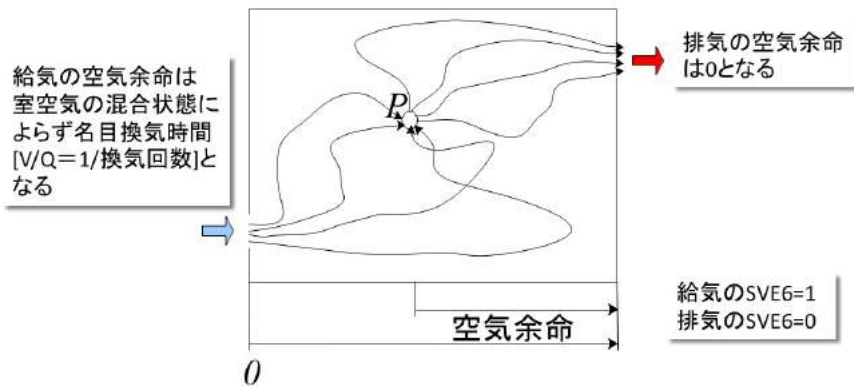
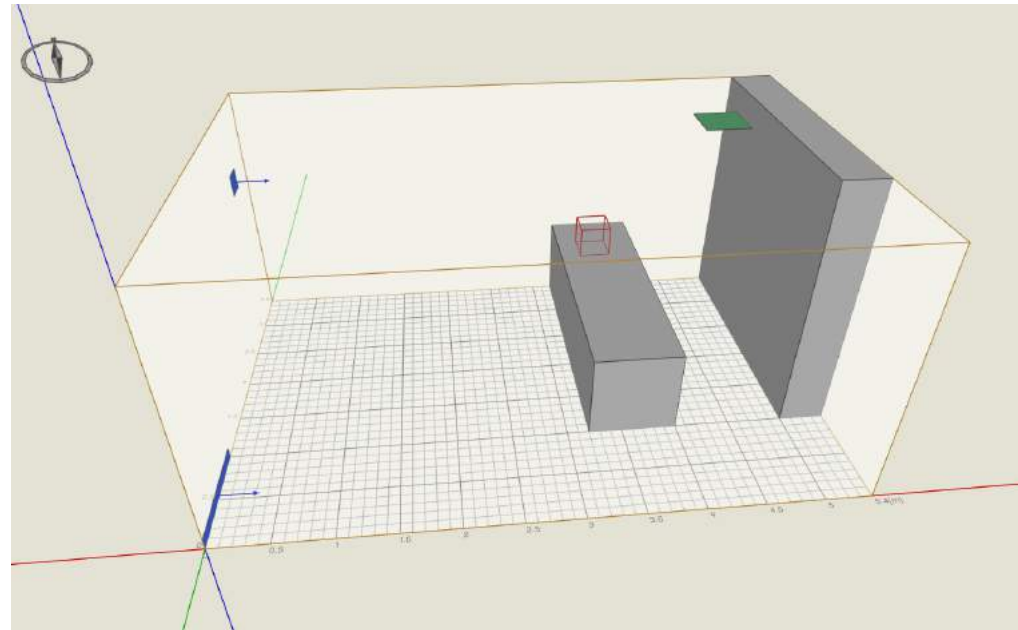


