

クリーンパーティションを用いたプッシュプル気流の感染リスク低減効果

このレポートについてのお問合せ TEL 048-936-3033(代表) FAX 048-936-3307 部署/研究所 真家未妃

1. はじめに

インフルエンザや結核などの感染症は、患者の咳やくしゃみにより粒子が飛散し、粘膜への付着もしくは吸入により感染する。予防方法として飛散した病原体を速やかに除去することが有効であり、一つの手法としてプッシュプル気流を用いた方式がある。

本報告は薄型空気清浄機であるクリーンパーティション(以下 ACP と記す)を用いて形成したプッシュプル気流による感染リスクの低減効果を評価した。

2. 模擬咳装置の開発

本実験にあたり咳を安定的に発生させる模擬咳装置を開発した。装置の構造を図 1 に示す。ネブライザのジェットノズルにて生成した菌液の微小粒子を容器内に一定時間溜める。模擬咳スイッチを押すとパルスジェットバルブが瞬間的に開放されて圧縮空気が一気に容器内に放出され、上部の噴霧ノズルから菌を含む模擬咳が発生する。噴霧する菌は枯草菌の一種であり、人体に対する病原性を持たない BN 菌を用いた。

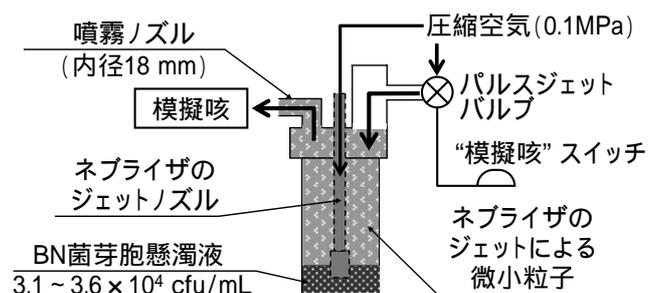


図 1 模擬咳装置の構造

3. 模擬咳によるプッシュプル気流試験

BN 菌を含む模擬咳を 10 秒間隔で 10 回発生させ、飛沫感染と空気感染の評価を行った。測定条件を表 1 に示す。

病院の診察室を想定し、周囲をビニールブース(5.7 m^W × 2.3 m^D × 2.8 m^H)にて囲った。温度は 24 ~ 28 °C、湿度は 45 ~ 70%RH の成り行きとした。模擬咳装置を患者に、マネキンを医師に見立て、マネキンの口元と模擬咳装置の噴霧口との距離を ACP の外形寸法に合わせて 890 mm とした。咳発生の高さは床上 1,100 mm とした。

ビニールブース内を ISO クラス 6 (クラス 1,000) に清浄化後、各条件において 3 回の実験を行い、平均値にて評価を行った。給気風量 (7.7、12.6 m³ / min)、ACP 間の距離 (1.3、2 m) 及びプッシュプル気流の有無にて比較した。

表 1 測定条件

風量	給気 ACP : 7.7 m ³ /min または 12.6 m ³ /min
	排気 ACP : 13 m ³ /min (一定)
吹出風速	給気 ACP : 0.31 m/sec または 0.50 m/sec
吸込風速	排気 ACP : 0.51 m/sec
ACP 距離	1.3 m または 2 m
循環回数	33 回 / 時 (給気 7.7 m ³ /min + 排気 13 m ³ /min)
	41 回 / 時 (給気 12.6 m ³ /min + 排気 13 m ³ /min)

給気 ACP : ACP-896AHV、排気 ACP : ACP-896CHV

3.1. 飛沫感染実験

3.1.1. 実験方法

飛沫感染実験ではマネキンに直接到達した菌数及びマネキン周囲の浮遊菌を測定した。図2の如く咳気流とプッシュプル気流が直交するよう ACP を配置した(直交設置)。マネキンに寒天培地を取り付け(口元、右肩、左肩)周囲に多孔式サンプラ(100 L/min)とスリットサンプラ(、63 L/min)を設置した。多孔式サンプラ及びスリットサンプラの高さは床上900 mmとした。

