

参考資料4

解剖室における 循環式プッシュプル型換気装置 によるホルムアルデヒド対策

興研株式会社

2008年8月6日

解剖室に換気装置を設置する上での 諸課題（実習室内）

- 実習室内における換気装置の設置スペースに限度があること（空間面）
- 実習性をなるべく妨げないこと（行動面）
- 実習室内の視野を妨げないこと（教育面）
- 実習室内の定期的な清掃がしやすいこと（衛生面）

解剖室に換気装置を設置する上での 諸課題(屋外)

- 解剖室が地下室や高層建物の場合、ダクト配管で屋外排気することが困難(ダクトスペース、増設工事費、エネルギー動力費)
- ホルムアルデヒドのガス処理をせずに、屋外排気した際の近隣への影響(特に都市部)
- 屋外排気した際に排気量と同量の給気量を入れ、かつ献体管理上低温湿度に維持された空調でなくてはならない(空調設備増設、CO₂排出量増大)

循環式プッシュプル型換気装置の 主な特長

- 風量・風向が制御された気流(一様流)によりホルムアルデヒドを拡散せずに換気し、ばく露防止対策を実現
- 解剖室の空調効率の高い循環式の採用
- 高性能吸着フィルタでホルムアルデヒドを吸着して排気
- 全体換気や局所排気装置と比べて消費電力を抑えることができ、それによって温室効果ガス(CO₂)排出削減にも貢献できる装置
- 既存の解剖台をはさんで設置することが可能
- プッシュフード、プルフードは独立タイプでレイアウト変更に対応可能

循環式プッシュプル型換気装置 (セパレートタイプ)



PULLフード

PULLフード

サイズ(mm) 950 × 380 × 1200

風量 12(m³/min)

消費動力 200 (w)



PUSHフード

PUSHフード

サイズ(mm) 853 × 300 × 1100~1200

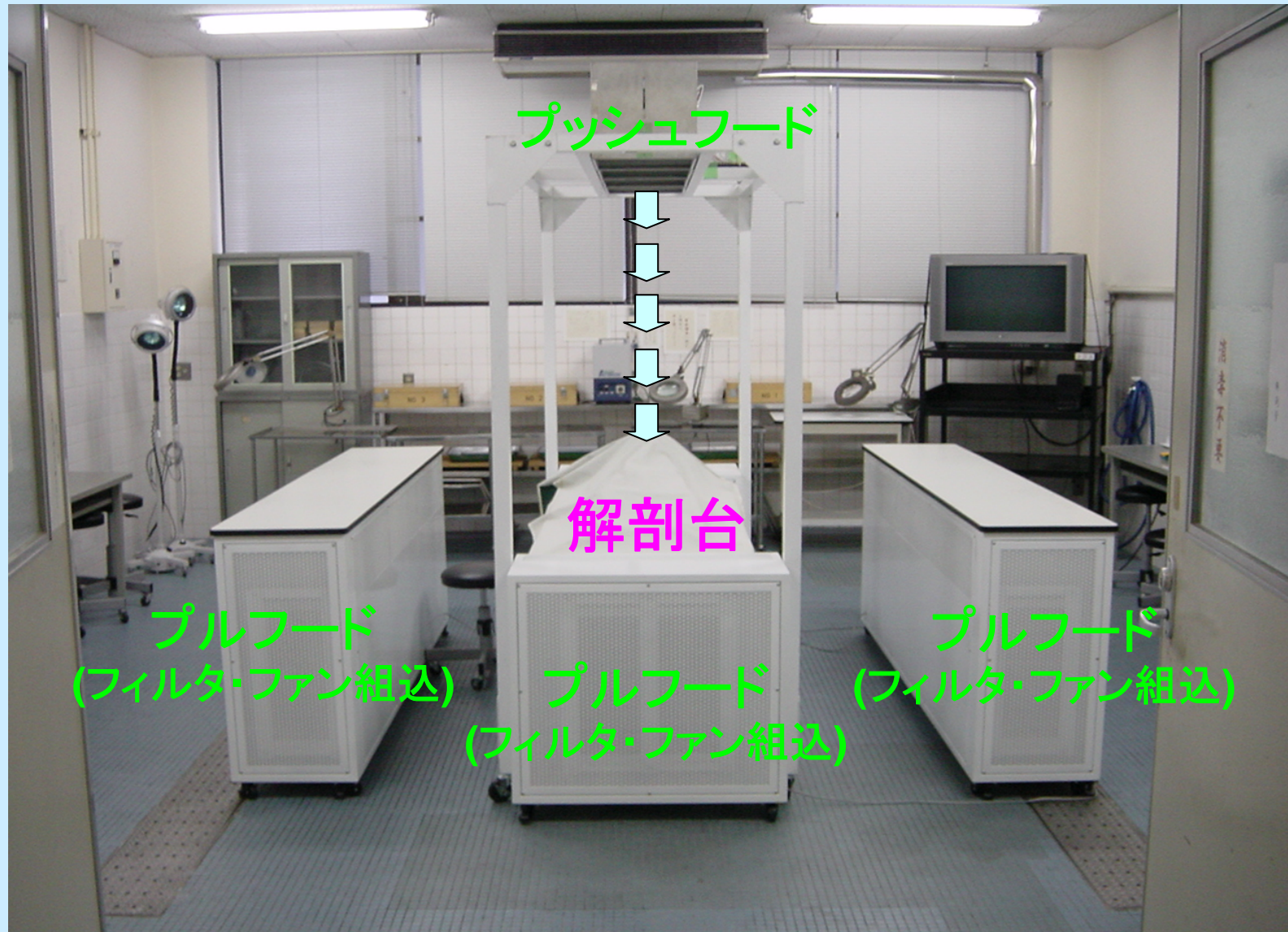
風量 5(m³/min)