住宅における厨房換気を対象に、 空気余命SVE6を用いて効率的な排 気システムを検討する手法を学びま す。

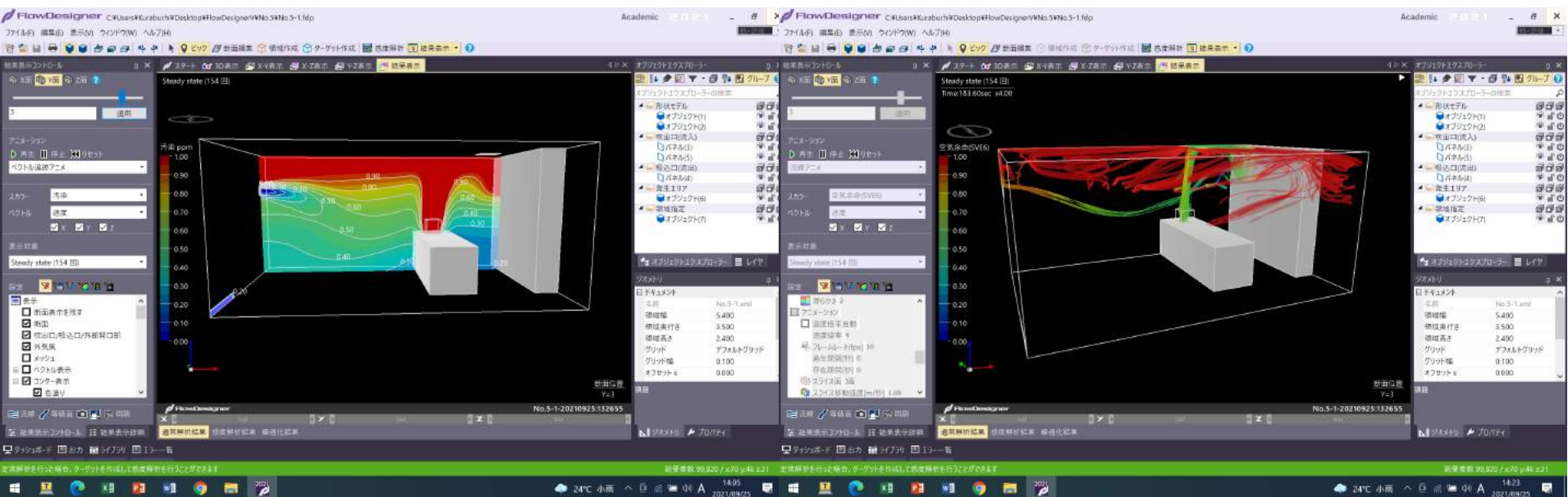
SVE6の計算法



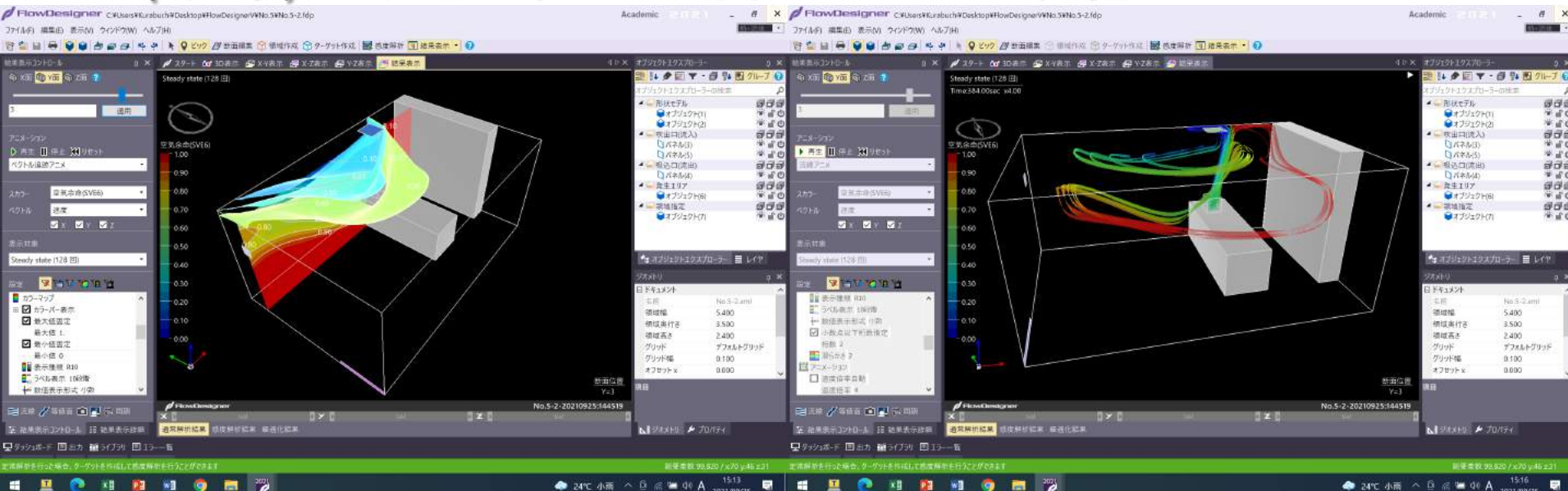
空気余命とは、ある地点の空気が排気口に到達するまでの時間を表し、単位は一般に[h]である。これを給気の空気齢で基準化したものがSVE6(相対空気余命)である。時間を逆転させた流れ場での、汚染質一様発生条件に対応する空間濃度分布に対応する。