短時間の暴露を観察するため、図3の如く多孔式サンプラは15分間、スリットサンプラは20分間測定した。多孔式サンプラとスリットサンプラは流量と吸引時間が異なるため、同一単位(cfu/m³)に換算し比較した。

また設置レイアウトは直交設置と、図4の如く咳気流とプッシュプル気流が45度となる斜め設置の2種を検討した。斜め設置はマネキンを上流または下流側に傾けたAタイプとBタイプについて、直交設置と同様に実験を行った。斜め設置におけるACPの運転条件は、給気風量12.6 m³/min、排気風量13 m³/min、ACP間の距離1.3 mの1条件のみとした。

3.1.2. 実験結果及び考察

実験結果を表2に示す。いずれの条件においても直接付着菌数は大差無いが、浮遊菌はプッシュプル気流により90%以上減少し、特にマネキンが給気寄りとなるAタイプの斜め設置レイアウトが最も効果的であった。

本結果から、大きな飛沫粒子は直進性を持ち、プッシュプル気流を通過しやすいため、咳による飛沫粒子から医師を保護するためには、マスク等の個人用保護具(PPE: Personal Protective Equipment)の併用を推奨する。

斜め設置における気流は図5の如く、Aタイプでは給気気流によってマネキンに直進する咳気流が減速し、排気側に湾曲するため、他のレイアウトと比較して最も感染リスク低減効果が高い。一方、Bタイプでは咳気流が給気気流と沿った形となるため速度が増し、排気側で捕集しきれない粒子がマネキンに到達すると推定できる。

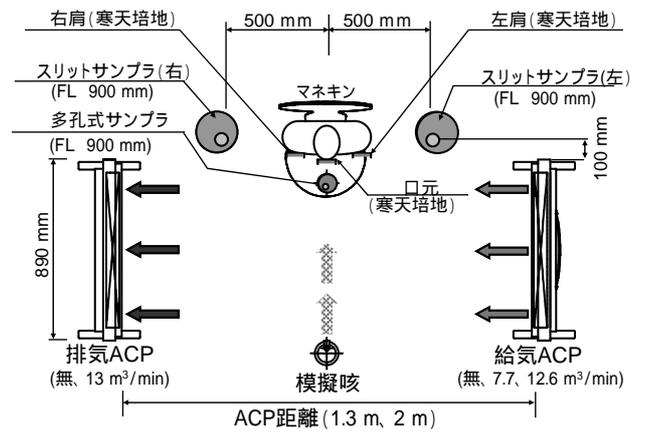


図2 飛沫感染実験レイアウト(直交設置)



図3 飛沫感染実験の運転条件

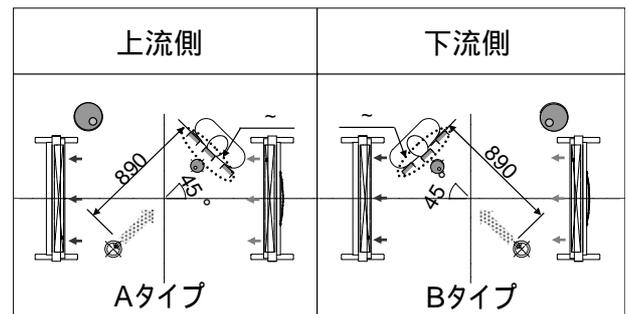


図4 飛沫感染実験レイアウト(斜め設置)

表2 飛沫感染実験結果

設置レイアウト	ACP距離 [m]	給気風量 [m ³ /min]	直接付着菌			浮遊菌			
			口元 [cfu]	右肩 [cfu]	左肩 [cfu]	多孔式サンプラ [cfu/m ³]	スリットサンプラ [cfu/m ³]	スリットサンプラ [cfu/m ³]	
直交	2	ACP無	19.3	3.0	18.3	136.4	6.3	14.0	
		7.7	13.3	3.7	7.7	6.7	1.9	2.1	
		12.6	19.3	7.3	8.7	8.9	1.3	1.3	
		7.7	12.0	2.3	6.0	9.1	1.3	1.3	
斜めA 斜めB	1.3	12.6	16.7	5.3	6.0	5.6	0.8	0.8	
			7.0	6.3	0.0	0.0	0.0	-	-
			15.0	6.3	1.7	5.1	-	-	1.9