消費動力 80(w)

プッシュプル型換気装置の設置事例 (水平流タイプ)

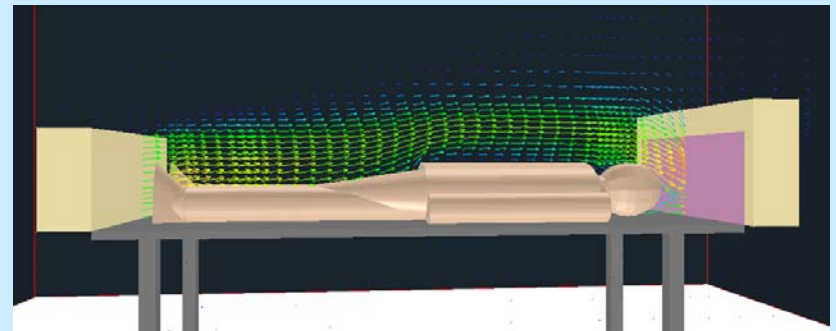
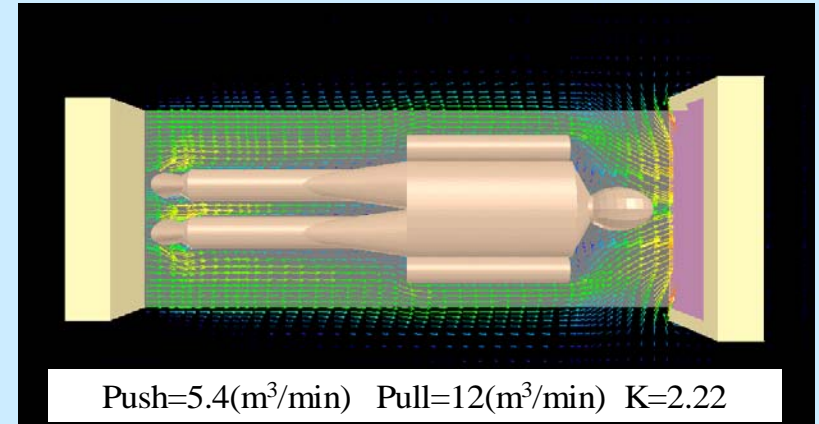


プッシュプル型換気装置の使用例 (下降流タイプ)



プッシュプル型換気装置の基本設計と 気流のシミュレーション

設計条件	設計
周囲を見渡せるように、高さ寸法を抑える	フードの高さ= 1200mm
設置スペースを抑える	<ul style="list-style-type: none"> ・Pullフードの一部を解剖台の下に潜り込ませる ・Pushフードの奥行き寸法 <ul style="list-style-type: none"> 上部 =130mm 下部 =150mm キャスト部 =300mm
ダクト及び工事不要	<ul style="list-style-type: none"> ・プッシュフード:ファンを内蔵 ・プルフード :ファンを内蔵 ・100V電源, プラグ接続
ホルムアルデヒドの除去	<ul style="list-style-type: none"> ・FAフィルタを取付可能 (フィルタ8枚を取付)
フィルタ交換目安	運転時間積算タイマー内蔵
出荷時, 50Hz・60Hz地域で風量変化がないこと	プッシュ・プルフード各々に制御回路を内蔵し、同一の風量に設定可能とする
フードの固定及び移動が可能なこと	プッシュ・プルフード各々にストッパー付キャストを装着
高さが異なる解剖台に対応できること	プッシュ及びプルフードに開口面高さを上下する機構を設ける (床-開口面間距離を700, 750, 800mmの3段階調節可能とする)