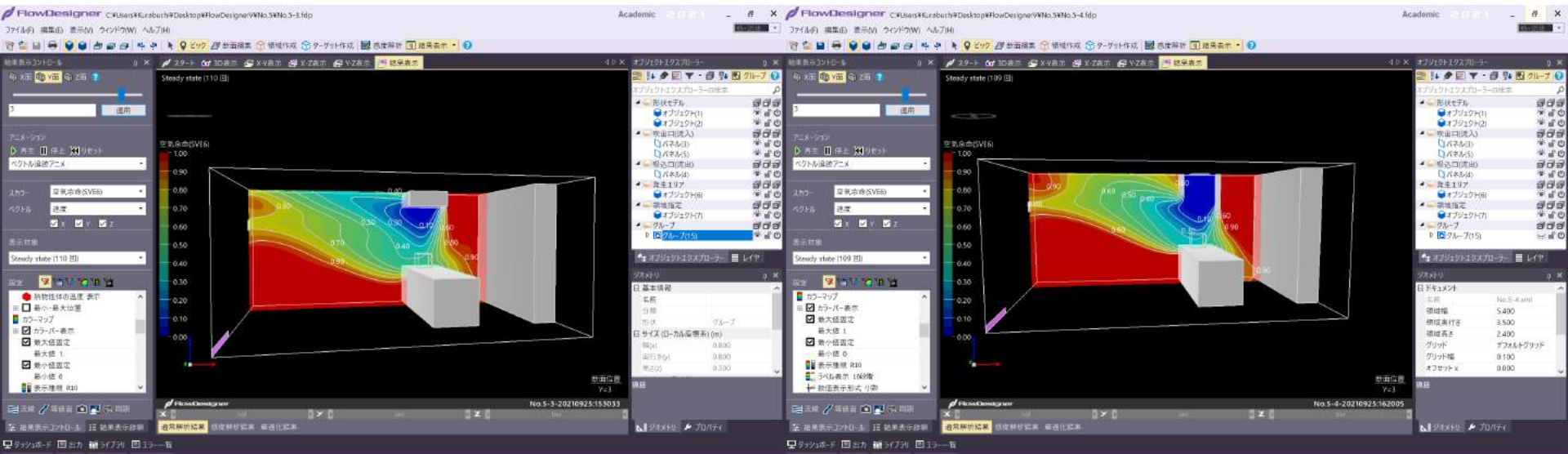
コンロと排気口の位置がずれていると溢流するので...



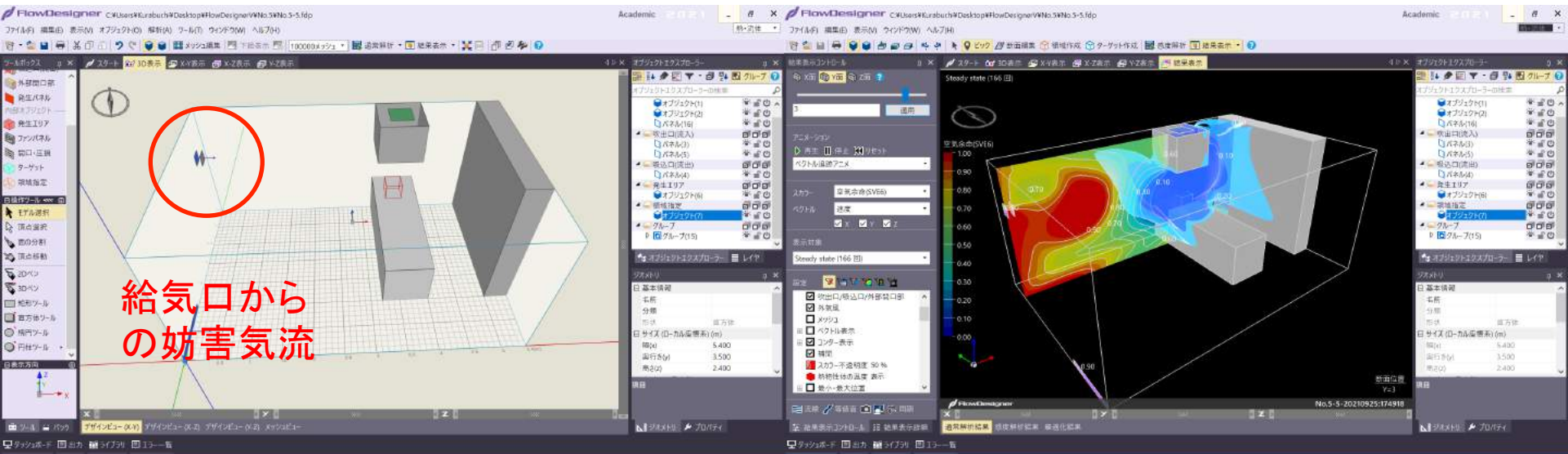
SVE6(余命)の小さい直上に持っていくと改善し...



