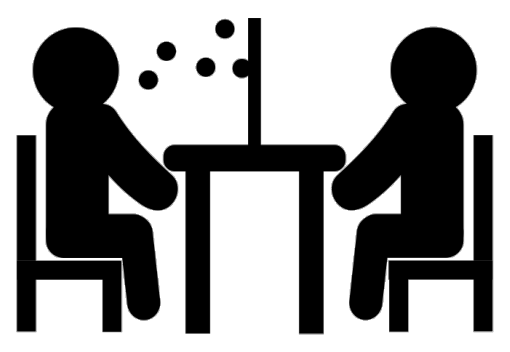
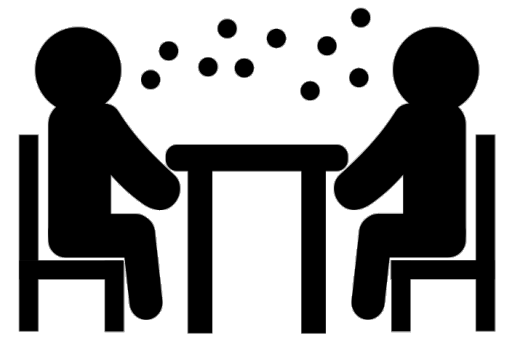


飛沫防止パネルに関する研究：CFD解析による飛沫防止パネルの飛沫・飛沫核防止性能の評価

研究背景



COVID-19の流行により、飛沫防止パネルの広範な使用が促進されましたが、その効果には潜在的な欠点が存在する。飛沫の伝播を効果的に減少させる一方で、屋内の空気流動を妨げ、空中に停滞した飛沫核と飛沫の粒子や局所的な感染の増加の可能性がある。また、パネルが異なるサイズの粒子を遮断する能力はまだ明らかにされておらず、さらなる研究が必要。