総吸引量 多孔式サンプラ：1.50 m³/15分
スリットサンプラ：1.26 m³/20分

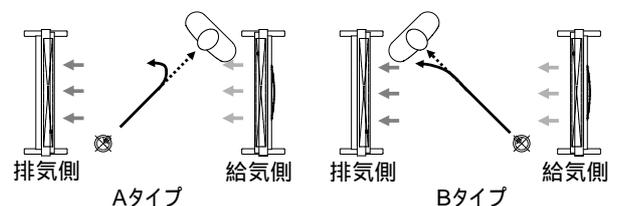


図5 斜め設置における気流

3.2. 空気感染実験

3.2.1. 実験方法

空気感染実験ではプッシュプル気流外へ拡散、浮遊した微小粒子を測定した。図 6 に示す如く、直交設置にて3台のスリットサンブラ(、63 L/min、28.3 L/min)を用いて浮遊菌を測定した。浮遊菌は図 7 の如くスリットサンブラにて 55 分間吸引し、経時変化を観察した。他の条件は直交設置における飛沫感染実験と同様である。

3.2.2. 実験結果及び考察

空気感染実験の結果を表 3 に示す。プッシュプル気流の効果により、全てのスリットサンブラにおいて菌数が 90% 以上減少した。

また、ACP を設置しない場合の測定結果を図 8-1 に、ACP 間の距離 2m、給気風量 7.7 m³/min の結果を図 8-2 に示す。

ACP を設置しない場合、模擬咳の発生から 40 分間継続して菌が捕集された。一方 ACP を運転すると、模擬咳を発生させた時点でのみ菌の捕集がみられたが、以後捕集される菌は非常に少なかった。

本結果より、咳の発生時以外はプッシュプル気流によって室内が常時清浄化されており、プッシュプル気流は空気感染防止に有効である。

4. 室内清浄化実験

4.1. 実験方法

室内に拡散した粒子に対するプッシュプル気流の清浄化能力を検証するため、模擬咳を用いずに菌及び粒子を拡散させたときの汚染低減効果について、プッシュプル気流の有無による比較を行った。

4.7 m^W × 3.1 m^D × 2.5 m^H のブース内に図 9 の如く ACP を配置した。ネブライザにて菌を、線香にて粒子を発生、及び拡散させ、浮遊菌はスリットサンブラにて、浮遊粒子はパーティクルカウンタにて測定した。

ACP 間の距離は 1.3 m とし、給気風量 12.6 m³/min、排気風量 13 m³/min にて運転した。このとき循環回数は 42 回/時である。

実験開始前にブース内を ISO クラス 6 に清浄化した。図 10 に示す如く各装置を運転し、ACP 運転の有無による差異を比較した。

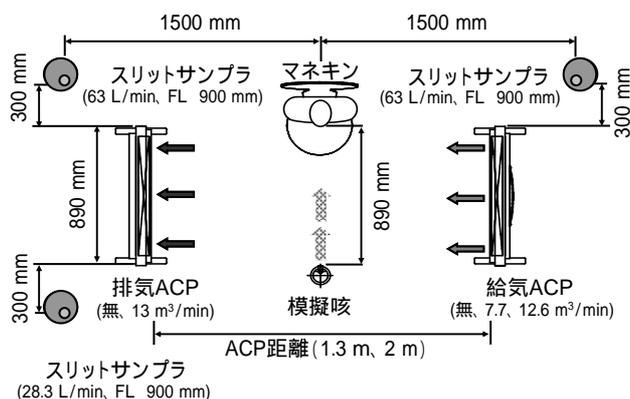


図 6 空気感染実験レイアウト（直交設置）

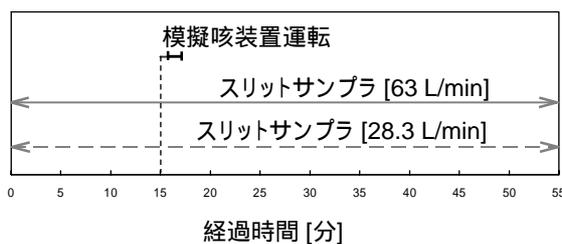


図 7 空気感染実験の運転条件

表 3 空気感染実験結果

(3 回平均値。は 2 回平均)