浅型・深型フードの効果を検証し...



妨害気流を抑制して完全捕集を目指します。



感染症対策としての換気、空気清浄機の効果を感染確率に基づいて評価するために、まずは基礎理論をしっかりと学びます。

・Wells-Riley感染確率モデル

$$P_{inf} = \frac{C}{S} = 1 - \exp\left(-\frac{Iqpt}{Q}\right)$$

P_{inf} [-]: 感染確率 S [人]: 感受性者数(免疫のない在室者)
 C [人]: イベント終了後の二次感染者数
 I [人]: 一次感染者数 q [quanta/h]: 感染性粒子生成率
 p [m³/h]: 呼吸率 t [h]: 在室時間 Q [m³/h]: 実効換気量

- ・空気感染する疾病の感染確率はWells-Rileyモデルで計算できる。
- ・完全混合・定常条件を前提としているが、 Iq/Q が吸引する気中のquanta濃度(quanta/m³)を表しており、CFDが適用できる。
- ・イベント終了後に1quanta吸引すると63%感染することになる。

・REHVAによるquanta生成率想定値

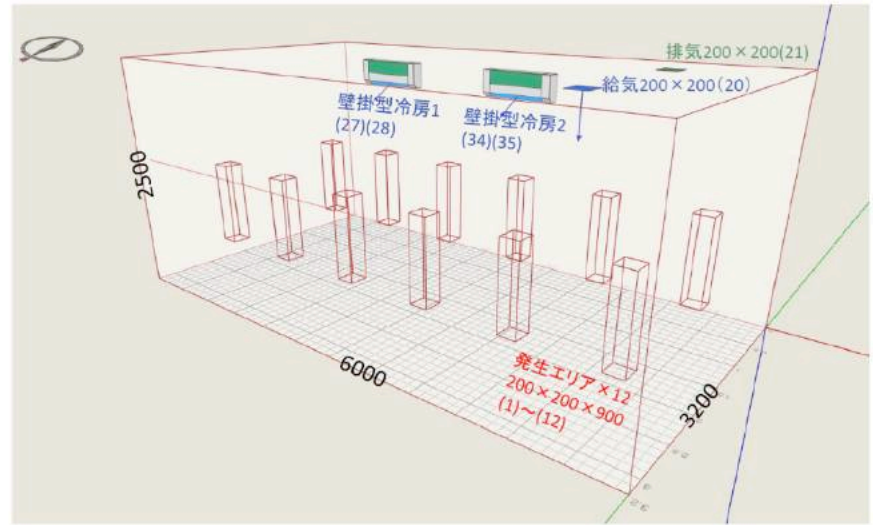
| Buonanno | 休息 口呼吸 | 軽作業 会話 | 軽作業 歌唱(大声 出す) | 重作業 口呼吸 | |
|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|------------|------|
| 90パーセンタイル値 | 3.1 | 42 | 270 | 21 | |
| 記号 | ① | ② | ③ | ④ | |
| REHVA によるquanta想定値 (1/h) | | | | | |
| 教室 | 事務作業 | 会議 | レストラン | ショップ・ソグ* | スポーツ |
| 5.0 | 5.0 | 18.7 | 14.8 | 10.9 | 21.0 |
| 0.95①+ | 0.95①+ | 0.60①+ | 0.70①+ | 0.80①+ | ④ |
| 0.05② | 0.05② | 0.40② | 0.30② | 0.20② | |