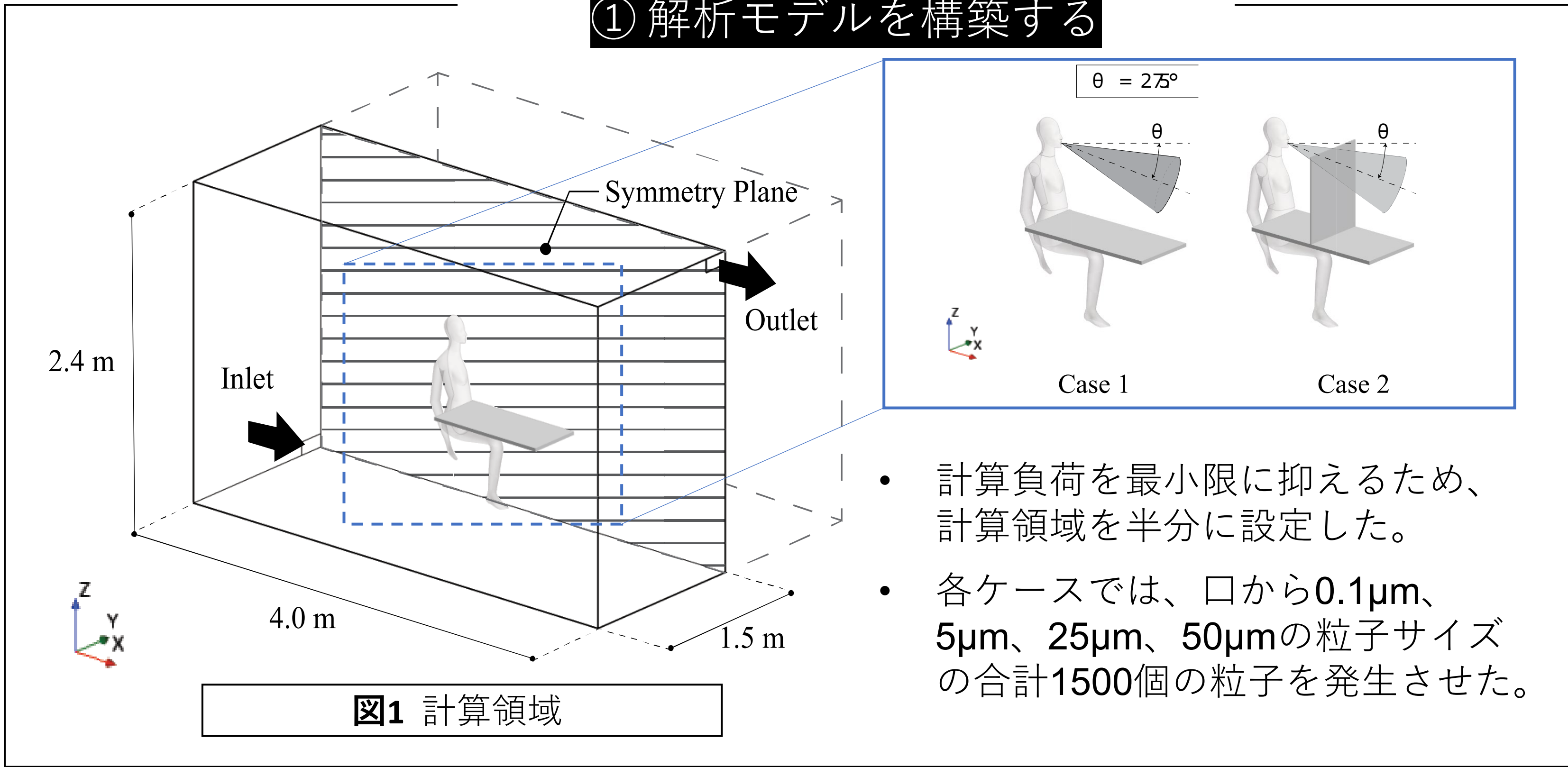


研究目的

- ・ 空中および飛沫粒子の伝播を軽減するための飛沫防止パネルの有効性を評価する。
- ・ パネルの存在の有無による異なる条件下での粒子の拡散パターンを可視化する。

研究方法

① 解析モデルを構築する



② 解析条件を設定し、計算領域のメッシュを検討する

析ソフト	STAR-CCM+ (Ver. 16.06.010)
モデリング	RANS Realizable k-ε 2-layer model
レゴリズム	SIMPLE 法
メッシュ分割	Polyhedral Mesh Prism layer
送風速度	0.17 m/s (ACH: 1)
排気速度	Pressure Outlet ($P_s=0$)
エアロゾルのサイズ	0.1 μm , 2.5 μm , 5 μm , 50 μm
粒子数	各サイズ 1500個
初期飛散速度	15.48 m/s (粒子噴射時点)

