

図 61 アンケート回答者の性別(n=987)

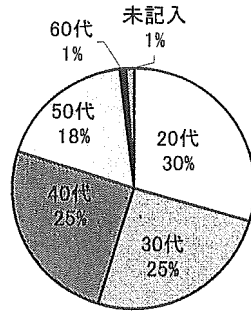


図 62 年齢 (n=987)

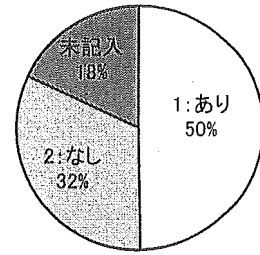


図 63 深夜勤務の有無 (n=987)

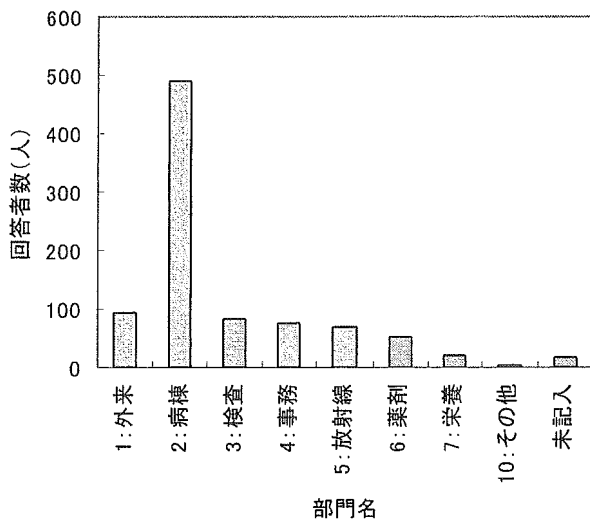


表 21 所属部門

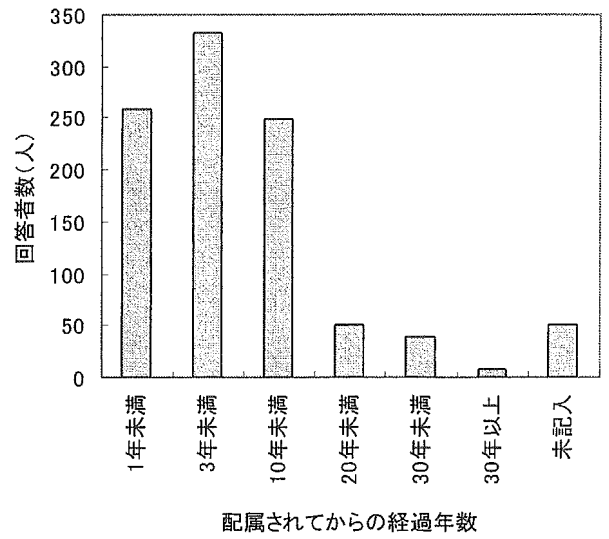


表 22 配属されてからの年数

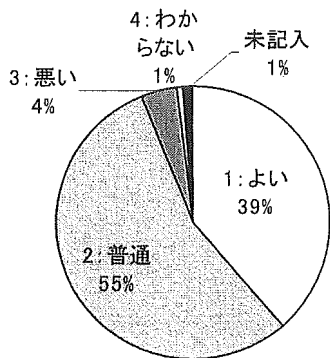


図 64 現在の体調についての回答

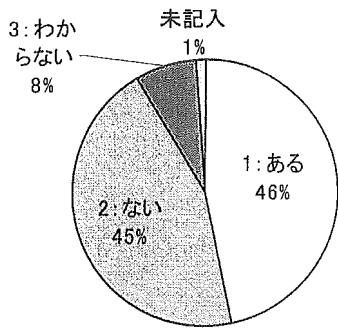


図 65 あなたの所属している課に、いつも『不快なおい』のする場所はの有無の回答

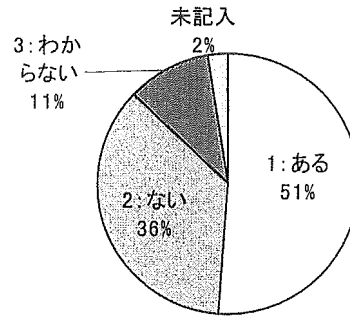


図 66 日常業務をしている最中に感じるにおいて、不快なニオイや強いニオイの有無の回答

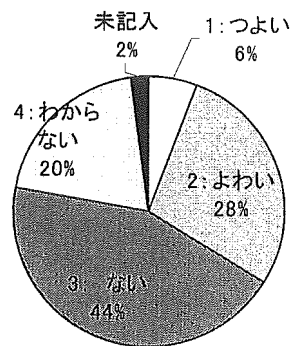


図 67. 朝、出勤して病院の建物内に入ったときに感じる「におい」の「つよさ」の回答

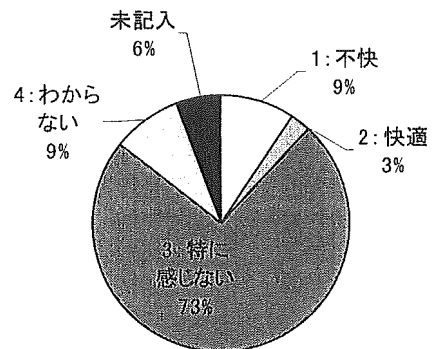


図 68. 「朝、出勤して病院の建物内に入ったときに感じる「におい」の「感じ方」の回答

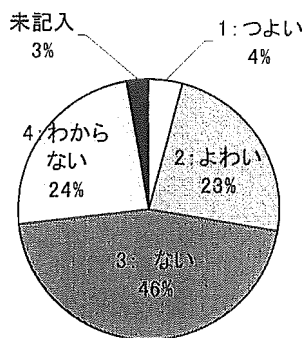


図 69. 朝、出勤して所属課に入ったときに感じる「におい」の「つよさ」の回答

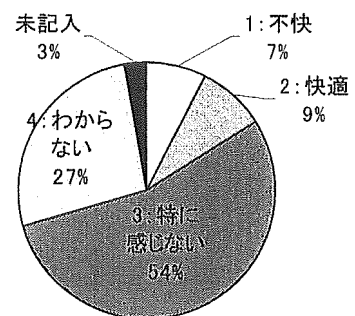


図 70. 朝、出勤して所属課に入ったときに感じる「におい」の「感じ方」の回答

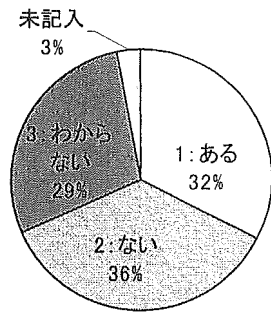


図 71. あなたの所属している課・病棟以外で現在「きになるにいい」や「不快にいい」「強いにいい」のある場所の有無の回答

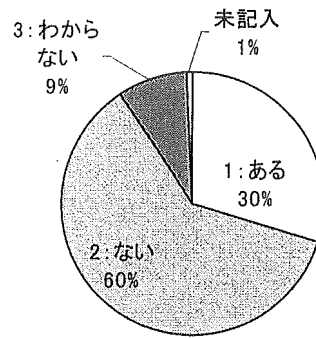


図 72. 仕事の内容で、なんらかの不定愁訴を感じるような仕事の有無の回答

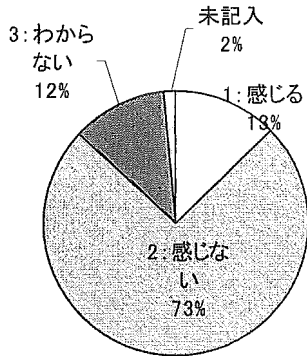


図 73. 病院の中でいつもなんらかの不定愁訴を感じ方についての回答

表 23 主に働いている場所の印象について (該当するものに○)

