

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

2021 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

第二年度目となる本年度は、システムの設計と機能強化、システム基盤シミュレーション技術の検証とアルゴリズム改良、数値人体・気道モデル及び室内環境リスク低減モデルのプロトタイプの開発と数理・物理モデルの開発・改良を行った。統合システムを構成する要素技術としてまず、感染者からの飛沫発生の数理モデル化のための実験を行い、データを取得した。具体的には人工声帯を用いた声帯振動時の飛沫発生量や、実際の被験者による様々な発声条件での飛沫発生量や粒径分布、さらにはマスク装着時の飛沫ブロック効果や圧力損失の計測を行った。得られたデータをもとに、会話や歌唱、咳といった様々な飛沫発生シーンに対するシミュレーション境界条件モデルの作成を行った。また、特に大人数での感染リスク評価を実現するために、評価ボックスを用いた確率論に基づく簡易な感染リスク評価手法を構築した。次に、実在の室内を対象に計測を実施し、室内の局所換気量を評価すると共に、システムの室内環境評価(局所換気量)モジュールの精度検証を行った。また、簡易な感染リスク評価手法に対して、気道内での飛沫の移流や拡散を考慮した感染リスク評価手法の構築に向けて、数値人体・気道モデルの構築を行い、室内空気と呼吸を介して人体気道内の粘膜上皮に到達するSARS-CoV-2輸送動態を精緻に解析する技術の確立に加え、経気道暴露に伴うSARS-CoV-2感染リスクを定量評価するための宿主反応モデルの整備をした。さらにその一部を統合システムに実装した。また、機械学習を用いたリスク評価にむけて、高精度解析を大量に流すシミュレーションフレームワークを構築した。その他、新たに筑波大学とライオン(株)と連携し、飛沫・エアロゾル感染のみならず、身体に付着した飛沫から接触感染に対するリスク評価も併せて行えるように、システムの改良に入っている。

§ 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 大学院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 大学院総合理工学研究院 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 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