Since 1897

LAMPE BERGER PARIS

LAMPE BERGER JAPAN

ランプ・ベルジェ製品殺菌実験報告書

生活環境下における空気中のバクテリアの計測

ランプ・ベルジェの為の顧問報告書

MEASUREMENT OF AIRBORNE BACTERIA IN A RESIDENTIAL ENVIRONMENT CONSULTANCY REPORT

FOR

LAMPE BERGER



PrePared by J.P.Obbard PhD,BSc(Honours)

J.P.オバード医学博士（名誉科学学位取得）編纂

CONTENTS 目次

PART ONE 第1部

Measurement of Airborne Bacteria in a Residential Environment Consultancy Report for Lampe Berger 2
生活環境下における空気中のバクテリアの測量
ランプベルジェの実験報告書

Introduction & background 3
イントロダクションとバックグラウンド

Objectives 9
目標

Materials & Methods 11
用具と処方

Results 17
研究結果

Summary 29
概要

PART TWO 第2部

Reduce the Concention of formaldehyde 32
室内空気中のホルムアルデヒド含有量の低減テスト

Introduction & Background 33
イントロダクションとバックグラウンド

Materiales & Methods 34
用具と処方

Results & Conclusion 37
研究結果および総括

Part One

第 1 部

ランプ・ベルジェ殺菌実験報告書

MEASUREMENT OF AIRBORNE BACTERIA IN A RESIDENTIAL ENVIRONMENT

生活環境下における空気中のバクテリアの測量
ランプ・ベルジェの顧問報告書

CONSULTANCY REPORT FOR LAMPE BERGER

Prepared by J. P. Obbard PhD,BSc(Honours)
J. P. オバード医学博士（名誉科学学位取得）編纂

1 イントロダクションとバックグラウンド

1. This document reports on the measurement of airborne concentrations of bacteria in a residential environment—with and without the operation of a Lampe Berger catalytic burner. The catalytic burner was used in conjunction with aromatic essential plant oils with added 'ozoalcool'. It is claimed by Lampe Berger that ozoalcool releases oxygen molecules (anion) during catalytic combustion to form ozone, which has disinfecting properties on ambient air.

この資料は、ランプ･ベルジェ触媒バーナーの使用または未使用での、生活環境下における空気中のバクテリアの計測についての実験報告書です。触媒バーナーは、オゾンアルコールを加えたエッセンシャルオイル（精選植物油）と共に使用されました。オゾン形成の触媒燃焼の際に、オゾアルコールが酸素分子（マイナスイオン）を拡散する様、ランプ・ベルジェが働きかけ、結果、空気中の含有物を消毒滅菌します。

2. The investigation detailed in this report did not pertain to determine any effects (positive or negative) of the catalytic burner on human health, or ambient levels of ozone or any other compound as a result of its operation. The investigation has focused on the measurement of airborne bacteria and does not claim to make any other statements on the catalytic burner beyond this context.

このレポート内の調査は、人体の健康やオゾン上の環境レベル、または実験の他の複合結果に対し（良い悪いに関わらず）触媒効果の如何なる影響（良い悪いに関わらず）をも決定付ける報告ではありません。調査は空気中のバクテリアの測量に焦点を置いており、この範疇を越える触媒に関した如何なる声明文でもありません。

3. Over the past two decades, the presence of airborne microbial pollutants in the indoor environment has been an emerging environmental and occupational health issue. In particular, attention has been directed to the characterization and control of airborne microorganisms in the indoor environment due to potential impacts upon human health.

過去２０年来、室内環境での空気中の汚染微生物の存在は、環境的及び職場環境下の健康問題として絶えず注目されてきました。特に、人体に重大な影響を与えるものとして室内空気中の微生物の特性とその抑制は注目の的となっております。



4. Despite studies that have shown that air-conditioned interiors provide relative protection from outdoor microbial pollutants [Solomon et al., (1980)], many indoor environments are known have higher concentrations of airborne microorganisms than outdoors [e.g. Fernandez-Caldas et al., (1994); Burge (1990)].

エアコンディションの効いた室内では、室外微生汚染物から比較的安全に保護されているとする研究（ソロモン他、１９８０年）があるにも関わらず、多くの室内環境は空気中微生物の濃度が、室外よりも高い状況にあることも知られています（フェルナンデス、他１９９４年/バージ、１９９０年）。

5. The levels and type of airborne microorganisms present in the indoor environment can be affected by the composition of the outdoor air, which may vary as a function of seasonal, diurnal and geographical factors. Tropical and sub-tropical climates are especially conducive for the growth and propagation of microorganisms, including bacteria, due to high prevailing ambient temperature and humidity. Favourable outdoor conditions may be expected to elevate indoor microbial airborne concentrations—even in air-conditioned buildings, as outdoor air enters the buildings through ventilation and clothing of persons entering the building.

室内環境中に存在する微生物の濃度と種類は、その室外の大気中の成分によって影響されます。つまり、その気候的な変化及び地理的な要因によって様々に異なります。熱帯と亜熱帯気候の環境では温度、湿度共に高く、微生物（細菌類を含む）の成長や繁殖が特に容易です。より快適な室外条件というのは、空調の効いたビルの中でさえ、通気口や人間の衣類に付着して入り込むため、その室内の空気中微生物の濃度がより高いとされています。

6. Most investigations on indoor environments have concentrated on non-industrial buildings such as residential apartments, classrooms and offices [e.g. Cutter Information Corp, (1993); Bayer and Downing, (1992); Edwards, (1980)]. In particular, studies of residential dwellings have received particular attention due to the number of potential sources of microorganisms present. Furnishings such as carpets, curtains, beddings as well as heating, ventilation and air-conditioning systems are known to serve as reservoirs for the growth of microorganisms [Goh, (1999)]. In addition, commercial buildings in recent years have been increasingly associated with cases of 'sick buildings syndrome'. This can be attributed to the build-up of moisture and heat in the indoor environment, thereby facilitating the growth of microorganisms [Chen, (1998)] with negative effects on human health.

室内環境の調査の殆どは、住居用ビルや教室、オフィスビル等の非工業目的の建物内に集中して行われています（例：カッター・インフォメーション社／１９９３年、ベイヤー・アンド・ダウニング／１９９２年、エドワーズ／１９８０年）。特に、微生物が存在可能な由来の元として、住居宅の研究に重きを置いています。暖房、通気や空調設備と同様、カーペット、カーテンやベッド等の家具は、微生物の成長の温床として知られています（ゴー／１９９９年）。
加えて、近年は商業用ビルの「シック・ビルディング・シンドローム」に関連したケースが多く報告されています。室内湿度と温度の上昇と関係しています。それ故に、人体の健康に悪影響を及ぼす微生物の成長を促している（チェン／１９９８年）のです。

7. The use of biocides to control indoor concentrations of airborne microorganisms has received considerable attention. Synthetic biocides, such as certain quaternary ammonium compounds, have been found to exhibit a wide and effective antimicrobial effect [e.g. Maeda et al., (1999); Frank and Chmielewski, (1997)].
However, the use of biocide-treated filters in air-conditioning units has its concerns, as the antimicrobial agent itself must not be a hazard to health. This effectively narrows the number of possible biocides as most chemical agents which are bactericidal can also be potentially health threatening.

