

# 屋内における飛沫の拡散に関する研究

単純な室及び教室を対象とした  
飛沫濃度の実測及びCFD解析

新潟大学大学院自然科学研究科環境科学専攻  
社会基盤・建築学コース(建築系)

指導教員 有波 大橋 慶大  
裕貴 助教

# 研究目的

2019年11月に新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) が確認され、世界中に新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) が流行した。

新型コロナウイルス感染症は、**飛沫・空気・接触感染**が主な**感染経路**であるとされており、厚生労働省は、**換気**によるウイルス等の**濃度低減**が**感染予防**に重要であるとしている。

「換気の悪い密閉空間」を改善するための**換気量**  $30 [m^3/h \cdot \text{人}]$  を満足すれば、ビル管理法における空気環境の基準に適合し、**「換気の悪くない空間」**と定義している<sup>文1)</sup>。

しかし、この換気量は**CO<sub>2</sub>濃度**  $1,000 [ppm]$  を元に算出されており、**室内の飛沫感染防止**に対する**有効性**は全く**不明**である。

文1) 厚生労働省「「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法」、2020年

感染拡大を抑制するために建築環境工学分野では、CFD解析により飛沫の拡散性状や室内での感染リスク分布等の検討が数多く行われている。

しかし、飛沫の拡散性状についてCFD解析と実測結果を比較した例は少なく、CFD解析の妥当性は不明である。

# 研究目的

本研究では、CFD解析 (RANS※<sup>1</sup>) により、一辺が3.0[m]の単純な室を対象に、換気による飛沫(ウイルス粒子)の拡散性状の解析を行う。

粒子が換気で室内から排出・除去される割合を算出し、飛沫の排出・除去効果の定量的評価を行う。

※1 CFD解析でレイノルズ平均モデル (Reynolds-Averaged Navier-Stokes simulations) を用いて解析する手法。

# 研究目的

次に教室において模擬飛沫として経口補水液を噴霧し、室内での飛沫濃度の実測を行う。

換気、空調の運転方式を変化させた場合の飛沫の拡散性状を把握する。

更に、CFD解析 (RANS) を用いて対象教室をモデル化し、飛沫の拡散性状の解析を行うことで、CFD解析の妥当性の検討を行う。

滞在人員は2名とし、人体モデルAを感染者とする。

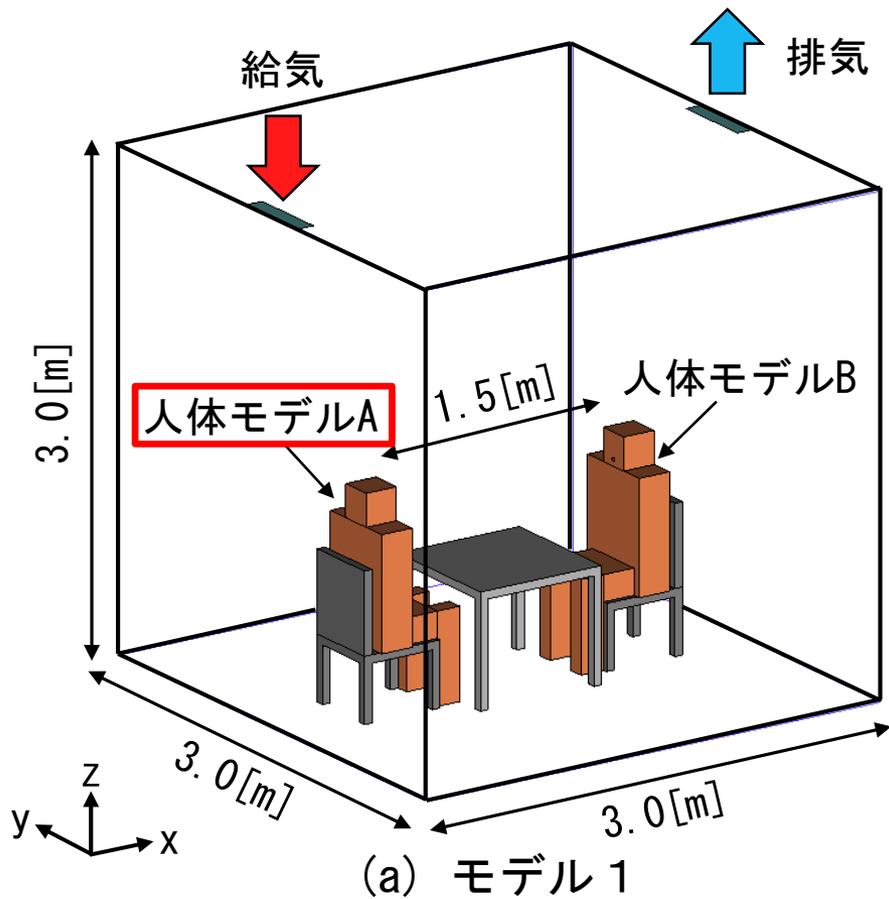


表 1 解析条件

case	解析対象モデル	換気量 [m <sup>3</sup> /h]	空気清浄機 <sup>※2</sup> 風量 [m <sup>3</sup> /h]	
case1	モデル 1	60	無	
case2	モデル 2		床置型	
case3	モデル 3			
case4	モデル 4		天井カセット型	
			300	

図 1 解析対象モデル

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

case1は天井の換気口 (100 [mm] × 500 [mm]) から鉛直方向に換気量60 [m<sup>3</sup>/h] で給排気を行う。

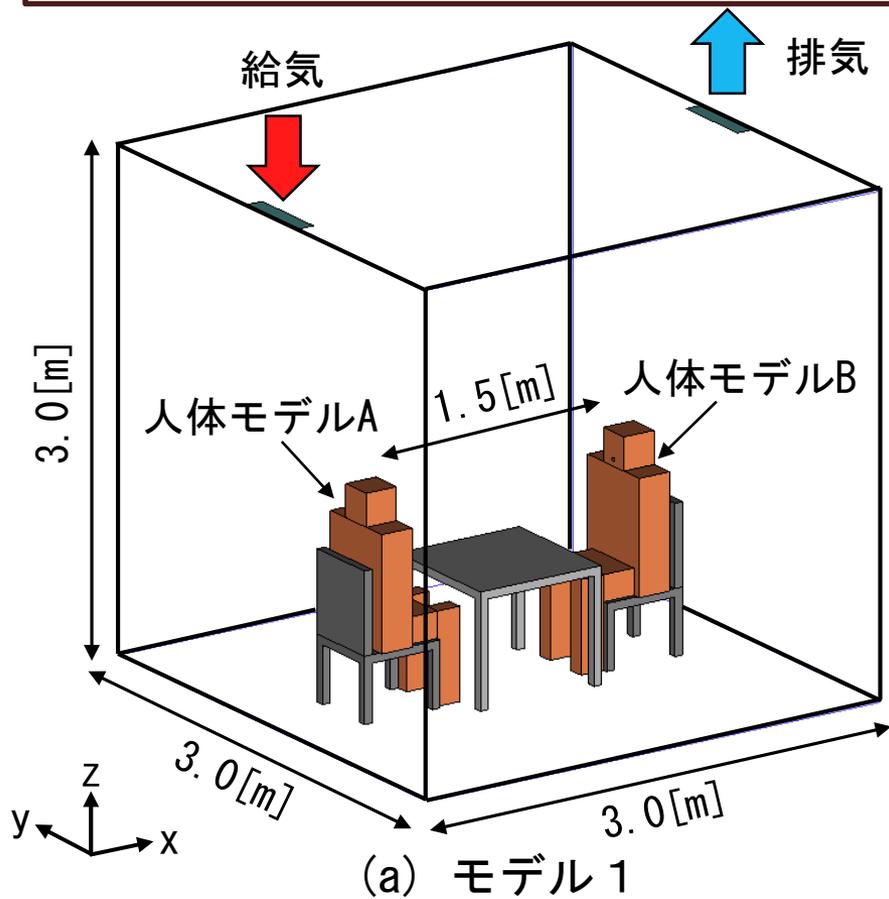


図 1 解析対象モデル

表 1 解析条件

case	解析対象モデル	換気量 [m <sup>3</sup> /h]	空気清浄機 <sup>※2</sup> 風量 [m <sup>3</sup> /h]	
case1	モデル 1	60	無	
case2	モデル 2		床置型	300
case3	モデル 3			
case4	モデル 4		天井カセット型	

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100 [%]とする。

case2はcase1と同じ換気量で、床全面で給気、天井全面で排気を行う。

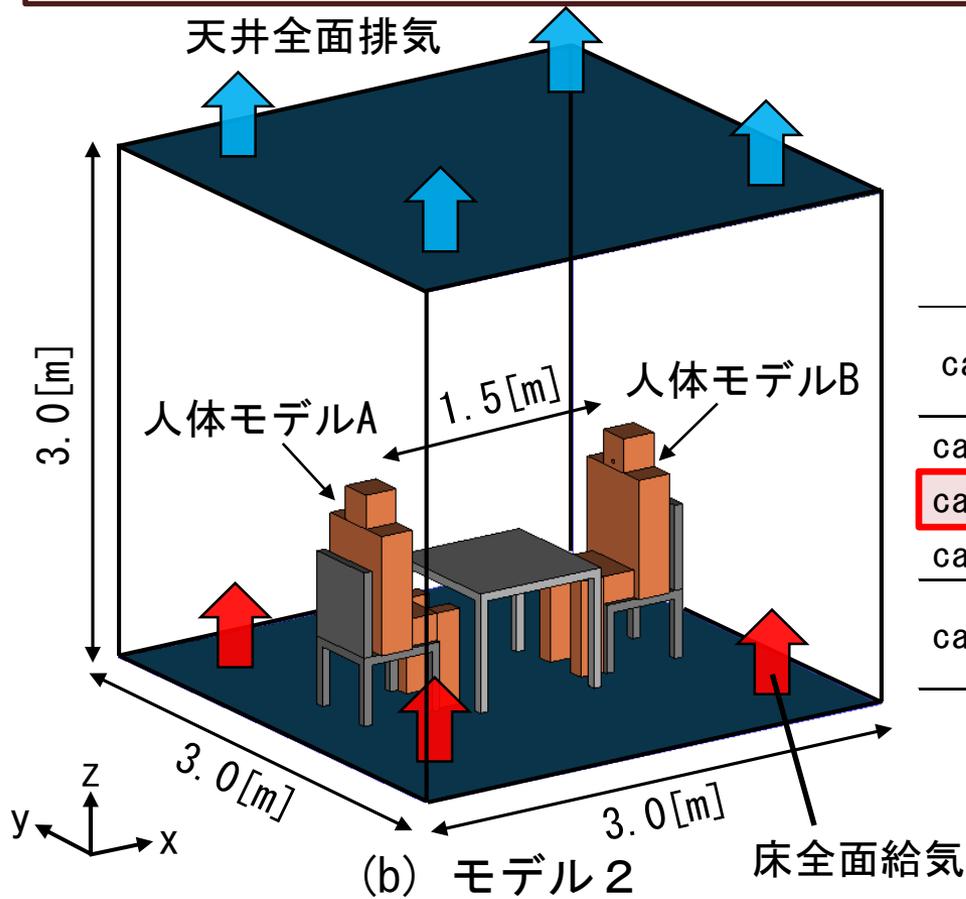


表 1 解析条件

case	解析対象モデル	換気量 [m <sup>3</sup> /h]	空気清浄機 <sup>※2</sup> 風量 [m <sup>3</sup> /h]
case1	モデル1		無
case2	モデル2		無
case3	モデル3	60	床置型
case4	モデル4		天井カセット型
			300

図 1 解析対象モデル

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

case3、case4はcase1に空気清浄機を追加し、空気清浄機の風量は300[m<sup>3</sup>/h]とする。

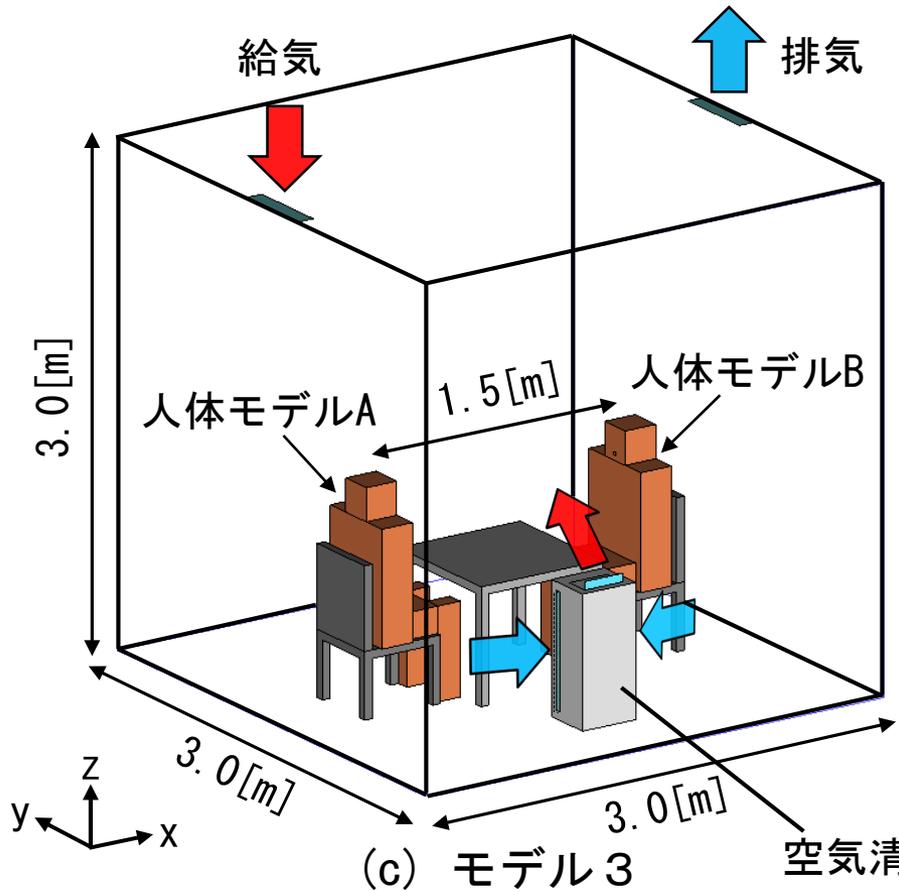


表 1 解析条件

case	解析対象モデル	換気量 [m <sup>3</sup> /h]	空気清浄機 <sup>※2</sup> 風量 [m <sup>3</sup> /h]	
case1	モデル 1		無	
case2	モデル 2			
case3	モデル 3	60	床置型	300
case4	モデル 4		天井カセット型	

図 1 解析対象モデル

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

**case3は床置型の空気清浄機とし、吹出風向が上向きに75[°]、**

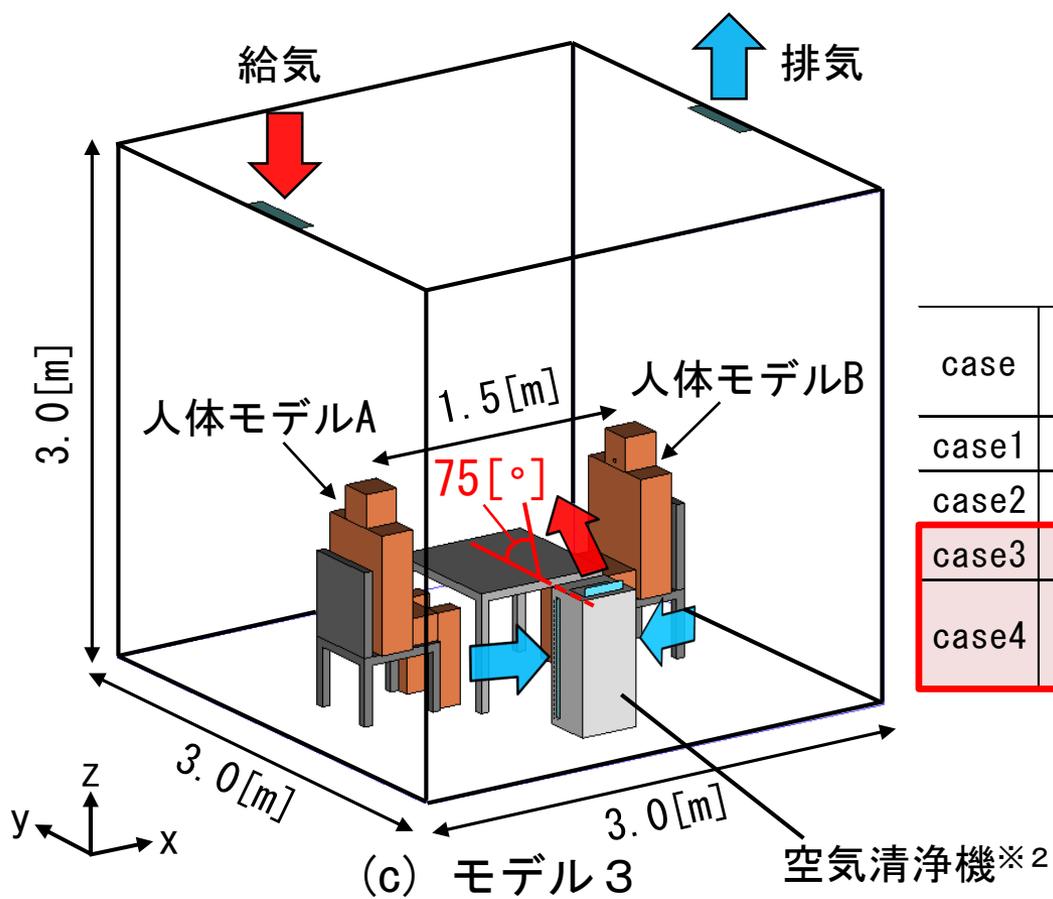


表 1 解析条件

case	解析対象モデル	換気量 [m <sup>3</sup> /h]	空気清浄機 <sup>※2</sup> 風量 [m <sup>3</sup> /h]	
case1	モデル 1		無	
case2	モデル 2			
case3	モデル 3	60	床置型	300
case4	モデル 4		天井カセット型	

