

高精度気流シミュレーションによる呼気飛沫拡散の評価技術

Evaluation Technique of Respiratory Aerosol Dispersion
by High-Accuracy Airflow Simulation

挾間 貴雅

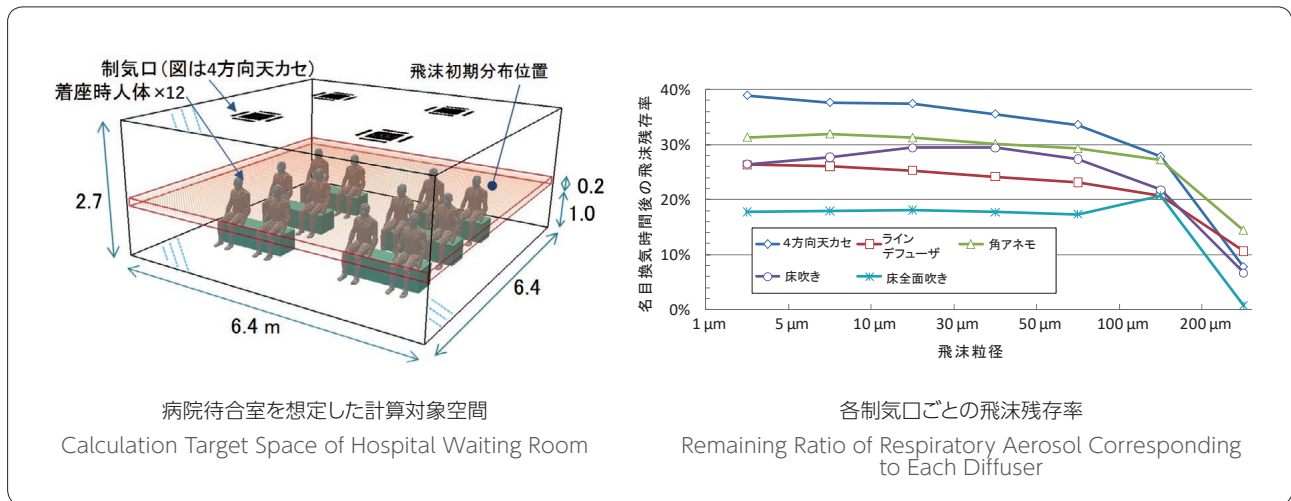
Takamasa Hasama

技術開発の背景と目的

新型コロナウイルス対策は喫緊の課題であり、室内空間において、呼気飛沫の飛散を効率よく抑制する換気計画が求められる。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っており、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。技術研究所では、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 Lagrangean-Particle Tracking と呼ばれる粒子追跡手法を組み合わせることで、呼気飛沫の挙動を高精度に評価する技術を開発した。

技術開発の成果と活用

同技術を用いた空間評価の一例として、制気口配置・形状に起因する流れパターンと呼気飛沫減衰特性について示す¹⁾。下に示す図のうち、左側は病院待合室を想定した空間構成を示し、右側は各制気口に対応した呼気飛沫の減衰特性の評価結果を示したものである。制気口配置・形状以外はすべて同一条件であるが、制気口に起因して流れパターンが大きく変化するため、飛沫の減衰性状が大きく異なる。この場合、4方向天井カセットが最も飛沫除去性能が悪い結果を示すが、4方向の吹出口から形成される局所的な循環流に飛沫が捕捉され、排気されにくい状態になったためである。飛沫除去性能が最も高いものは、全面床吹きの場合、次いでラインディフューザのケースとなるが、これらの換気方式では局所的に換気が滞る空間が形成されにくいためである。このように、飛沫減衰特性は空間構成に応じて変化するので、対象となる空間に応じた拡散性状の把握とその対策が必要となる。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。



開発方法

オープンソースの流体シミュレーションコードであるOpenFOAM²⁾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、任意の呼気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) Hasama: Decay characteristics of expiratory aerosol in various diffuser-induced airflow patterns using large-eddy simulation, Building Simulation, 2013, pp.225-233.
- 2) OpenFOAM, <https://www.openfoam.com/>