	(人)						無回答
	かなり	やや	どちらでもない	やや	かなり		
空気はよい	68	182	412	230	79	空気は悪い	16
美しい	97	277	422	138	33	みにくい	20
新しい	260	312	213	97	89	古い	16
快適な	60	292	423	157	37	不快な	18
落ちつく	44	199	492	171	61	落ちつかない	20
明るい	143	359	276	152	44	暗い	13
開放的な	112	274	335	166	85	閉鎖的な	15
ひろひろとした	134	255	296	185	100	狭苦しい	17
温かみがある	62	254	479	139	36	冷たい	17
清潔な	93	302	432	114	33	不潔な	13
便利な	36	172	410	240	109	不便な	20
静か	64	206	412	234	52	うるさい	19
整然とした	39	183	492	205	50	雑然とした	18
湿っぽい	19	69	543	216	119	乾燥している	21

表 24 他の基準との比較

物質	物質名	MHLWガイドライン ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO/GV値/TC値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	日本産業衛生学会 (mg/m^3) / 許容濃度	作業環境評価基準/管理濃度	ACGIH/米産業衛生専門家会議 : 産業衛生	測定された最大濃度値	最大値の設定濃度に対する割合(%)				
								MHLWガイドライン	WHO/GV値/TC値	日本産業衛生学会 (mg/m^3) / 許容濃度	作業環境評価基準/管理濃度	ACGIH TLV
3	アクロレイン		50 (GV)	0.23	設定なし	TLV (天井値) 0.23mg/m ³	0					
36	1,2-ジクロロエタン			40	10ppm	TLV 40mg/m ³ , (2001年度版) TLV-TWA(時間加重平均)40mg/m ³	0					
37	1,1,1-トリクロロエタン			1100	200ppm	TLV 1910mg/m ³ , (2002年度版) TWA(時間加重平均)350 ppm, STEL(短時間暴露限界)450ppm	8			0.001		0.000
30	1,3,5-トリメチルベンゼン(メシチレン)			120m	設定なし	TLV123mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 25ppm	9			0.008		0.007
38	四塩化炭素		6.1 (TC)	31	5ppm	TLV31mg/m ³ , (2002年度版) TWA(時間加重平均) 5 ppm, STEL(短時間暴露限界)10 ppm(skin)	3		49.180	0.010	0.010	0.010
42	テトラクロロエチレン		8000 (GV30分)/250 (GV24時間)	検討中	50 ppm	TLV 170mg/m ³ (2001年度版) TWA 170 mg/m ³ STEL670 mg/m ³	3		1.200		0.001	0.001
48	1-ブタノール			(最大値) 150 (皮) 常時この濃度以下に保つこと	25ppm	TLV (天井値) (50ppm) (150mg/m ³), (2001年) TWA(時間加重平均) 20ppm (Skin)	4			0.003	0.005	0.003
2	アトアルデヒド	48	50 (TC1年)/2000 (TC24h)	(最大値)90	設定なし	TLV (天井値)25ppm 45mg/m ³	40	83.33	2.000	0.044		0.089
20	オクタン			(2000年度版) 300	設定なし	TLV 1400mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 300 ppm, 1400 mg/m ³ ii)	51			0.004		0.004
21	ノナン			1050	設定なし	TLV 200ppm 1050mg/m ³ , (2001年度版) 時間加重平均(TWA)200ppm	14			0.001		0.013
24	ベンゼン			(平均相対リスクモデルによる。) 0.1ppm	10ppm	TLV 1.6mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 0.5 ppm, STEL(短時間暴露限界) 2.5ppm (Skin)	16				0.005	0.100
25	トルエン	260	1000 (GV30分)/260 (GV1Week)	188	50ppm	TLV 50ppm 188mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 50 ppm (Skin) A4	65	25.00	0.250	0.035	0.035	0.035
31	1,2,4-トリメチルベンゼン(メシチレン)			120	設定なし	TLV 25ppm 123mg/m ³	37			0.031		0.030
41	トリクロロエチレン			135	50ppm	TLV 50ppm 269mg/m ³ , (2001年度版) TWA 50 ppm 269 mg/m ³ STEL 100 ppm 540 mg/m ³	63			0.047	0.023	0.023
45	酢酸ブチル			475	150ppm	TLV 150ppm 713mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 150 STEL (短時間暴露限界値)200 ppm	59			0.012	0.039	0.008
46	メチルエチルケトン (MEK)			590	200ppm	TLV 200ppm 590mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均)200ppm, STEL(短時間暴露限界)300ppm	42			0.007	0.007	0.007
1	ホルムアルデヒド	100	100 (GV)	0.61	設定なし	TLV (天井値) 0.3ppm 0.37mg/m ³	717	717	717	118		194
17	ヘキサン			140	50ppm	TLV 50ppm 176mg/m ³ / (2001年度版) TWA(時間加重平均) 50ppm (Skin) 3)	220			0.157	0.125	0.125
19	n-ヘプタン			820	設定なし	TLV 400ppm 1640mg/m ³ / (2001年度版) 時間加重平均(TWA) 400 ppm 短時間暴露限界(STEL) 500 ppm	256			0.031		0.016
29	スチレン	220	7 (GV30分)/260 (GV1Week)	85 (皮)	50ppm	TLV 20ppm 85mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 20ppm, STEL(短時間暴露限界) 40ppm	137	62.27	0.527	0.161	0.064	0.161
43	パラジクロロベンゼン	240	1000 (TC)	(暫定値) 60	設定なし	TLV 10ppm 60mg/m ³	159	66.25	0.159	0.265		0.265
44	酢酸エチル			720	400ppm	TLV 400ppm 1440mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 400 ppm	536			0.040	0.038	0.383
47	メチルイソブチルケトン (MIBK)			200	50ppm	TLV 50ppm 205mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均)50ppm, STEL(短時間暴露限界)75ppm(STEL)	122			0.061	0.244	0.025
4	アセトン		n.p.	470	750ppm	TWA(時間加重平均) 500ppm STEL (短時間暴露限界) 750ppm	1454			0.309	0.194	0.123
26	エチルベンゼン	3800	22 000 (GV)	217	設定なし	TLV 100ppm 434mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 100 ppm STEL (短時間暴露限界) 125 ppm	2007	52.82	0.091	0.925		0.462
26, 27	キシレン(m-,p-,o-) 合計	870	870 (GV1年)/4800 (GV24時間)	217mg/m ³	100ppm	TLV 100ppm 434mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均) 100 ppm A3 S TEL(短時間暴露限界) 150 ppm A4	10796	1241	1241	4.975	2.486	2.486
35	クロロフォルム			49	10ppm	TLV 10ppm 49mg/m ³ , (2001年度版) TWA(時間加重平均)10ppm 49 mg/m ³	3976			8.114	8.114	8.114

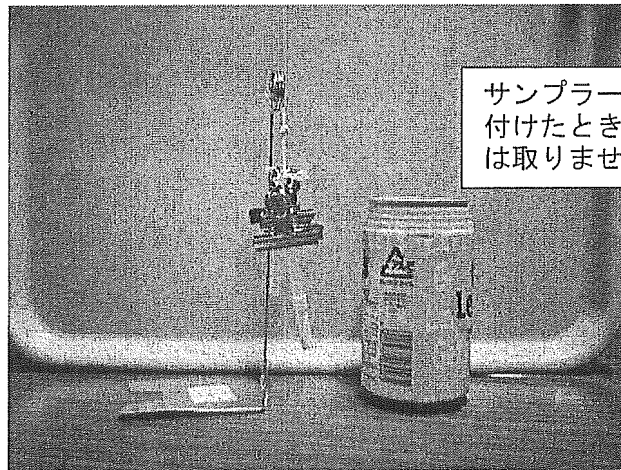
作業環境評価基準/管理濃度*作業環境測定の対象となっている92物質のうち81物質について管理濃度が定められている。

サンプラーの概要について

揮発性有機化合物の汚染物質のサンプリング方法は、パッシブ法といい、動力を使わない方法で行います。サンプラー(ボールペン大のカートリッジ)2本を手の届かないところに吊るして室内の空気中の揮発性有機化合物を吸着させ採取します。

