

## 新型コロナウイルス感染リスク低減のための高精度飛沫シミュレーション

High-Accuracy Aerosol Simulation for Reduction of  
Novel Corona Virus Infectious Risk

挾間 貴雅 韓 裕源 弓野 沙織 近藤 宏二

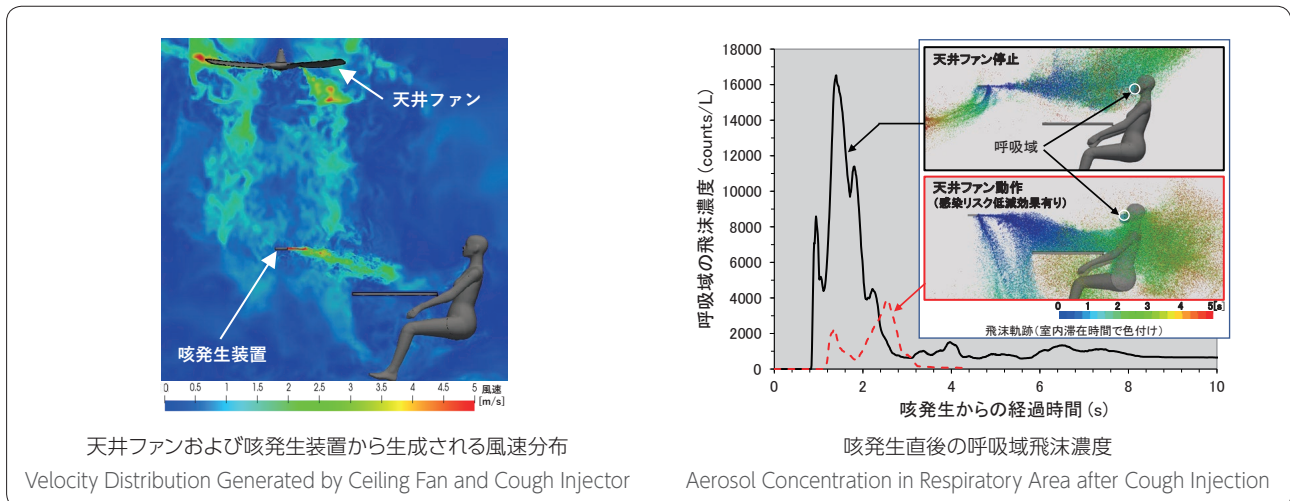
Takamasa Hasama, Joo-Guan Hang, Saori Yumino and Koji Kondo

## シミュレーション手法の開発の背景と目的

新型コロナウイルス対策は喫緊の課題であり、とくに室内空間において飛沫を通した感染が問題視されている。一方、近年の気流シミュレーション技術の発達により、飛沫挙動を考慮した室内環境評価が可能となりつつある。当社では、より安全・安心な空間設計を目的に、Large-Eddy Simulation (LES) と呼ばれる気流シミュレーション手法とLagrangian-Particle Trackingと呼ばれる粒子追跡手法を組み合わせることで、呼吸飛沫の挙動を高精度に評価する技術を開発した。これにより、飛沫感染リスクを低減する空気の流れが評価可能となり、飛沫感染を抑制する空間設計支援への活用が期待される。

## 解析例

同技術を用いた評価の一例として、居住者の呼吸域に対する咳飛沫の到達性状に関して、天井ファンからの気流の影響を評価した結果を示す。回転メッシュを用いて天井ファンの変動気流を再現し、咳を模擬した噴流と飛沫を0.4秒間発生させることで、咳発生直後の飛沫挙動を非定常に再現しているのが特徴である。下に示す図のうち、左側は天井ファンおよび咳発生装置から生成される気流の分布を示し、右側は咳発生直後における呼吸域飛沫濃度の評価結果を示したものである。天井ファンは下向きの気流を発生させるため、咳発生装置からの噴流が空間の下向きに偏向される形となる。また、天井ファンの乱れた気流により、飛沫が急速に希釈される。これらの結果、対面に位置する居住者の呼吸域に到達する飛沫量は大幅に減少する。天井ファン作動時は飛沫の拡散を促進することから、一見感染リスクを拡大しているような印象を与えるが、逆に感染リスクが著しく高い「飛沫濃度の高い空気塊」を急速に希釈させることで、結果的に部屋全体の飛沫感染リスクの低減に大きく寄与する<sup>1)</sup>。今後、適切な換気設計を立案するため、積極的に本技術を設計支援に展開していく予定である。



## 解析手法

オープンソースの流体シミュレーションコードであるOpenFOAM<sup>2)</sup>を基に、非圧縮非定常コードに粒子追跡ライブラリを追加する形で改良し、流れ場と飛沫追跡を連成させて非定常計算を実施可能とした。その際、任意の呼吸飛沫の粒径分布の入力や湿度に応じて粒径を変化できるようにモデル化しており、実際の環境下での飛沫挙動を再現することができる。また、LESを採用することで、高精度な非定常計算だけでなく、什器などで形成される複雑な流れや温度成層など、従来の流体計算手法では難しい流れを高精度に予測することが可能となっている。

## 参考文献

- 1) Li W., Chong A., Hasama T., Xu L., Lasternas B., Tham K. and Lam K.; Effects of ceiling fans on airborne transmission in an air-conditioned space, Building and Environment, Vol.198, 2021, 107887.
- 2) OpenFOAM, <https://www.openfoam.com/>.