プッシュプル型換気装置の一例流に関する動画



解剖実習から発散するホルムアルデヒド対策への プッシュプル型換気装置の事例



・レイアウトの変更が可能

* 諸問題(空間・行動・視野・衛生面)を考慮された設計品



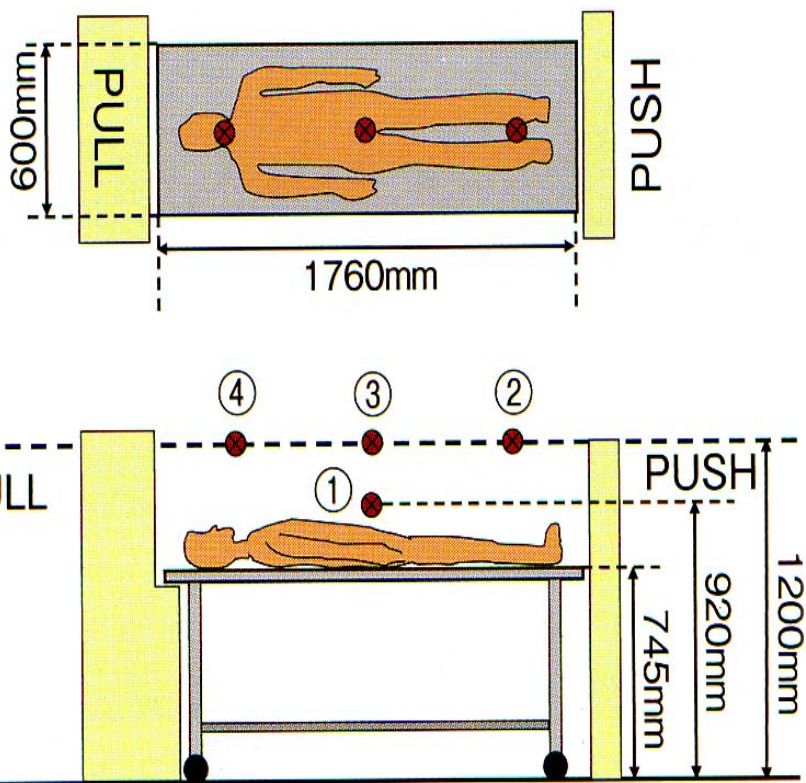
・移動が容易



解剖台近傍のホルムアルデヒド濃度

◆解剖台近傍濃度

平成19年 呼吸域帯75%の低減効果



解剖台近傍の測定点

測定日 換気装置	10/29 OFF	11/30 OFF		11/12 ON
測定点	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)		濃度 (ppm)
①	3.03	6.74	⇒	1.07
	3.06	5.12	⇒	1.77
	2.99	4.06	⇒	4.33
	Ave	3.03	5.31	
②	1.71	1.08	⇒	0.34
	1.82	1.38	⇒	0.34
	1.84	1.49	⇒	0.35
	Ave	1.79	1.32	
③	1.83	1.02	⇒	0.42
	1.93	1.51	⇒	0.40
	1.85	1.74	⇒	0.45
	Ave	1.87	1.42	
④	2.55	0.97	⇒	0.50
	2.58	1.35	⇒	0.47
	2.38	1.75	⇒	0.58
	Ave	2.50	1.35	

平成18年 呼吸域帯74%の低減効果

3.07→6.05
1.59→2.75

1.28→0.30
1.21→0.37

1.31→0.29
1.07→0.36

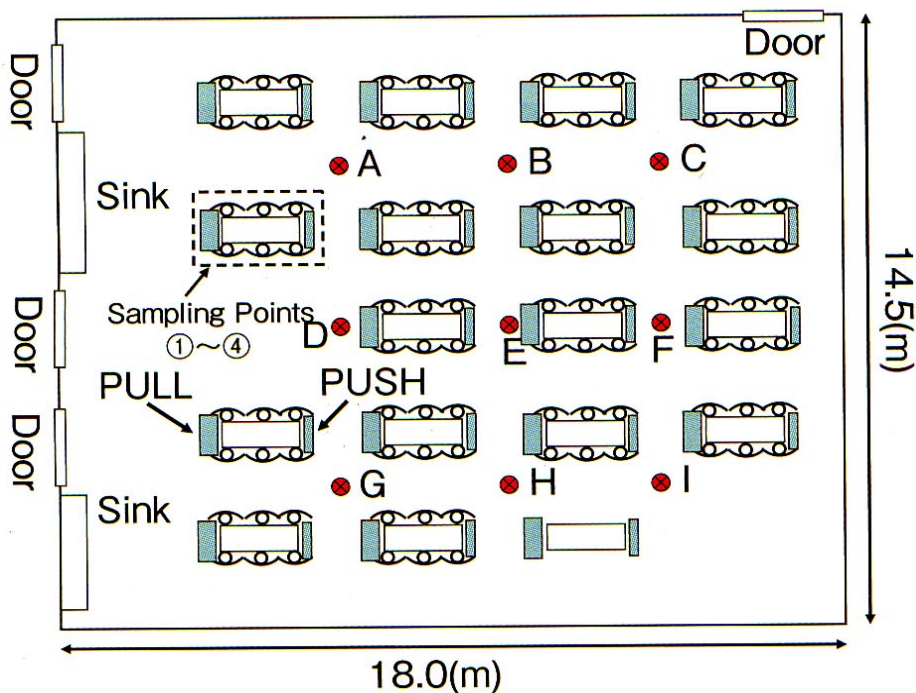
1.94→0.40
1.84→0.42

解剖台近傍ホルムアルデヒド濃度

解剖実習室内のホルムアルデヒド濃度

◆実習室内濃度

A~I : Sampling Points in a Dissection Laboratory (h = 1200mm)