図 1 解析対象モデル

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

**case4は天井カセット型 (中央吸込、4方向吹出) の空気清浄機とし、吹出風向が下向きに45[°]とする。**

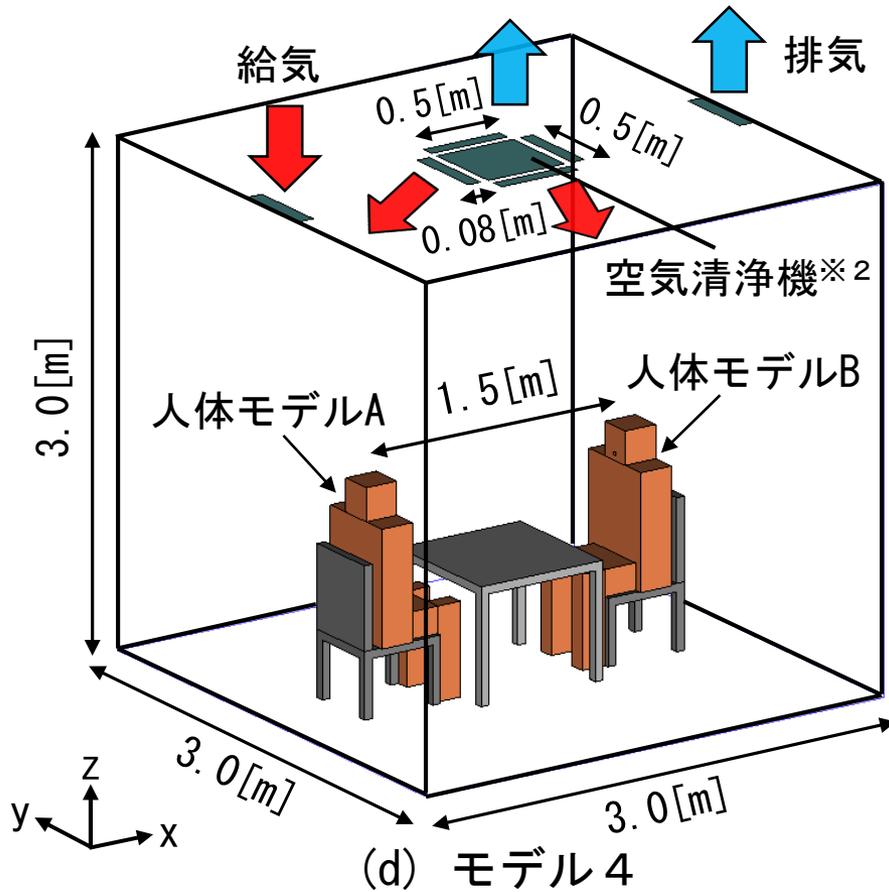


図1 解析対象モデル

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

表1 解析条件

case	解析対象モデル	換気量 [m <sup>3</sup> /h]	空気清浄機 <sup>※2</sup> 風量 [m <sup>3</sup> /h]	
case1	モデル1	60	無	
case2	モデル2		無	
case3	モデル3		床置型	
case4	モデル4		天井カセット型	300

**感染者は呼吸（呼出風速1.0[m/s]<sup>文2)</sup>）状態とし、10[s]毎に粒径が100[μm]と、10[μm]の飛沫を模擬した粒子を口から発生させる。**

表2 解析方法

乱流モデル	標準k-εモデル		
解析領域	3.0[m] × 3.0[m] × 3.0[m]		
境界条件	表面境界	床	壁面対数則
		モデル面	
	輻射境界	輻射率0.9	
温度	20[°C]		
解析時間 t	飛沫発生 : t=0~600[s]		
	発生停止 : t=600~1,200[s]		

人体表面温度	: 30[°C]
口	: 0.02 × 0.02[m]
呼出	
呼出温度	: 35[°C]
呼気風速	: 1.0[m/s] <sup>文2)</sup>
飛沫	
飛沫粒径	: ①100[μm] ②10[μm]
飛沫物性	: 水
反発係数	: 1.0 <sup>※3)</sup>
1回の発生数	: 100個
発生間隔	: 10[s]

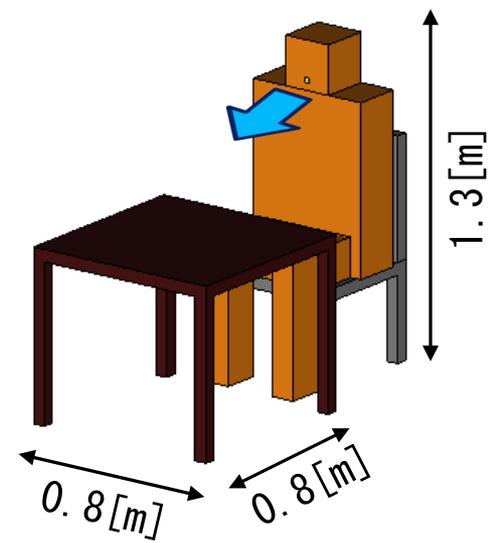


図3 人体モデル

文2) 村上ら「PIV風速計による人体呼吸域周辺の風速測定」、可視化情報学会、2001年  
 ※3 換気による飛沫の排出率を算出する為、壁面に付着することで飛沫が空気から減少することが無いように、壁面に到達した飛沫は跳ね返るよう設定している。

粒子発生からの時刻を $t$ とし最初の $t=0 \sim 600$  [s]の間は粒子を10 [s]毎に100個発生させ、 $t=600 \sim 1,200$  [s]の間は発生を停止し、粒子個数の減衰を解析する。

表2 解析方法

乱流モデル	標準k-εモデル		
解析領域	3.0 [m] × 3.0 [m] × 3.0 [m]		
境界条件	表面境界	床 モデル面	壁面対数則
	輻射境界	輻射率0.9	
温度	20 [°C]		
解析時間 $t$	飛沫発生 : $t=0 \sim 600$ [s] 発生停止 : $t=600 \sim 1,200$ [s]		

人体表面温度 : 30 [°C]  
 口 : 0.02 × 0.02 [m]  
 呼出  
 呼出温度 : 35 [°C]  
 呼気風速 : 1.0 [m/s] 文2)  
 飛沫  
 飛沫粒径 : ①100 [μm]  
                   ②10 [μm]  
 飛沫物性 : 水  
 反発係数 : 1.0※3  
 1回の発生数 : 100個  
 発生間隔 : 10 [s]

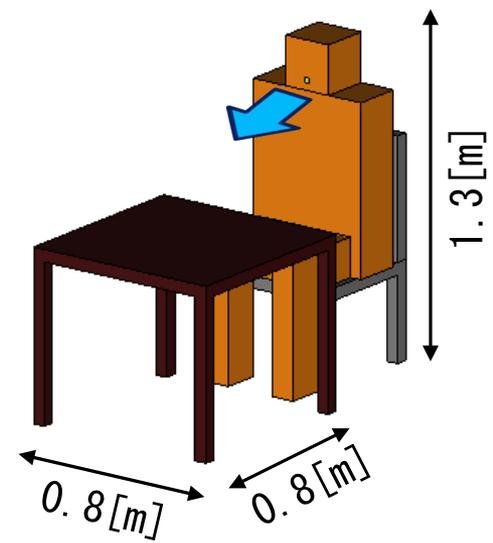


図3 人体モデル

文2) 村上ら「PIV風速計による人体呼吸域周辺の風速測定」、可視化情報学会、2001年  
 ※3 換気による飛沫の排出率を算出する為、壁面に付着することで飛沫が空気から減少することが無いように、壁面に到達した飛沫は跳ね返るよう設定している。

# 解析結果-飛沫の拡散状況 (case1、case2)

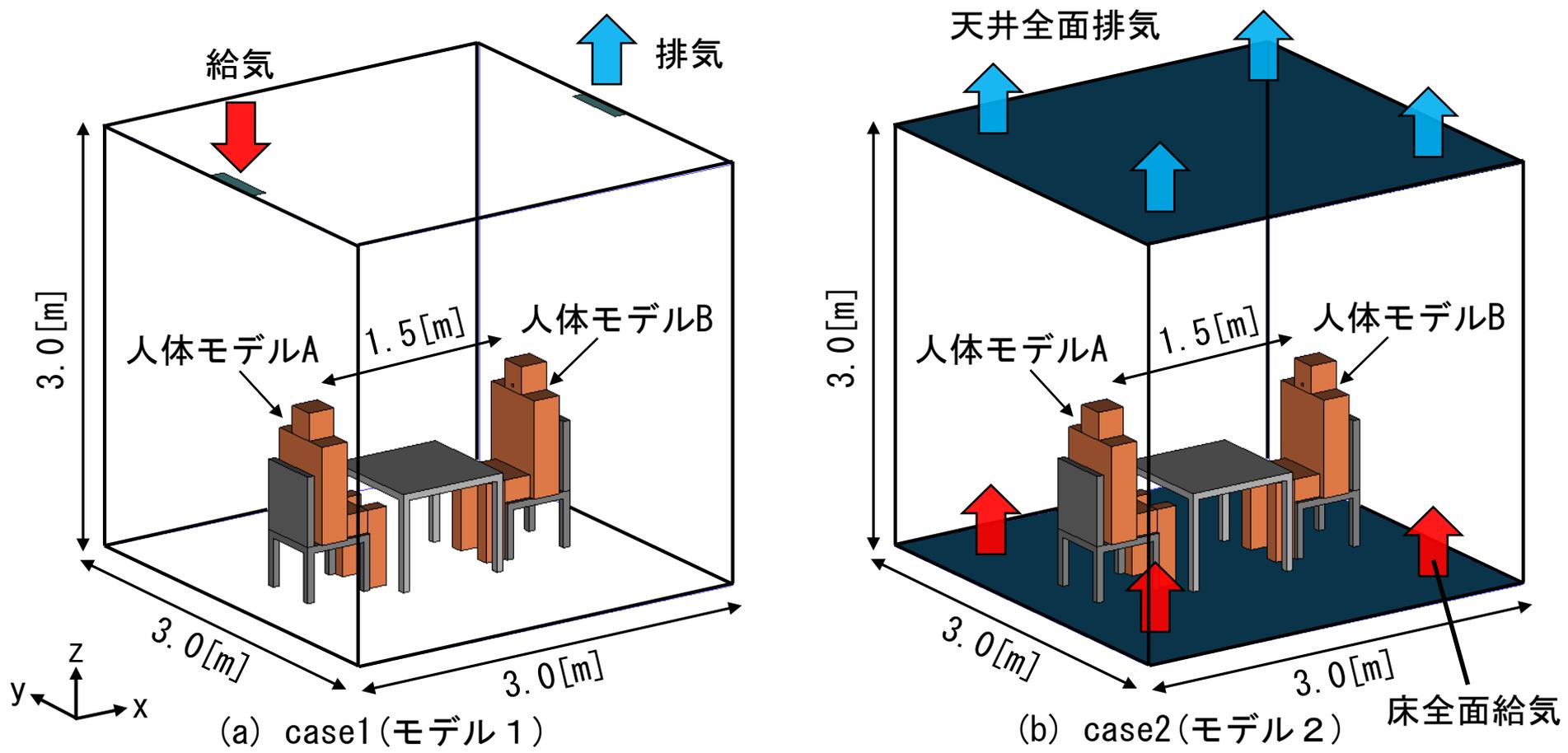


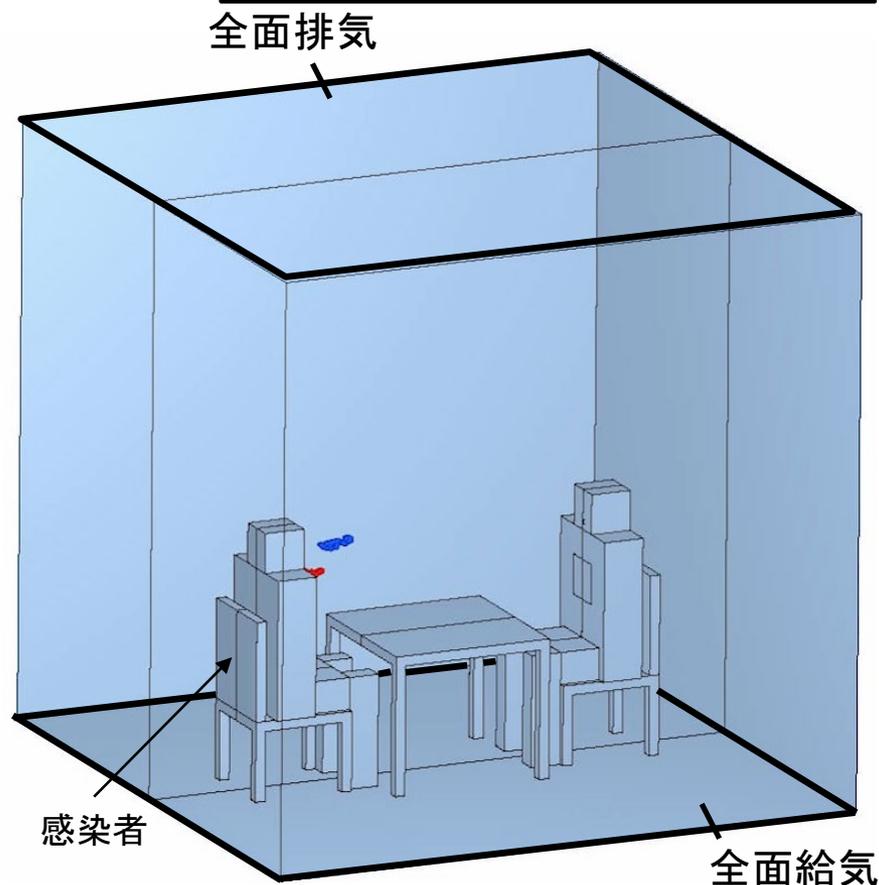
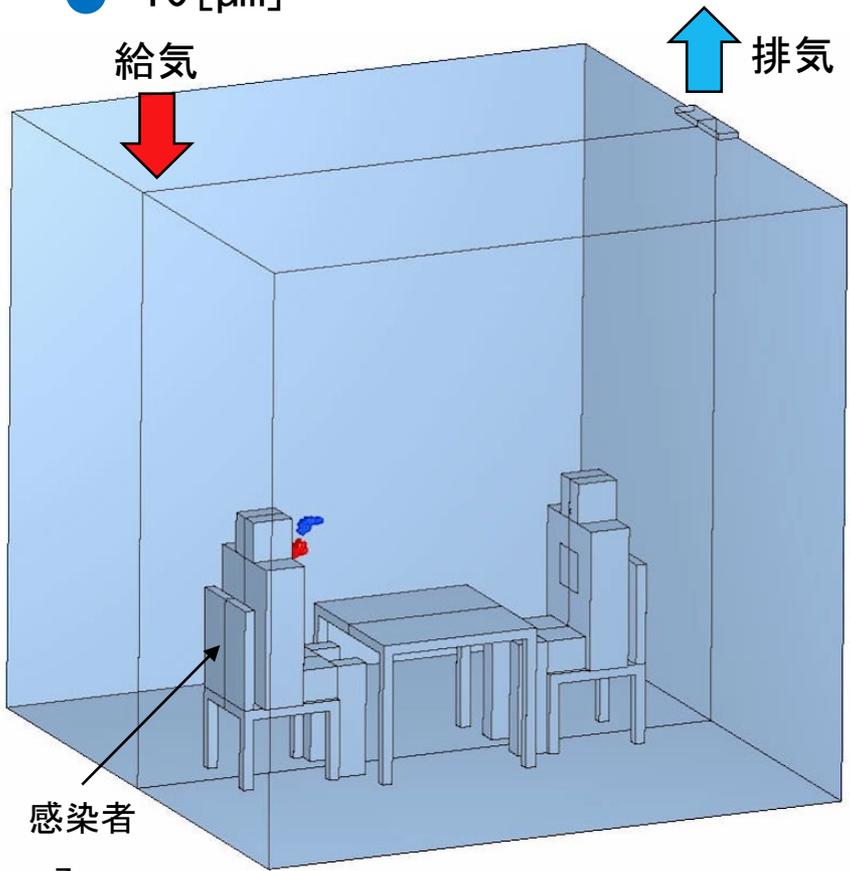
図 1 解析対象モデル

# 解析結果-飛沫の拡散状況 (case1、 case2)

粒径  
 ● 100 [μm]  
 ● 10 [μm]

Time : 0.517532

粒子発生 : t=0~600 [s]  
 発生停止 : t=600~1,200 [s]



(a) case1 (モデル 1)

(b) case2 (モデル 2)

動画 室内空間の飛沫の拡散状況 (飛沫発生開始時)