REHVA: REHVA calculator to estimate the effect of ventilation on COVID-19 airborne transmission <https://www.rehva.eu/covid19-ventilation-calculator>

- ・REHVAはBuonannoによる呼吸関連活動別のquanta生成率に時間の重みづけを行い、室用途別想定値を提案している。
- ・従来株+マスクなしを前提としているが、変異株+マスクあり+ワクチン効果を考慮すると、感染リスク評価には有用と考えられる。

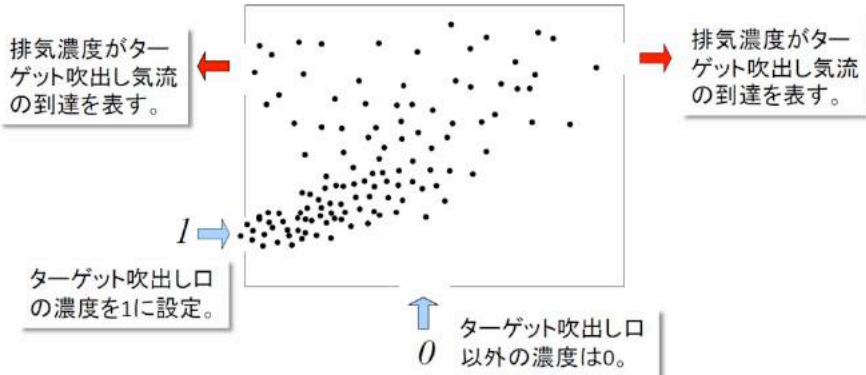
レストランの換気解析を実施しますがSVE4を用いて気流構造を分析します。

・感染症計算の準備



No.6-0.fdpの内容 境界条件は設定されていない。

SVE4の計算法



吹出し口の勢力範囲は複数の吹出し口がある室内で、特定の吹出し口からの気流がどの程度検討対象地点(もしくは排気口)に到達しているかを表している。いわば室内の特定地点の環境形成に対する吹出し口の勢力範囲を表す。



感染性粒子の設定と空間濃度計算を実行...

・感染確率の計算

・室内の感染性粒子の**発生場所**と**発生量**を設定する。
 [人]:一次感染者数 × q[quanta/h]:感染性粒子生成率
 REHVAの想定値を用いるとすると、レストラン(15/h)で一次感染者一人であれば発生量M[g/h]は以下となる。

$$M = 1180[\text{g}/\text{m}^3] \times 10^{-6} \times 1 \times 15[\text{m}^3/\text{h}] = 0.0177[\text{g}/\text{h}]$$

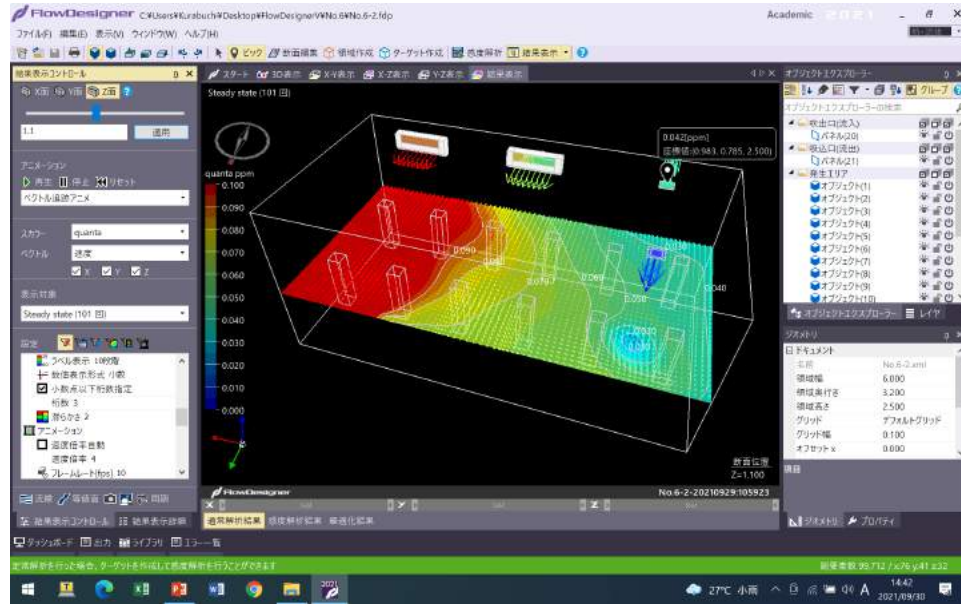
・呼吸率: 安静状態 $\rho = 0.54[\text{m}^3/\text{h}]$, 会話 $\rho = 1.1[\text{m}^3/\text{h}]$
 軽い運動 $\rho = 1.38[\text{m}^3/\text{h}]$, 激しい運動 $\rho = 3.3[\text{m}^3/\text{h}]$