ACP 距離 [m]	給気風量 [m ³ /min]	スリットサンブラ [cfu/m ³]	スリットサンブラ [cfu/m ³]	スリットサンブラ [cfu/m ³]
ACP無		4.3	6.0	65.7
2	7.7	0.5	0.7	2.6
	12.6	0.7	0.6	5.8
1.3	7.7	0.5	0.7	5.1
	12.6	0.5	0.0	4.7

総吸引量 スリットサンブラ：3.46 m³/55分
スリットサンブラ：1.56 m³/55分

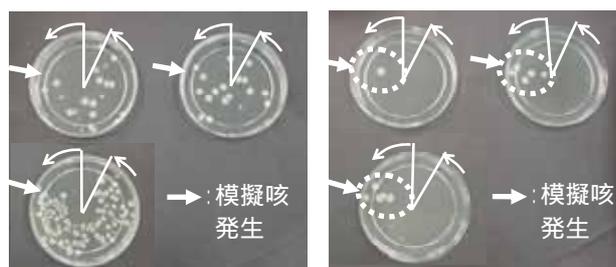


図8-1 ACP無し 図8-2 ACP距離 2m 給気風量 7.7 m³/min
図 8 ACP の有無による菌数の差異

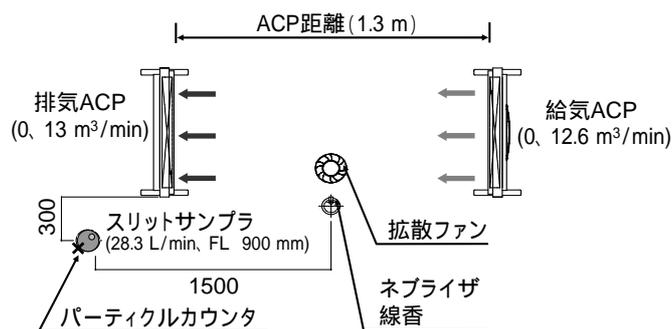


図 9 室内清浄化実験レイアウト

4.2. 実験結果

ACP 運転の有無による粒子数変化を図 11 に示す。粒子発生より 30 分後に粒子濃度は ISO クラス 9(クラス 1,000,000)まで上昇した。ACP 停止時は 30 分経過しても粒子数に変化は無い。しかし ACP を運転すると粒子は減少し、15 分後に初期と同水準である ISO クラス 6 まで清浄化された。

また、浮遊菌数の変化を図 12 に示す。ACP 停止時は多数の菌が継続的に捕集された。一方 ACP を使用すると運転開始直後は捕集される菌もあるが徐々に減少し、10 分後以降は菌が激減した。さらに粒子の発生を停止した B C 間のコロニー数を比較すると、ACP を運転することにより菌数は 95% 以上低減した。

5. まとめ

ACP によるプッシュプル気流の感染リスク低減効果について、模擬咳を用いた検証及び室内に拡散した浮遊菌と粒子について測定を行った。

本プッシュプル気流は循環回数が 33~41 回/時の場合、咳によって拡散した浮遊菌を 90% 以上低減できる。しかし粒径の大きな飛沫菌に対しては PPE の併用が望ましい。さらに給気側の気流が咳方向と斜め、かつ逆行するプッシュプル気流がより効果的である。

また室内清浄化の実験では、循環回数 42 回/時において、室内に拡散した粒子を 15 分間で ISO クラス 9 から ISO クラス 6 まで低下させ、浮遊菌も約 10 分で 95% 以上減少させることができた。