# 解析結果-飛沫の拡散状況 (case3、case4)

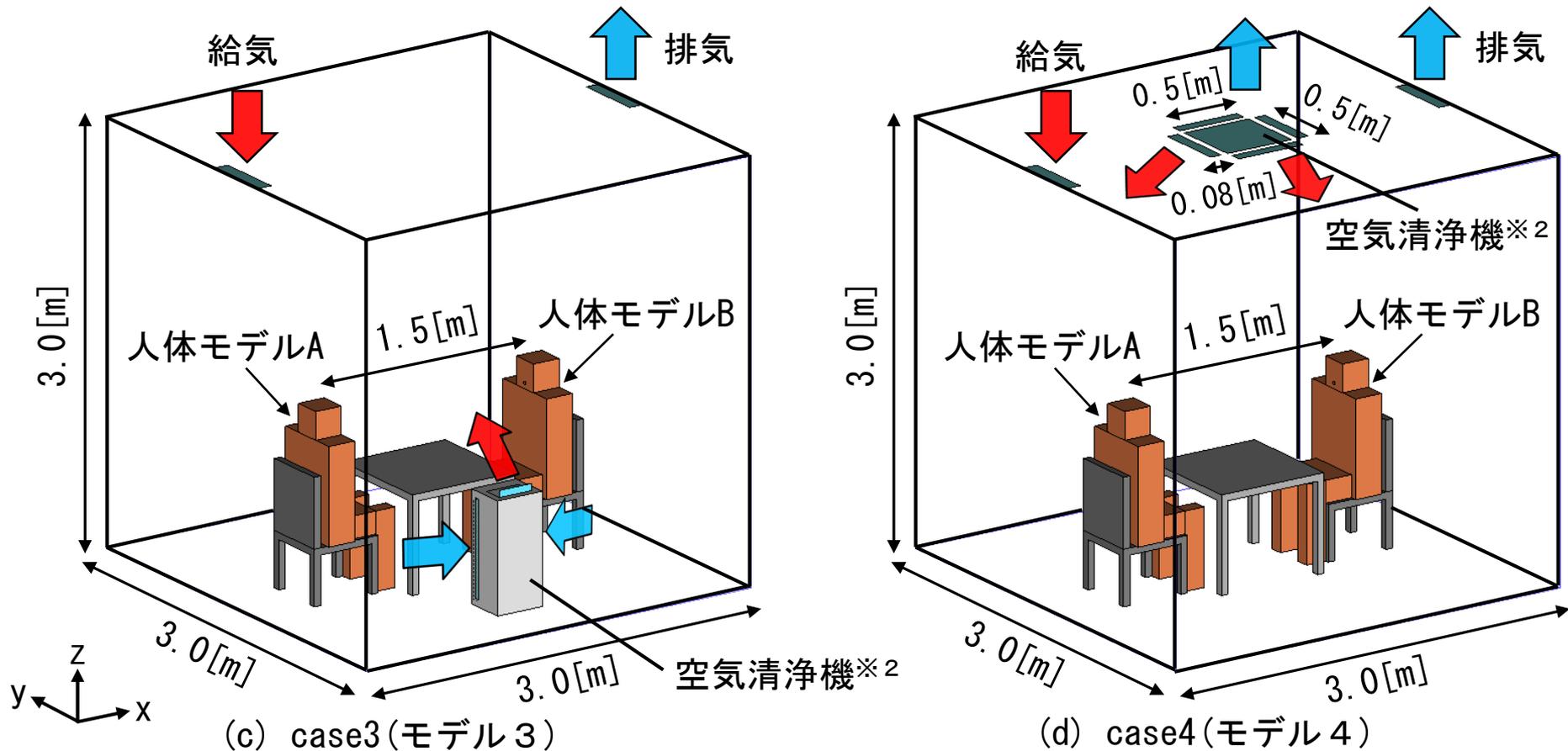


図 1 解析対象モデル

※ 2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

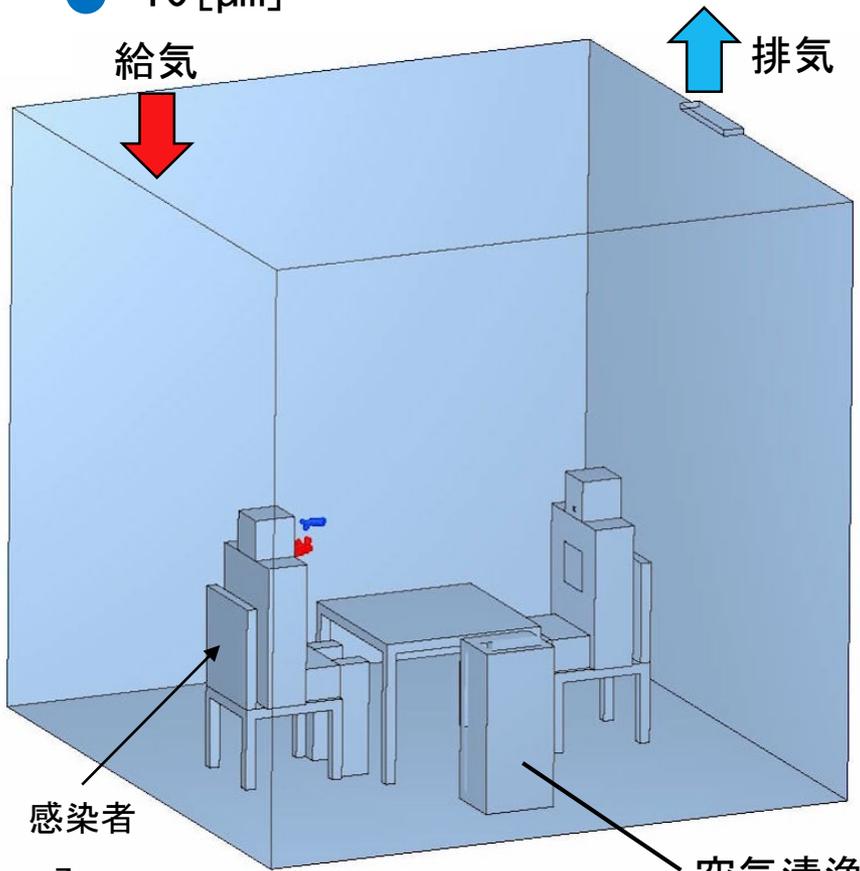
# 解析結果-飛沫の拡散状況 (case3、case4)

粒径

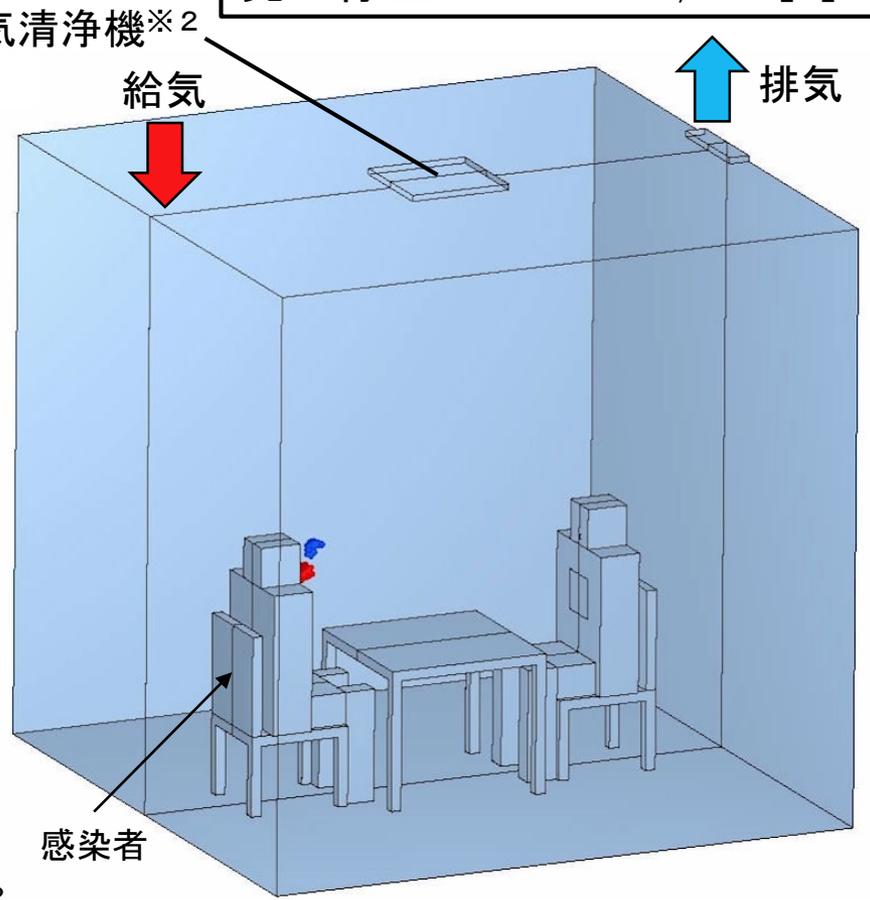
- 100 [ $\mu\text{m}$ ]
- 10 [ $\mu\text{m}$ ]

Time : 0.517532

粒子発生 :  $t=0 \sim 600$  [s]  
 発生停止 :  $t=600 \sim 1,200$  [s]



(c) case3 (モデル 3)



(d) case4 (モデル 4)

## 動画 室内空間の飛沫の拡散状況 (飛沫発生開始時)

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

# 解析結果-各caseの排出・除去率

t=600[s]での排出・除去率は、case1、case2で1.0[%]以下、  
t=1,200[s]での排出・除去率は、case1で7.2[%]、case2で20.5[%]と極めて低い。

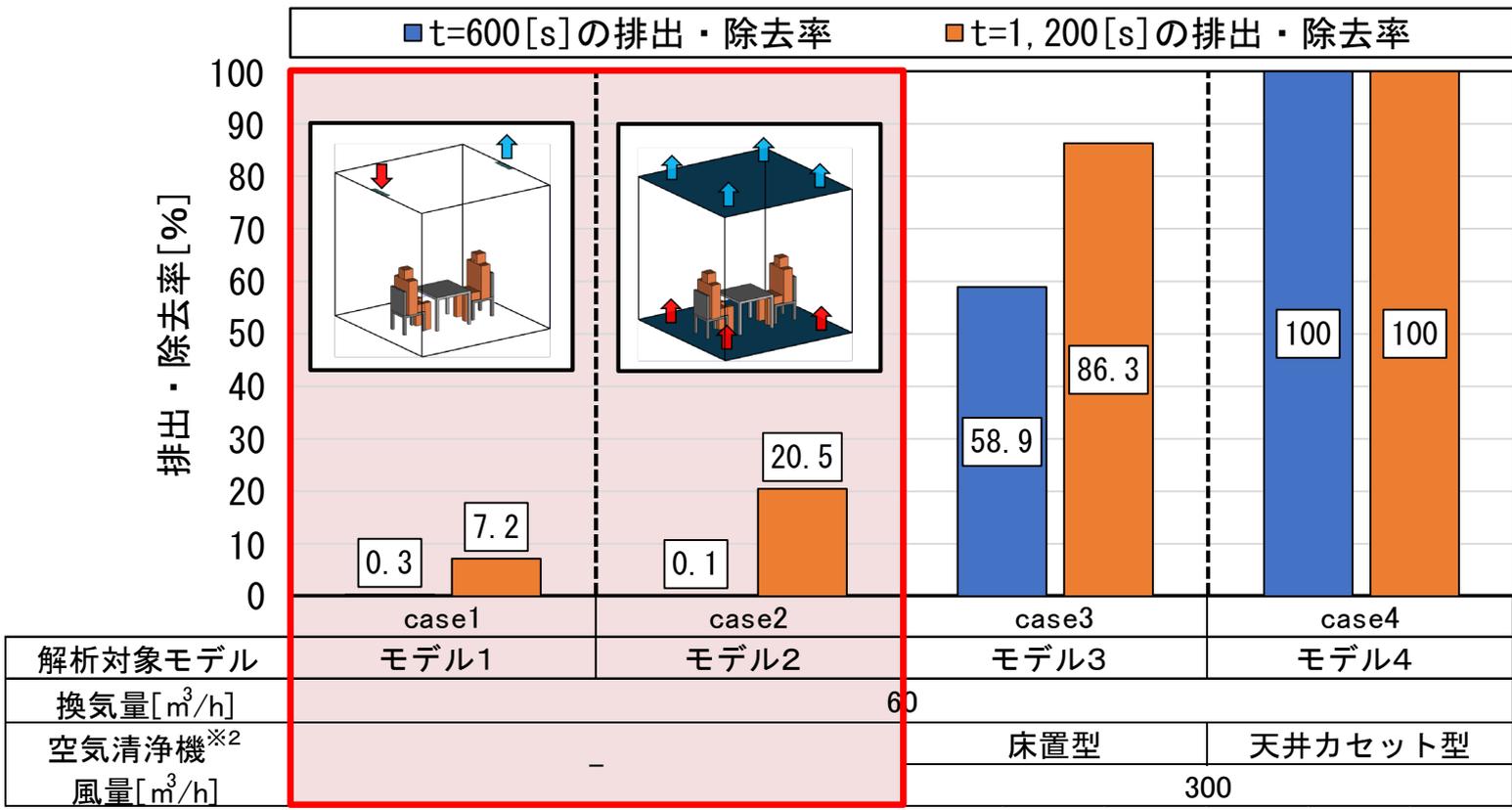


図7 各caseにおけるt=600[s]、1,200[s]の排出・除去率

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

換気量が60[m<sup>3</sup>/h] (30[m<sup>3</sup>/h・人])での飛沫の排出・除去率は極めて低く、換気方式による差は殆ど見られない。

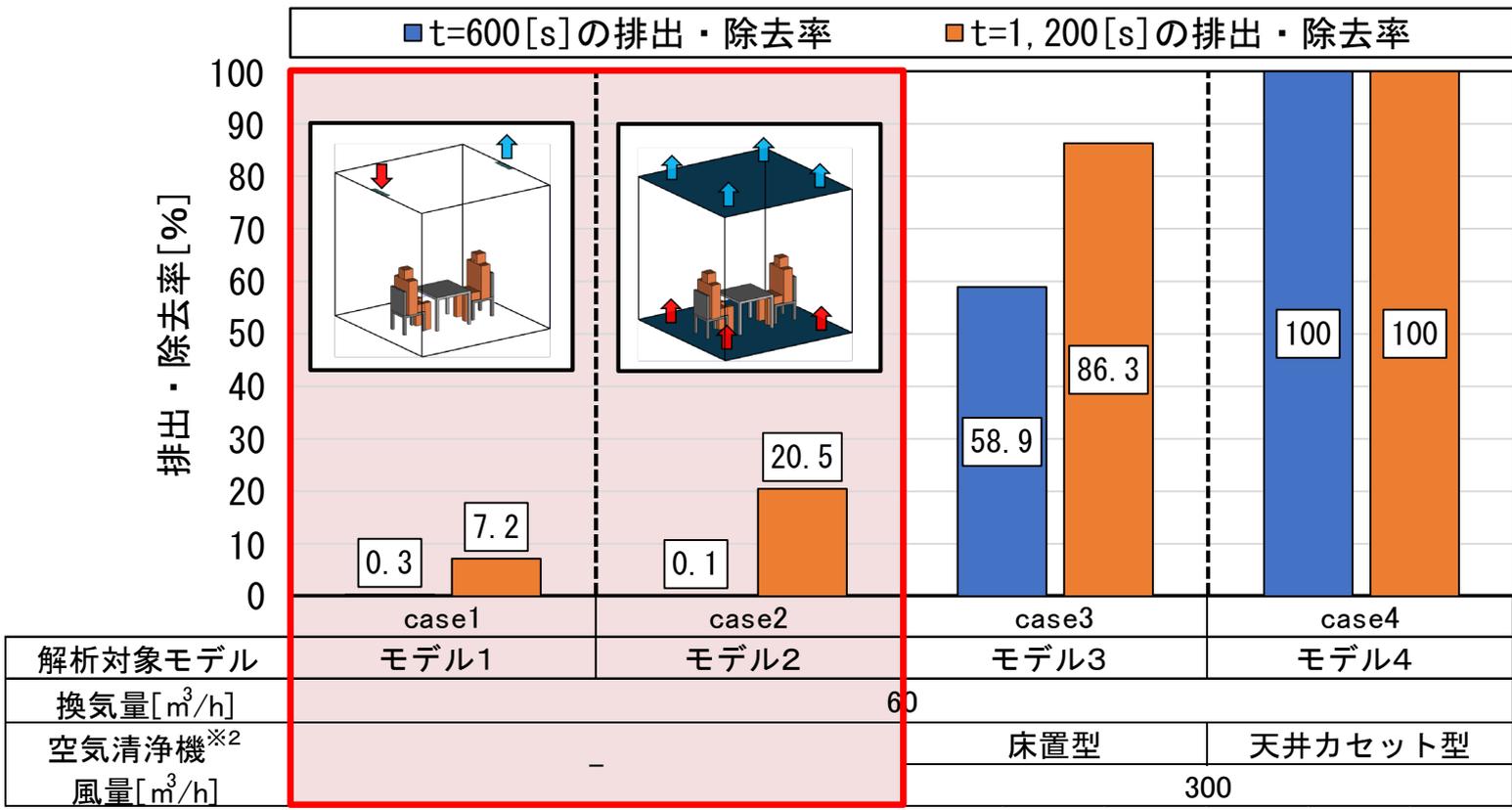


図7 各caseにおけるt=600[s]、1,200[s]の排出・除去率

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

天井カセット型を設置したcase4の排出・除去率は、t=600[s]で100[%]と極めて良好な値となる。

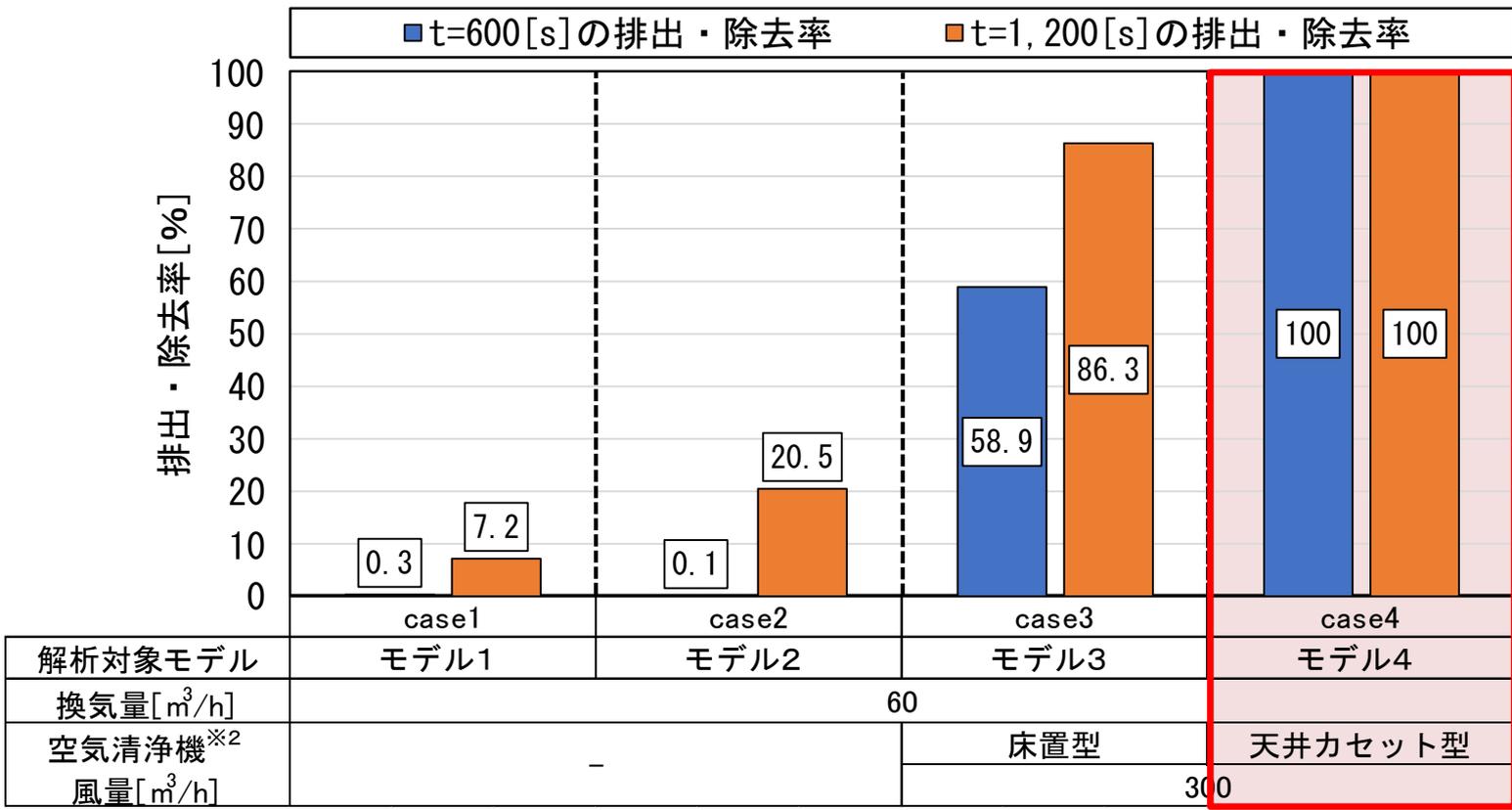


図7 各caseにおけるt=600[s]、1,200[s]の排出・除去率

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

単純な室を対象とした今回の解析条件では、粒子(飛沫)は人体の上昇気流によって室の上部へ移動するため空気清浄機の吸込口を天井に設けた方が排出・除去率が向上すると考えられる。

