

2 シミュレーターを用いた実例

山内 武紀^{1,2)}、齊藤 宏之³⁾、山野 優子^{1,2)}、武藤 剛⁴⁾、貴志 孝洋⁵⁾、中原 浩彦⁶⁾、
中村 修⁷⁾、飯田 裕貴子⁸⁾、橋本 晴男⁹⁾

¹⁾ 昭和大学 医学部 衛生学公衆衛生学、²⁾ 昭和大学保健医療学部看護学科、

³⁾ 独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所、⁴⁾ 北里大学医学部、⁵⁾ みずほ情報総研(株)、

⁶⁾ ENEOS(株)、⁷⁾ 筑波大学 環境安全管理室、⁸⁾ (株) 環境管理センター、⁹⁾ 東京工業大学

【目的】新型コロナウイルスの集団感染を防ぐために、厚生労働省は「換気が悪く」、「人が密に集まって過ごすような空間」、「不特定多数の人が接触するおそれが高い場所」については、特に避けるべきであるとしている。この3つの要素のうち、換気の良否については可視化が難しいことから簡便な評価ツールの作製が求められていた。これまで換気の良否の指標として室内の二酸化炭素濃度が利用されてきた。そこで、我々は室内の二酸化炭素濃度を実際に測定しなくても、換気の良否を簡易的に見積もることのできる「換気シミュレーター」を開発した。前演題ではその概要について報告した。本演題では、実測値とシミュレーション結果を比較し、換気シミュレーターの有用性について検討した。

【方法】種々の室内の容積、人数、活動状態、換気装置の有無、建物の種類および部屋のタイプにて、実際に二酸化炭素濃度を測定し、実測値と換気シミュレーターで得られた予測値を比較した。なお、各種検定については正規性を仮定しない手法を利用した。

【結果】spearmanの順位相関係数は0.68と高く有意であり、また実測値と予測値に有意な差を認めなかった。また、実測値が予測値を超過するケースは3分の1ほどであった。この超過の有無と有意な関連があったのは、建物の種類および部屋のタイプであった。なお、データ数が少ないことからクラス分類器は収束しなかった。

【考察】本検討により、1. 実測値と予測値はよく一致しており、かつ2. 一致しない場合であっても基本的には予測値の方が実測値よりも大きいことが明らかとなった。

建物の種類が教室、住居(マンションおよび戸建て)である場合および部屋のタイプが洋室である場合に、実測値が予測値を超過するオッズが大きくなっていった。本シミュレーターで予測値を得るために入力する項目は、方法に記載の項目以外にも「(換気装置があり、換気量がわかる場合には) 換気量、(換気装置があり、換気量がわからない場合には) 部屋のタイプ」がある。したがって、換気装置がないまたは停止中の場合には建

物のタイプから、換気装置があっても換気量が不明な場合には部屋のタイプから換気量を推定しているため、シミュレーターの最も大きな不確実性の一つは換気量に起因すると考えられる。しかし、築年数の入力等により、さらに換気量を精緻に推定することは可能ではあるものの、簡便さとのトレードオフとなる可能性もある。今後実測値と予測値のデータをさらに集積し、シミュレーターの改良について検討するにあたっては、種々の要因を考慮していく必要がある。

これまで、室内における結核の空気感染リスクの指標として二酸化炭素が利用されてきた。両者の関連をモデル化した報告はいくつもあるが、多くのモデルでは二酸化炭素の累積曝露量に伴い感染リスクが増加している点には注意が必要である。つまり、空気感染モデルが新型コロナウイルスに当てはまると仮定すると、室内に滞在している間に意図的に換気をすれば、しない場合と比較して感染リスクは減少するものの、室内と屋外の二酸化炭素濃度が同じになるような換気条件を除き、室内の滞在時間依存的に感染リスクが増加することとなる。感染リスクの低減という観点からは、過大な可能性のある対策を推奨するシミュレーターの性質は重要であると考えられる。

換気シミュレーターでは室内二酸化炭素濃度が平衡に達した定常状態を仮定している。実測値との比較により、当初の見込み通りシミュレーターによる予測値が実測値よりも高リスク側の数値であることが確認できた。また、条件によっては実測値と予測値の乖離が極めて少ないことも確認された。これらのことから、新型コロナウイルス集団感染の予防に限らず、換気シミュレーターは換気の良否見積りの区分を半定量的に推定するツールとして極めて有用であることが示唆された。ただし、一部の条件については、今後の検討が必要になる可能性も示唆された。

略歴

2010-2015年には宮崎大学医学部社会医学講座公衆衛生学分野にて勤務。その間に宮崎大学大学院医学獣医学総合研究科を修了し、博士(医学)を取得。2015年より昭和大学医学部衛生学公衆衛生学講座にて勤務し、2019年より現職。