実習室内解剖台（換気装置）配置図及び測定点

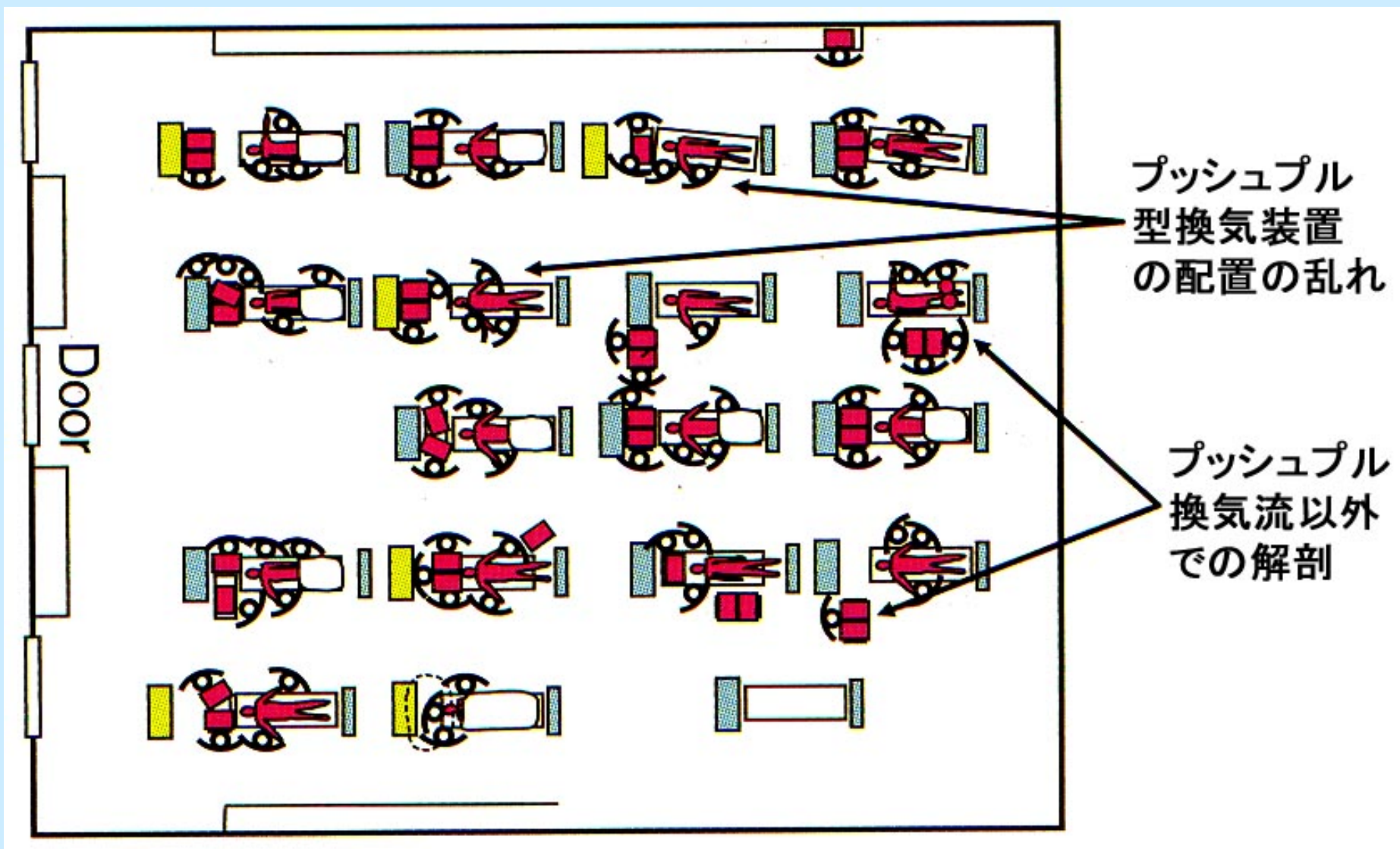
測定日 換気装置	10/29 OFF	11/30 OFF		11/7 ON	11/12 ON
測定点	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)		濃度 (ppm)	濃度 (ppm)
A	1.37	1.13	⇒	0.21	0.30
B	1.49	1.52	⇒	0.24	0.35
C	1.37	1.65	⇒	0.29	0.40
D	1.15	1.24	⇒	0.18	0.17
E	1.15	1.34	⇒	0.24	0.25
F	1.31	1.41	⇒	0.31	0.26
G	1.46	1.20	⇒	0.33	0.25
H	1.88	1.17	⇒	0.29	0.30
I	1.22	1.43	⇒	0.29	0.24
Ave	1.38	1.34		0.27	0.28

