



室内空間を3D化し 感染リスクを見える化する 飛沫可視化シミュレーション

研究・開発機関：株式会社テックレボリューション
 利用施設：並列ワークステーション (HPC500-XSL216TS0)
 計算規模：最大数億要素、計算時間は約3時間～15時間
 利用ソフトウェア：sc/FLOW (エムエスシーソフトウェア株式会社)

Before

- ウイルスがどのように室内に拡散するのか、室内の換気システムにはどのような課題があるか、空気が滞留しているところはないか、などを検証するためには熱流体解析が必要で、その実現には室内空間の形状把握が必須でした。
- しかし、図面が存在しない、形状が複雑などの理由から短期間で3D化された空間情報を得て、流体解析を実施することは困難でした。

After

- レーザーキャナーを用いて短時間で3D空間の把握を行い、空気の浄化や飛沫の拡散状況のシミュレーションを可能としました。これを用いて課題の見える化や対策案の提言を行いました。
- 感染リスクの低減手段として、飛沫が室内空間に拡散する前、すなわち発生直後に捕集し、深紫外線によりウイルスを不活化する瞬時飛沫吸引・不活化システムを開発し、販売を開始しました。

■背景と目的

現在、新型コロナウイルス感染症が全世界で猛威を振るっている状況が続いています。飛沫感染が大きな要因を占めていることが知られ、政府からの対策案として「換気の悪い密閉空間を避けるべき」という提言がなされています。飲食店、学校、オフィス、病院、スポーツ施設などでいかに感染抑制を行うかが大きな課題となっていますが、具体的な対策を行うには現状の飛沫拡散状況を正確に知ることが重要となります。

そこでCFD (Computational Fluid Dynamics) を用いた熱流体解析により、室内空間における飛沫の飛散状況を可視化できるシステムを構築することとしました。

CFDを行うにあたり室内空間を3Dモデル化する必要があります。図面が存在しない場合や室内形状が複雑すぎて3Dモデルの構築が困難な場合はIMU (Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置) 搭載) 3Dレーザーキャナーを用いて室内モデルを作成することとしました。

また、環境省専門家会議の見解では、「感染症対策のための適切な換気方法の一つとして30分に1回以上、数分間程度窓を全開すること」があります。そこで、オフィスや飲食店などで飛沫が空気中に拡散する量を事前に低減し、ウイルスへの感染リスクを減らすには、飛沫が空気中に放出された直後に吸引する方法が最も効率が高いと考え、飛沫感染の本質的な対策として、瞬時飛沫吸引・不活化システムを考案し、その有効性を確認して商品化を図ることを目的としました。

■利用成果

飛沫可視化システムの概要と解析結果

図1に示す本システムは、レーザーキャナー①により対象物の複数カ所の点群データを撮影後、これらの点群データを合成することで建物全体の空間モデル②を作成します。これを基に空調および人体モデルを付加した3Dモデル③を作成し、CFDによる室内の気流および温度のシミュレーションを行うとともに、人体モデルから発生した飛沫の拡散シミュレーションを行います。オフィスを対象にした計算結果の例を④に示します。

このように建物内に浮遊する飛沫の拡散経路、数、付着場所および浮遊時間などを可視化し、室内空間における感染症対策に対する課題を抽出します。さらに、換気や空調により外気吸入を行う場合や空気清浄機を設置する場合は、空気浄化率の非定常解析(時間と共に換気率が変化する状況の可視化解析)を行い換気率、外気吸入率、空気浄化時間などを検証します。

感染リスクを低減する「瞬時飛沫吸引・不活化システム」の提案

図2は瞬時飛沫吸引・不活化システムの構成図で、図3はその商品化の一例を示した写真です。オフィスや飲食店などでの活用を想定しており、対面する相手に咳やくしゃみなどによる飛沫がかからないようにするために2層の亚克力を用いた瞬時吸引装置により飛沫を吸引し、深紫外線殺菌装置によりウイルスを不活化する構成としています。また、図4および図5は飛沫可視化シミュレーションによりその効果の検証を行った結果です。図4は通常の亚克力板、図5は瞬時飛沫吸引装置による飛沫拡散の状況を示しており、瞬時飛沫吸引装置では2秒以下で約90%の飛沫の吸引が可能となることが確認できました。飛沫が空気中に拡散する前に飛沫を吸引することでウイルスへの感染リスクを大幅に低減することができます。



図1 飛沫可視化システムの作業手順

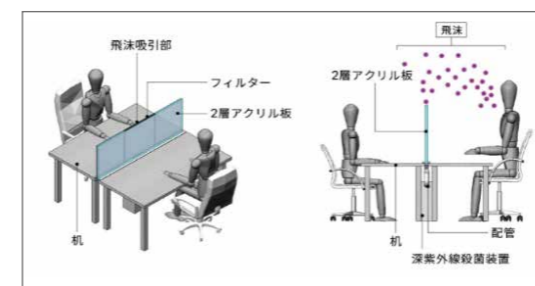


図2 瞬時飛沫吸引・不活化システム



図3 商品化 (2021年10月 明光商会様)

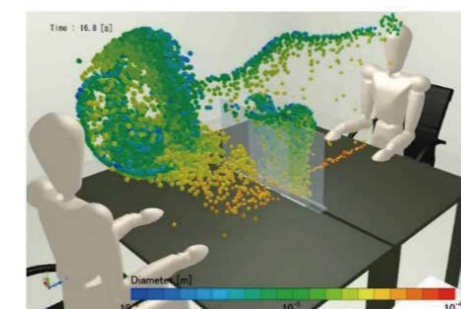


図4 通常の亚克力板による遮蔽

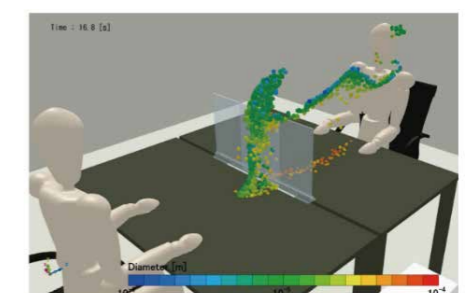


図5 瞬時飛沫吸引装置の効果