

アクリルパネルやビニールシートがマイクロ飛沫感染の一因に ～クラスター発生地点での換気実験と熱流体シミュレーションによる分析～

2021.6.26

横川 慎二^{*1,2} 石垣 陽^{*2}

*1 国立大学法人電気通信大学 i-パワードエネルギー・システム研究センター

*2 国立大学法人電気通信大学情報学専攻

【背景】

新型コロナウイルスの感染拡大予防のためは、「接触」「飛沫」「マイクロ飛沫」という3つの感染経路毎に、複数の対策を講じることが重要です。昨今、室内の二酸化炭素(CO₂)の濃度を計測・可視化することにより室内の換気状態を良好な状態に保ち、たとえ空気中に「マイクロ飛沫」が存在したとしても、これらをいち早く排出させる手法が注目されています。

我々はこれまで、調布駅前商店街との共同実証実験により、飲食店・学習塾・スポーツジムなどのCO₂濃度を可視化し、環境ナッジ行動を支援してきました(参考リンク1)。また大学の附属図書館内に設置するアクティブラーニングスペース「Ambient Intelligence Agora」では、CO₂センサを含む194台の環境センサが常時配置されており(参考リンク2)、そこで蓄積された約3.5年分のビッグデータは室内環境の分析・予測の研究に活用されています。令和3年度の入学式では、20台のCO₂センサを使った式場内のCO₂濃度分布のリアルタイム可視化を行いました(参考リンク3)。また、地下のライブハウスのような特殊な空間における新しい換気方法を提言するための実証実験をアイドルグループ「仮面女子」と共に行っています(参考リンク4)。さらに本年4月からは調布市のワクチン接種会場における三密を回避するため、会場内でのCO₂濃度のリアルタイム可視化も行っています(参考リンク5)。

このように換気改善のための実証実験を行う中、宮城県内でマイクロ飛沫による空気感染が原因とみられるクラスターが発生したとの連絡を受け、研究チームによる現地調査と分析を実施しました。

【調査の詳細】

■調査期間 令和3年4月1日～当面の間

■調査対象 新型コロナウイルスのクラスターが発生した宮城県内の事務室

■調査実施者

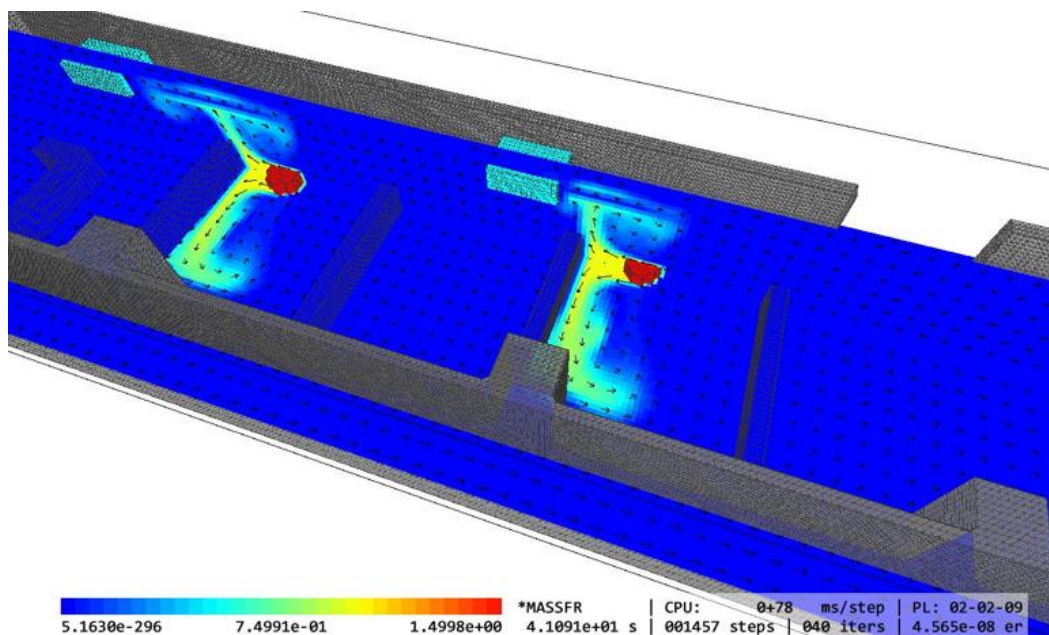
- 横川 慎二(電気通信大学 i-パワードエネルギー・システム研究センター センター長・教授)
- 石垣 陽(電気通信大学 情報学専攻 特任准教授)
- 川内 雄登(電気通信大学 情報学専攻 博士前期課程1年)