サンプラーには2種類「カルボニル用」「VOC用」があります。
これらのサンプラーを支持台にとりつけて設置します。

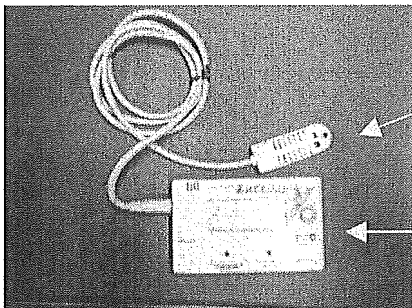
- ①カルボニル系サンプラー (DSD-DNPH サンプラー、シグマ アルドリッチ ジャパン社製)
分析対象物質としては、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、グルタルアルデヒドなど
- ②VOC用サンプラー (VOC-SD サンプラー、シグマ アルドリッチ ジャパン社製)
分析対象物質としては、トルエン、キシレン、スチレン、など



サンプラーを支持台に固定付けたときの大きさ。場所 は取りません。

③温度湿度測定器

サンプラーを温度補正する必要があるため、その場の温度湿度を5分間隔で自動的に記録する装置です。電池で作動します。



温度・湿度センサー

データ表示・記録部

取り付けについて

サンプラーを院内のいろいろな以下に示すいろいろな場所を対象に約 20 ヶ所設置します。

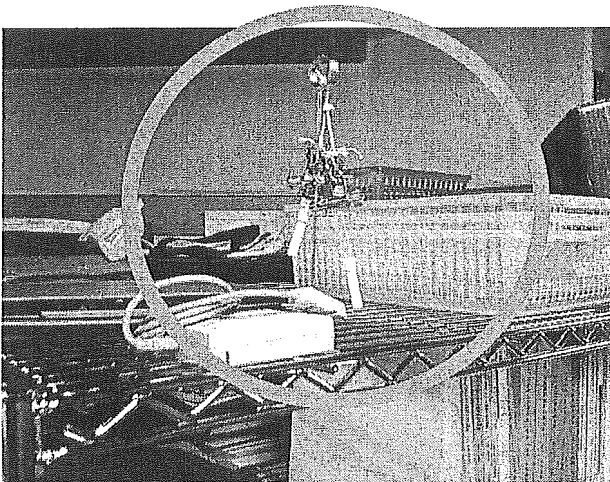
これらのサンプラーを設置している間は、音などしません。

しかし、設置している間はサンプラーには「息を直接吹きかけない」「手でさわったりしない」「わざとスプレー剤をかけない」などの注意が必要です。その理由は、このような行為によって普段にある物質以外の物を吸着してしまい、正しい計測ができなくなるからです。

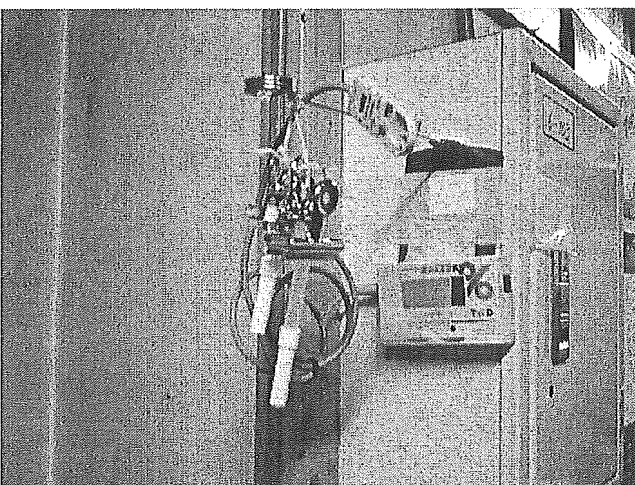
これらのサンプラーを置く場所は、「部屋の中央で床からの高さが 1.2～1.5m」が理想的です。それは、この場所が部屋の空気の様子を代表させる場所と考えられているからです。しかし、現実的にこのようなところに設置するのは難しい場合が多いので、設置の際には

「①壁から離れた所」、「②いたづらがしにくい高さ」「③安全性」、などを考慮してその場所に適した方法で固定して行きます。

また、これらのサンプラーを設置した場所の近傍に、「温度・湿度」を 5 分間隔で自動的に記録する装置も設置します。これは、サンプラーによって分析された物質を温度補正する必要があるからです。



例) 棚の上などに設置する場合。



例) 壁に支持板をとりつけて設置する。
支持板を固定しているテープは壁を痛めずにはがせる接着のもの

注) 実際に使用したテープはこれとは異なります。

厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告

医療施設における室内浮遊微生物の実態調査
分担研究者 山崎省二（国立保健医療科学院）

研究要旨

2002年10月7日から12月6日にかけて、全国7つの総合病院（A～G）において微生物粒子を中心とした室内環境の調査を行った。異なる用途（業務内容、空調設備）での差異を把握するために、各病院の病室・外来待合・集中治療室を測定対象とした。調査した結果、空調設備が備えていないA病院内の浮遊微生物粒子数は他の病院に比べ、総じて高い値を示した。A病院集中治療室内の浮遊総菌数は210～520CFU/m³であり、日本病院設備協会規格 HEAS-02-1998 の参考指標値 200CFU/m³を上回ったが、他の全ての対象室が同規格の参考指標（集中治療室）または目標値（病室・外来待合：200～500CFU/m³）を満足した。また、B～G病院の全測定対象室における測定結果から、浮遊総菌数と黄色ブドウ球菌数の間に有意な相関関係が認められ（ $r=0.8289$ 、 $p<0.01$ 、 $N=101$ ）、総菌数中に黄色ブドウ球菌が30%程度を占めることを判明した。

協力研究者

池田耕一 国立保健医療科学院
柳 宇 国立保健医療科学院
塩津弥佳 国立保健医療科学院

A. 研究目的

病院は人の集まる場所であり、空気の汚れやすい場所でもある。その空気汚染の一つとして空気中に浮遊する粒子状物質、とりわけ浮遊微生物粒子が挙げられる。病院内浮遊微生物に関して今までにいくつかの研究結果が報告されているが、近年消毒技術の進歩、空気清浄装置性能の向上などにより、病院内の空気環境は変化しつつある。浮遊微生物汚染の実態を適時に把握することは、今後病院内空気環境の適正維持管理において重要である。

本研究では、全国7つの総合病院（A～G）における浮遊微生物の測定結果を中心に述べる。

B. 研究方法

2.1 測定対象室

測定対象室は以下の2点を勘案し、病室、外来待合、及び集中治療室を選定した。

① 異なる用途（業務内容、空調設備）での差異を把握できること。

② 病院の日常業務に大きな支障をきたさないこと。

各病院の概要、測定対象室、及び測定日を表-1に示す。

2.2 測定項目と測定装置

測定項目と測定装置を表-2に示す。

浮遊微生物の測定においては、一般的に慣性衝突原理を利用した測定器が用いられている。その測定器を用いた測定では、試料空気をポンプの吸引力によりセットされた培地に衝突させ、培地に捕集された微生物粒子を一定の条件で培養し、コロニー数を計数し、ポンプ吸引量で除して浮遊微生物濃度を求める。今まで殆どの測定器は、1μm以下の小さい粒子に対して、衝突捕集率が低いとされている。本調査においては、小粒径微生物粒子までを捕集できる、新たに開発された測定器である BIOSAMP MBS-1000 を用いた。本測定器は JIS K 3836「空中浮遊菌測定器の捕集性能試験方法」規格にて99%の捕集率を持ち、1μm以下の粒子まで捕集できる。その測定器の概要を写真-1に示す。

微生物の測定には以下に示す3種類の培地を使用した。

① トリプトソーヤ寒天培地（以降 SCD と略す）。SCD は一般細菌用として用いられ、ダイズペプトンおよびカゼインのトリプシン消化ペプトン

が含まれているため、極めて広範囲の菌の発育に適する。以降、SCD 培地培養後の観察コロニー数を総菌数と呼ぶ。

② MSO 寒天培地。MSO は MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌) の選択分離培地である。本調査においては、MRSA の検査を行った。