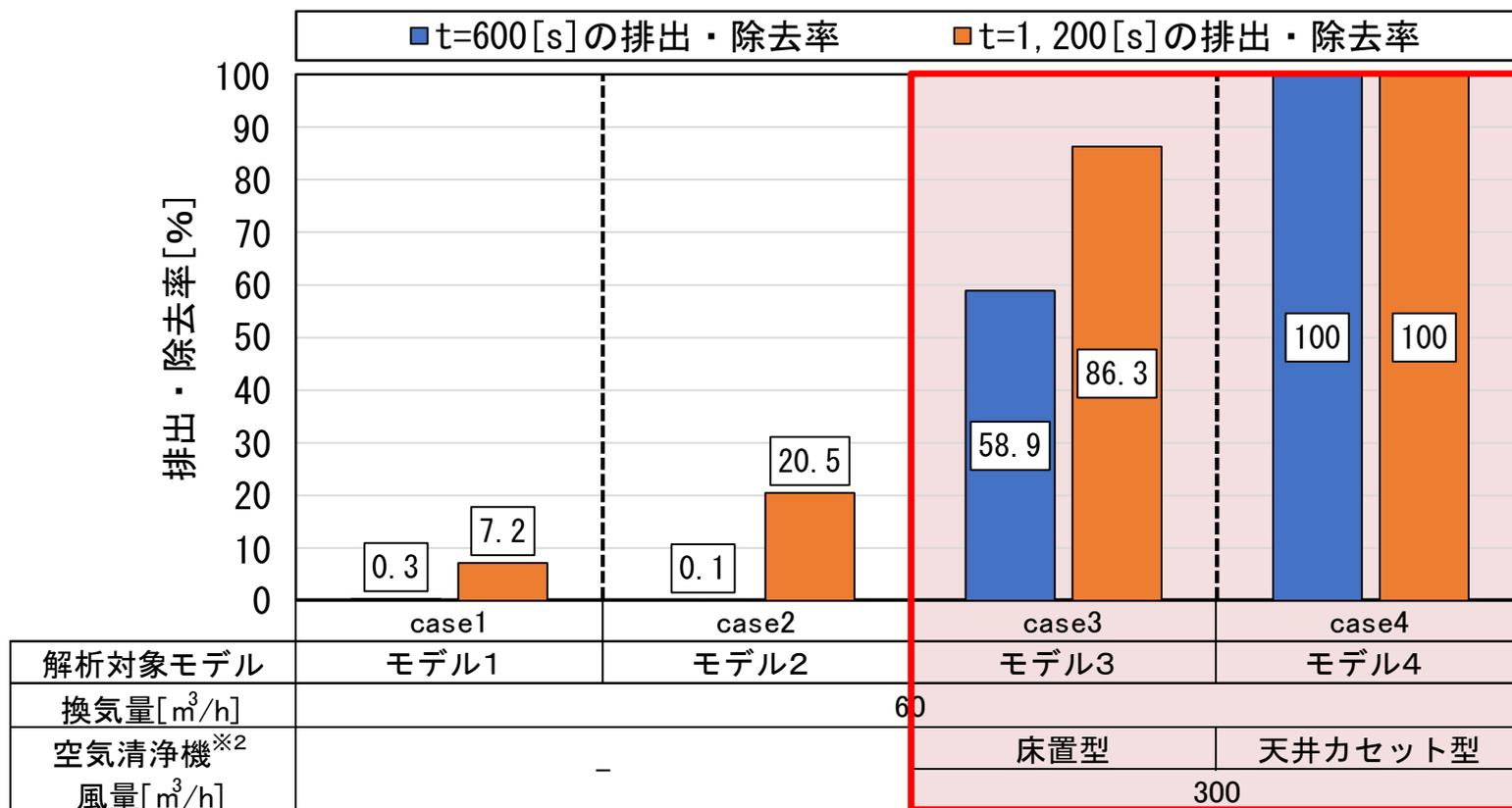


図7 各caseにおけるt=600[s]、1,200[s]の排出・除去率

※2 本研究では、空気清浄機の飛沫除去率を100[%]とする。

換気装置は、**全熱交換換気扇**による**第1種機械換気**、

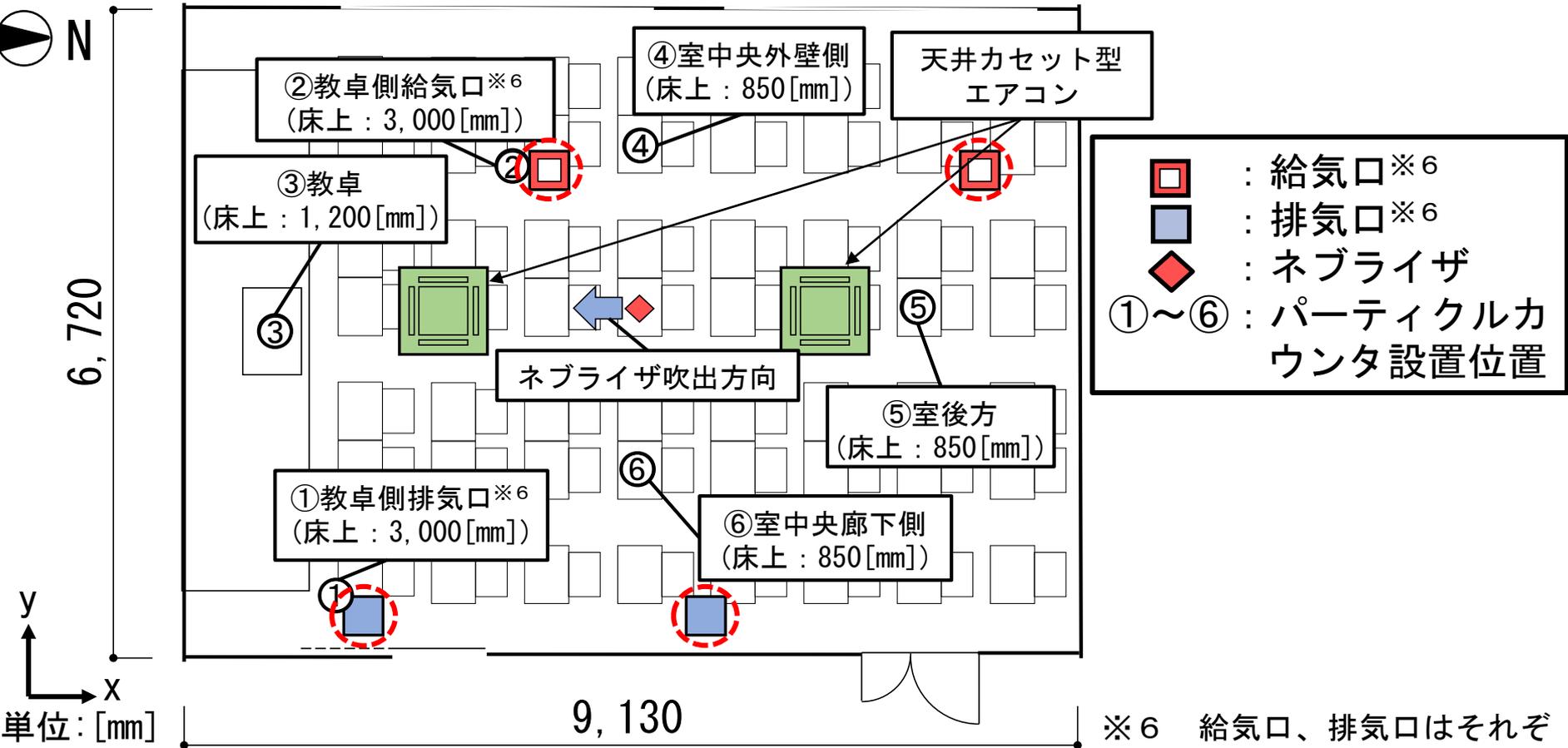
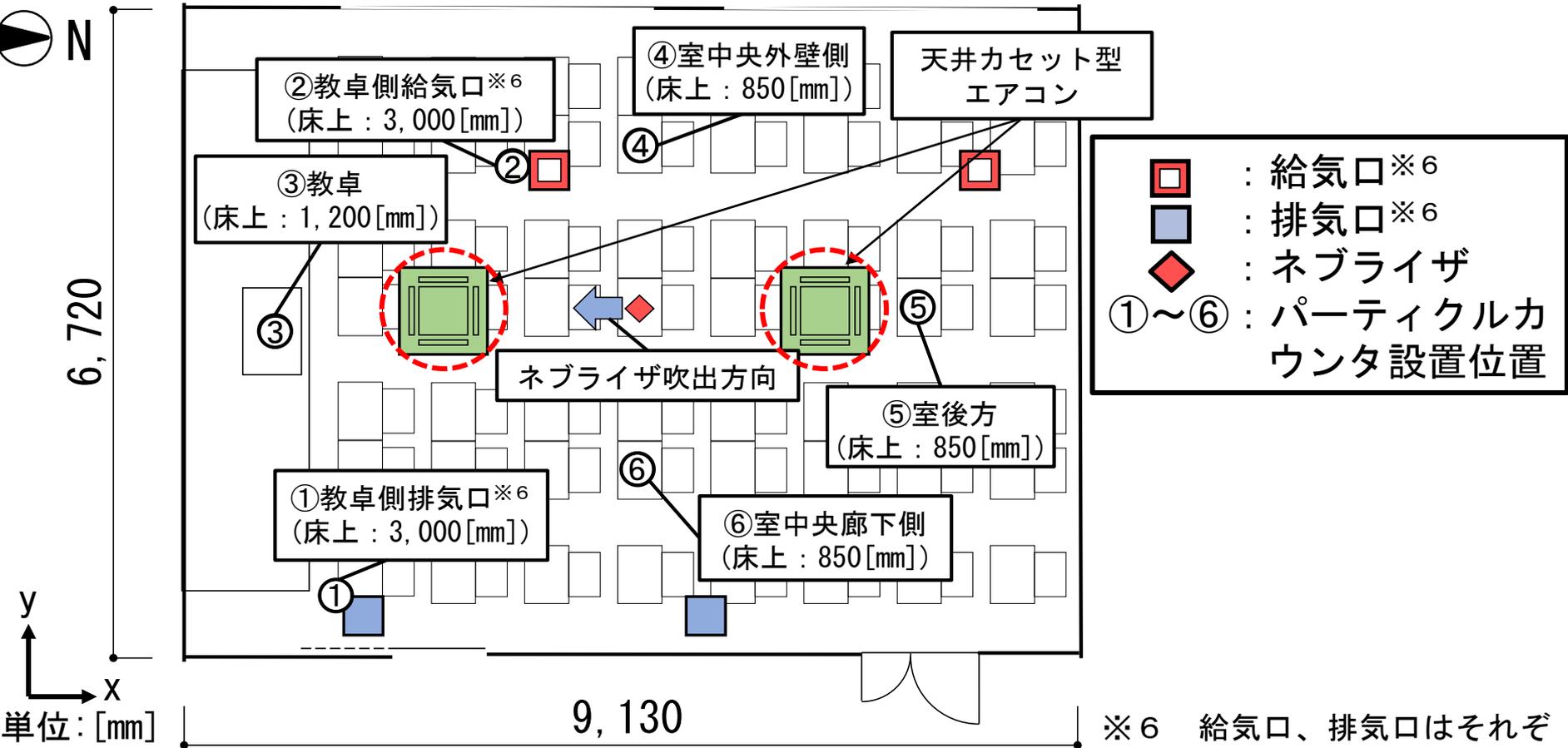