参考：平成 18 年半数（9 台）導入時

0.96 ppm → 0.40 ppm, 0.83 ppm → 0.48 ppm

実習室内ホルムアルデヒド濃度

解剖実習室のプッシュプル型換気装置の適用例における問題点



作業管理

(作業行動の改善等による発散の防止)

ゴミ箱



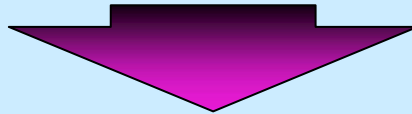
保存臓器



廃液缶



有害ガス



蓋付きゴミ箱の採用



整理整頓 & 密閉



ホルマリン容器の密閉



常時関与しない箇所の隔離



解剖準備室におけるホルマリン 注入・抜脳作業



解剖準備室におけるホルムアルデヒド対策事例 — 注入作業に対するプッシュプル型換気装置の事例 —



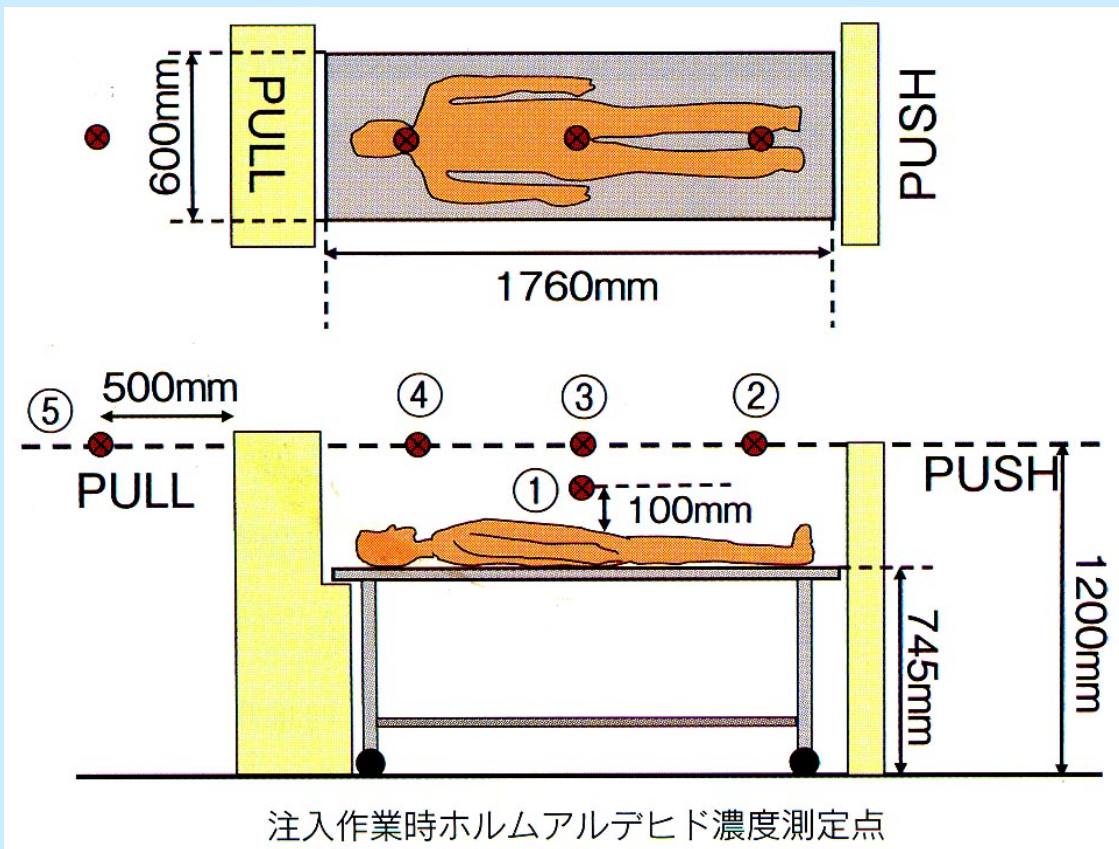
・実習室から処置室への移動も可能

解剖準備室におけるホルムアルデヒド対策事例

ー 抜脳作業に対するプッシュプル型換気装置の事例ー



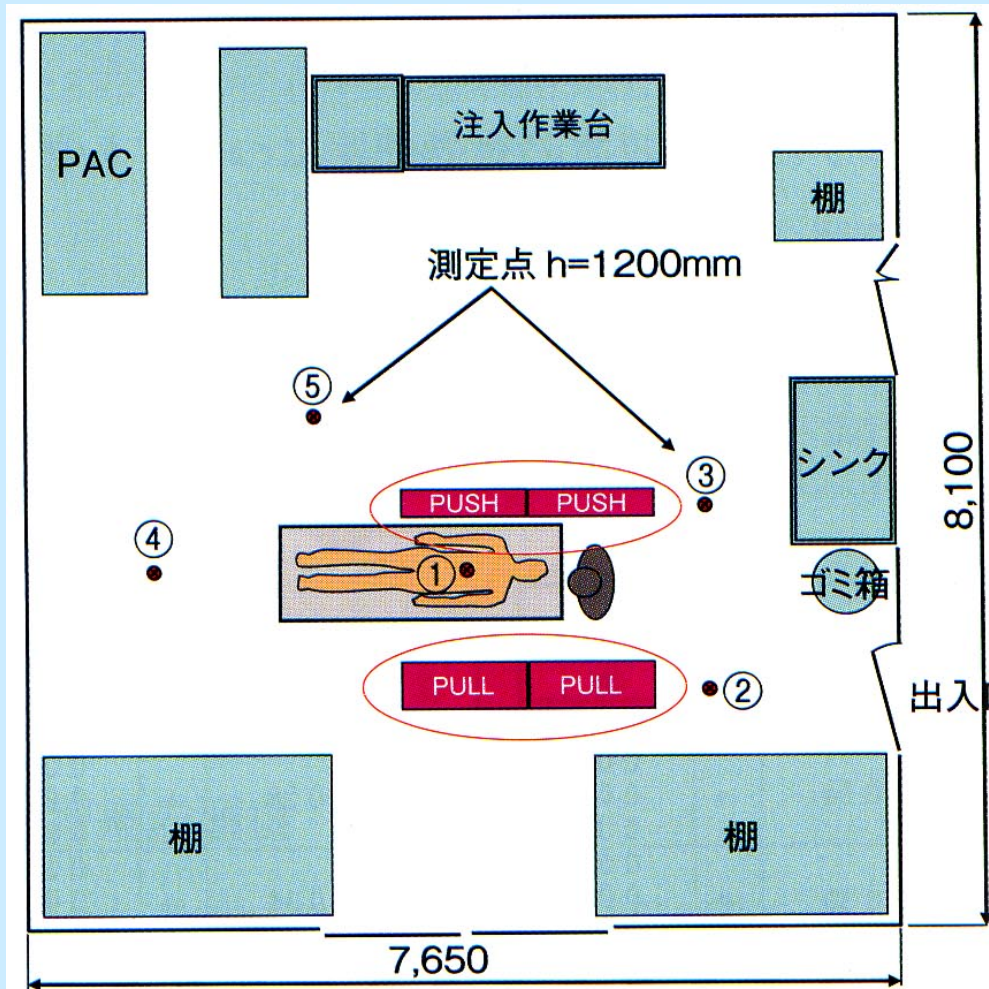
解剖準備室の注入作業時近傍のホルムアルデヒド濃度



測定日 作業	3/7 注入	
	換気装置 OFF	ON
測定点	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)
①	0.54	⇒ 0.04
		0.03
		0.08
②	0.30	⇒ 0.05