■共同研究者

- 盛武 敬(産業医科大学 産業生態科学研究所 准教授)
- 喜多村 紘子(産業医科大学 産業医実務研修センター 准教授)
- 齋藤 彰(宮城県結核予防会)

【調査結果の概要】

クラスターが発生した事務室では飛沫感染対策の一環として、向かい合った机の列を隔てるように、床面からの高さ 1.6m のビニールシートパーテーションが設置されていました。この遮蔽により空間が 5 つの区画に分断されており、区画によっては換気回数が毎時 0.1 回程度と非常に低くなっていたことが実験的に確かめられました。これらのうち 2 区画で小規模なクラスターが発生していたことから、パーテーションによって気流が遮られた結果として換気能力が低下し、区画内でマイクロ飛沫による空気感染が発生した可能性が示唆されることがわかりました。また熱流体シミュレーションによる解析結果からも、区画間の空気の流れがビニールシートによって阻害されていたことがわかりました(参考リンク6;動画あり)。



熱流体シミュレーションによる解析結果
(感染者の呼気がパーテーション区画内に広まる様子)

改善策として、区画毎に窓開けを行い、さらに入口扉と廊下の先にある窓を開放することで、まんべんなく空気の流れ道をつくり出す事ができ、換気回数を毎時 10~28 回まで向上できることがわかりました。

この調査結果を関係する研究者に逸早く共有し、広く意見を求めるため、医学分野のプレプリントサービス「medRxiv」(運営:コールド・スプリング・ハーバー研究所(CSHL)、医学系雑誌出版社BMJ、米・イェール大学)に速報原稿を投稿しています(参考リンク7)。なお、プレプリントとは、正式な査読を受ける前の段階でインターネット上に登録・公開される学術原稿をいいます。

【期待される効果と今後の予定】

新型コロナウイルスの変異種や第4波への対策が求められる中、多人数が集まる場所ではマイクロ飛沫による空気感染リスクを低減するため、「換気の悪い密閉空間」を避けることが重要とさ

れています。今回の結果は、飛沫感染対策のパーテーションの設置の際には、同時に区画毎に換気を確保することが重要であることを示しています。

また今回の取組みを契機として、クラスターが発生した宮城県内の事務室について管理者に適切な換気方法を指導すると共に、4個のCO₂測定器を現地に導入しました。測定器はスタッフ全員が見やすい位置に設置されており、研究者がリアルタイムでモニタリングすると共に、既定の値を超えた場合は担当者に通知が届くように設定されています。換気方法を改善して以降、現地ではCO₂が1,000ppmを上回ることではなく、適切な換気が維持されています。今後も公共空間での安全安心を支えるため、CO₂の測定・可視化が広まり、適切な行動変容(ナッジ)に繋がることが期待されます。

参考リンク

- 1) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210323_3226.html
- 2) 遠藤駿, 横川慎二; “位相的データ解析を用いた室内環境に関する時系列多次元データの分析,” 電子情報通信学会・システムソサイエティ和文論文誌, Vol.J104-D, No.4, pp. 318-327 (2021). DOI: [10.14923/transinfj.2020PDP0023](https://doi.org/10.14923/transinfj.2020PDP0023)
- 3) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210329_3248.html
- 4) https://www.uec.ac.jp/news/announcement/2021/20210412_3289.html
- 5) https://www.city.chofu.tokyo.jp/www/contents/1619059831984/index_k.html
- 6) https://www.uec.ac.jp/eng/news/announcement/2021/20210616_3469.html
- 7) <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.05.22.21257321v1>



ビニールシート遮蔽によってマイクロ飛沫が滞留する様子(特殊スモークによる再現実験)

補足

本調査研究は KDDI 財団による支援を受けています。