・感染確率 P_{inf} は、感受性者が吸引する感染性粒子濃度 $c_q[\text{quanta}/\text{m}^3]$, 呼吸率 $\rho[\text{m}^3/\text{h}] = 1.1$ (会話), 滞在時間 $t[\text{h}] = 2$ (例えば)を用いて以下となる。

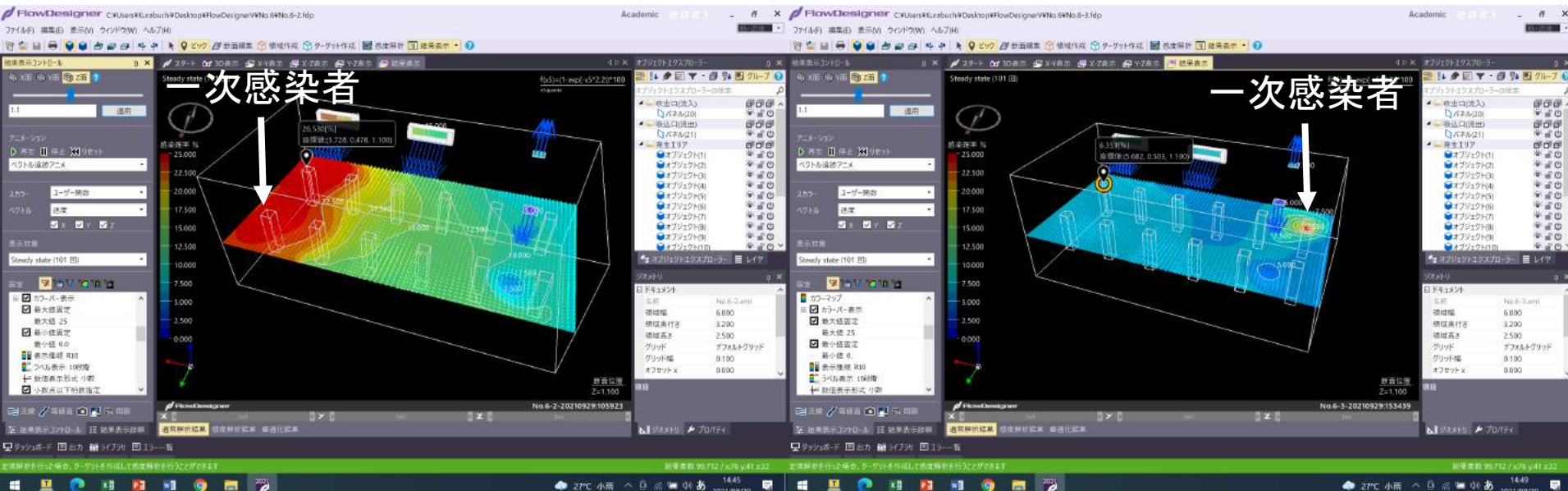
$$P_{inf} = C/S = 1 - \exp(-c_q \cdot \rho t) = 1 - \exp(-2.2c_q)$$

・求められた P_{inf} に感受性者人数 S [人]を乗じて二次感染者数 C [人]が求められる。

一般社団法人 建築環境設計支援協会

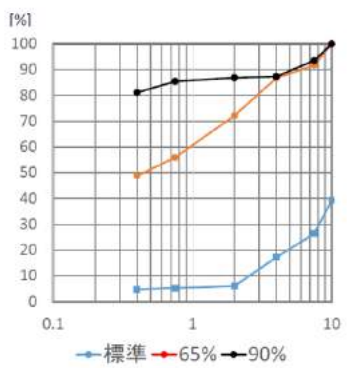


一次感染者の位置と感染確率の関係を調べます。



エアフィルタによる感染リスク低減効果の評価法を学び...