本データが診察室における感染リスク低減計画実施の一助となれば幸いである。

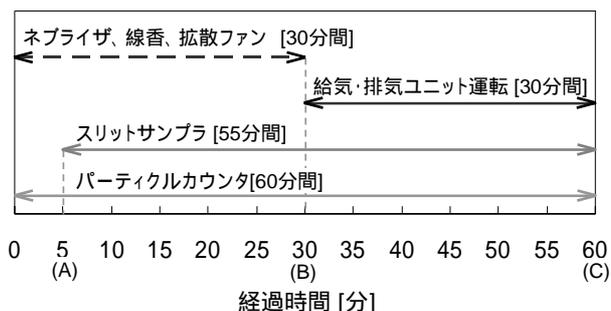


図 10 室内清浄化実験の運転条件

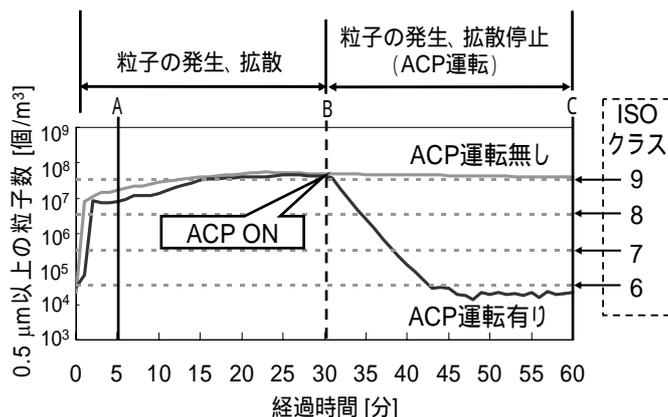


図 11 ACP 運転の有無による粒子数の変化

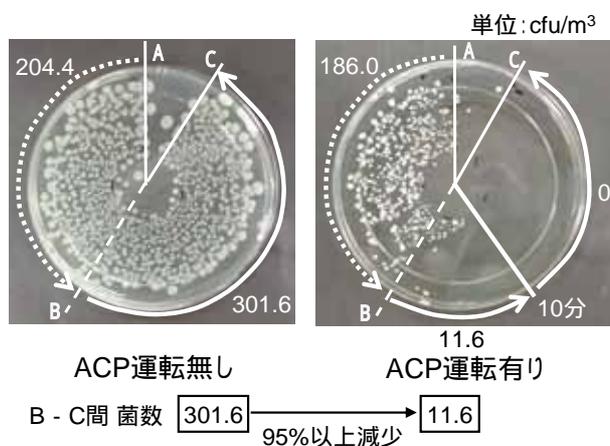


図 12 ACP 運転の有無による菌数の変化

日本エアテック株式会社

本社	〒110-8686 東京都台東区入谷1丁目14番9号	TEL 03-3872-6611	FAX 03-3872-6615
大阪営業所	〒531-0071 大阪府大阪市北区中津1丁目11番11号(第1リッチビル)	TEL 06-6373-0473	FAX 06-6373-0827
名古屋営業所	〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1丁目18番11号(CK21 広小路伏見ビル)	TEL 052-219-7100	FAX 052-219-7200
仙台営業所	〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院2丁目1番61号(タカノボルビル)	TEL 022-268-2881	FAX 022-268-2883
北陸営業所	〒980-0005 富山県富山市新桜町4番28号(朝日生命富山ビル)	TEL 076-471-7752	FAX 076-471-7753
広島営業所	〒732-0825 広島県広島市南区金屋町2丁目14番(アフロディテビル)	TEL 082-568-7522	FAX 082-263-1505
福岡営業所	〒815-0035 福岡県福岡市南区向野2丁目12番8号(真鍋ビル)	TEL 092-553-1288	FAX 092-561-7284
南九州営業所	〒899-4332 鹿児島県霧島市国分中央3丁目38番地28号(ショーヤ 105号)	TEL 0995-47-7422	FAX 0995-47-7433

URL <http://www.airtech.co.jp>