③ CP 加ポテトデキストロース寒天 (以降 PDA と略す)。本培地はポテトデキストロース寒天培地に抗生物質クロラムフェニコール 100mg/L を添加して調製したものであるため、主として真菌の測定に用いられる。実際に、PDA 培地に形成したコロニーの中に、耐性細菌が含まれる可能性もあるが、真菌が主であるため、以降便宜上 PDA 培地培養後の観察コロニー数を真菌数と呼ぶ。

培地の培養条件は 32°C・2 日間 (SCD、MSO) と 25°C・3 日間以上 (PDA) であった。

2.3 測定方法

① 浮遊微生物

病室、外来待合、集中治療室のそれぞれにおいて、室内床上 1.1m の 2 箇所 (但し、B・D 病院の待合室が広いため 3 箇所)、空調給気 1 箇所計 3 箇所 (B、D 病院 4 箇所) において、1 日目の午後・夕方、2 日目の午前の 3 回にわたって BIOSAMP MBS-1000 を用いて空気 200 L (集中治療室空調給気のみを 500L) 中の微生物を SCD、MSO (各室内 1 箇所のみ)、PDA 培地に捕集した。SCD、PDA 培地培養後の観察コロニー数の平均値を 5 倍 (集中治療室 2 倍) にし、それぞれ浮遊総菌数と浮遊真菌数を求めた。また、SCD 培地に対して黄色ブドウ球菌、MSO 培地に対して MRSA の検査を行い、それぞれの菌数を求めた。

空調給気の測定においては、給気口が天井に設けているため、BIOSAMP MBS-1000 に補助ダクト (紙製) を付けて測定を行った。微生物の測定風景を写真-2 に示す。

② 浮遊粒子

空中浮遊する微生物は浮遊粒子に付着して浮遊すると考えられている。浮遊粒子濃度と浮遊総菌数・真菌数との関係を把握するために、浮遊粒子濃度の測定を併せて行った。1 つの培地を用いて浮遊微生物の測定期間中、浮遊粒子濃度を 2~3 回の測定を行い、その平均値を求めた。

③ 換気量

換気量 (取入外気量) は室内空気環境において極めて重要な要素であるため、各対象室において浮遊微生物を 3 回測定した後、換気量の測定を行った。換気量の測定はトレーサガス SF₆ の減衰法によった。対象室内に SF₆ を少量放出した後、その放出を止める。マルチガスモニターを用いて、SF₆ を放出する前にその濃度の測定を開始し、放出停止後室内 SF₆ の濃度 (C) を放出を止めた時の濃度 (C₀) のおよそ 10% になるまで連続測定した。換気回数 (室容積に対する取入外気量の割合) は以下の式より求めた。

$$K = (\ln C_0 - \ln C) / \Delta t$$

Δt は測定時間 (h) である。

④ 温度・湿度・一酸化炭素濃度 (CO)・二酸化炭素濃度 (CO₂)

対象室内の空気環境条件を把握するために、上記 1 つの培地による浮遊微生物の測定期間中において温度、湿度、CO 濃度、CO₂ 濃度を測定した。

2.4 測定スケジュール

測定スケジュールを図-1 に示す。

2.5 測定時の環境について

測定期間中病室、外来待合、集中治療室の何れにおいても、医師・看護師・患者に通常通りの行動をとってもらい、測定のための特別なことを行わなかった。また、測定者は測定を開始した直後、できるだけ測定点から離れ、サンプリングに影響を与えないようにした。

集中治療室の測定においては測定者が手洗いし、ガウン・マスクを着用した。また、F 病院の病室は結核患の病室であるため、測定者も所定のマスクを着用した。

各病院の空調設備の概要を把握するために、測定当日に関連項目を記載してある質問票をその病院の空調設備管理担当者に渡し、後日に回収した。表-3 に回答が得られた A、C、F、G 病院の空調方式、空気清浄装置の捕集率、及び空調運転時間を示す。また、全ての対象室においては還気を取らず、全外気運転方式を取っていた。

測定は 2002 年の 10 月 7 日~12 月 6 日の間に、日本の北部→南部 (病院 A→G) の順に行った。B と D 病院は空調熱源を暖房に切り替えたため、測定期間中病室と外来待合の空調運転を行えなかった。

C. 研究結果

3.1 浮遊総菌数

表-4 に浮遊総菌数の測定結果を示す。病室・外来待合・中央室内治療室の総菌数・黄色ブドウ球菌数・真菌数は室内 2~3 箇所の平均値である。なお、2 回目の測定では、外来待合の空調が止まっていたため、その給気中微生物の測定を行わなかった。

① 病室

室内：総じて $80\sim 500\text{CFU}/\text{m}^3$ の範囲にあり、「日本病院設備協会規格 HEAS-02-1998」（詳細について添付資料を参照）の目標値 $200\sim 500\text{CFU}/\text{m}^3$ を満足した。また、3 回測定の平均値は病院によって異なるが $120\sim 350\text{CFU}/\text{m}^3$ の範囲にあった。

外気中：病院によって異なるが、浮遊総菌数の平均値は $80\sim 240\text{CFU}/\text{m}^3$ の範囲にあった。

給気中：E 病院を除けば外気中のそれより低くなっており、外気中の菌が空気清浄装置によって除去されたと推察される。E 病院の設備状況はわからないが、他の病院（C、F、G）は全てプレフィルタ（捕集率：重量法 70%以上）と中性能フィルタ（捕集率：NBS 法 60%以上）を使用しており、HEAS-02-1998 規格に示されている“最終フィルタの捕集率 NBS 法 60%以上”との条件を満足している。

② 外来待合

室内：A 病は $360\sim 590\text{CFU}/\text{m}^3$ と比較的高い値を示したが、B~G 病院は $50\sim 340\text{CFU}/\text{m}^3$ であり、同規格（HEAS-02-1998）の目標値 $200\sim 500\text{CFU}/\text{m}^3$ を満足した。

給気中：C 病院の 1 回目の値は $190\text{CFU}/\text{m}^3$ と高かったが、他の全ては $15\text{CFU}/\text{m}^3$ 以下になっており、外気中の浮遊菌が空気清浄装置によって除去されたと推察される。また C、F、G 病院の何れも病室と同程度の空気清浄装置を使用しており、上記規格を満足した。

③ 集中治療室

室内：A 病院は $210\sim 520\text{CFU}/\text{m}^3$ であり、上記規格の参考指標 $200\text{CFU}/\text{m}^3$ を上回った。B~G 病院は全て $200\text{CFU}/\text{m}^3$ を下回った。

給気中の総菌数は何れも $30\text{CFU}/\text{m}^3$ を下回り、低い値を示した。

C、E、F、G 病院の病室・外来待合・集中治療室の室内浮遊総菌数が給気中のそれより高くなっていることから、発生源が主として室内にあることが示

唆される。

参考として、写真-3 に各病院の対象室における 3 回目測定の SCD 培地培養後のコロニー様子を示す。

3.2 黄色ブドウ球菌

表-5 に総菌数中検出された黄色ブドウ球菌の結果を示す。

各室内における 3 回の測定結果では、病室は $10\sim 260\text{CFU}/\text{m}^3$ 、外来待合は $20\sim 160\text{CFU}/\text{m}^3$ であった。また集中治療室について A 病院は $70\sim 200\text{CFU}/\text{m}^3$ 、その他は $0\sim 80\text{CFU}/\text{m}^3$ であった。なお、C、F 病院の病室、E、F、G 病院の外来待合、F、G 病院の集中治療室の給気中に黄色ブドウ球菌が検出されなかった。

一方、7 つ病院の立地が異なるにも拘わらず、外気中の浮遊黄色ブドウ球菌数濃度は $10\sim 40\text{CFU}/\text{m}^3$ の比較狭い範囲にあった。