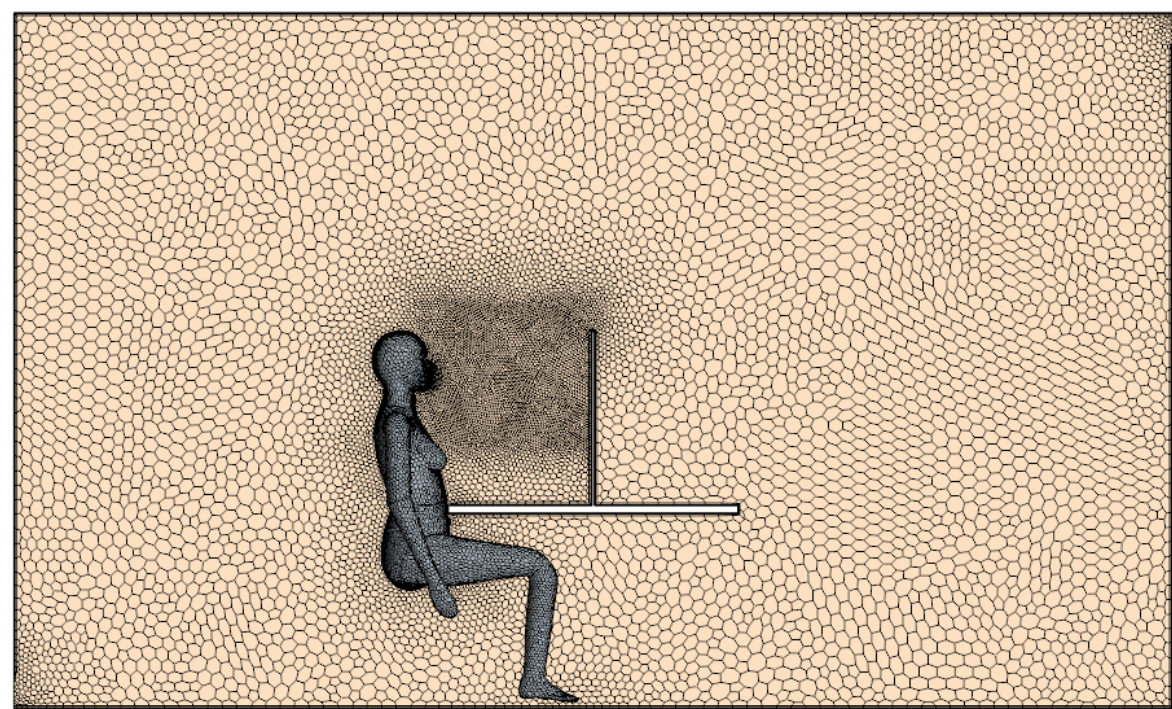


表1 解析条件

図2 メッシュ

- ・ 本解析では、ラグランジュ法を使用し、飛沫粒子の分布を観測した。乱流モデルとしてRANS Realizable k-εモデルを採用し、サーマルマネキンの口、体、インレット/アウトレット周辺でメッシュを細かくし、室内気流の定常状態の計算を完了した後、咳の非定常条件の解析を行った。