殺菌剤の使用は室内空気中微生物の濃度を抑制するものとして考えられてきました。（シアン化合物を含むような）化学合成殺菌剤の抗菌力は広い範囲で効果があることを示しています（例；メーダ等のレポート／１９９９年、フランクとチェミュルスキー／１９９７年）。いずれにせよ、空調設備のエアーフィルターの使用は、抗菌剤そのものが健康を害するものであってはならない、という問題を引き起こしています。然しながら、大部分のケミカル・プロダクツが専ら健康に害を及ぼす恐れがある殺菌剤であるとして、実際の選択肢は実に少ないものなのです。



8. The use of ozone as a disinfecting agent for airborne microorganisms is well established. Ozone (O3) is a highly reactive, colourless gas and a strong oxidising agent, capable of eliminating odorous molecules such as sulphides and amines. Ozone is also known to damage the DNA of bacteria cells and is therefore an effective biocide. However, the effect of ozone is enhanced in the presence of UV radiation due to the generation of ionized radicals. The bactericidal effects of ozone is concentration dependent up to a threshold specific for each species of bacteria, above which there is no increase in bactericidal effect.

空気中微生物の殺菌剤としてオゾンの使用はすでに認識されているものです。オゾン（過酸化水素）は高反応で無色の気体であり、（硫化物やアミネのような）強い臭気分子を軽減させる能力があります。また、オゾンはバクテリア細胞の DNA に衝撃を与えることも知られていて、有効な殺菌剤の一つです。いかにせよ、イオン基を生産するために、紫外線の存在に対し、オゾンの効果は高められます。オゾンの殺菌効果は、殺菌効果のこれ以上の増強は手立てがないこと以上に、微生物群の各種の戸口の特定に集中、依存します。

9. In general, natural biocides remain the safest choices as antimicrobial agents. In recent years, the search for natural biocides has been more intense and a wide variety of natural substances possessing antibacterial activities have been discovered. Natural biocides may include common substances e.g. honey [Cooper et al., (1999)] and mimosa tenniflora [Mex, (1989)]. Other may be more exotic and include, for example e.g. Zulu medicinal plants [Kelmanson et al., (2001)], folklore medicinal plants of India [Samy and Ignacimuthu, (2000)] and Nigeria [Kudi et al., (1998)].

一般的に、天然殺菌は、抗菌方法としての最も安全な選択手段です。近年、天然殺菌剤の調査はより熱を帯び、抗菌作用のある天然素材が発見されてきています。天然殺菌剤には常時見られる物質、例えば、蜂蜜（クーパーらの研究による／１９９９年）やミモサ・フローラ（ネム科の木；同メックス／１９８９年）等も含まれています。他にはより新奇なもの、例えばズールー族の薬草（ケルマンソン等／２０００年）やインド（サミーとイグナシムス/２０００年）やナイジェリア（クディら／１９９８年）の民間薬草もあります。

10. In particular, some essential plant oils have been found to be antibacterial, besides having therapeutic properties [e.g. Pattnaik et al., (1996); Hammer et al., (1999)]. Essential oils (including citronella, eucalyptus, geranium, lemongrass and peppermint) have been found to inhibit microbial growth in laboratory cultures.

特に、植物性エッセンシャルオイルの幾つかに効果があることの外に、抗菌効力も有することが発見されました（パットナイクら／１９９６年、ハンマーら／１９９９年）。エッセンシャルオイル（柑橘系シトロネル、ユーカリ、ゼラニューム、レモングラスやミントを含む）は、実験室培養の際に微生物の成長を抑制することも示されています。

11. The antimicrobial properties of the Lampe Berger catalytic burner are therefore derived from two potential sources:
- The (claimed) generation of ozone from the high temperature combustion of 'ozoalcool'; and
- The release of essential plant oil vapours into the ambient atmosphere.

ランプ･ベルジェの触媒バーナーによる抗菌作用は故に、以下の２つの重要な要素から由来しています；

・「オゾンアルコール」の高温燃焼による（必要とする）オゾンの生成。加えて、

・植物性エッセンシャルオイルの蒸気が環境空気中への拡散。

12. For the purposes of this investigation, all measurements of airborne concentrations of bacteria were taken during the night time period in a non air-conditioned, fan-ventilated, occupied bedroom of a residential apartment in Singapore. The apartment is approximately five years old, and the bedroom has an atmospheric volume of approximately 45 square metres (See Figure 1.1). Further details on methodology are given in the following section.

この調査の目的として、微生物の空気中濃度の計測は、シンガポールの空調のなく通風のみの住居用のビル内のアパートにおいて、夜間にすべて行われました。建物は築約５年、その寝室の空気体積量は約４５平方メートル（図１.１参照）です。方法に関する詳細は以下の各章に示されています。

Figure 1.1 Bedroom environment used for measurements of airborne bacteria (note Lampe Berger catalytic burner (bottom left), overhead ceiling fan used for ventilation, and two Andersen air samplers in background)