3.3 MRSA

表-6 に MRSA の測定結果を示す。

室内では、G 病院の病室・集中治療室、A 病院の外来待合を除けば、微量ではあるがその他の全てにおいて MRSA が検出された。

給気中では、E 病院の病室、C 病院の集中治療室において MRSA が検出された。

また、B と F 病院の外気中に MRSA が検出された。

参考として、写真-4 に各病院の対象室における 3 回目測定の MSO 培地培養後のコロニー様子を示す。

3.4 浮遊真菌数

表-7 に浮遊真菌の測定結果を示す。

① 病室

真菌の主な発生源は外気にあるため、空調されていない A 病院室内の浮遊真菌数 ($270\sim 880\text{CFU}/\text{m}^3$) は他の病院 ($20\sim 290\text{CFU}/\text{m}^3$) に比べ高い値を示した。B~G 病院について見ると、B 病院の病室は 3 回測定の期間中ともに窓が開の状態であったため、比較的高い値を示した。

外気中の浮遊真菌数は病院（立地）によって大きく異なり、最小値の $50\text{CFU}/\text{m}^3$ に対して最大値は 40 倍以上の $2100\text{CFU}/\text{m}^3$ であった。

給気中の真菌数を見ると、何れも外気中のそれより低くなっており、外気中の真菌が空気清浄装置によって除去されたと推察される。

② 外来待合

A 病院の室内浮遊真菌数 (340~850CFU/m³) は他の病院 (30~390CFU/m³) に比べ高い値を示した。

給気中の浮遊真菌数は何れも外気中のそれより、低くなっており、外気中の真菌が空気清浄装置によって除去された。

③ 集中治療室

A 病院は空調されていなかったため室内における 3 回の測定結果の何れも高い値 (270~1200CFU/m³) を示したが、他の全ての病院は 5CFU/m³ 以下であった。

給気中については、C 病院を除けば、何れも浮遊真菌が検出されなかった。

参考として、写真-5 に各病院の対象室における 3 回目測定の CP 加 PDA 培地培養後のコロニー様子を示す。

3.5 換気回数

換気回数の測定結果を表-8 に示す。

病室では、G 病院は 1 回/h 以下であったが、他の全ては 2 回/h 前後であった。

外来待合では、A と C 病院は測定期間中人の出入に伴う玄関のドアの開閉が多かったため、外気流入の影響を受け、トレーサガスの減衰法による測定が出来なかった。B 病院の換気回数は 12.51 回/h と最も高い値を示したが、他は 2~6 回/h の範囲にあった。

集中治療室では、C 病院は 8.54 回/h の値を示しているのに対して、他の病院は 0.72~2.49 回/h の範囲にあった。

3.6 温度・湿度・CO・CO₂

温度・湿度・CO・CO₂ の測定結果を表-9 に示す。

病院内において上記の項目に関する基準値が定められていないが、参考として「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」の基準値 (温度 17~28℃、相対湿度 40~70%、CO 10ppm 以下、CO₂ 1000ppm) との比較を行う。

温度：各対象室における 3 回の測定値は大きな開きがなく、病室は 24~26℃ (E 病院の 3 回目の測定値を除き)、外来待合は 20~27℃、集中治療室は 23~27℃ の範囲内にあり、何れも上記の基準を満足した。

相対湿度：一部の対象室内は 40% を下回るが、大半が上記の基準を満足した。

CO と CO₂ は：測定対象室の全てにおいて CO 濃

度は 10ppm 以下、CO₂ 濃度は A 病院の病室を除けば、総じて 1000ppm 以下になっており、上記の基準値を下回った。

D. 考察

4.1 浮遊総菌数と浮遊真菌数について

A 病院の測定対象室は空調 (冷房) 設備が備えておらず、浮遊総菌数と真菌数の何れも他の病院より高い値を示した。以下に B~G 病院の測定結果について述べる。

表-4 と表-7 に示した浮遊総菌数・真菌数の範囲を表-10 に示す (A 病院を除く)。

病室と外来待合室内の浮遊総菌数は同程度の範囲にあり、HEAS-02-1998 規格の目標値 200~500CFU/m³、集中治療室内の浮遊総菌数は同規格の参考指標値 200CFU/m³ を満足した。これは、所定性能の空気清浄装置が備えられていることが一因であると考えられる。

一方、給気中浮遊総菌数及び浮遊真菌数は殆ど全てが外気中のそれに比べて低くなっていることから、空気清浄装置の有効性が確認された。集中治療室の給気中の浮遊総菌数・真菌数は病室・外来待合のそれより低くなっていることは、空気清浄装置捕集率の差異によるものと考えられる。

4.2 総菌数と黄色ブドウ球菌数の関係

表-11、図-2 に各病院室内浮遊総菌数と黄色ブドウ球菌数の相関関係を示す。

A 病院を除けば、各病院 (病室・外来待合・集中治療室) において浮遊総菌数と浮遊黄色ブドウ球菌数の間に有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$)。また、B~G 病院の病室、外来待合室、集中治療室のそれぞれにおいて、両者間に有意な相関関係も認められた ($p < 0.01$)。さらに、B~G 病院の全測定対象室の測定値からも両者間に有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$)。この結果から、病院環境内では、浮遊総菌数と浮遊黄色ブドウ球菌数の間に有意な相関関係にあり、総菌数中 30% 強は黄色ブドウ球菌が占めることを判明した (図-2 参照)。

図-3 に C、E、F、G 病院の病室、外来待合、集中治療室の給気中における総菌数と黄色ブドウ球菌数の関係を示す。両者間に有意な相関関係が認められた。また、総菌数中 30% 弱が黄色ブドウ球菌を占めていることが分かった。なお、A、B、D 病院は空調がないかまたは運転していないため、給気における微生物の測定を行わなかった。

4.3 浮遊総菌数と浮遊粒子濃度の関係

表-12 に室内浮遊総菌数と粒径別浮遊粒子濃度の相関係数を示す。G 病院を除いて、他の病院においては両者間に有意な相関関係が認められなかった。

G 病院では病室、外来待合、中央治療室の何れにおいても粒径によるが両者間に有意な相関関係が認められた。図-4 に G 病院に $1\mu\text{m}$ 以上の浮遊粒子濃度と浮遊総菌数の関係を示す。因みに、G 病院の室内環境に関しては、①病室の空調が中央管理に制御されるため入居者による調整はできない、②外来待合は 2F にある、の特徴を有し、比較的に外界からの影響（外乱）を受けにくい。

4.4 浮遊真菌数と浮遊粒子濃度の関係

表-13 に室内浮遊真菌濃度と粒径別浮遊粒子濃度の相関係数を示す。殆どにおいては、有意な相関関係が認められなかった。

また、給気中においても浮遊真菌数と粒径別浮遊粒子濃度の間に何れも有意な相関が見られなかった（結果省略）。

4.5 病院内環境の維持管理について

7 つの病院中 A 病院のみは空調（冷房）設備が備えておらず、病室・外来待合・集中治療室の全てが、他の病院に比べ室内浮遊総菌数、黄色ブドウ球菌数、浮遊真菌数が高い値を示した。特に集中治療室に多くの微生物が検出されたことから、空調設備、とりわけ空気清浄装置の導入が望まれる。

給気中浮遊総菌数及び浮遊真菌数は殆ど全てが外気中のそれに比べて低くなっていることから、空気清浄装置の有効性が確認された。特に、集中治療室の給気中の浮遊総菌数・真菌数は病室・外来待合のそれより低くなっていることから、よい性能の空気清浄装置を用いれば、多くの微生物粒子が除去できることが確認できた。

一方、今回の測定は中間期から冬期の間に行っていたため、病院（地域）によって、空調熱源を冷房から暖房に切り替え、室温が高くても空調（冷房）ができない状態になっていた（B、D 病院）。従って、中間期における空調のあり方について今後検討する必要がある。

