

異分野融合による新型コロナウイルスをはじめとした感染症との共生に資する技術基盤の創生

2020年度採択研究代表者

| |
|-----------------|
| 2020年度 年次報告書 |
|-----------------|

坪倉 誠

神戸大学 大学院システム情報学研究科
教授

スパコンによる統合的飛沫感染リスク評価システムの開発と社会実装

§ 1. 研究成果の概要

システム基盤となるシミュレーション技術に対して、富岳を用いてアルゴリズムの性能検討を行った。富岳 1 ノードに対する単体性能はピーク性能比 6.38%となり、流体シミュレーションソフトウェアとしては高い性能を示した。並列性能については、ウィークスケーリングで 91.07%を達成し、200 億セル規模の大規模解析でも 4.5PFLOPS 程度の性能が発揮できることが確認された。次に、飛沫の発生ケースに対するベンチマークとしてマスクの性能評価を、室内へのエアロゾル拡散に対するベンチマークとして、実在のライブハウスを選定した。前者に対しては、人体から飛沫がどのように生成、飛散するかを調べるため、実験室内に簡易クリーンブースを設置し、エアロゾル・粒子計測が可能な実験設備を構築した。マネキンに呼気と人工唾液を混合させ飛沫・エアロゾルを生成させ、室内での粒子拡散、マスクの効果などの評価を行った。後者に対しては、室内における換気装置による換気効率の計測手法の基礎検討を行った。通常の換気評価にはトレーサースガスをを用いてその濃度を計測することにより検討を行うが、加えてトレーサー粒子を用いて粒子状物質濃度を計測することにより検討した。このデータをもとに不織布マスクの装着時の効果や室内エアコンへの中性能フィルタの装着による感染リスク低減効果を調べ、その有用性を実証した。数値気道プロトタイプモデルについては、鼻腔・口腔から気管支の第 4 分岐までの形状を詳細に再現した流体解析用の数値気道モデルを作製した。この数値気道モデルに頭部モデルを統合し、さらに人体全体を再現した流体解析用の数値人体モデルのプロトタイプモデルを作製した。室内気流計算のパラメトリックスタディと機械学習による大規模データベース構築に向けた計算環境を構築し、CUBE への実装に向けた室内環境感染リスク低減モデルの開発をスタートさせた。

§ 2. 研究実施体制

(1) 坪倉・神戸大グループ

- ① 研究代表者:坪倉 誠 (神戸大学 システム情報学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・ システムの設計と機能強化
 - ・ 実用評価と社会実装

(2) 坪倉・理研グループ

- ① 主たる共同研究者:坪倉 誠 (理化学研究所 計算科学研究センター チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・ システム基盤の精度検証
 - ・ 数値人体・気道モデルの実装、室内感染リスク低減モデルの実装
 - ・ システムの統合化

(3) 伊藤グループ

① 主たる共同研究者:伊藤 一秀 (九州大学 総合理工学研究院 教授)

② 研究項目

- ・ 経気道暴露評価用人体モデル開発
- ・ 数値気道モデルの開発
- ・ 免疫システム応答モデル開発
- ・ 生理的薬物動態モデル開発

(4) 山川グループ

① 主たる共同研究者:山川 勝史 (京都工芸繊維大学 機械工学系 教授)

② 研究項目

- ・ 室内環境における気流および飛沫拡散シミュレーションの実施
- ・ 機械学習による小規模室内における感染リスク評価用大規模データベースの構築
- ・ 大規模データベースを活用した簡易リスク評価アプリの開発

(5) 飯田グループ

① 主たる共同研究者:飯田 明由 (豊橋技術科学大学 機械工学系 教授)

② 研究項目

- ・ 呼吸系感染評価実験装置の開発及び飛沫感染抑制手法の検討

(6) 鍵グループ

① 主たる共同研究者:鍵 直樹 (東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授)

② 研究項目

- ・ 飛沫及び飛沫核模擬粒子の発生検証室内空間における飛沫粒子の挙動解析
- ・ 実室内環境における飛沫粒子の除去評価