図１.１　微生物の空気中濃度の計測をした寝室環境（備注；ランプベルジェの触媒バーナー（左下）、天井下に通気用扇風機、後方にアンダーソン製エアーサンプラー）。





OBJECTIVES

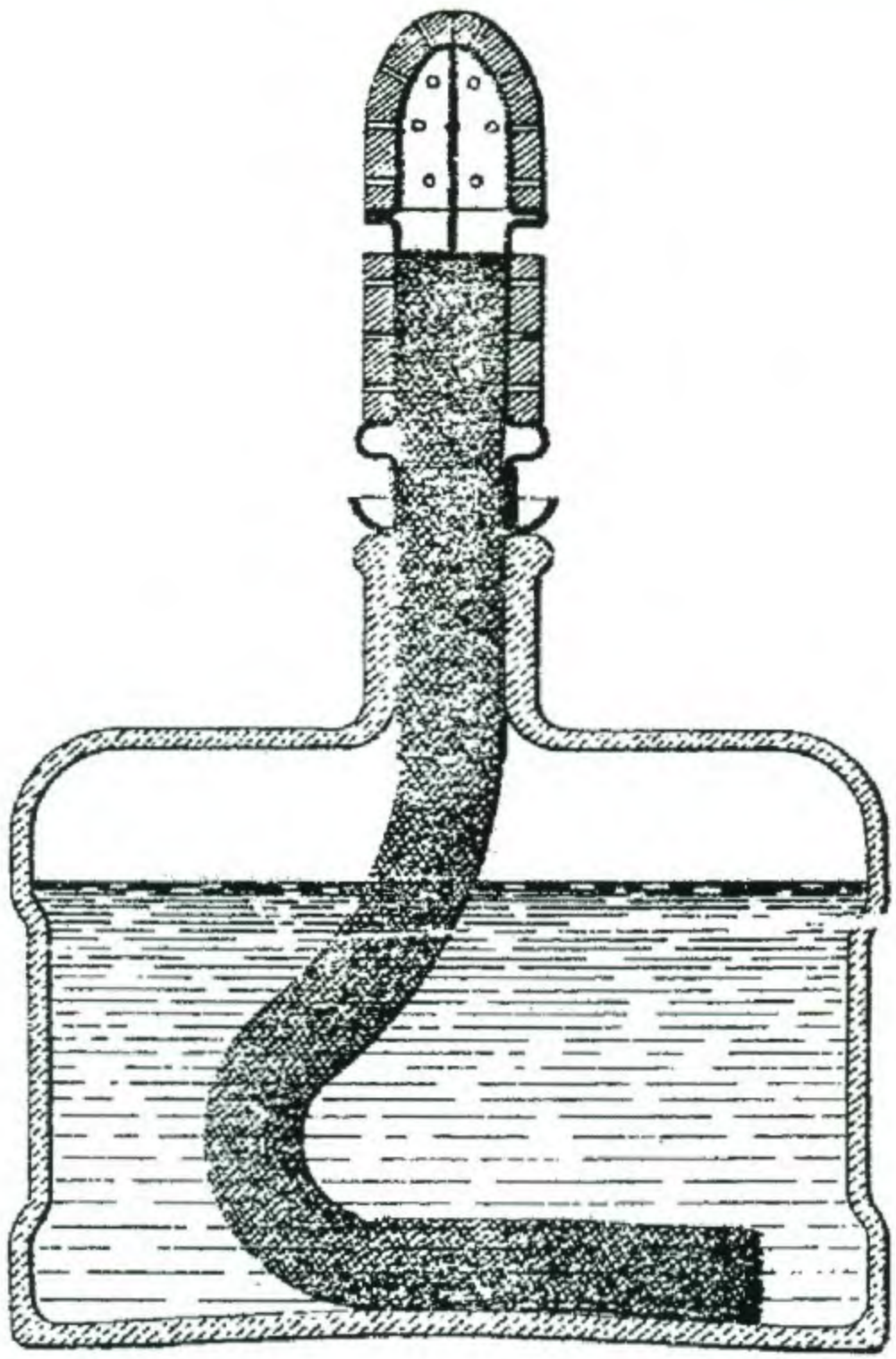
目標

The specific objectives of the investigation were as follows:

- To determine the variation in airborne concentrations of bacteria during the night time period in the bedroom environment in the absence of the Lampe Berger catalytic burner. Measurements were taken during a single night only.
- To determine the variation in airborne concentrations of bacteria during the night time period in the bedroom environment in the presence of the catalytic burner with the combustion of two different essential oils, both containing ozoalcool. Essential oils tested included lavender and citronella. Measurements were taken during a single separate night for each essential oil.

この調査の目標は以下の通リです；

- ランプ･ベルジェの触媒バーナーのない寝室環境で、夜間に空気中の微生物濃度の変化量を調べる。計測は一夜間だけ行われた。
- 共にオゾンアルコールを含む２種類のエッセンシャルオイルを使った触媒バーナーのある寝室環境で、夜間に空気中の微生物濃度の変化量を調べる。テストに使われたエッセンシャルオイルには、ラベンダーとシトロネルが含まれ、計測は各種それぞれ一夜間づつ行われました。



Paris le 16 Juin 1898
P.P.ne de Mr M. Berger

Ch. Chamberland

2 用具と処方

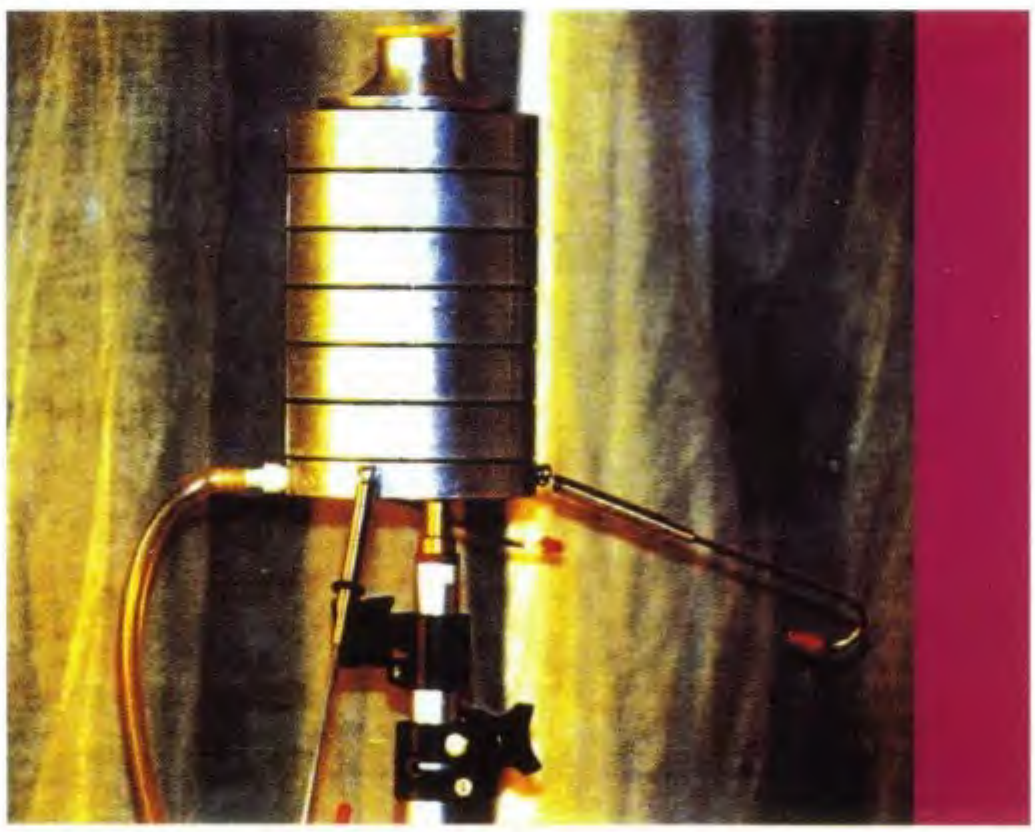
SAMPLING INSTRUMENT　サンプル用の器具

1. Two pre-calibrated Andersen six-stage viable cascade impactors, operating a 28.3 litres of air sampled per minute, were used for the sampling of airborne bacteria (see Fig 2.1).