解析結果と結論

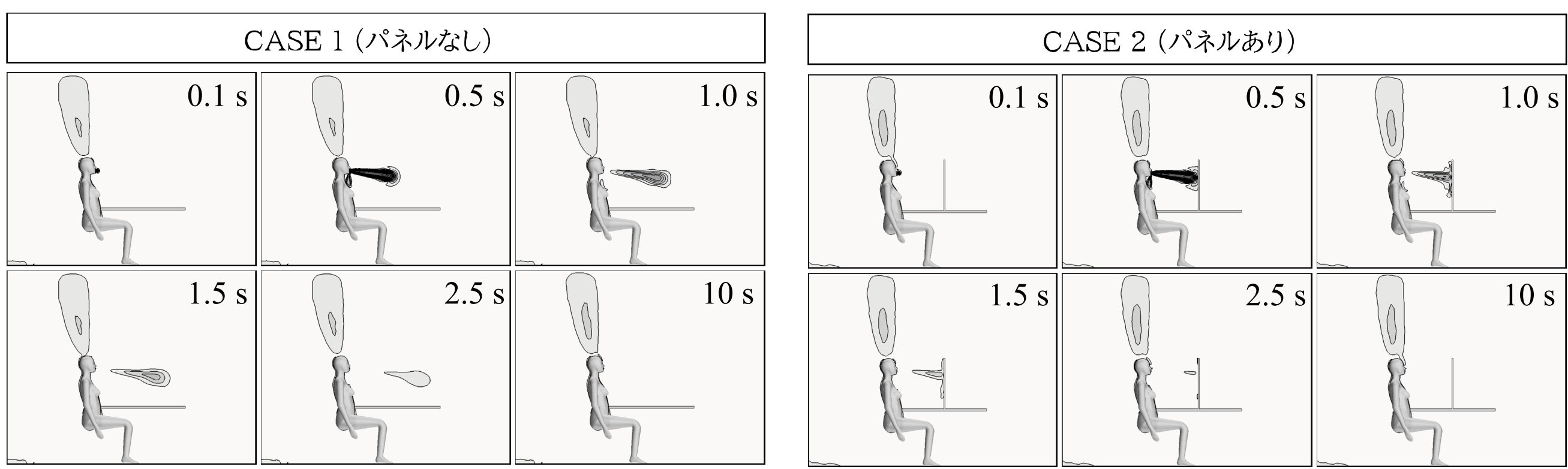


図3 y=0 断面における気流分布

図3は、各ケースにおける気流分布を示している。ケース1では、咳による気流がテーブルの端まで広がっているが、ケース2ではパネルによって気流が妨げられ、その後にパネル周辺で拡散する。さらに、ケース2では上昇気流の熱流の濃度がより顕著である。

図4は、最初の10秒間における気流ベクトルと飛沫核・飛沫粒子の分布の変化を示している。両ケースにおいて、飛沫核は気流に従い、飛沫は咳き込んだ後急速に降下する。ケース1では、ほとんどの飛沫核がテーブルの端まで到達するが、飛沫はマネキンの近くに沈降する。ケース2では、パネルによって飛沫核と飛沫の両方がほぼ完全に阻止される。しかし、飛沫核はパネルの上に集積し、一部はパネルの周りで逆流する。一方、飛沫はマネキンの近くに集まり、一部は上昇気流と共に上昇する。