図8 実測対象の教室平面

空調装置は、天井カセット型エアコン (中央吸込、4方向吹出) であり、それぞれ2台設置されている。



飛沫濃度の測定はパーティクルカウンタ 6 台を教室内に配置して行う。

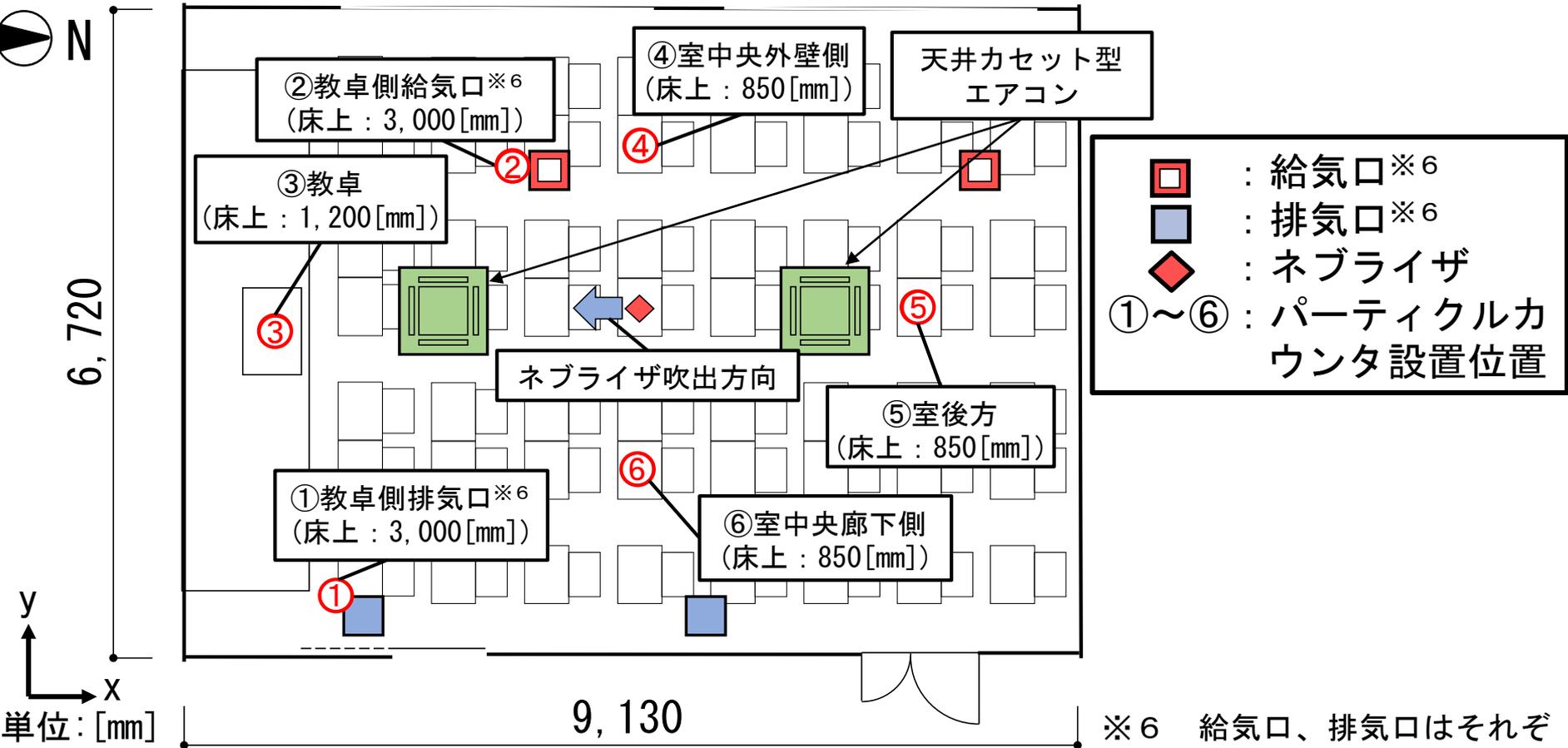


図 8 実測対象の教室平面

# 実測概要

本実測において飛沫は、**ネブライザ** (カタログ噴霧能力：約 0.4 [mL/min]) から**経口補水液**を噴霧することによって**模擬**する。

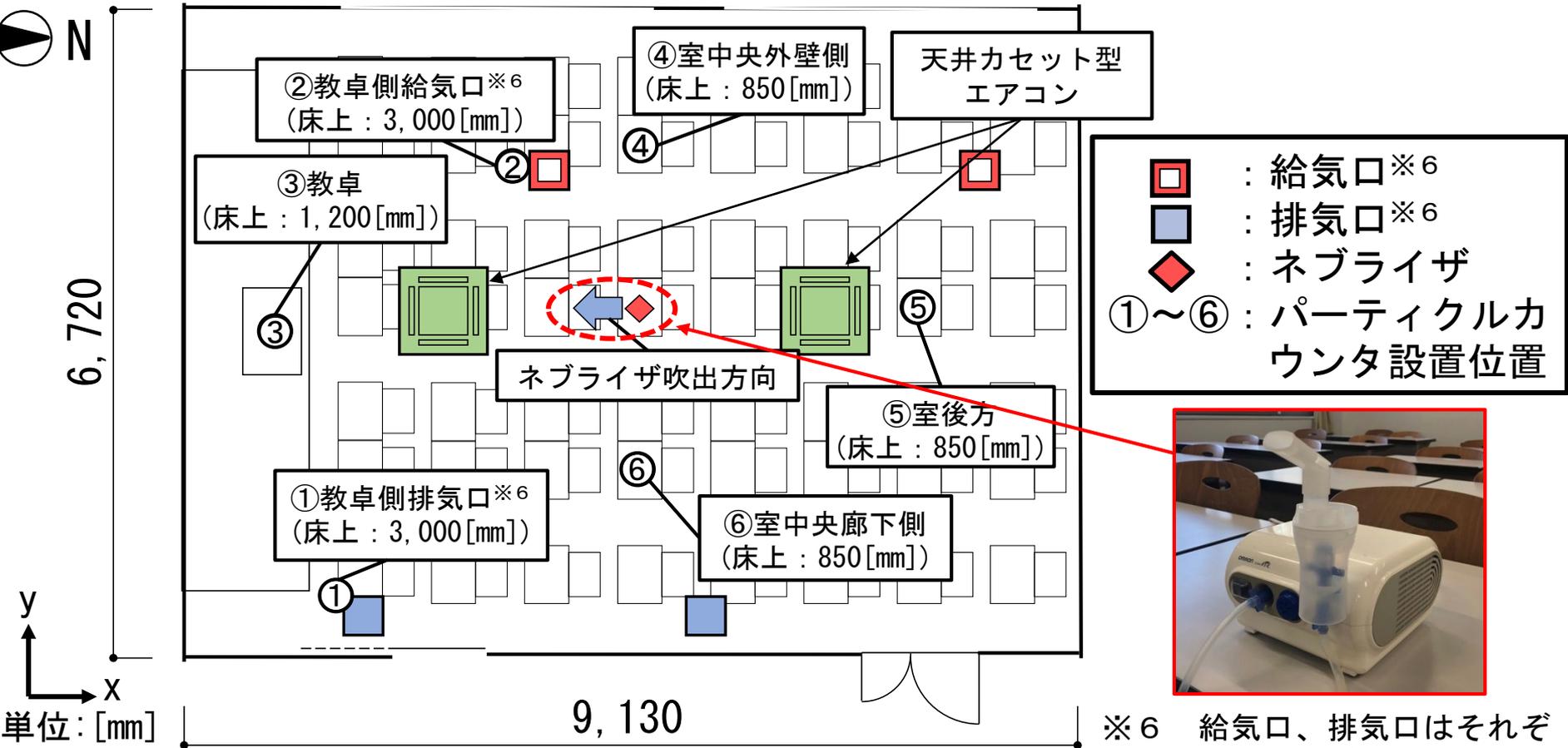


図 8 実測対象の教室平面

ネブライザは室中央の机上に設置し、教卓側に向かって噴霧する。

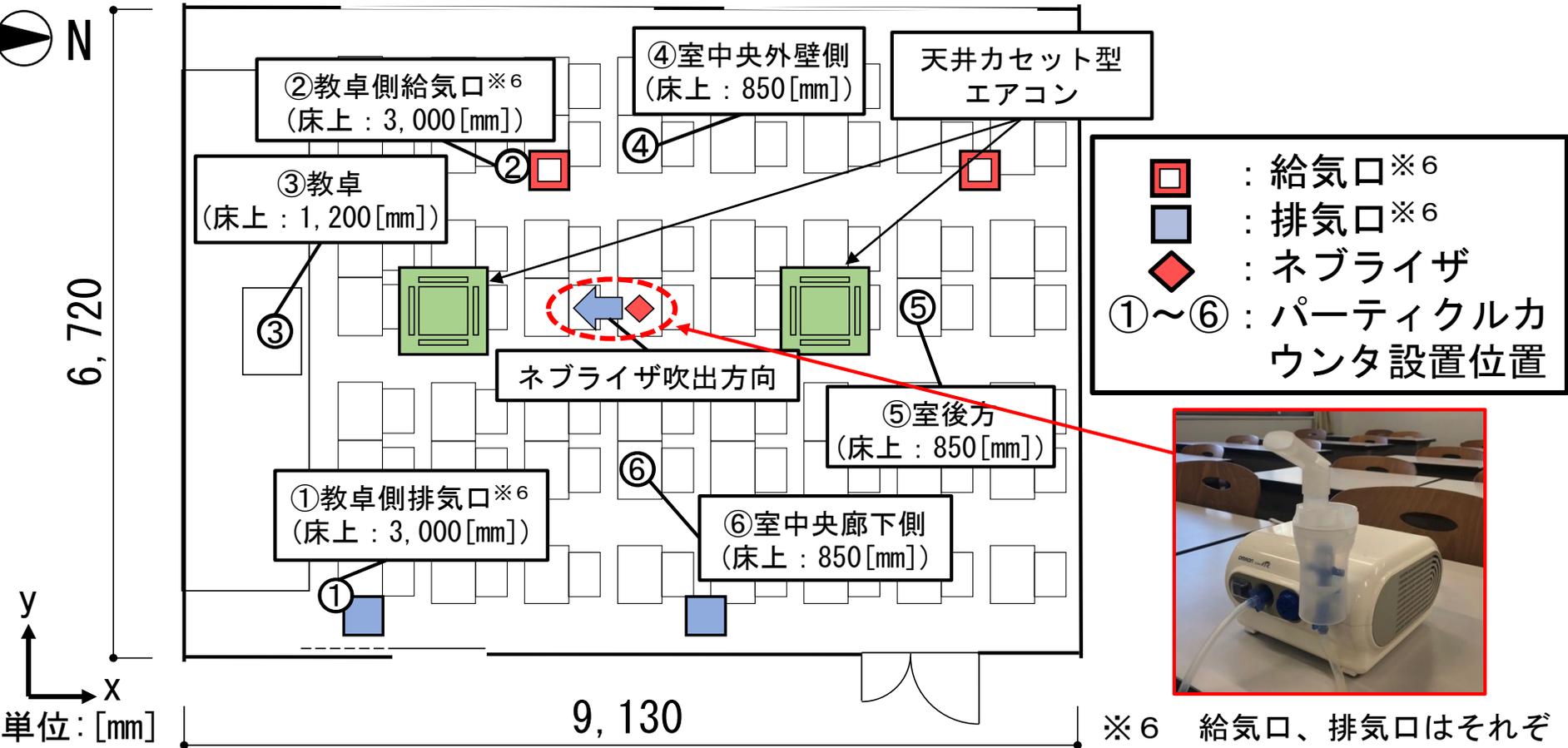


図 8 実測対象の教室平面

噴霧開始からの経過時間を $t$ とし、 $t=0\sim 120[\text{min}]$ は噴霧を行い、 $t=120\sim 240[\text{min}]$ は停止し、飛沫濃度を測定する。

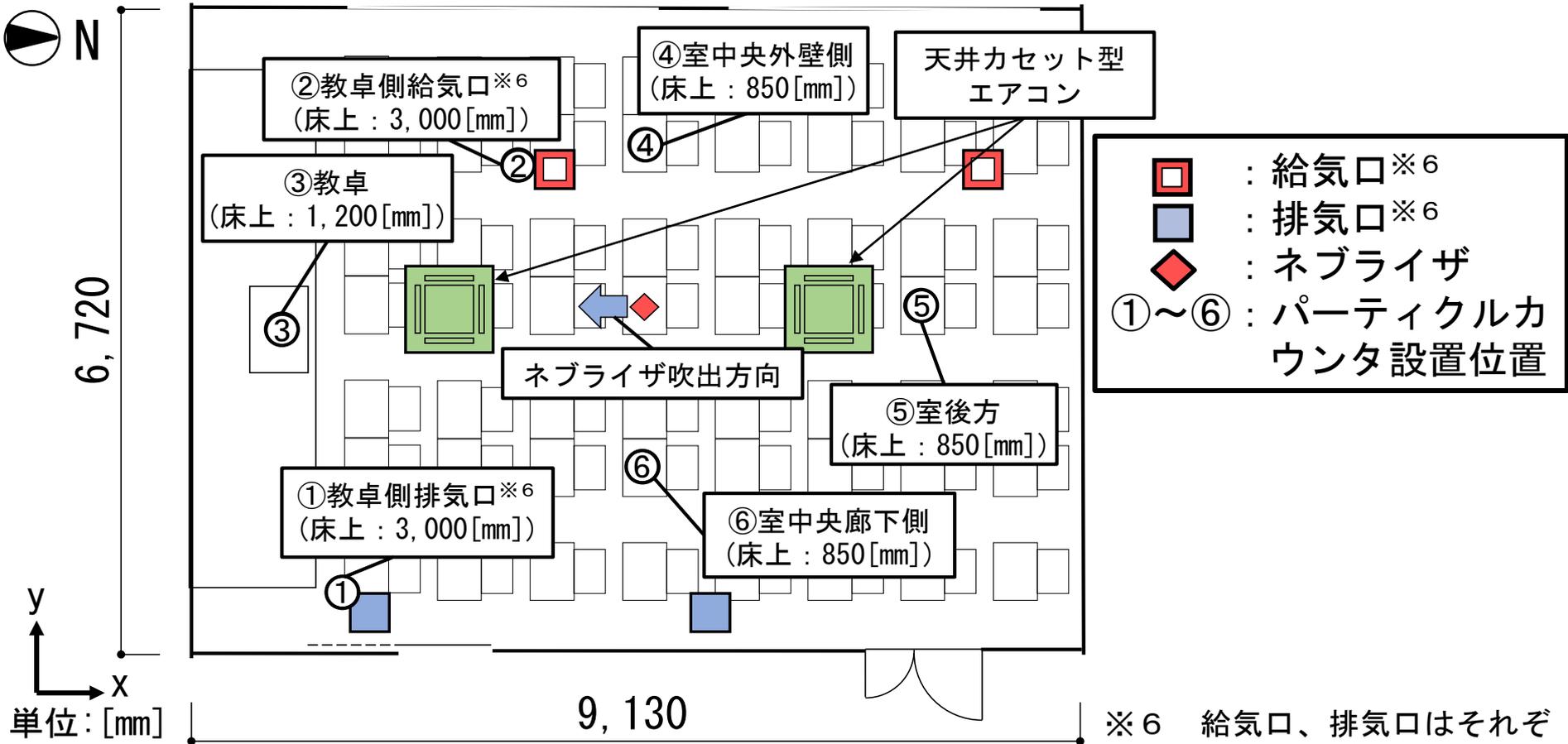


図 8 実測対象の教室平面

caseAは、全熱交換換気扇を普通換気（熱交換無）、caseBは全熱交換換気とし、風量は強（定格風量：650[m<sup>3</sup>/h]）とする。

表 3 実測条件

case	全熱交換換気扇 × 2 [台]		天井カセット型エアコン × 2 [台]	
	風量 (定格風量)	運転方式	風量 (定格風量)	風向
caseA	強 (650[m <sup>3</sup> /h])	普通 (熱交換無)	急 (1,470[m <sup>3</sup> /h])	無
caseB		全熱交換		
caseC	強 (650[m <sup>3</sup> /h])	普通 (熱交換無)	急 (1,470[m <sup>3</sup> /h])	水平
caseD				下向き
caseE		全熱交換		水平
csaeF				下向き

caseC~caseFは、caseA(普通換気)、caseB(熱交換換気)に加えてエアコン稼働させ、風向はそれぞれ水平、下向きとする。

表3 実測条件

case	全熱交換換気扇×2[台]		天井カセット型エアコン×2[台]	
	風量(定格風量)	運転方式	風量(定格風量)	風向
caseA		普通(熱交換無)	無	
caseB		全熱交換		
caseC	強 (650[m <sup>3</sup> /h])	普通(熱交換無)	急 (1,470[m <sup>3</sup> /h])	水平
caseD				下向き
caseE		全熱交換		水平
caseF				下向き

パーティクルカウンタは、各粒径区分の個数濃度を測定する。



図 パーティクル  
カウンタ

表4 パーティクルカウンタの概要

粒径区分 (代表粒径(沈降速度) <sup>※7</sup> )	0.3~0.5 [ $\mu\text{m}$ ] (0.40 [ $\mu\text{m}$ ] (0.0048 [mm/s])) 0.5~1.0 [ $\mu\text{m}$ ] (0.73 [ $\mu\text{m}$ ] (0.0158 [mm/s])) 1.0~2.0 [ $\mu\text{m}$ ] (1.42 [ $\mu\text{m}$ ] (0.0601 [mm/s])) 2.0~5.0 [ $\mu\text{m}$ ] (3.14 [ $\mu\text{m}$ ] (0.2944 [mm/s])) 5.0 [ $\mu\text{m}$ ]以上 (5.00 [ $\mu\text{m}$ ] (0.7470 [mm/s]))
流量	2.83 [L/min]
測定可能最大個数濃度	140,000,000 [個/ $\text{m}^3$ ]

※7 各粒形区分の個数濃度から回帰直線を算出し、それぞれの粒形範囲の体積を個数濃度で加重平均した時の粒径。

本研究では、**個数濃度** ([個/L]) から**質量**に換算し、**各粒径区分の質量を積算**することで**重量濃度** ([g/m<sup>3</sup>]) として表す<sup>※8</sup>。



図 パーティクルカウンタ

表4 パーティクルカウンタの概要

粒径区分 (代表粒径(沈降速度) <sup>※7</sup> )	0.3~0.5 [ $\mu\text{m}$ ] (0.40 [ $\mu\text{m}$ ] (0.0048 [mm/s])) 0.5~1.0 [ $\mu\text{m}$ ] (0.73 [ $\mu\text{m}$ ] (0.0158 [mm/s])) 1.0~2.0 [ $\mu\text{m}$ ] (1.42 [ $\mu\text{m}$ ] (0.0601 [mm/s])) 2.0~5.0 [ $\mu\text{m}$ ] (3.14 [ $\mu\text{m}$ ] (0.2944 [mm/s])) 5.0 [ $\mu\text{m}$ ]以上 (5.00 [ $\mu\text{m}$ ] (0.7470 [mm/s]))
流量	2.83 [L/min]
測定可能最大個数濃度	140,000,000 [個/m <sup>3</sup> ]

※7 各粒形区分の個数濃度から回帰直線を算出し、それぞれの粒形範囲の体積を個数濃度で加重平均した時の粒径。

※8 重量濃度の算出において、粒形は球形、直径は代表粒形(表4)と仮定し、密度は食塩(2.16[g/cm<sup>3</sup>])を使用している。尚、粒形5.0 [ $\mu\text{m}$ ]以上の飛沫は、測定結果のばらつきが大きいため考慮していない。