一分間に28.3リットルの空気量をサンプルできる、アンダーソン製6階層式インパクター2台が空気中微生物の計測に使われた（図2.1参照）。

Figure 2.1 The Andersen Sampler used for measuring concentrations and size ranges of airborne bacteria

図2.1 空気中微生物の濃度と大きさの程度を測るために使われたアンダーソン式サンプラー。



2. The Andersen samplers were chosen in preference to other air-capturing devices as they are suited for collecting 'grab' air samples and they also impact the microorganisms directly onto agar plates for subsequent culture. The height of the impactor suction points for air sampling was 1.5 metres above the ground (i.e. In the normal breathing zone of human). Before each sampling, the impactors were thoroughly cleaned with 70% vol/vol ethanol.

アンダーソン式サンプラーが選ばれたのは、他のエアーサンプル機器に比べ、空気を「掴み取るようにして」集めることが出来るためと、同時に次の培養プレートまで直接運べるためです。エアーサンプリングの吸収口は地面から1.5メートル（すなわち、人間の平均的吸入点と同じ）です。サンプリングの前に、吸入口は70％のエタノールで十分に拭いています。

3. Each sampler is divided into six separate stages to capture bacteria cells in different size ranges. The size ranges approximate to the degree of potential penetration of cells into the human respiratory system, with the smaller size ranges having the greatest potential to penetrate furthest into the lung system (See Table 2.1 and Figure 2.2).

各サンプラーは、バクテリア細胞を異なる大きさで取得できるように6つの階層に分かれています。そのサイズの段階はおよそ人体呼吸系統に入り込む主要な細菌細胞の大きさに等しく、最も深いところで肺にまで届く大きさです（表2.1と図2.2を参照のこと）。

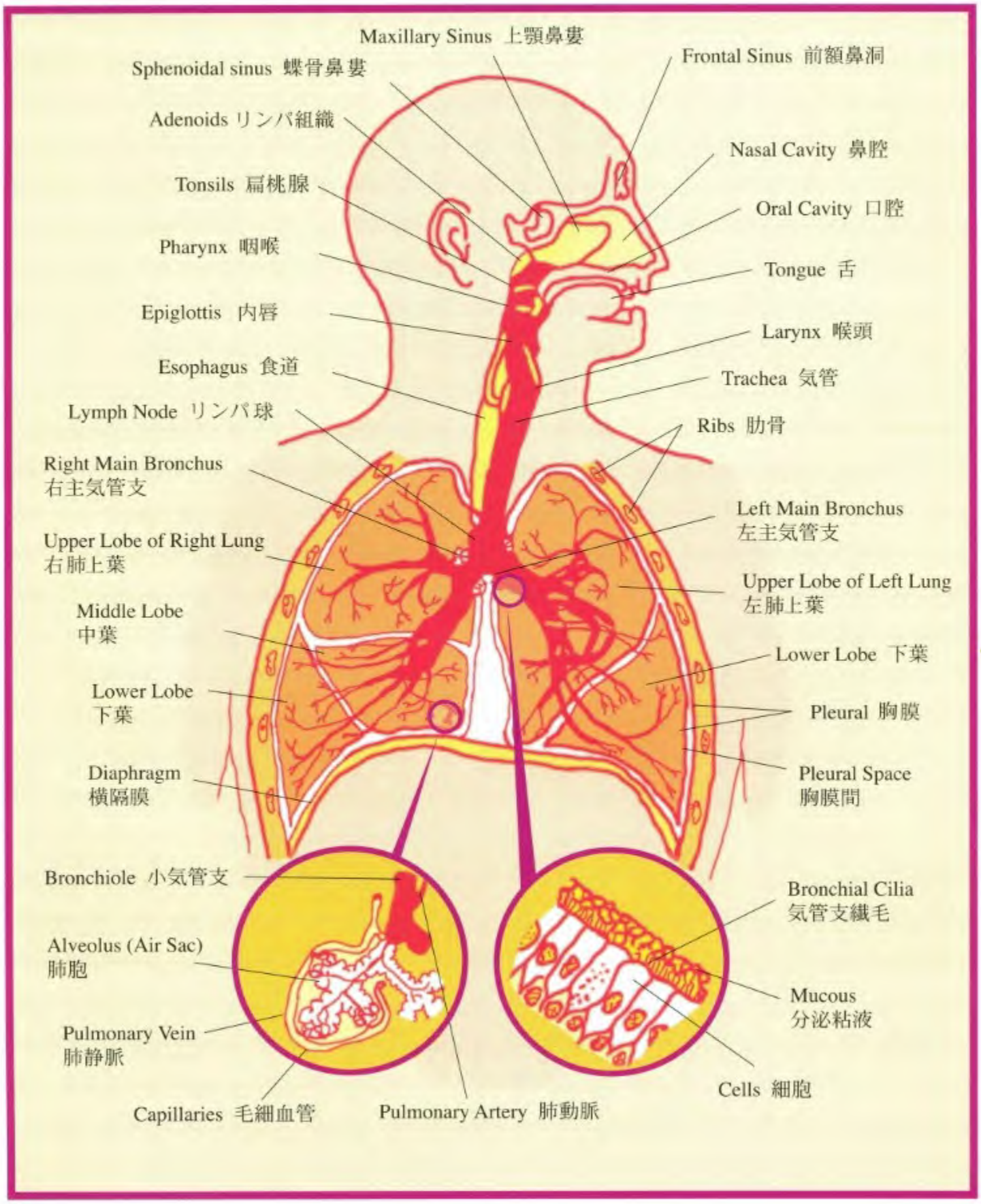
Table 2.1 Particle size distribution and penetration into the lung system

表 2.1 粒子分布と肺機構への浸透

Andersen Sampler Stage (Plate) アンダーソンサンプルプレート	Size Range (micron) サイズ(μ)	Part of Respiratory Tract Corresponding to Sampler Stage サンプルプレートと呼吸器系部の対応
1	> 7.0	Nose 鼻
2	7.0 —— 4.7	Nose 鼻
3	3.3 —— 4.7	Bronchii,bronchioles 気管支、小気管支
4	2.1 —— 4.7	Bronchii,bronchioles 気管支、小気管支
5	1.1 —— 2.1	Alveoli 肺胞
6	0.65 —— 1.1	Alveoli 肺胞

Figure 2.2 The Human Lung and Respiratory System

図 2.2　人体の肺及び呼吸器系



4. Both samplers were operated simultaneously for a pre-determined period of time to obtain duplicate readings for each sampling run. The sampling time was chosen to sufficiently capture all the representative microorganisms in the air while not causing overloading of the agar plates i.e. 5 minutes. For measurement purposes, a total of approximately 6-7 duplicate measurements were taken throughout the night-time period. Measurements were as follows:
   - Measurements of ambient air quality throughout the night-time period in the occupied bedroom with no operation of the catalytic burner (one night).These measurements served as a reference and control.
   - Measurements of ambient air quality prior to the operation of the catalytic burner; during the operation of the catalytic burner; and after the operation of the catalytic burner when combusting two essential oils (i.e. lavender and citronella) containing Ozoalcool (one night each per essential oil).