		0.05
		0.04
③	0.33	⇒ 0.04
		0.05
		0.04
④	0.28	⇒ 0.04
		0.04
		0.04
⑤	0.14	⇒ 0.05
		0.05
		0.04

注入作業時ホルムアルデヒド濃度

解剖準備室内のホルムアルデヒド濃度



抜脳作業時の配置図及び測定点

測定日 作業	2/21 抜脳	
	換気装置 OFF	ON
測定点	濃度 (ppm)	濃度 (ppm)
①	0.38	⇒ 0.12
	0.34	⇒ 0.07
②	0.31	⇒ <0.01
	0.30	⇒ <0.01
③	0.29	⇒ 0.20*
	0.34	⇒ 0.08
④	0.16	⇒ 0.06
		0.03
⑤	0.13	⇒ 0.07
		0.03

※開放した容器の移動時

抜脳作業時ホルムアルデヒド濃度

解剖実習用プルフード用FAフィルタの仕様



FAフィルタ

仕様

1台あたり8個使用

サイズ(mm) 478×228×56

定格風量 1.5(m³/min) 1個あたり

重量 約2.6(kg) 1個あたり

* 吸着剤はホルムアルデヒド

専用活性炭を使用

ホルムアルデヒドに対する除毒能力

有機ガス用活性炭とホルムアルデヒド専用活性炭の比較

試験濃度 [ppm]	有機ガス用 [min]	FAガス専用 [min]
3	3	6006 (約100時間)
10	0	2811 (約47時間)
20	0	1077 (約18時間)
30	0	529 (約9時間)