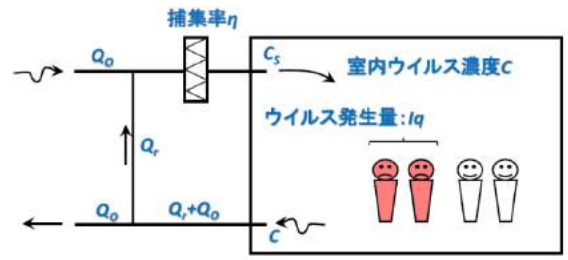
・エアフィルタの効果



古澤, 倉淵他: 活動に伴う飛沫発生量とその捕集効率に関する研究, 日本建築学会大会 学術講演梗概集, 2021

- ・外気導入以外に感染リスク低減効果が期待される方法にエアフィルタを用いることがある。
- ・感染性ウイルスの除去に有効な除去すべき粒子サイズについてはコンセンサスが得られていないが、ウイルス本体が0.12μm程度であることから0.3~1.0μmの粒径の捕集が重要と想定する。
- ・粗塵フィルタ 5%
- ・比色法60% 50%
- ・比色法90% 80% 程度である。

・実効換気量の計算



$$\begin{cases} (1-\eta)C_rQ_r = C_s(Q_o + Q_r) \\ C_s(Q_o + Q_r) + Iq = C(Q_o + Q_r) \end{cases} \Rightarrow Iq = C(Q_o + \eta Q_r)$$

Q_o : 外気量
 ηQ_r : 相当外気量

- ・実効換気量は捕集率×循環換気量となる。
- エアコン換気量360m³/h, 捕集率50%とすれば
実効換気量180m³/h 100000メッシュで計算実施!

高性能フィルタの感染リスク低減への有効性を確認します。

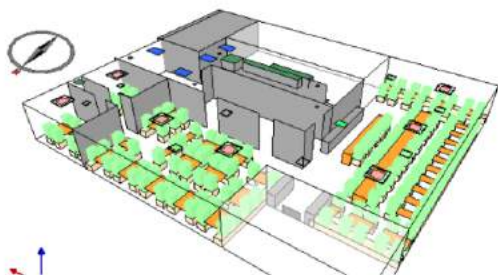
The screenshot shows the FlowDesigner interface with a 3D model of a room. The model includes a ceiling-mounted air filter and several people. The software displays various parameters and controls, including a 'Steady state (101 回)' indicator and a 'フィルター' (Filter) control panel. The control panel shows settings for flow rate, efficiency, and temperature. The 3D view shows a color-coded flow field, with blue indicating lower concentrations and red indicating higher concentrations. The interface also includes a file explorer, a command line, and a status bar at the bottom.