２つのサンプラーは、各サンプラーが同じ条件で動作するよう、予め設定された時間内に同時に開始された。サンプルの時間は、空気中に含まれる代表的な微生物が検出されるのに十分な長さで、培養プレート溢れないような（例えば五分くらい）ものでした。測量目的から、夜間に合計およそ６、７回重複して測量されました。測量は以下のようでした；

- （一晩中）触媒バーナーが使われない寝室の夜間に環境空気質の計測。これらの計測値は参考値として用途を捕らえるに十分でした。
- 触媒バーナーが使用された環境空気質の計測：触媒バーナーが使用されている間、そして使用された後のオゾンアルコールを含む２種類のエッセンシャルオイル（例えばラベンダーとシトロネル）が拡散した触媒バーナーが使用された後に、それぞれ計測されました（一夜につき１種類づつ）。

5. Both Andersen Samplers were loaded with sterile plastic Petri dishes containing approximately 35ml of a broad-spectrum medium, trypticase soy agar (TSA)(BBL Microbiology Systems, Cockeysville, MD) to culture viable airborne bacteria, with added cycloheximide to inhibit fungal contamination.

両方のアンダーソン・サンプラーは約３５ミリリットルの、蛋白酵素分解大豆樹脂の培養液（TSA／BBL微生物システム／メリーランド州コッキーズビル）を含む、プラスチックの消毒済ペトリ皿が装着されていて、空気中の細菌がそのまま培養できるよう、また含有物の汚染を防ぐよう、サイクロヘキシマイドで拭われています。

6. For each sampling run, ambient temperature was measured two minutes into the sampling period.

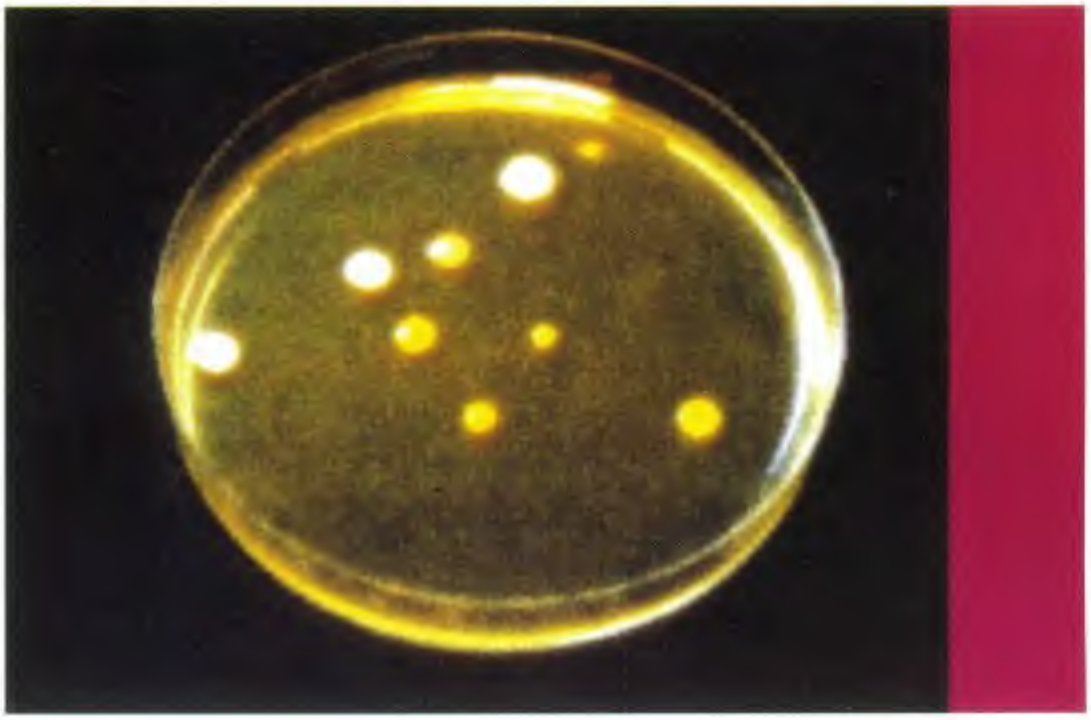
各サンプルにあたって、サンプル時間前に気温を２分間計測しています。

7. After sampling, all the bacterial plates from the six stages of the two Anderson samplers were incubated at 35℃and bacterial colonies were counted after two days. The assumption is that each colony was derived from a single airborne bacterial cell. Only colonies within the suction-hole area of the sampler were counted; those lining the circumference of the Petri dish were ignored. The counts were then transformed to account for multiple depositions at single impaction sites using a positive hole conversion. Fig 2.3 shows typical colony growth of bacteria colonies after incubation.

サンプル後、２つのアンダーソン・サンプラーにある６階層のすべての微生物培養プレートを摂氏３５℃で細菌培養し、２日後に細菌群体の数を数えます。ここでできる仮説は、１つの群体は一つの空気中の細菌細胞から派生したものだ、ということです。この際、サンプラーの吸入口付近内にある群体しか数えられず、ペトリ皿の周りに付着して出来たであろう群体は無視されます。そして結果は、一回の吸入で一体幾つ採取されたのか実際の数値を割り出していきます。図2.3 に、細菌培養後の細菌群体の典型的な成長を示してあります。

Figure 2.3 Bacterial colonies growing on a TSA plate

図2.3　TSAプレート上で成長する細菌群体。



8. The counts on each plate (representing a specific cell size range) were then expressed as counts of colony-forming-units per cubic metre of air (cfu m):

$$\text{Counts}\left\{\frac{\text{colony forming units}}{\text{m}^3\text{ air}}\right\} = \frac{\text{Total no. of countson the plates}}{\text{28.3 litres of air/min}} \times \frac{10^3\text{ litre of air}}{\text{1 m}^3\text{ of air}} \times \frac{1}{\text{5 min}}$$

（特定の細胞サイズを代表する）各プレート上での数量は、空気の体積（cfu立方メートル）毎の形成群体単位の数値として算出されます；

$$\text{総数}\left\{\frac{\text{形成群体単位}}{\text{立方メートル(空気)}}\right\} = \frac{\text{プレートの総数}}{\text{空気(28.3リットル／分)}} \times \frac{\text{空気(10立方メートル)}}{\text{空気(1立方メートル)}} \times \frac{1}{\text{5分間}}$$