* 破過基準0.1ppm、温度20度、30L/min、湿度50%

FAフィルタの性能

1. 使用活性炭の特長

- ・確実な濃度低減が可能な技術

ex 上流30ppm → 下流0ppm 1時間以上可能

- ・フィルタ性能の仕様

ex 上流30ppm: 0.1ppm破過時間 約3時間

上流 1ppm:0.1ppm破過時間 92.5時間

(実習期間某大[医科]20日/年、某大[歯科]16日/年)

2. 使用実績

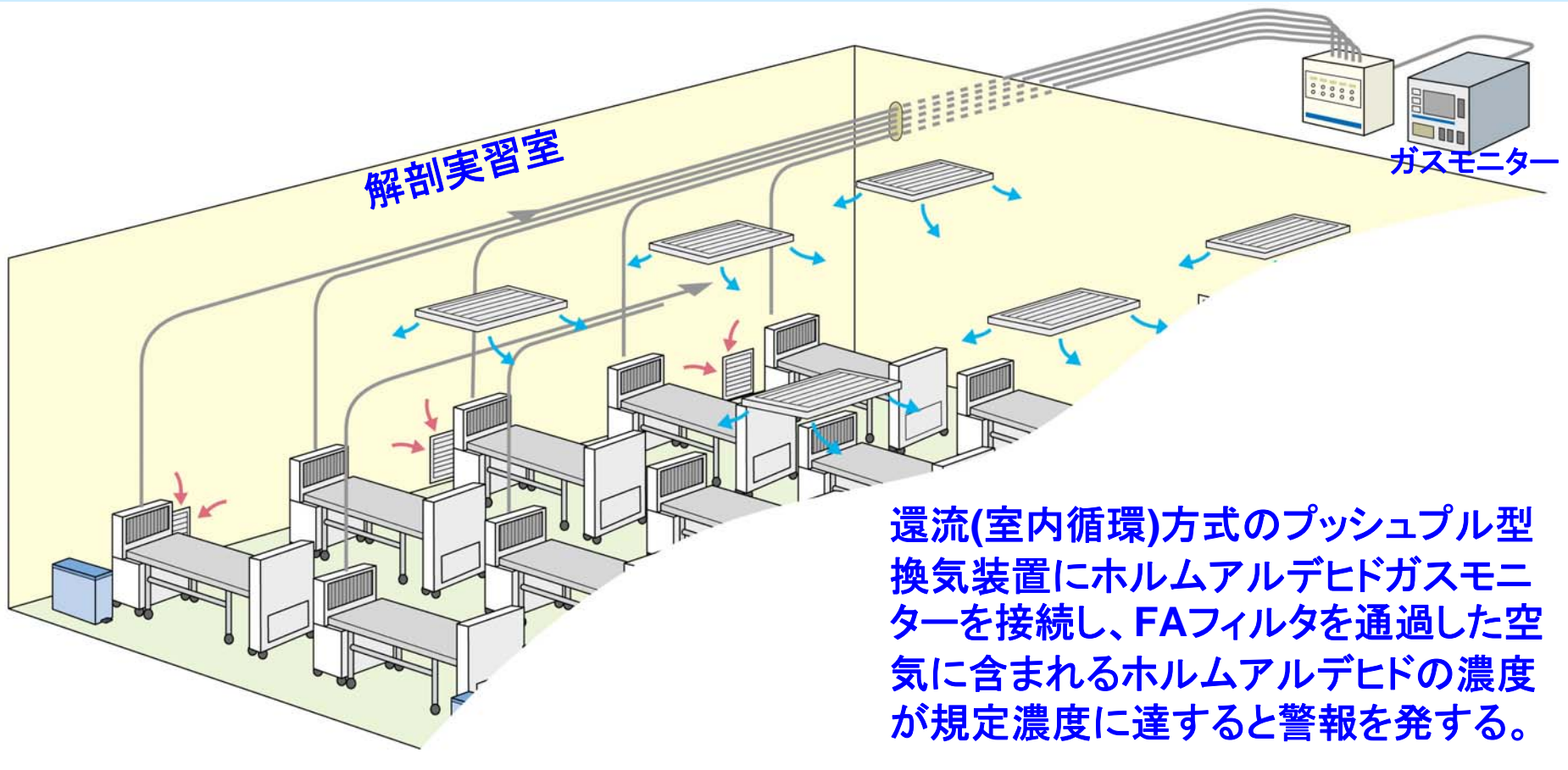
- ・某大学解剖実習室(他大学より実習時間長い)
2年使用

フィルタ管理方法

	方式	消耗品	コスト
ガス モニター (監視)	検知テープ 光電光度法	カートリッジ (テープ)	本体60万円 テープ1.5万円 +工事費
検知器 (測定)	試験紙光電 光度法	TAB	本体8万円 TAB5千円(20個)
検知管 (測定)	検知管法	検知管	本体2万円 管2千円(10本)