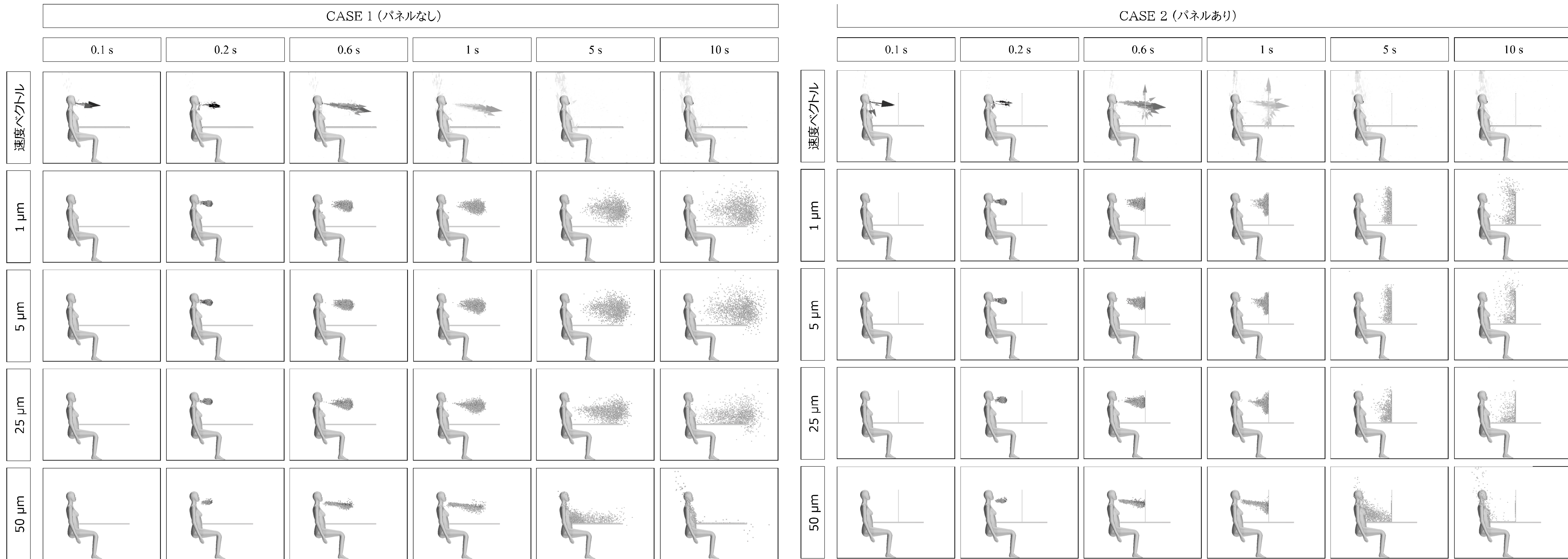


図4 y=0断面における気流の速度ベクトルと粒子の空間分布

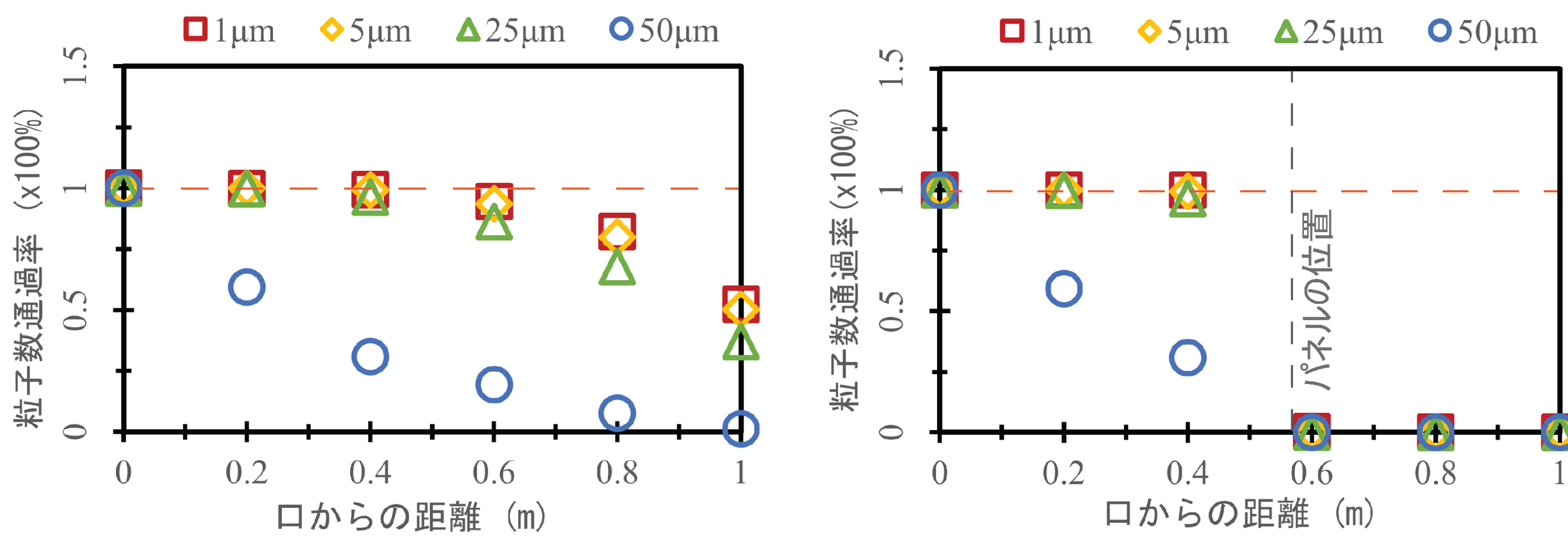


図5 ケース1(左) とケース2(右)における粒子通過率

図5は、口からの異なる距離における各ケースの粒子通過率を示している。パネルがない場合、咳によって生成された飛沫核の約半数が口から1メートルまで到達する一方、ほとんどの飛沫はその距離に達しない。一方、パネルが導入されると、初期段階ではパネルを通過する粒子は観察されない。ただし、本研究は最初の10秒間の粒子分布のみを調査しているため、より軽い飛沫核は時間の経過とともに徐々にパネルの反対側に移動する可能性がある。

結論：飛沫防止パネルは、最初の10秒間において、咳によって発生した飛沫と飛沫の粒子による直接的かつ一時的な暴露低減効果がある。しかし、飛沫核はパネル近くに滞留し、飛沫は咳の源周辺に沈着し、人体の上昇気流によって上方に拡散する可能性がある。