RESULT

3 研究結果

1. Results are presented in tabular and graphical form for:
   Measurements of ambient air quality throughout the night-time period in the occupied bedroom with no operation of the catalytic burner (one night).
   (Part – Control, see page 18)
   Measurements of ambient air quality prior to the operation of the catalytic burner; during the operation of the catalytic burner; and after the operation of the catalytic burner when combusting two essential oils (i.e. lavender and citronella) containing Ozoalcool (one night per essential oil). (Part2 – Essential Plant Oils, see page 21)

研究結果は表とグラフで表され；

・触媒バーナーのない寝室で夜間（一晩中）環境大気のクオリティーの計測。（パート1の実験対象標準、18ページ参照）

・触媒バーナーが使用された環境空気質の計測：触媒バーナーが使用されている間、そして使用された後のオゾンアルコールを含む2種類のエッセンシャルオイル（例えばラベンダーとシトロネル）が拡散した触媒バーナーが使用された後に、それぞれ計測された（一夜につき一種類づつ）。（パート2のエッセンシャル植物オイル、21ページ参照）



3A Part 1 – Control

3Aパート１－実験の対象標準

2. Concentrations of airborne bacteria measured in the apartment bedroom are presented in Table 3.1, Figure 3.2 (total counts) and Figure 3.3 (size range distribution).

図表3.1と図3.2（総数量）及び3.3（大小の範囲分布）に、アパートの寝室で計測された空気中微生物の濃度が示されています。

Table 3.1 Concentrations of airborne bacteria (Control)

表 3.1 空気中細菌濃度（実験対象標準）

Sample 標本	Time 時間	Temp(℃) 温度(℃)	Airborne bacteria concentration (colony forming units per cubic metre)* 空気中細菌濃度（立方メートル毎群成単位）*						
			Plate 1 プレート1	Plate 2 プレート2	Plate 3 プレート3	Plate 4 プレート4	Plate 5 プレート5	Plate 6 プレート6	Total 合計
CA	23:00	33	85	71	170	113	212	99	**750**
CB	00:00	32	42	49	49	42	177	49	**408**
CC	02:00	33	21	106	71	78	14	64	**354**
CD	04:00	32	28	42	42	71	177	57	**417**
CE	06:00	32	21	14	42	14	226	106	**423**
CF	07:00	33	92	205	120	134	71	71	**693**

*Note : *mean of duplicate readings 注：*複数測定の平均値*

Figure 3.2 Total concentrations of airborne bacteria(Control)

図 3.2 空気中細菌総合濃度（実験対象標準）

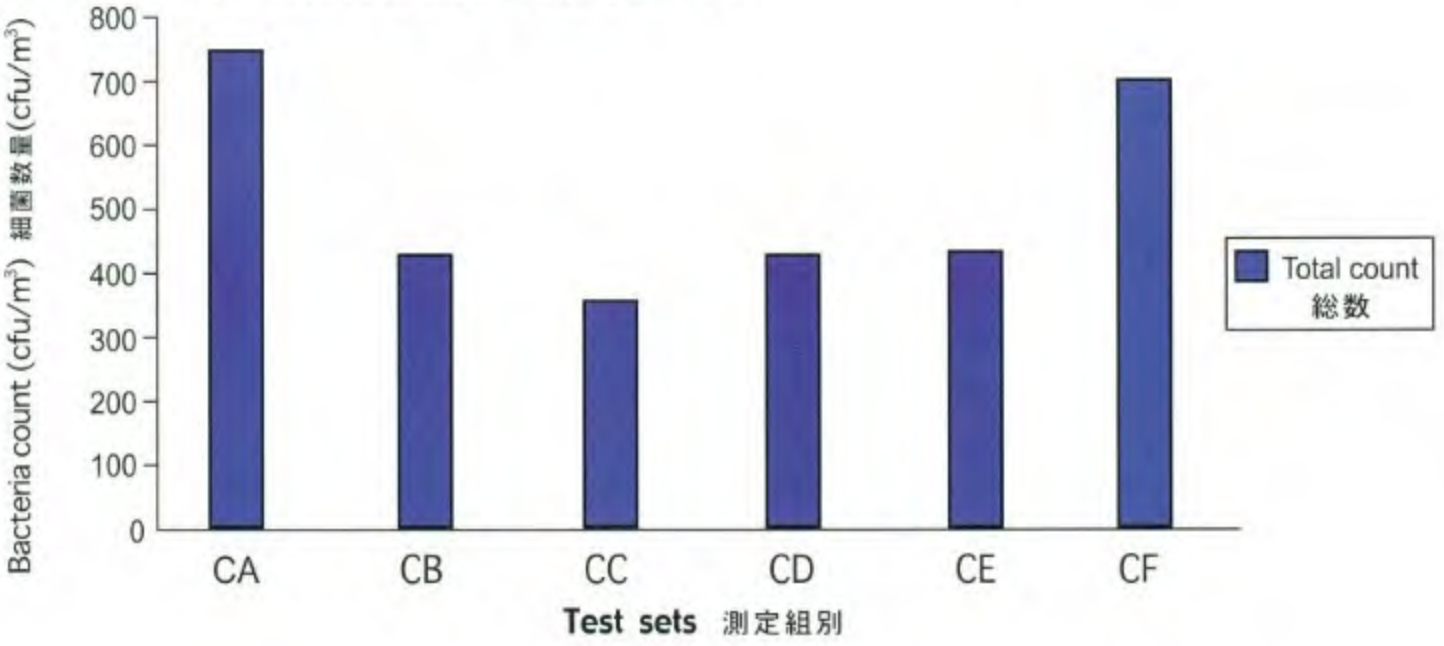
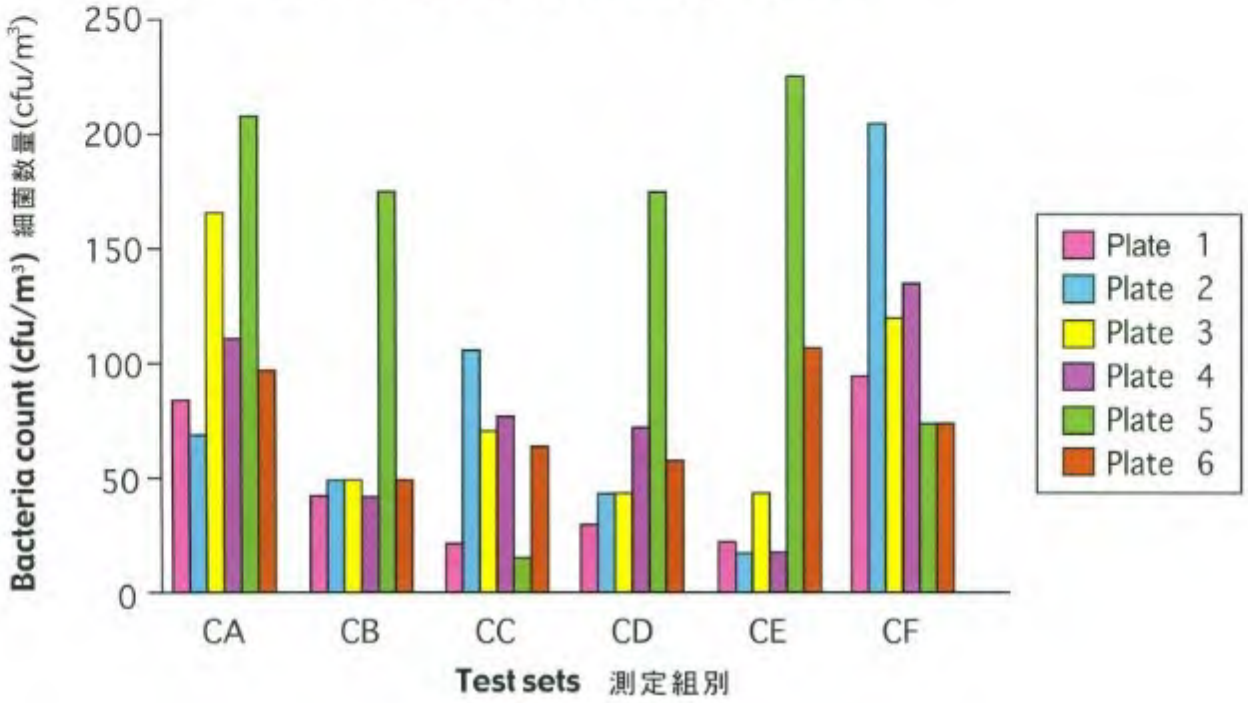


