

4 室内CO₂濃度推定値とCOVID-19感染リスクの相関

橋本 晴男

東京工業大学キャンパスマネジメント本部

【目的】 新型コロナウイルスは、3密（密閉・密集・密接）がクラスター発生のハイリスク要因と言われている。室内CO₂濃度の値は、換気シミュレーターにより推定できる。この推定値は換気量と呼気CO₂発生速度で決まることから、空間の密閉度と人の密集度（在室者数）を反映すると考えられるが、室内CO₂濃度と実際の感染発生との関係は明らかになっていない。また、COVID-19ウイルスの飛沫・エアロゾル感染は、感染者の呼気や飛沫唾液中に同伴するウイルス粒子の空間内拡散に起因すると考えられ、この指標として、感染者（spreader）のみの呼気由来室内CO₂濃度が使える可能性がある。本報告では、国内で発生したCOVID-19クラスターに関して、室内CO₂濃度（全在室者由来）、および同CO₂濃度（spreader由来）を推定し、それらと感染発生の程度を比較し、それらの関係を明らかにするとともに、感染ばく露を最小限とする室内CO₂濃度（spreader由来）を検討した結果について紹介する。

【方法】 2020年3-8月に国内で発生したCOVID-19クラスターのうちその詳細が報道等で公表されている8空間について、在室人数・室内ヒト呼吸活動度・滞在時間・推定換気量等を変数投入し、換気シミュレーターにより推定室内CO₂濃度（全在室者由来）を計算した。当時の市中抗体価保有率（約0.5%）からspreaderが1名いたとし、換気シミュレーターにより同様に室内CO₂濃度（spreader由来）を計算した。また、各クラスターにおける在室人数・感染者数・滞在時間から、滞在1時間当たり在室者が感染する確率（感染率 = {感染者発生数 (1hr 当り) / 在室者数} x 100）を計算した。以上による室内CO₂濃度（全在室者、およびspreader由来）と感染率を各々比較し相関を分析した。

【結果の概要】 実際に発生したクラスター8事例での呼吸活動度（歌う、体を動かす、会話を伴い会食をする）に対して、室内CO₂濃度（全在室者、およびspreader由来）を推定した。推定室内CO₂濃度（全在室者由来）はいずれも数千ppm以上と非常に高い値となった。このCO₂濃度と感染率は正の相関関係をみとめた。ま

た、推定室内CO₂濃度（spreader由来）は約100～1000ppmの範囲であり、この濃度と感染率はさらに強い正の関係をみとめた。なお同室内の対面度・密接度に関する変数を設定し、これを動かしても結果に大きな変化がなかったことから、COVID-19ウイルス感染の予測には、比較的大粒子の飛沫（近距離での拡散に留まると推定）に比して、エアロゾルとして拡散し易い比較的小粒子（CO₂の拡散挙動との類似を推定）が有用である可能性が示唆された。さらに、推定室内CO₂濃度（spreader由来）と感染率の相関から、同室内に滞在しても他者への感染率を理論上「0」とするspreaderCO₂濃度閾値（切片）が求められた。この閾値から、室内ヒト呼吸活動度に応じて定まる最低必要換気量を換気シミュレーターにより算出した。

【まとめ】 室内CO₂濃度（全在室者、およびspreader由来）の推定値は、それぞれ感染リスクの予測項目として有用であると考えられ、特に後者の有効性が高いと考えられた。今後の方向としては、発生したクラスターに加えて感染発生がなかった環境を対象に含めること、またCO₂濃度の推定値と共に実測値を合わせて分析することを考慮し、CO₂濃度と感染リスクの相関をさらに検討することが考えられる。

略歴

1978年東京大学理学部生物化学科卒。2006年ジョンスホプキンス大学公衆衛生大学院修了。東燃（株）に入社後、関連会社のエクソンモービル（有）アジア太平洋地区産業衛生アドバイザーを経て東燃ゼネラル石油（株）（現ENEOS（株））産業衛生部長。2015年から東京工業大学特任教授。主な資格は認定インダストリアル

ハイジニスト（米、CIH）、労働安全衛生コンサルタント（化学、労働衛生工学）。