (3) 鼻腔からの感染確率 P_{EI} を示す。

$$P_{ET} = 1 - \exp\left(-\frac{IGpat}{Q}\right) \quad \dots \text{式(1)}$$

$$P_{ER} = 1 - \exp\left(-\frac{IGp\beta t}{Q}\right) \quad \dots \text{式(2)}$$

$$P_{EI} = 1 - \exp\left(-\frac{IGp\gamma t}{Q}\right) \quad \dots \text{式(3)}$$

- P_E : 感染確率 I : 感染者数
 G : 単位時間当たり一人の感染者から放出される空中菌数
 P : 呼吸頻度 [L/hour]
 α, β, γ : 咽頭、肺胞、鼻腔領域の感染性粒子の沈着率
 t : 曝露時間 [hour] Q : 換気率 [L/hour]

飛沫核濃度測定結果を基に、飛沫核感染リスク評価を行い、近距離および遠距離における飛沫核感染リスクを比較した。本研究では、住宅における換気回数の基準である 0.5 回/hr、2.0 回/hr、診察室で推奨されている換気回数基準 6 回/hr の条件について、診察室を想定した室容積 42 m³ (3.0 m × 5.0 m × 2.8 m) を仮定し、感染リスクへの影響を考察した。換気による飛沫核濃度の減衰率はザイデルの式を基に、遠距離曝露の初期飛沫核濃度に減衰率係数 $e^{-Qt/V}$ を掛け合わせることで算出した。また、遠距離曝露の初期飛沫核濃度は 50%RH の診察室における飛沫核曝露量 308 個/L を用いた。その結果、近距離曝露による飛沫核感染リスクは相対湿度よりも感染者と被感染者の位置関係により大きく変化することがわかった。一方で、遠距離曝露による飛沫核感染リスクは室容積や換気回数により大きく変化することが確認された。近距離曝露と遠距離曝露では感染リスクに影響を与える要因が異なるため、それぞれに効果的な感染制御を実施する必要がある。

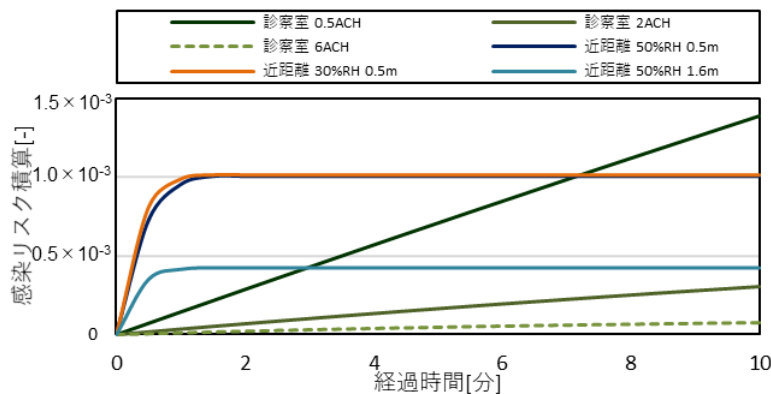


図2 感染リスク値の経時変化

3. 共同研究者 (MS ゴシック、太字、11 ポイント)

田辺 新一 (創造理工学部建築学科 教授)

4. 研究業績 (MS ゴシック、太字、11 ポイント)

4.1 学術論文

該当なし

4.2 総説・著書

該当なし

4.3 招待講演

該当なし

4.4 受賞・表彰

該当なし

4.5 学会および社会的活動

自動車技術会 車室内環境技術部門委員会 委員

臨床環境医学会 病院・高齢者施設環境分科会 幹事

尾方壮行、堀賢、田辺新一, ATP 測定法による病室内の環境表面汚染度調査, 室内環境学会学術大会講演要旨集, pp.270-271, 2018.12.

5. 研究活動の課題と展望 (MS ゴシック、太字、11 ポイント)

咳飛沫および飛沫核曝露による感染リスク評価および対策に関して、今後はウイルス生存率と相対湿度の関係について最新の知見を基に、より正確に調査する必要がある。更に、粒子径により相対湿度の影響や飛沫核の伝播特性が異なるため、より詳細に飛沫径の分布を考慮した上でリスク評価を行うことが必要であるため、人の発熱と呼吸を模擬することができる呼吸サーマルマネキンを用いて曝露量評価実験を行うことを検討する。

本研究課題については、応募した科研費 2019 年度若手研究に採択された (研究課題名: 咳飛沫・飛沫核への曝露量評価に基づく感染伝播メカニズムの解明)。得られた研究資金を活用し、咳飛沫、飛沫核による感染現状の解明を目指し、実験・実測によるデータ取得および、より包括的なリスク評価手法の構築を進める。