尚、外気の粉塵濃度を考慮し、各測定点の重量濃度は、②教卓側給気口の重量濃度を減じている。

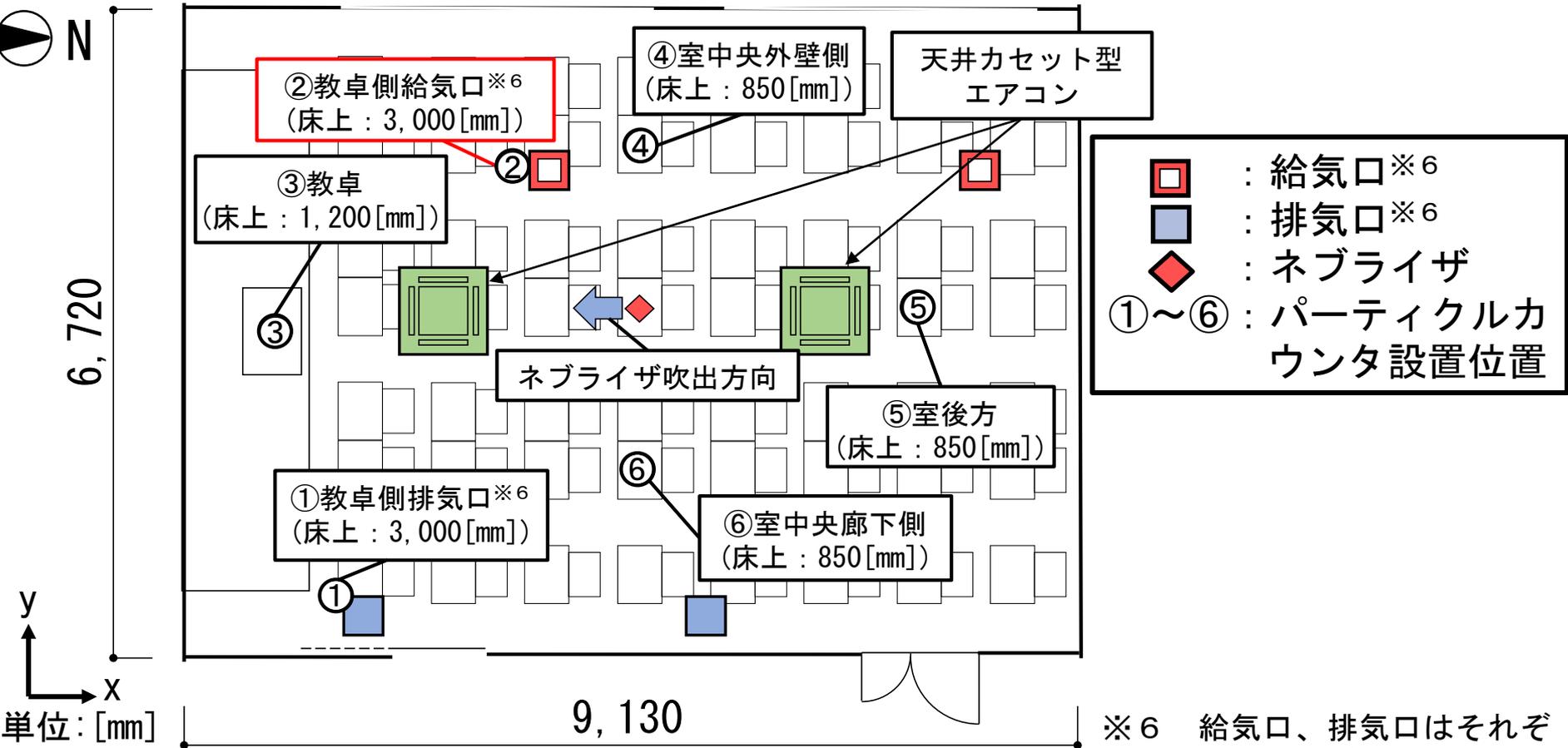


図 8 実測対象の教室平面

※6 給気口、排気口はそれぞれ給排気グリルが設置されている。



排気口基準濃度は、caseAでは④室中央外壁側が1.3程度、⑥室中央廊下側が1.2程度と相対的に高くなる。

①～⑥：パーティクルカウンタ設置位置

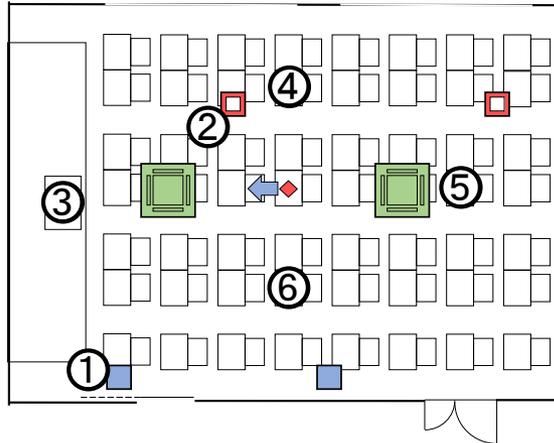


図8 実測対象の教室平面

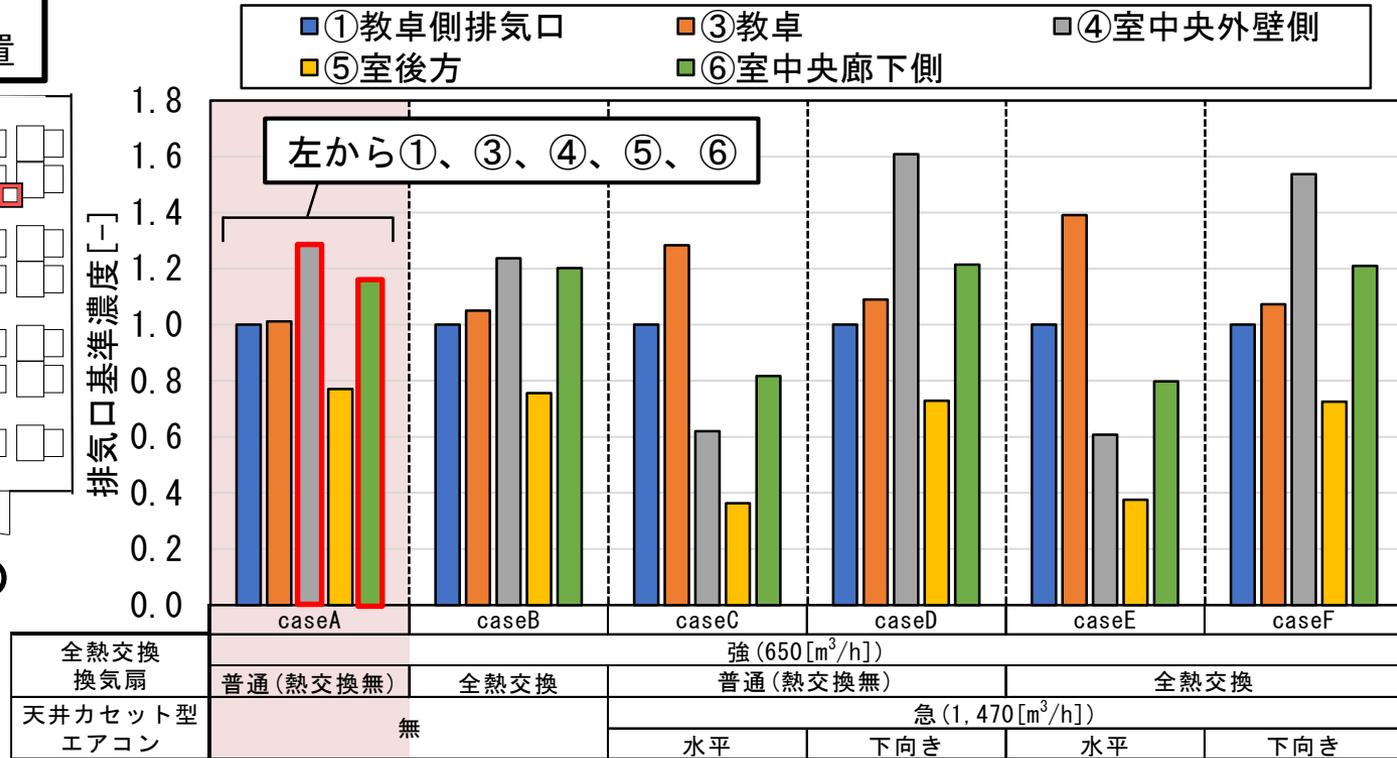


図9 各caseにおける排気口基準濃度

全てのcaseにおいて⑤室後方の排気口基準濃度は最も低くなる。

①～⑥：パーティクルカウンタ設置位置

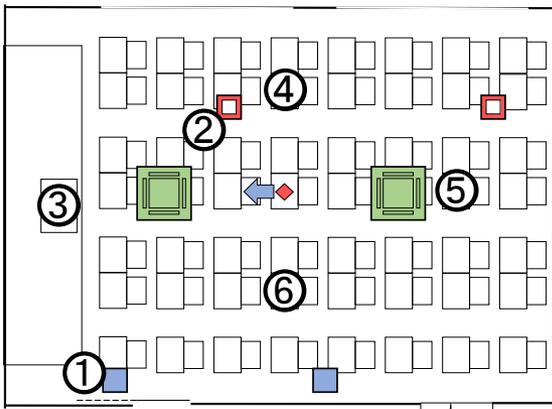


図8 実測対象の教室平面

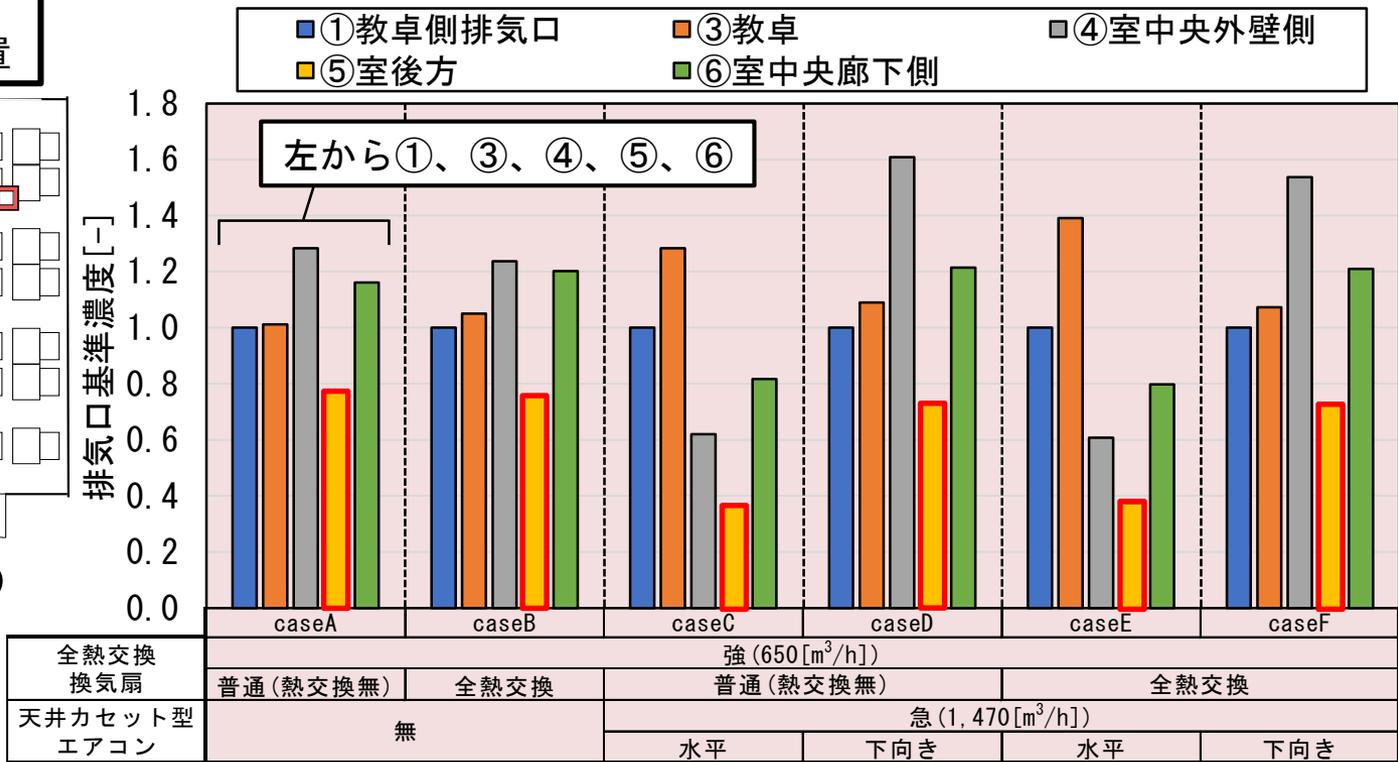


図9 各caseにおける排気口基準濃度

全熱交換換気扇を熱交換換気としたcaseと普通換気の場合を比較すると濃度分布の差異は殆どみられない。

①～⑥：パーティクルカウンタ設置位置

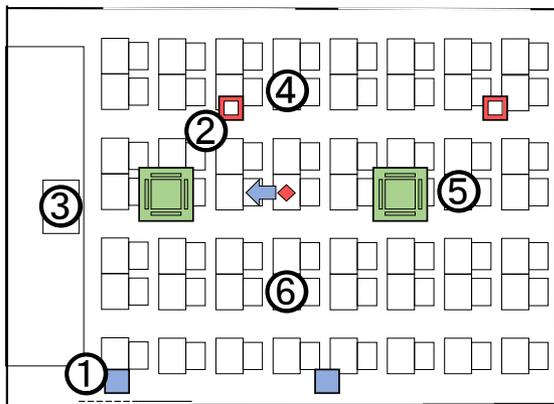


図8 実測対象の教室平面

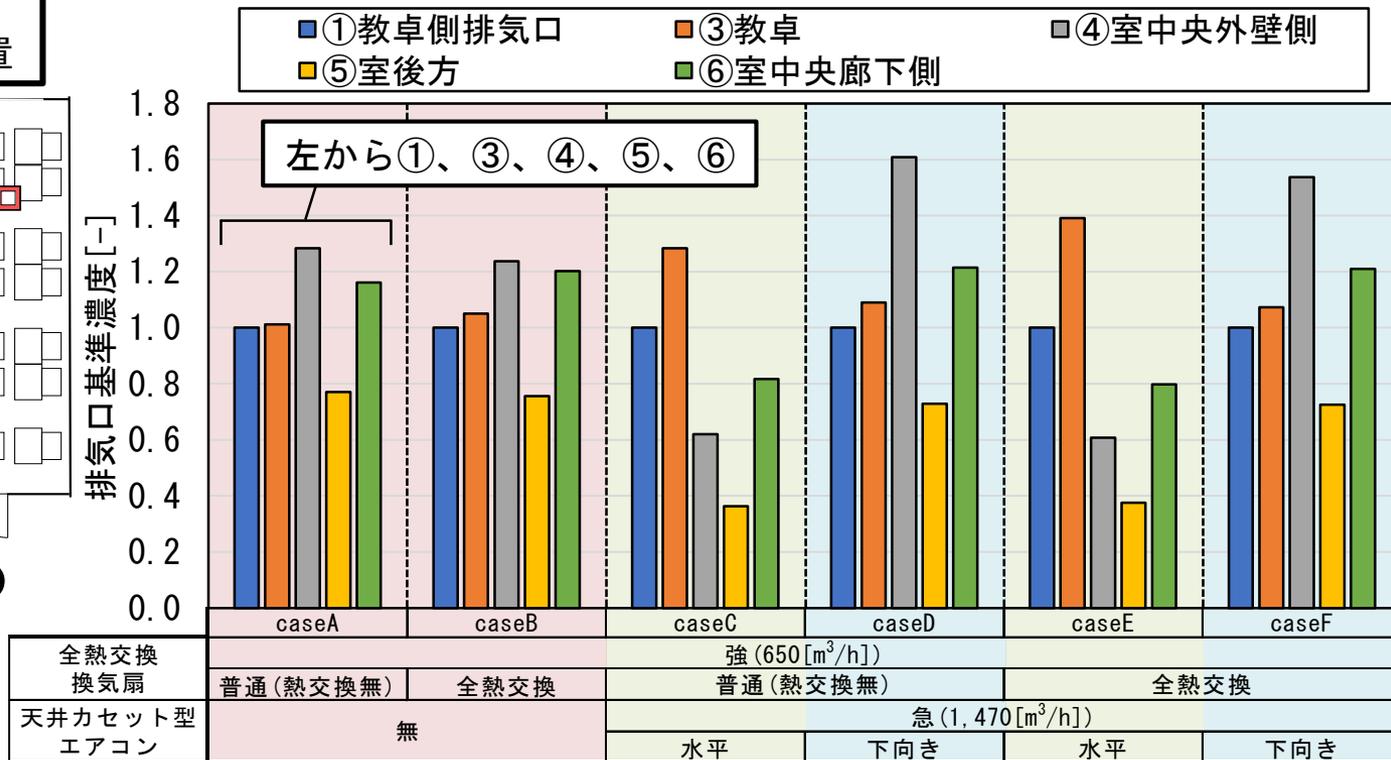


図9 各caseにおける排気口基準濃度

これは室内外の温度差が小さいためと考えられる※11。

①～⑥：パーティクルカウンタ設置位置

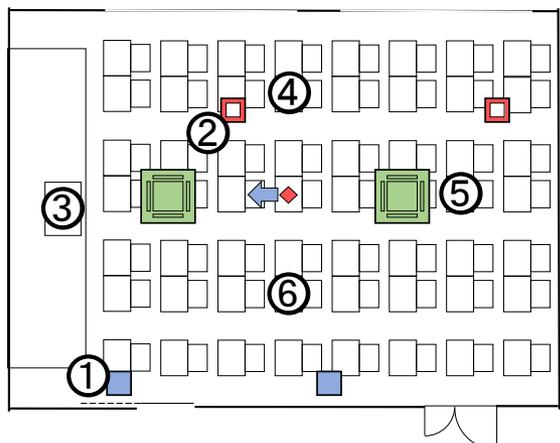


図8 実測対象の教室平面

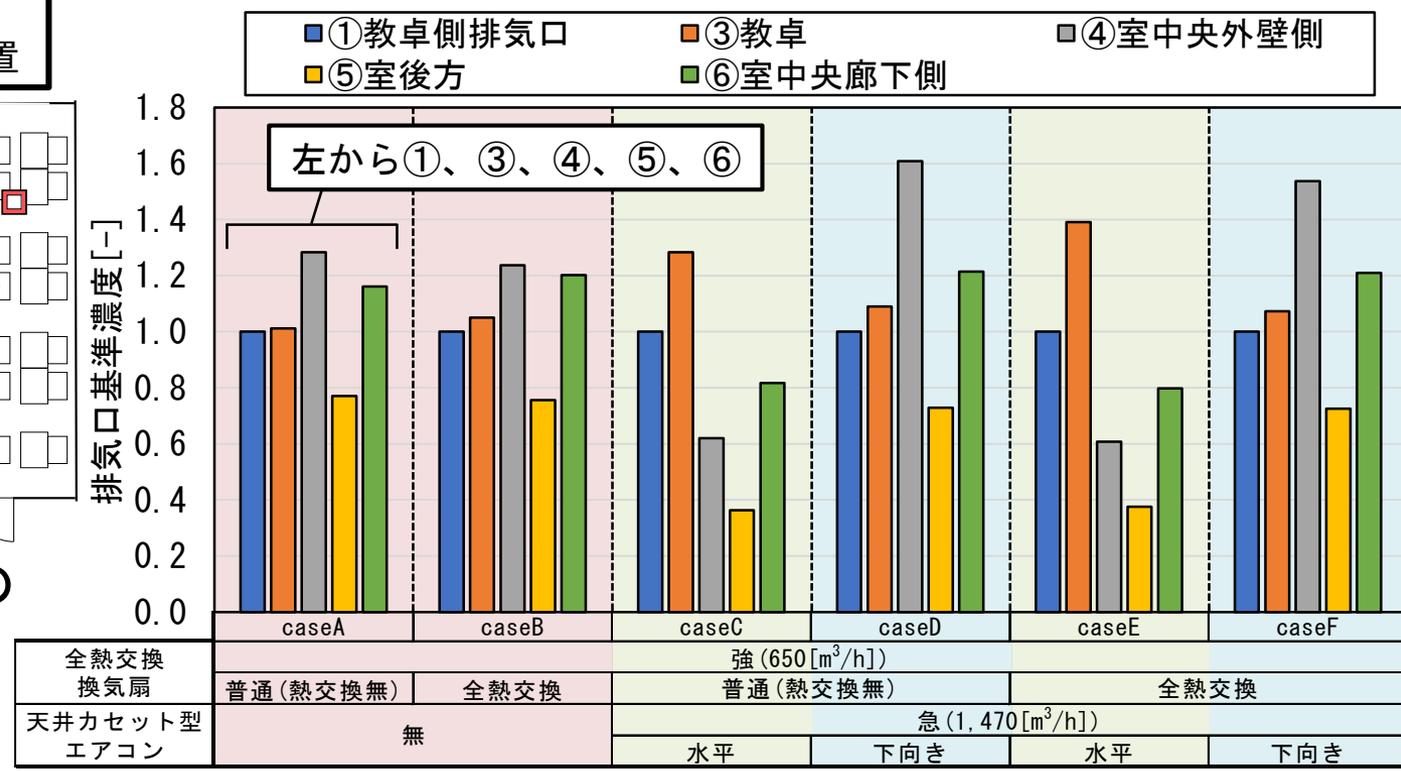


図9 各caseにおける排気口基準濃度

※11 t=0～120[min]における平均室温は、caseAでは25.5[°C]、caseBでは24.2[°C]、平均外気温はcaseAでは23.9[°C]、caseBでは20.5[°C]である。