* 測定レンジ(ガスモニター、検知器) 0~1ppm

FAフィルタ監視モニタリングシステム



連続監視モニタリングシステム



「還流」方式を採用する連続監視モニタリングシステムの実証試験

* 第113回日本解剖学会総会・全国学術集会発表資料より



常時監視用:ガスモニター
(60万円/台)
* 20台設置時 約1000万円



測定用:検知器
(8万円/台)

目的と検証結果

- 目的:室内環境を悪化させないため、FAフィルタの下流側のFA濃度を連続的に監視し、設定濃度に達した際に、警報によりフィルタ交換時期を知らせる。
- 結果:未稼働時には設定したFA濃度値(例えば、管理濃度0.1ppm)で警報を発することが確認できた。
また、抜脳作業時に連続測定し、プッシュプル稼働時には0.00ppmの値を示し、基準値以下のFA濃度値が維持されていた。

屋外排気の問題点

①通常、解剖室では献体管理上、低温湿度に維持管理するため空調設備が設置されている。屋外排気を増設する場合は、同時に空調設備を増設する必要がある

→増設に多大な費用が掛かる・CO₂排出が増える。

②ホルムアルデヒドを直接屋外に排出すると

→近隣地域への問題が生じる。

ex. プッシュプル型換気装置における排気風量を 屋外排気する場合の空調設備 (実習台17台)増設費用

屋外排気	空調機	①空調設備工事	②ダクト工事	その他
$12\text{m}^3/\text{min} \times 17\text{台} =$ 204m³/min	25馬力(60kw能力) 消費電力45kw	8,500千円 空調機設置 工事含	7,500千円 ダクトサイズ 650×650 断熱工事含	建物改造、 電気工事 など⇒ 付帯 費用が必要

- ・費用算出の条件:最上階に実習室～屋上階に空調設備を設置する機械室。
- ・工事費は、ユーザー価格を想定して見込んだ。

屋外排気と還流の 消費電力及びCO₂排出量の対比

排気風量	方式	空調機	消費電力	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)
12m ³ /min × 17台 = 204m ³ /min	屋外排気	増設	消費電力45kW 排風機: 11kW	約30kg-CO ₂
	還流	増設なし	排風機,送風機共: 7kW	約3kg-CO ₂ ※

※FAフィルタの焼却分含む



温室効果ガス (CO₂) 排出量の比較表

解剖実習室台に 25 台^{*}の換気装置を設置した場合を想定

*解剖実習室の平均的な解剖台数です。
当社調査データより。

	全体換気設備	局所排気装置	遠流(室内循環)方式採用の プッシュプル型換気装置
装置図	 換気回数 20回/h	 集合ダクト配管で屋外排気 囲い式フード付解剖台 EAN (約13m/h)	 プッシュプル 送風機 吸引機 送風機 吸引機
風量 (m ³ /min)	排风量: 200	排风量: 325	送风量: 135 排风量: 300 (FAフィルタで浄化済)
消費電力 (kW)	$\left[\begin{array}{c} 46.5 \\ 5.5 + 41 \\ \text{排風機の動力} + \text{給気のための} \\ \text{空調機の動力} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} 78 \\ 11 + 67 \\ \text{排風機の動力} + \text{給気のための} \\ \text{空調機の動力} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{c} 7 \\ 7 + 0 \\ \text{送・排風機の動力} + \text{給気のための} \\ \text{空調機の動力} \end{array} \right]$
CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	25.808 (100%) 全体換気設備	43.290 (約168%) 局所排気装置	4.285 (約17%) プッシュプル型換気装置 <small>※FAフィルタの廃棄処理にかかるCO₂排出量 0.4を加算</small>

最大83%削減できる

電力消費及び温室効果ガス (CO₂) 排出量の比較

CO₂換算係数の出典:平成18年度経済産業省 環境省令第3号に定めるデフォルト値 0.555kg-CO₂/kWh
※屋外に排気する場合は、それに見合う外気を室内に供給する必要があります。

まとめ

- 実習室内のホルムアルデヒド濃度を75%低減。
- 準備室内のホルムアルデヒド濃度を0.1ppm以下に低減。
- 以上の結果から、実習室内のホルムアルデヒド濃度を0.1ppm以下にするためには、実習生へのプッシュプル換気の性能確保に関する換気設備の取扱いの教育及び作業管理が不可欠。
- 全体換気や局所排気に比べて電力消費及び温室効果ガス(CO₂)の排出量を最大83%削減。
- 高性能のFAフィルタの使用が可能。
- 費用対効果の観点から合理的な対策が可能。
- 今後、実習生への換気設備の取扱いの教育及び作業管理を行った上で、実習室内のホルムアルデヒド濃度の測定を行う予定。