一方、微量ではあるが、多くの測定箇所から院内感染菌とされる MRSA が検出されており、その臨床的意義について今後検討が必要である。

E. 結論

本研究では、全国 7 つの総合病院における微生物の測定結果を中心に述べた。以下に測定結果から得られた主な結論を示す。

- [1] 空調（冷房）が備えていない A 病院では他の病院に比べて浮遊総菌数、黄色ブドウ球菌数、浮遊真菌数の何れも高い値を示した。とくに、集中治療室内の浮遊総菌数は $210\sim 520\text{CFU}/\text{m}^3$ となっており、日本病院設備協会規格 HEAS-02-1998 の参考指標値 $200\text{CFU}/\text{m}^3$ を上回った。
- [2] A 病院を除いた他の病院では、病室、外来待合、集中治療室内それぞれの浮遊総菌数は $80\sim 440\text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $50\sim 340\text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $10\sim 190\text{CFU}/\text{m}^3$ であり、何れも規格 HEAS-02-1998 の目標値（病室・外来待合： $200\sim 500\text{CFU}/\text{m}^3$ ）または参考指標（集中治療室： $200\text{CFU}/\text{m}^3$ 以下）を満足した。
- [3] A 病院では、病室、外来待合、集中治療室内それぞれの浮遊真菌数は $270\sim 880\text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $340\sim 850\text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $270\sim 1200\text{CFU}/\text{m}^3$ であった。これに対して、他の病院では、病室、外来待合、集中治療室内それぞれの浮遊真菌数は $20\sim 430\text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $30\sim 390\text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $0\sim 10\text{CFU}/\text{m}^3$ であった。
- [4] B～G 病院の全測定対象室における測定結果から、浮遊総菌数と黄色ブドウ球菌数の間に有意な相関が認められ（ $r=0.8289$ 、 $p<0.01$ 、 $N=101$ ）、総菌数の中に黄色ブドウ球菌数が 30% 程度を占めることを判明した。
- [5] G 病院の病室内、集中治療室内を除いて、微量ではあるが MRSA が検出された。
- [6] G 病院では、浮遊総菌数と $1\mu\text{m}$ 以上の浮遊粒子濃度の間に有意な相関関係が認められた（ $r=0.8722$ 、 $p<0.01$ 、 $N=18$ ）。
- [7] 空気設備に関して、得た回答を見る限り、病院内に適正な空気清浄装置が備えられていることが分かった。また、給気中の浮遊微生物粒子数は外気中のそれより低くなっていることから、空気清浄装置は微生物粒子を含めた粒子状物質を除去するのに有効であることを確認した。
- [8] 中間期において、熱源機が冷房から暖房に切り替えられたため、空調ができない状態になる場合があり（B、D 病院）、今後中間期空調のあり方について検討する必要がある。

F. 健康危険情報

該当なし。

G. 学会発表

1. 柳 宇、池田耕一、塩津弥佳、山崎省二：病院内浮遊微生物粒子濃度の実態調査、日本防菌防黴学会第30回年次大会、2003年5月（印刷中）
2. 柳 宇、塩津弥佳、池田耕一、松村年郎：総合病院内空气中黄色ブドウ球菌汚染の実態、日本建築学会2003年度大会、2003年9月（投稿中）

H. 知的財産権の出願・登録状況

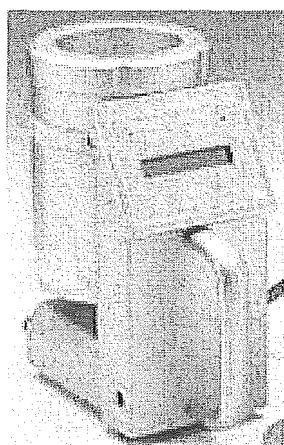
該当なし

表-1 各病院と測定対象室の概要

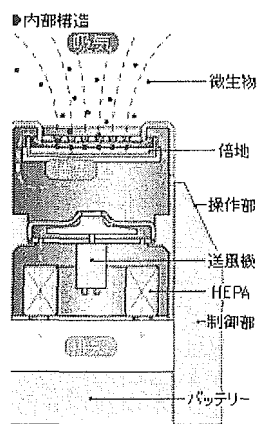
	A	B	C	D	E	F	G
所在地	北海道	新潟	横浜	神戸	岡山	山口	高知
延床面積[m ²]	17,635	26,498	68,588	17,622	47,253	26,264	35,426
一般床数	220	385	650	304	580	330	440
病室床数	4	4	6	4	4	4	1
集中治療室	ICU	—	CCU	—	ICU	ICU	NICU
外来待合場所	1F	2F	1F	1F	3F	1F	2F
調査月日	10/7,10/8	10/17,10/18	10/28,10/29	11/6,11/7	11/18,11/19	11/28,11/29	12/5,12/6

表-2 測定項目と測定装置

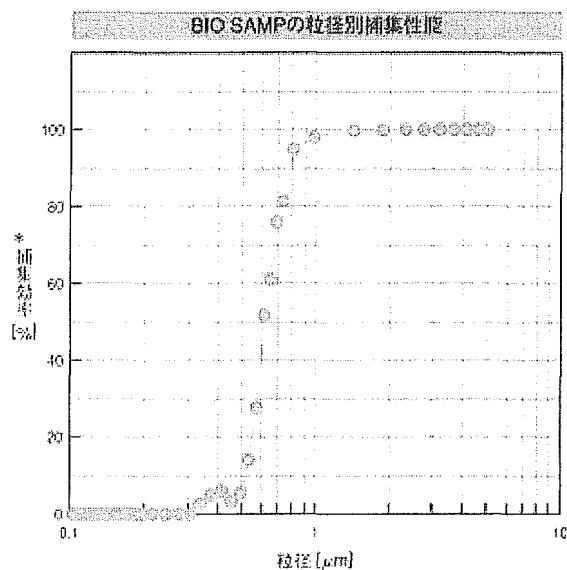
測定項目	測定装置	備考
浮遊粒子	パーティクルカウンターKC-01	リオン製。粒径範囲：0.3μm、0.5μm、1μm、2μm、5μm各粒計以上
浮遊微生物	BIOSAMP MBS-1000	ミドリ安全製。
換気量	1302型マルチガスモニター	B&K製。トレーサガス：SF ₆
温度・湿度・CO・CO ₂	ビルセットマスター	日本科学製



a. 外観



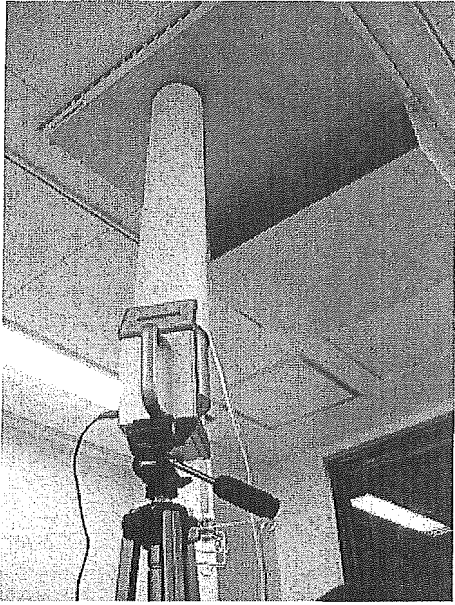
b. 内部構造



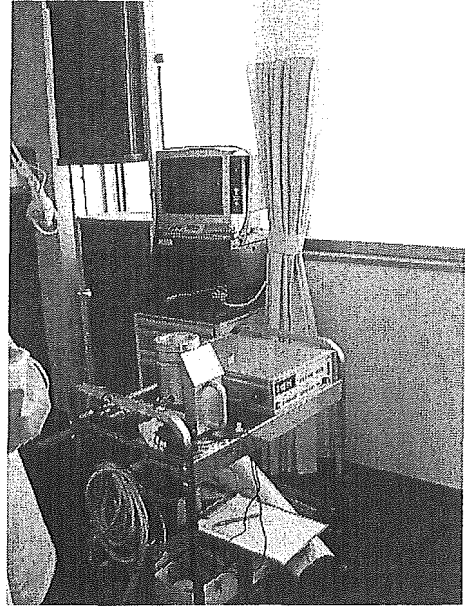
c. 粒径別捕集性能

(出典： <http://www.midori-anken.co.jp>)