**汚染質到達齢は、全熱交換換気扇のみを稼働したcaseA、caseBでは④室中央外壁側が50~250[s]となり比較的短い**

①~⑥：パーティクルカウンタ設置位置

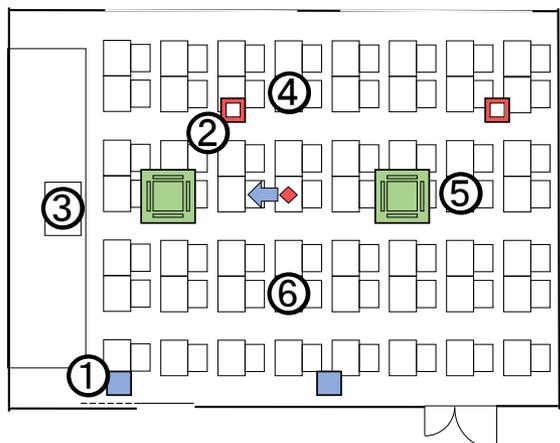


図8 実測対象の教室平面

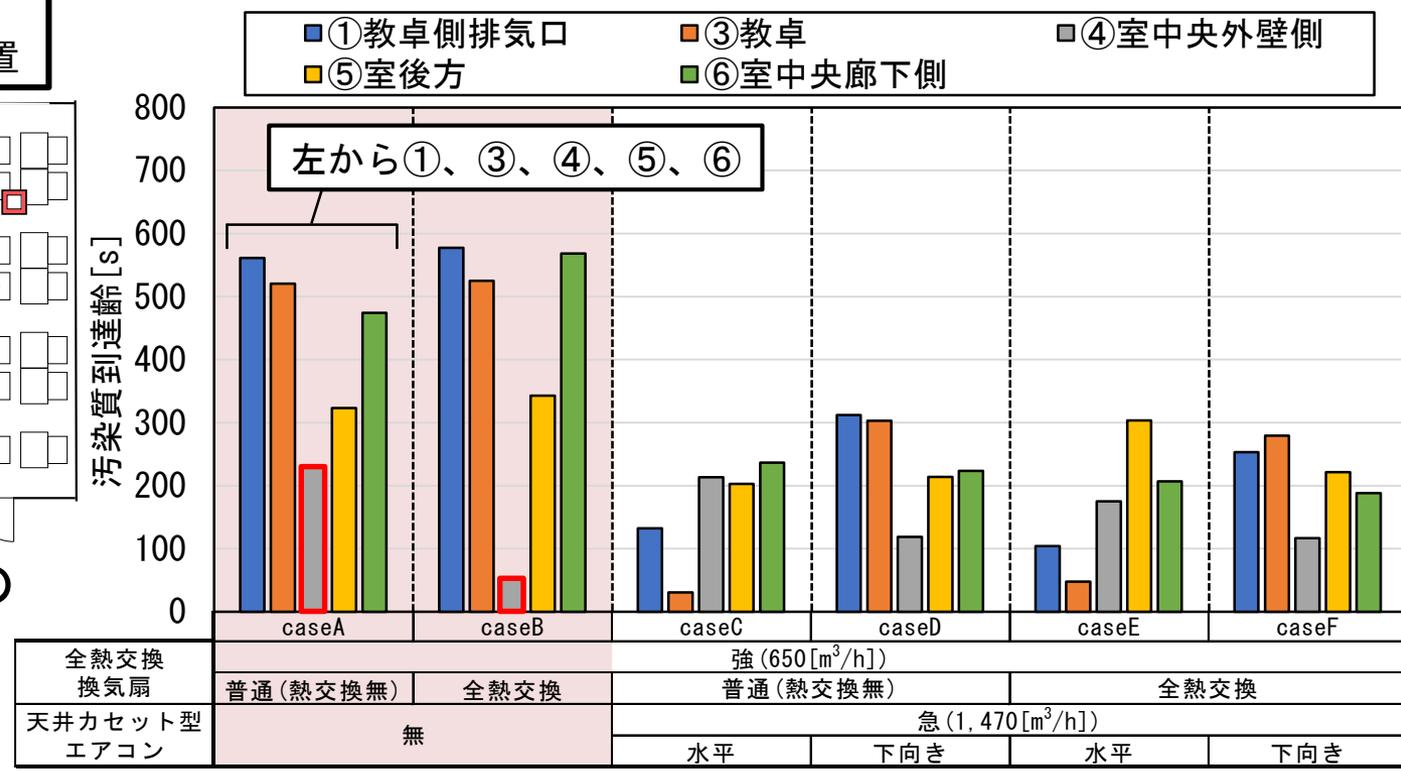


図10 各caseにおける汚染質到達齢

全熱交換換気扇	普通(熱交換無)	全熱交換	強(650[m <sup>3</sup> /h])	
天井カセット型エアコン	無		普通(熱交換無)	全熱交換
	急(1,470[m <sup>3</sup> /h])			
			水平	下向き
			水平	下向き

他の計測点の汚染質到達齢は、300～600[s]となる。

①～⑥：パーティクルカウンタ設置位置

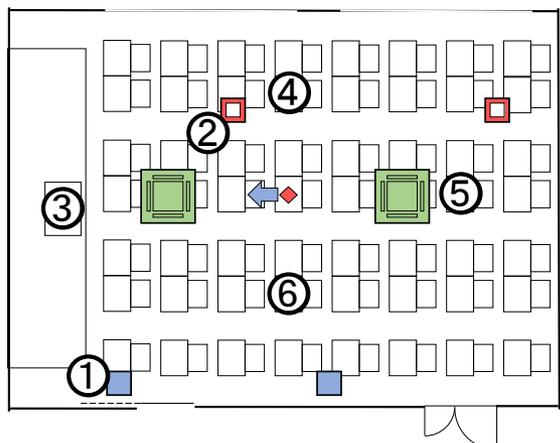


図8 実測対象の教室平面

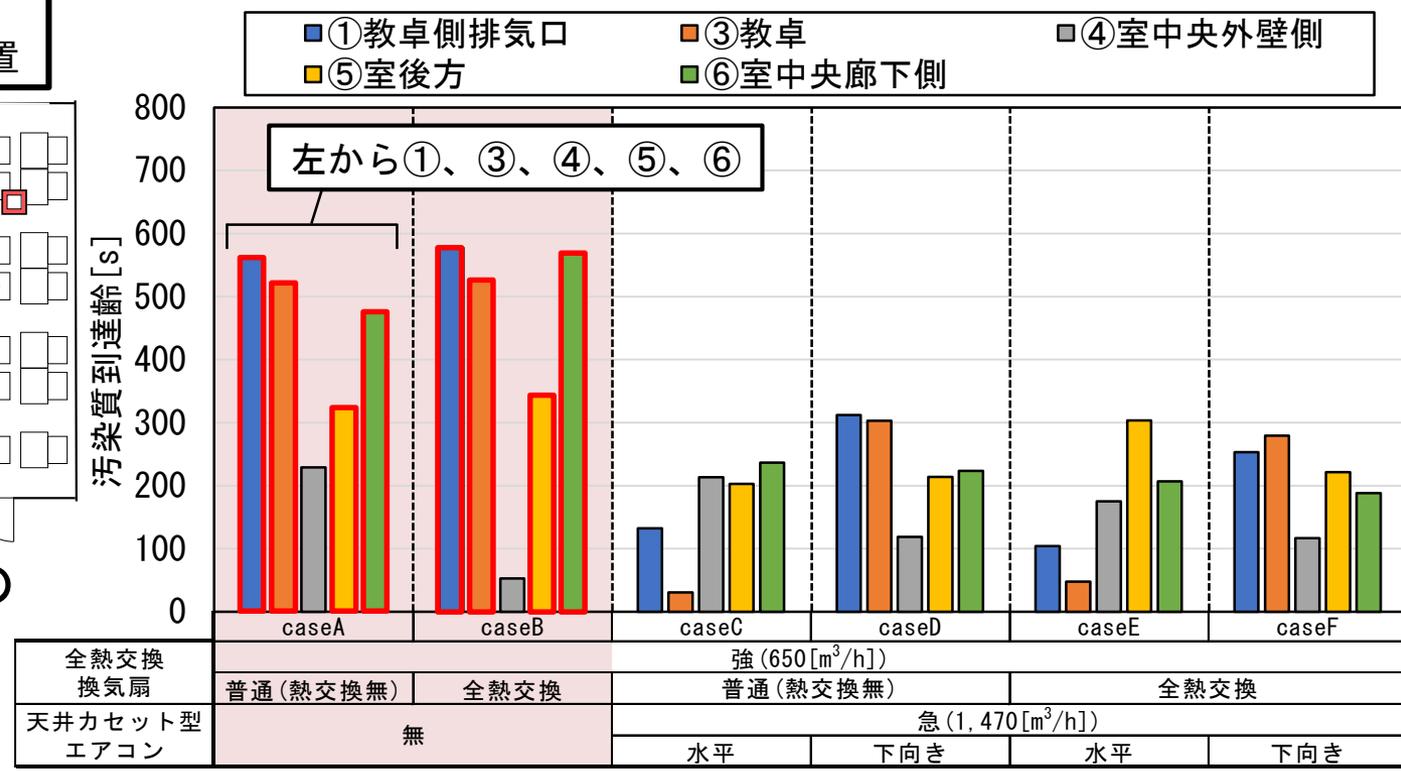


図10 各caseにおける汚染質到達齢

エアコン稼働したcaseC~caseFにおいて各計測点の汚染質到達齢は、50~300[s]となり、caseA、caseBに比較して短くなる傾向にある。

①~⑥：パーティクルカウンタ設置位置

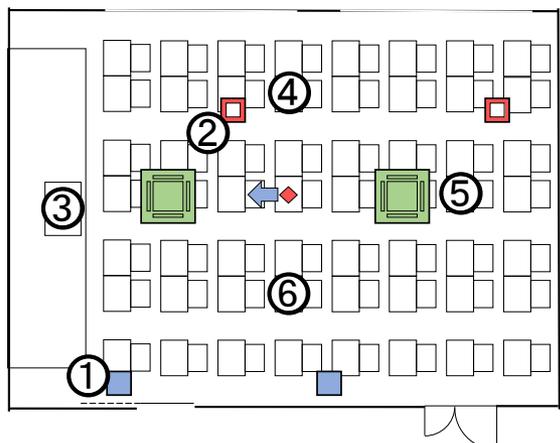


図8 実測対象の教室平面

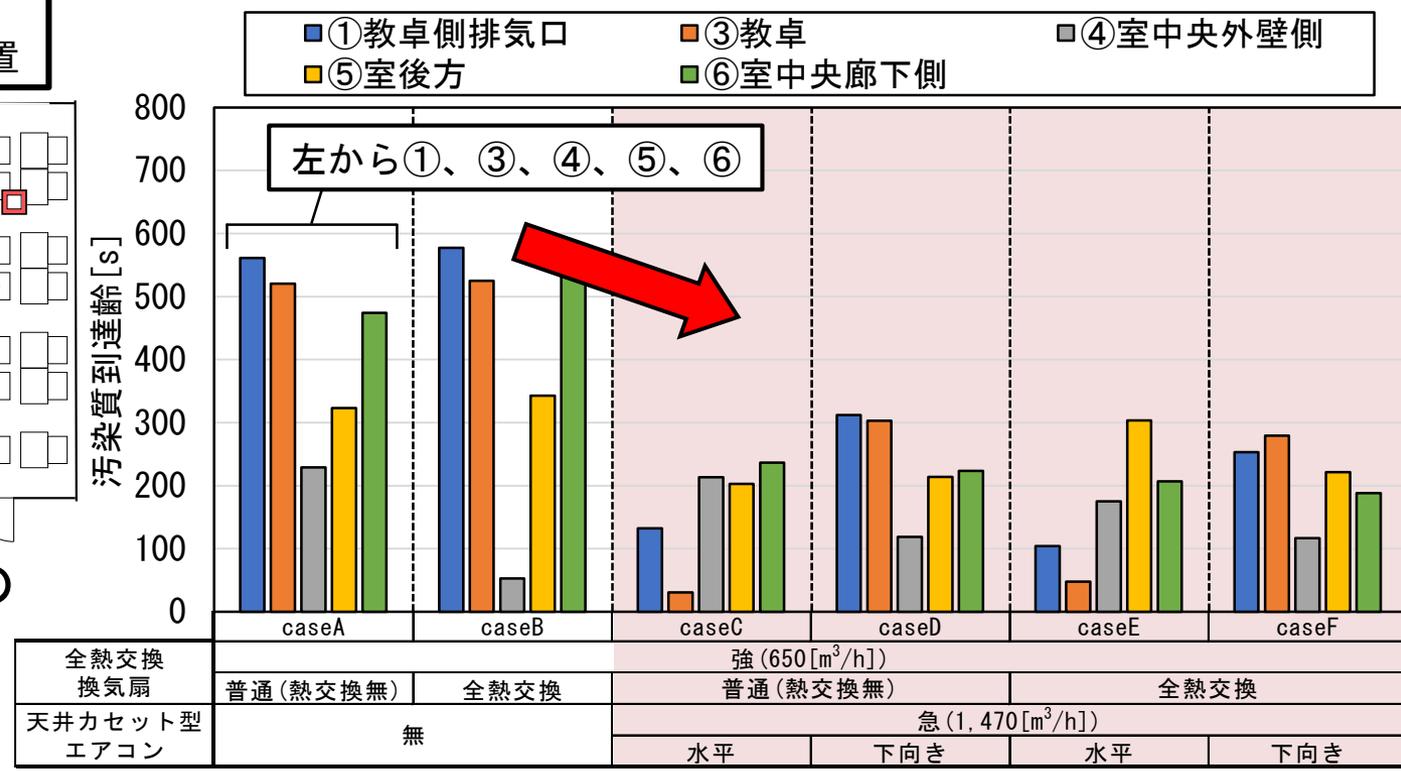


図10 各caseにおける汚染質到達齢

解析領域は9.13[m] (x) × 6.72[m] (y) × 3.00[m] (z)、流入境界※12は、ネブライザの吹出風速は1.5[m/s]※13、全熱交換換気扇及びエアコンはそれぞれ定格風量とする。

表3 実測条件

case	全熱交換換気扇 × 2 [台]		天井カセット型エアコン × 2 [台]	
	風量 (定格風量)	運転方式	風量 (定格風量)	風向
caseA	強 (650[m <sup>3</sup> /h])	普通 (熱交換無)	無	
caseB		全熱交換		
caseC		普通 (熱交換無)	急 (1,470[m <sup>3</sup> /h])	水平
caseD		全熱交換		下向き
caseE				水平
caseF				下向き

表5 CFD解析方法

乱流モデル	標準k-εモデル		
解析領域	9.13[m] (x) × 6.72[m] (y) × 3.00[m] (z)		
		ネブライザ吹出風速	1.5[m/s]※13
境界条件	流入境界※12	全熱交換換気扇	定格風量 (表3)
		天井カセット型エアコン	
	表面境界	床	壁面对数則
		モデル面	
	熱境界	断熱	
輻射境界	輻射率0.9		
温度	25[°C]		
飛沫	代表粒径(表4)		

※12 粒子画像流速測定法 (PIV : Particle Image Velocimetry) を用いてネブライザ、全熱交換換気扇、エアコンの風向・風速測定を行い、測定結果を境界条件に設定した。また、排気・給気間の飛沫移行率を14.4[%]、エアコンの飛沫除去率を0[%]とする。

※13 流量収支を合わせるため、ネブライザの吹出風量分を排気風量に加えているが、排気風量に対して0.08[%]である為、影響は極めて少ないと考えられる。

# 解析条件

解析領域は9.13[m] (x) × 6.72[m] (y) × 3.00[m] (z)、**流入境界**※12は、**ネブライザの吹出風速は1.5[m/s]**※13、**全熱交換換気扇及びエアコン**はそれぞれ**定格風量**とする。

表3 実測条件

case	全熱交換換気扇 × 2 [台]		天井カセット型エアコン × 2 [台]	
	風量 (定格風量)	運転方式	風量 (定格風量)	風向
caseA	強 (650[m <sup>3</sup> /h])	普通 (熱交換無)	無	急 (1,470[m <sup>3</sup> /h])
caseB		全熱交換		
caseC		普通 (熱交換無)	水平	
caseD		普通 (熱交換無)	下向き	
caseE		全熱交換	水平	
csaeF		全熱交換	下向き	

表5 CFD解析方法

乱流モデル	標準k-εモデル		
解析領域	9.13[m] (x) × 6.72[m] (y) × 3.00[m] (z)		
境界条件	流入境界※12	ネブライザ吹出風速	1.5[m/s]※13
	表面境界	全熱交換換気扇	定格風量 (表3)
		天井カセット型エアコン	
	熱境界	床	壁面对数則
モデル面			
輻射境界	断熱		輻射率0.9
温度	25[°C]		
飛沫	代表粒径(表4)		