Figure 3.3 Sizedistribution of airborne bacteria(Control)
グラフ 3.3　空気中細菌分布範囲（実験対象標準）



3. Based on the results, the following observations/comments can be made:
   - The temperature throughout the measurement period (23:00 to 07:00 hrs) was stable at between 32 and 33 .
   - The total concentration of colony forming units per cubic metre of air (cfu m) varied form a maximum of 750 cfu m (23:00 hrs) to a minimum of 354 cfu m (02:00 hrs) (see Table 3.1 and Figure 3.2). The upper concentration was in excess of available recommended guidelines figure of 500 cfu m for indoor air in a Singapore office environment (there is no guideline for residential nvironment).
   - A reduction was noted in the airborne concentration of bacteria between 23:00 and 00:00 hours (i.e. 750 to 408 cfu m), where the level remained stable up to 07:00 hours when it increased again to 693 cfu m. This variation may be due to various reasons including : limited air-exchange between the bedroom and the external environment; alterations in humidity; activity of the occupants (amount of movement and respiration activity (e.g. coughing, sneezing) during sleep).

・Bacteria were present over the entire size range (i.e. 0.65 to 7.0 microns) captured by the Andersen Sampler (see Table 3.1 and Figure 3.3). Hence, bacteria were present that were capable of penetrating all stages of the human respiratory-lung system (see Figure 2.2). Although the potential of the bacteria to cause infection is dependent on the species present (which was not determined), it can be noted that in four of the six measurements taken, there was a predominance of bacteria on stage 5 of the sampler i.e. in the size range of 1.1 to 2.1 microns. This size of bacteria is capable of penetration deep into the human lung upon inhalation.

研究結果に基づく観察/評価は以下のようになります；

・計測時間（23：00から7：00）中の気温は安定して摂氏32℃から33℃であった。

・空気体積毎の群体形成ユニットの総濃度は最高値750cfu（23：00時）から最低値354cfu（2：00時）まで様々であった（表3.1と図3.2参照）。シンガポールのオフィス環境における室内環境基準値（居住環境でのガイドラインはなし）の際限値、500cfuを上限が越えていました。

・23：00時から00：00時まで微生物の空気中濃度の下降（750から408cfu 立方メートル）が認められたが、この濃度はその後7：00時まで一定に保たれ、その後693cfu　m3まで再び上昇した。この変化には様々な理由が考えられます。具体的には、寝室と外気との換気の限定、湿気の変化によるもの、居住者の室内行動や噴出動作（例えば睡眠時の身体の移動や呼吸、咳やくしゃみ）によって引き起こされた等。

・アンダーソン·サンプラーによって採取した階層の各サイズ（0.65から7.0ミクロン）ともに細菌の存在（表3.1と図3.3参照）が認められ、これらの細菌は人体の呼吸系統のどの段階にも入り込む恐れがあります（図2.2参照）。感染を引き起こす細菌の可能性の要因はその種類によるが、6回の計測中4回まで第五階層の細菌（即ち1.1から2.1ミクロン）が認められました。これは、人体の肺にまで入り込む可能性を示しています。

3B Part 2 – Essential Plant Oils(Citronella)

3Bパート２－エッセンシャル植物オイル（シトロネル）

Table 3.2 Concentrations of airborne bacteria (Citronella)

表 3.2　空気中細菌濃度（シトロネル）

Sample 標本	Time 時間	Temp(°C) 気温(℃)	Airborne bacteria concentration (colony forming units per cubic metre)* 空気中細菌濃度（立方メートル毎群成単位）*						
			Plate 1 プレート1	PLate 2 プレート2	Plate 3 プレート3	Plate 4 プレート4	Plate 5 プレート5	Plate 6 プレート6	Total 合計
CA(–)	22:30	33	14	11	14	57	141	219	**456**
CB(–)	23:30	32	216	180	205	544	940	544	**2629**
BA(+)	00:30	33	74	92	67	138	1007	442	**1820**
BB(+)	01:30	33	28	32	46	53	102	32	**290**
BC(+)	02:30	32	32	42	85	49	67	85	**360**
CC(–)	04:00	32	42	57	92	25	39	39	**293**
CD(–)	06:00	32	53	42	124	67	8	49	**417**

Note : (-) indicates no burner (+) indicates burner. burner ignited at 23:30 hrs (after air sampling) and extinguished at 02:30 hrs (after air sampling).