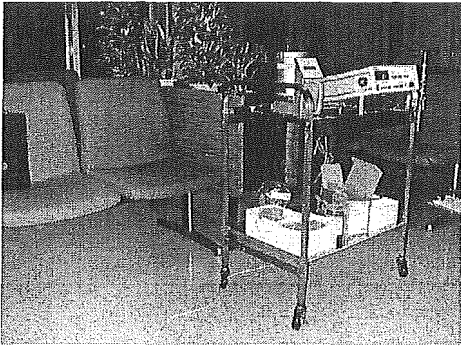
写真-1 浮遊微生物測定器 (BIOSAMP MBS-1000)



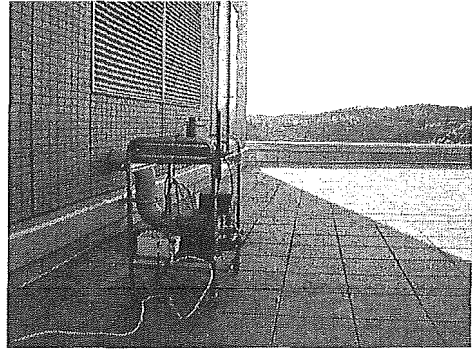
集中治療室（給気）



病室内



外来待合



外気（空調外気取入口近傍）

写真-2 浮遊微生物の測定風景

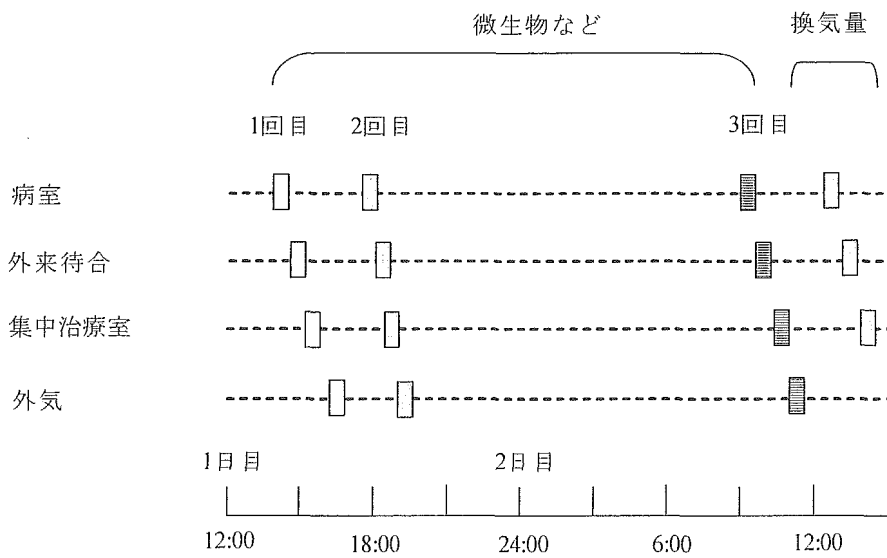


図-1 測定スケジュール

表-3 空調設備の概要

対象室	病院	空調方式	空気清浄装置捕集率		運転時間
			前段	後段	
病室	A	なし	なし	なし	なし
	C	AHU+ダクト	重量法 85%	NBS法 90%	4:00~22:00
	F	外調機+FCU	重量法 70%	NBS法 65%	24 h
	G	AHU+ダクト	重量法 80%	NBS法 60%	24 h
外来待合	A	なし	なし	なし	なし
	C	AHU+ダクト	重量法 85%	NBS法 90%	8:00~15:00
	F	外調機+FCU	重量法 50%	NBS法 65%	7:00~17:00
	G	AHU+ダクト	重量法 80%	NBS法 60%	7:30~17:30
集中治療室	A	なし	なし	なし	なし
	C	AHU+ダクト	重量法 85%	NBS法 90%	24 h
	F	PAC+ダクト	重量法 50%+NBS法 60%	DOP法 99.97%	24 h
	G	AHU+ダクト+PAC	重量法 80%	NBS法 90%	24 h

注：F 病院の病室は結核患者が入居しているため、室内陰圧になっている（廊下給気、室内排気）。

表-4 浮遊総菌数の測定結果 [CFU/m³]

		室内				給気				外気			
		1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均
病室	A	375	288	373	345					欠	360	115	238
	B	283	280	155	239					255	180	140	192
	C	168	313	220	233	10	15	0	8	欠	欠	120	120
	D	443	218	238	299					130	125	60	105
	E	313	503	218	344	110	195	45	117	85	90	50	75
	F	168	80	100	116	5	0	0	2	120	540	15	225
	G	238	153	188	193	60	20	10	30	110	220	110	147
外来待合	A	590	363	515	489					同 上			
	B	228	190	338	252								
	C	325	160	323	269	190		5	98				
	D	220	90	113	141								
	E	318	233	183	244	15		10	13				
	F	53	148	128	109	5		0	3				
	G	180	223	340	248	5		0	3				
集中治療室	A	430	210	523	388					同 上			
	C	188	48	45	93	30	16	0	15				
	E	83	178	43	101	4	0	0	1				
	F	38	8	45	30	0	0	2	1				
	G	8	10	58	25	0	0	2	1				

	病室		外来待合		集中治療室		外気
	室内	給気中	室内	給気中	室内	給気中	
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							

写真-3 SCD 培地培養後のコロニー

表-5 浮遊黄色ブドウ球菌数の測定結果 [CFU/m³]

		室内				給気				外気			
		1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均
病室	A	183	258	160	200					欠	15	5	10
	B	73	158	38	89					40	70	10	40
	C	53	93	80	75	0	0	0	0	欠	欠	15	15
	D	170	53	50	91					20	20	10	17
	E	173	168	10	117	50	60	15	42	15	15	5	12
	F	40	5	5	17	0	0	0	0	5	40	0	15
	G	78	45	55	59	35	5	5	15	15	10	5	10
外来待合	A	160	128	155	148					同上			
	B	102	68	163	111								
	C	85	45	143	91	70		5	38				
	D	120	20	65	68								
	E	163	45	35	81	0		0	0				
	F	18	43	30	30	0		0	0				
	G	45	55	78	59	0		0	0				
集中治療室	A	203	70	118	130					同上			
	C	78	48	10	45	12	0	0	4				
	E	40	70	10	40	2	0	0	1				
	F	13	0	10	8	0	0	0	0				
	G	3	0	5	3	0	0	0	0				

表-6 MRSA の測定結果 [CFU/m³]

		室内				給気				外気			
		1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均
病室	A	5	15	5	8					欠	0	0	0
	B	5	0	0	2					0	5	0	2
	C	5	15	15	12	0	0	0	0	欠	欠	0	0
	D	0	5	10	5					0	0	0	0
	E	0	10	5	5	0	5	0	2	0	0	0	0
	F	5	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	2
	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
外来待合	A	0	0	0	0					同上			
	B	10	0	8	6								
	C	0	0	5	2	0		0	0				
	D	0	0	3	1								
	E	0	5	0	2	0		0	0				
	F	0	5	35	13	0		0	0				
	G	0	10	0	3	0		0	0				
集中治療室	A	5	5	5	5					同上			
	C	0	0	5	2	2	2	0	1				
	E	5	5	0	3	0	0	0	0				
	F	10	0	0	3	0	0	0	0				
	G	0	0	0	0	0	0	0	0				


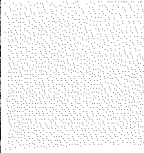
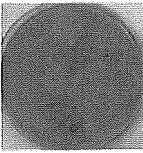
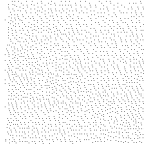
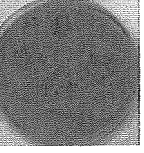
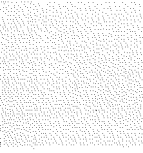
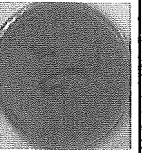

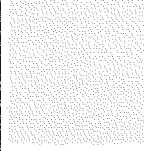
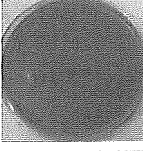
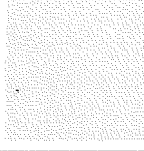
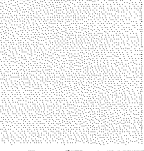