※12 粒子画像流速測定法 (PIV : Particle Image Velocimetry) を用いてネブライザ、全熱交換換気扇、エアコンの風向・風速測定を行い、測定結果を境界条件に設定した。また、排気・給気間の飛沫移行率を14.4[%]、エアコンの飛沫除去率を0[%]とする。

※13 流量収支を合わせるため、ネブライザの吹出風量分を排気風量に加えているが、排気風量に対して0.08[%]である為、影響は極めて少ないと考えられる。

**温度条件は実験時の室温を考慮して25[°C]とし、飛沫は代表粒径(表4)をネブライザから発生させる。**

**表4 パーティクルカウンタの概要**

粒径区分 (代表粒径(沈降速度) <sup>※7</sup> )	0.3~0.5[μm]	(0.40[μm] (0.0048[mm/s]))
	0.5~1.0[μm]	(0.73[μm] (0.0158[mm/s]))
	1.0~2.0[μm]	(1.42[μm] (0.0601[mm/s]))
	2.0~5.0[μm]	(3.14[μm] (0.2944[mm/s]))
	5.0[μm]以上	(5.00[μm] (0.7470[mm/s]))
流量	2.83[L/min]	
測定可能最大個数濃度	140,000,000[個/m <sup>3</sup> ]	

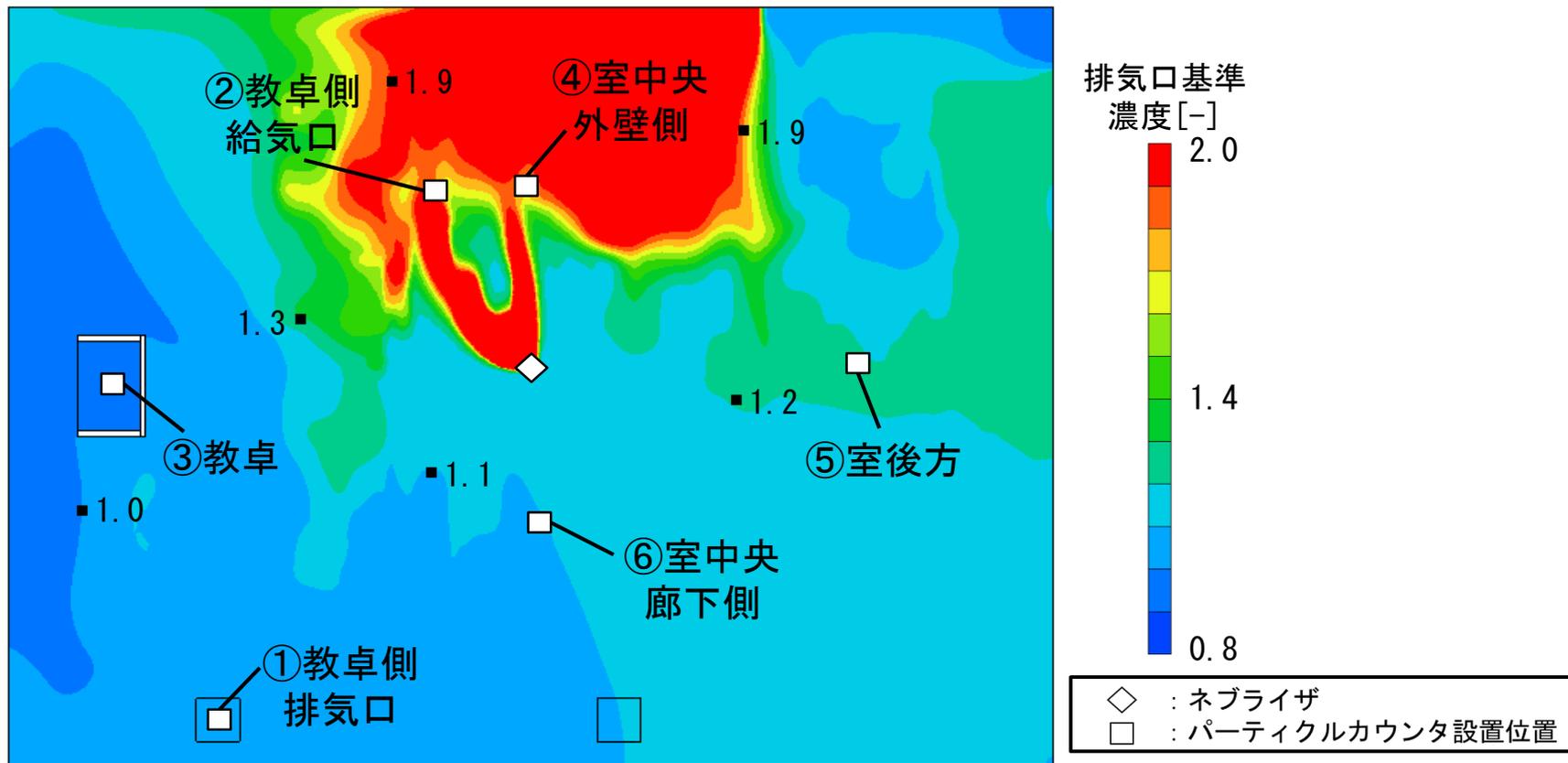
**表5 CFD解析方法**

乱流モデル	標準k-εモデル		
解析領域	9.13[m] (x) × 6.72[m] (y) × 3.00[m] (z)		
境界条件	流入境界 <sup>※12</sup>	ネブライザ吹出風速	1.5[m/s] <sup>※13</sup>
		全熱交換換気扇	定格風量(表3)
		天井カセット型エアコン	
	表面境界	床	壁面对数則
		モデル面	
	熱境界	断熱	
輻射境界	輻射率0.9		
温度	25[°C]		
飛沫	代表粒径(表4)		

※12 粒子画像流速測定法(PIV: Particle Image Velocimetry)を用いてネブライザ、全熱交換換気扇、エアコンの風向・風速測定を行い、測定結果を境界条件に設定した。また、排気・給気間の飛沫移行率を14.4[%]、エアコンの飛沫除去率を0[%]とする。

※13 流量収支を合わせるため、ネブライザの吹出風量分を排気風量に加えているが、排気風量に対して0.08[%]である為、影響は極めて少ないと考えられる。

caseAにおいて排気口基準濃度は、④室中央外壁側が高い傾向となり、実測結果と同様となる。



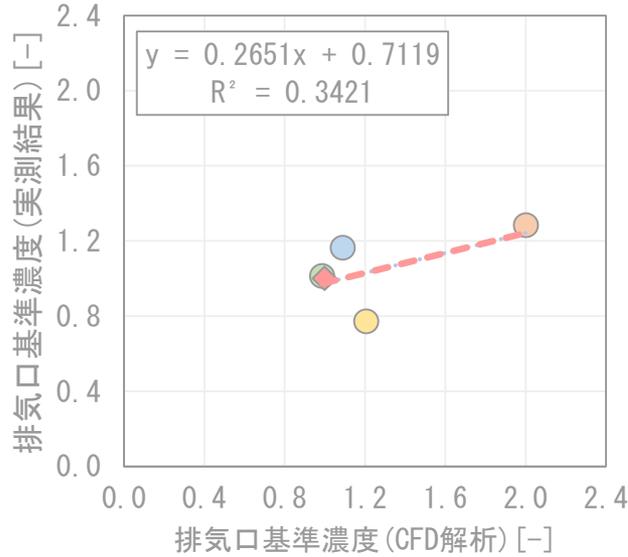
水平断面 (z=850 [mm])

(a) caseA (普通換気、エアコン無)

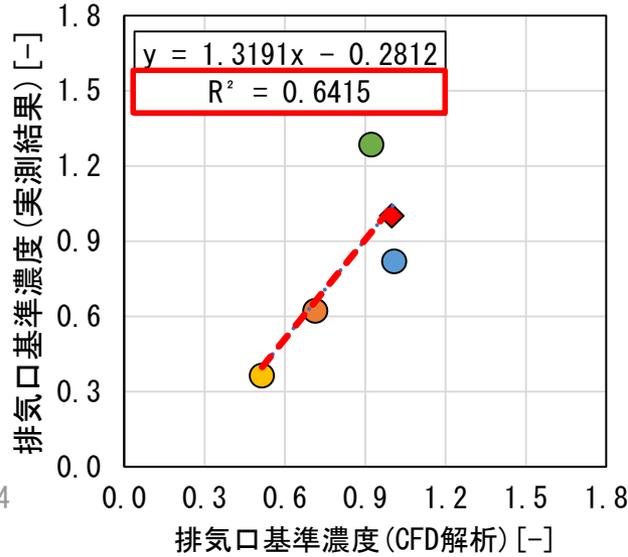
図11 代表caseにおける定常時の排気口基準濃度分布

排気口基準濃度において実測結果とCFD解析結果の決定係数は、エアコンを稼働したcaseC、caseDで0.60以上と比較的高く、caseAで0.34となる。

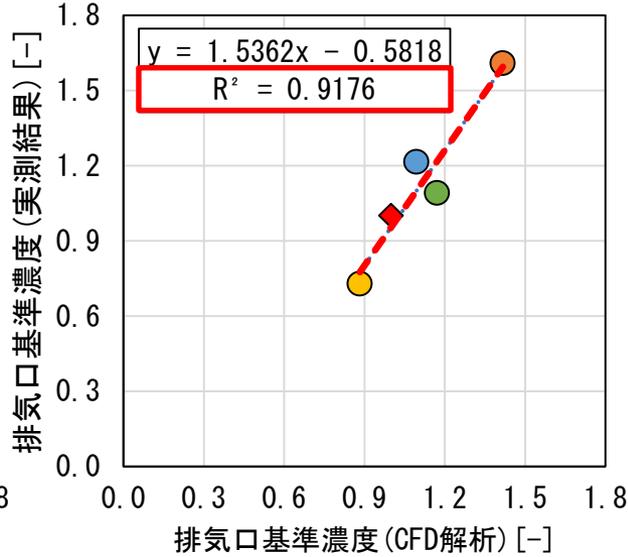
- ◆ : ①教卓側排気口
- : ③教卓
- : ④室中央外壁側
- : ⑤室後方
- : ⑥室中央廊下側



(a) caseA  
(普通換気、エアコン無)



(b) caseC  
(普通換気、エアコン水平)

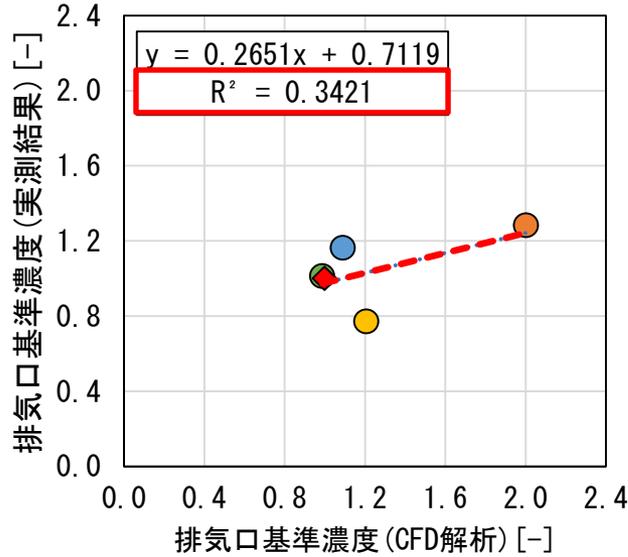


(c) caseD  
(普通換気、エアコン下向き)

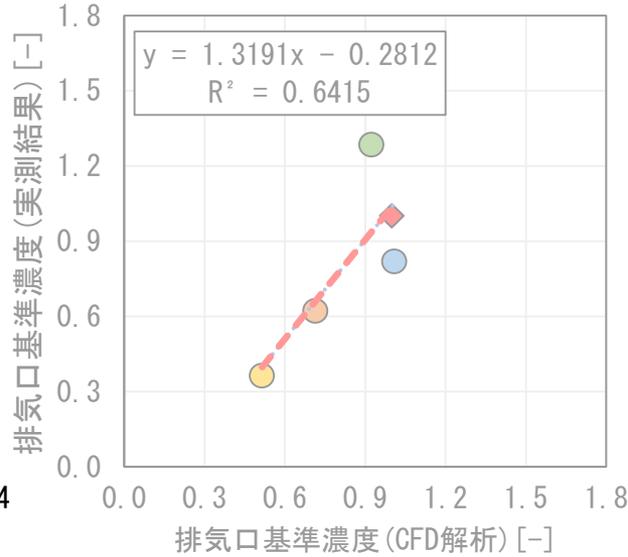
図12 実測結果とCFD解析結果における濃度分布の比較

排気口基準濃度において実測結果とCFD解析結果の決定係数は、エアコンを稼働したcaseC、caseDで0.60以上と比較的高く、caseAで0.34となる。

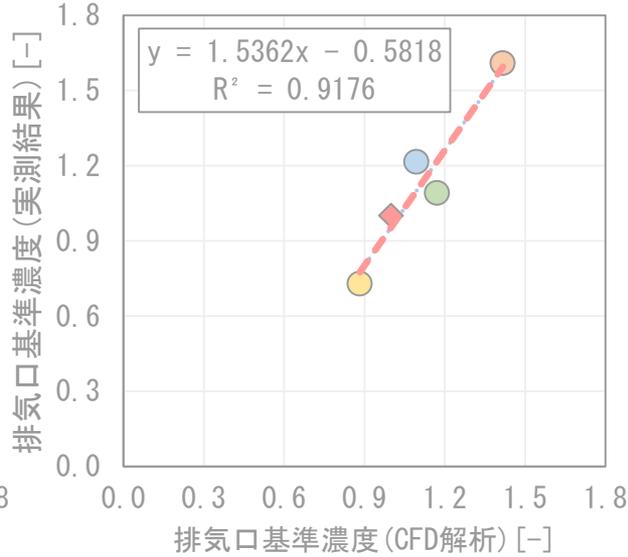
- ◆ : ①教卓側排気口
- : ③教卓
- : ④室中央外壁側
- : ⑤室後方
- : ⑥室中央廊下側



(a) caseA  
(普通換気、エアコン無)



(b) caseC  
(普通換気、エアコン水平)



(c) caseD  
(普通換気、エアコン下向き)

図12 実測結果とCFD解析結果における濃度分布の比較

# 解析結果

排気口基準濃度において実測結果とCFD解析結果の決定係数は、エアコンを稼働したcaseC、caseDで0.60以上と比較的高く、caseAで0.34となる。

室内での濃度分布の相対的な傾向は実測とCFD解析で同様であり、CFDにより実際の教室での飛沫の拡散状況を概ね再現できたと考えられる。

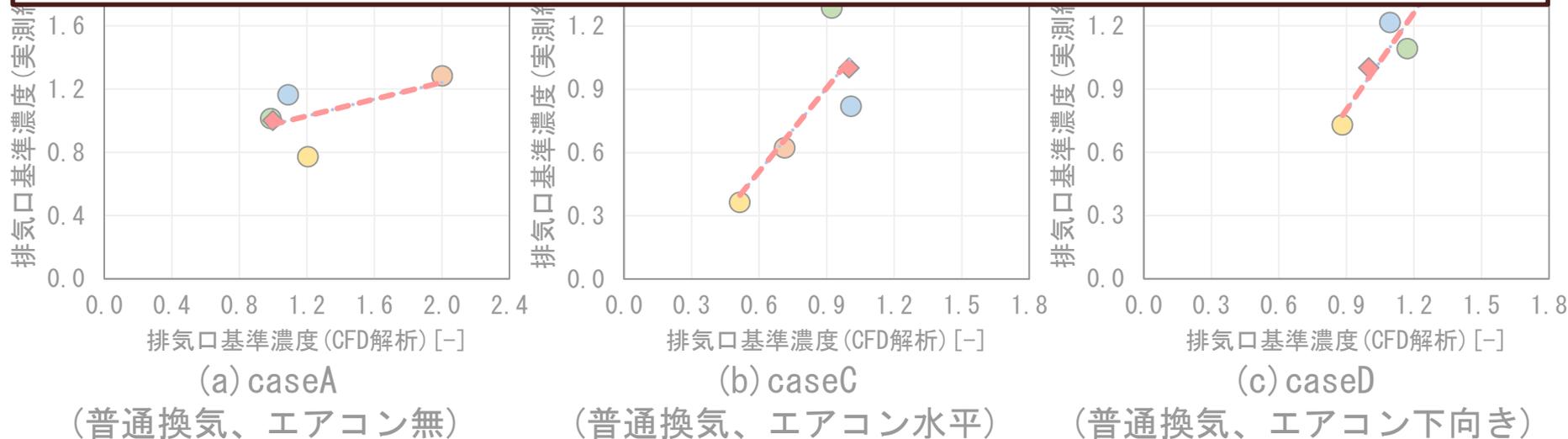


図12 実測結果とCFD解析結果における濃度分布の比較

### 5.1 単純な室における飛沫の拡散性状

- ① 粒径が $10[\mu\text{m}]$ の飛沫は、呼出された後、人体周辺の上昇気流により天井付近に移動する。
- ② 天井カセット型を設置したcase4の排出・除去率は、 $t=600[\text{s}]$ で $100[\%]$ と極めて良好な値となる。

### 5.2 教室における飛沫濃度の実測

- ① caseAにおいて排気口基準濃度は、④室中央外壁側が1.3程度、⑥室中央廊下側が1.2程度と相対的に高くなる。
- ② 全熱交換換気扇を熱交換換気としたcaseにおいて普通換気のcaseと比較して濃度分布の差異は殆どみられない。

### 5.3 教室における飛沫濃度のCFD解析

- ① 排気口基準濃度において実測結果とCFD解析結果の決定係数は、空調機を稼働したcaseC、caseDで0.60以上と比較的高いが、caseAで0.34となる。
- ② 室内での濃度分布の相対的な傾向は実測とCFD解析で同様であり、CFDにより実際の教室での飛沫の拡散状況を概ね再現できたと考えられる。