複雑でリアルな問題設定へ対処するためにファミレスでの感染対策を例に問題設定の方法を解説します。

解析対象と解析ケース

カフェレストランを対象とした3つのケーススタディを紹介する。
Fdpファイルを提供するので、各自で実行すること。

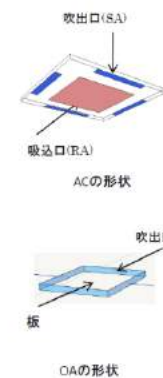
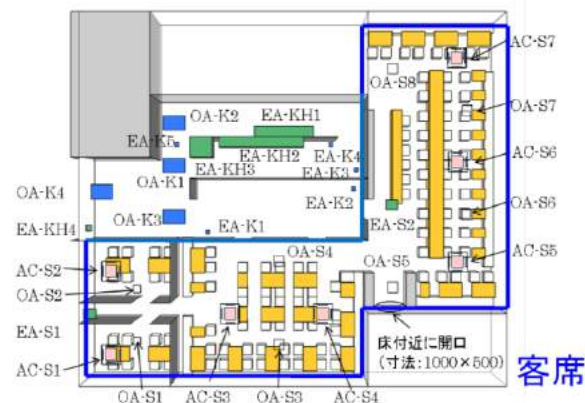
| | | |
|----------------------|--|------------|
| 1. 基本ケース | 店舗に一次感染者1人が入店した場合の感染確率を quanta濃度分布で可視化する。 | No.7-1.fdp |
| 2. 空気清浄機を設置したケース | 客席に空気清浄機を設置した場合の quanta濃度分布を可視化する。 | No.7-2.fdp |
| 3. 空調機にフィルターを設置したケース | 4方向吹出エアコンに高性能フィルターを搭載した場合の quanta濃度分布を可視化する。 | No.7-3.fdp |



対象店舗
 ・ 客席数: 142席
 ・ 個室: 2室

給排気・空調の設定(客席)

- ①天井排気(EA)× 2か所
- ②入口開口× 1か所
- ③4方向吹出エアコン(AC)× 7台
- ④外気口(OA)× 8か所



エアフィルタなどによる感染リスク低減効果を評価します。

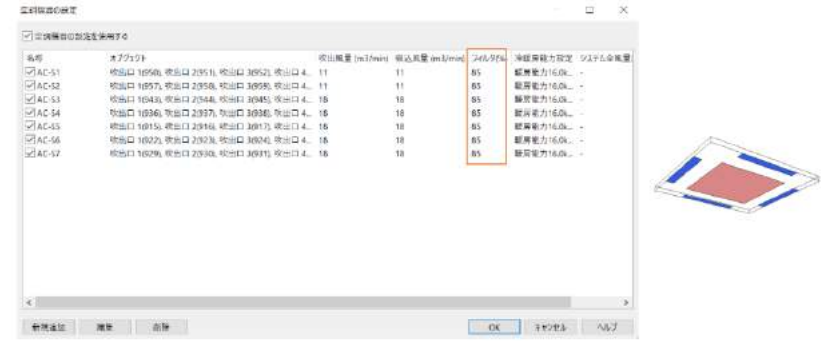
空気清浄機の境界条件

- 1台あたりの流量: $8.33\text{m}^3/\text{min}$ ($=500\text{m}^3/\text{h}$)
- フィルターの除去効率: 85%



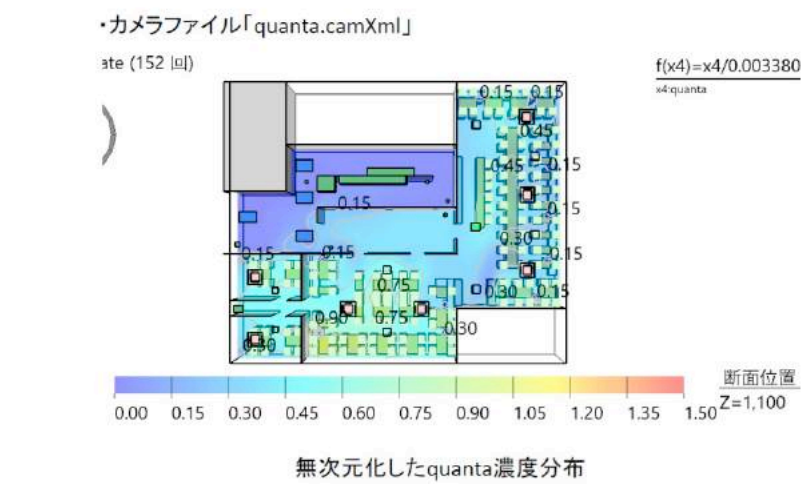
空調機の境界条件

- 流量: $11\text{m}^3/\text{min} \times 2$ 台, $18\text{m}^3/\text{min} \times 5$ 台 (合計 $6720\text{m}^3/\text{h}$)
- フィルターの除去効率: 85%



解析結果: quanta濃度分布

排気口の平均quanta濃度で無次元化したquanta濃度分布を可視化する。



解析結果: quanta濃度分布

排気口の平均quanta濃度で無次元化したquanta濃度分布を可視化する。