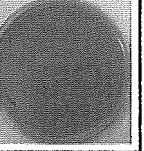
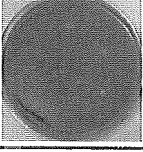
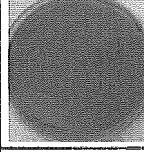
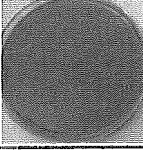
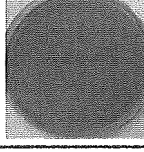
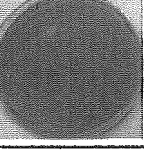
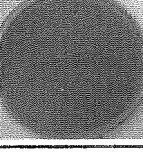
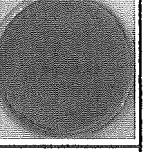

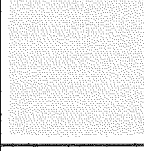

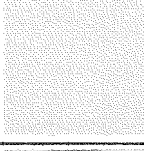
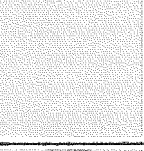
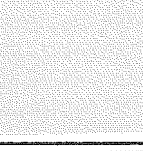
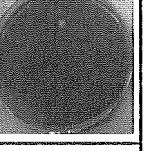
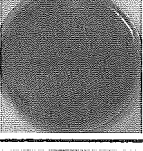
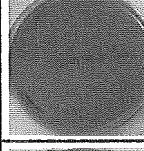
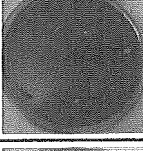


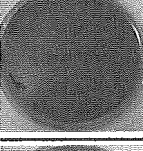

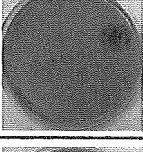


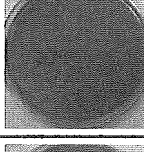
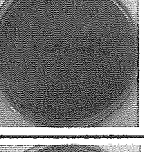
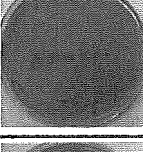

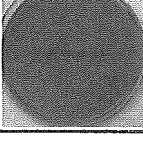
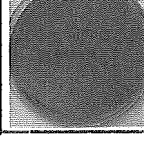
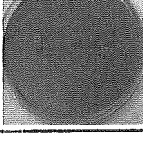
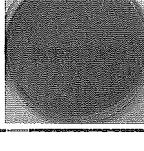
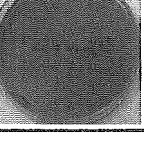
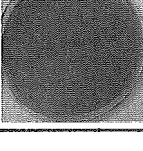
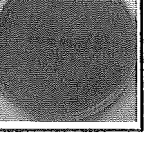
	病室		外来待合		集中治療室		外気
	室内	給気中	室内	給気中	室内	給気中	
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							

写真-4 MSO 培地培養後のコロニー

表-7 浮遊真菌数の測定結果 [CFU/m³]

		室内				給気				外気			
		1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均	1回目	2回目	3回目	平均
病室	A	663	875	273	603					欠	810	370	590
	B	160	433	293	295					145	2,095	255	832
	C	75	75	30	60	5	10	5	7	欠	欠	270	270
	D	180	145	90	138					200	205	55	153
	E	23	33	20	25	15	15	15	15	345	255	310	303
	F	53	23	85	53	5	0	5	3	245	100	50	132
	G	50	75	20	48	15	105	25	48	980	875	580	812
外来待合	A	343	853	460	552					同上			
	B	60	110	53	74								
	C	260	245	83	196	40		15	28				
	D	95	132	35	87								
	E	38	63	45	48	5		5	5				
	F	78	78	30	62	10		0	5				
	G	178	385	55	206	70		25	48				
集中治療室	A	1,058	1,200	268	842					同上			
	C	5	0	3	3	6	0	0	2				
	E	5	0	3	3	0	0	0	0				
	F	3	0	8	3	0	0	0	0				
	G	0	5	0	2	0	0	0	0				

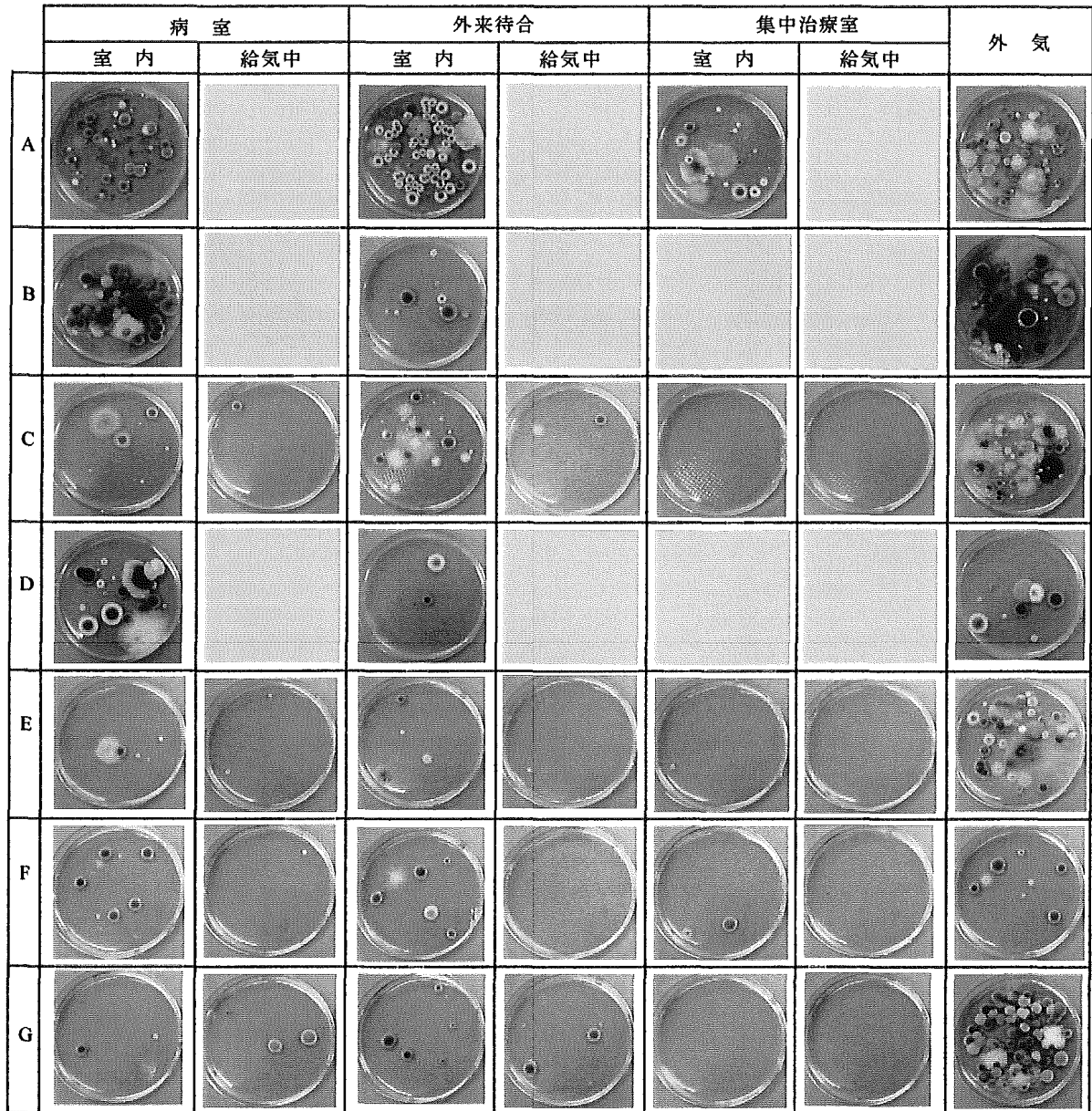


写真-5 CP 加 PDA 培地培養後のコロニー