*注：（-）印は触媒バーナーなし、（+）印は触媒バーナーありを示す。触媒バーナーは、（空気のサンプル後）２３時半に点火され、（空気のサンプル後）２時半に消火される。

Figure 3.4 Total concentration of airborne bacteria (Citronella)

図 3.4　空気中細菌濃度（シトロネル）

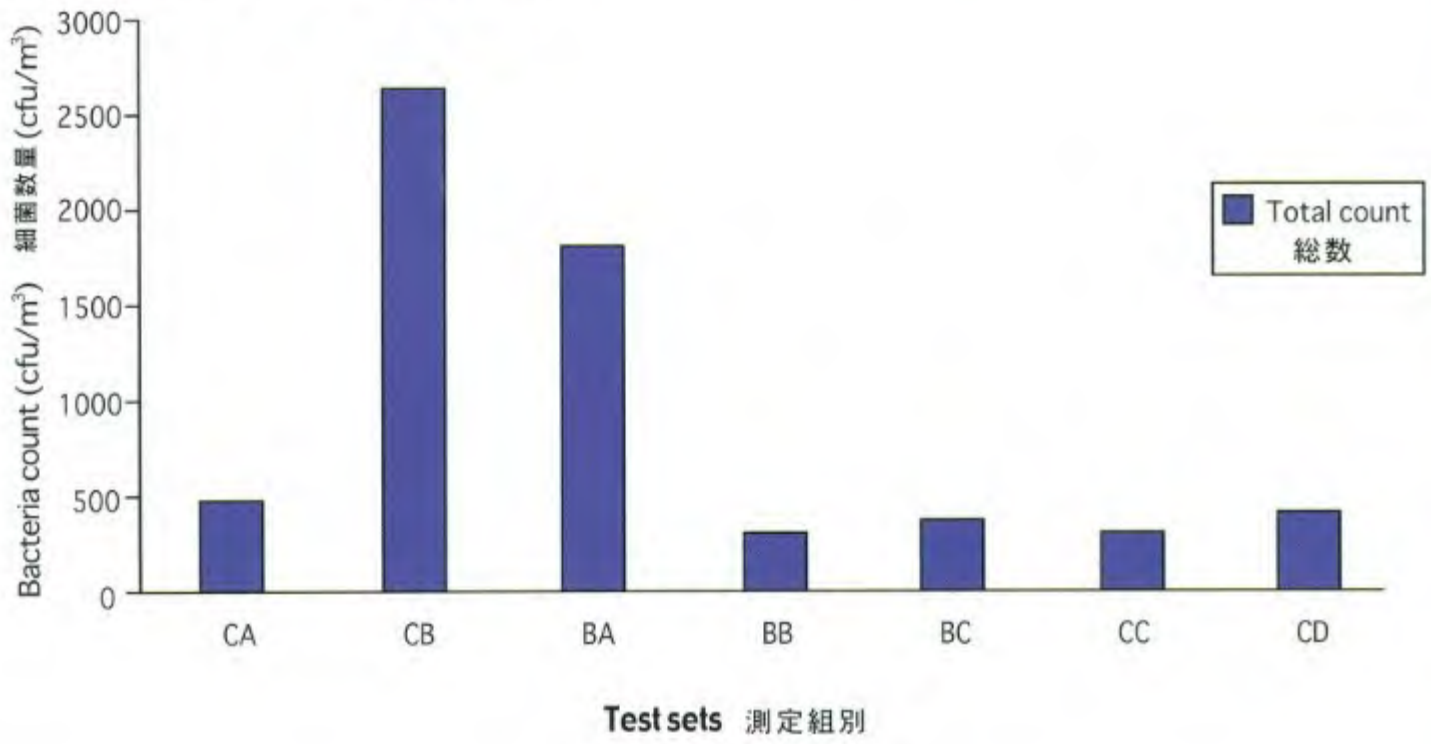
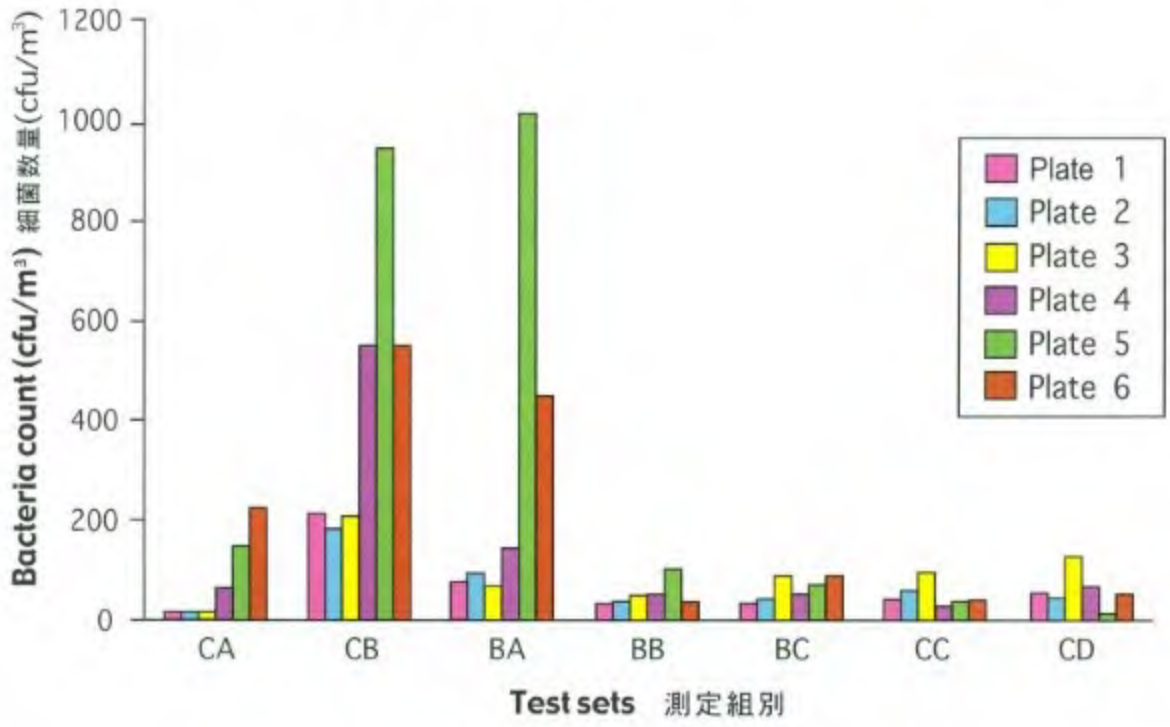


Figure 3.5 size distribution of airborne bacteria (Citronella)
図 3.5　空気中細菌分布範囲（シトロネル）



4. Concentrations of airborne bacteria measured in the apartment bedroom before, during and after the operation of the catalytic burner with ozoalcool and citronella are presented in Table 3.2, Figure 3.4 (total counts) and Figure 3.5 (size range distribution).

オゾンアルコールとシトロネルを用いた触媒バーナーの使用前、使用中と使用後の空気中における細菌濃度の数値が表3.2と図3.4（総数）、及び3.5（大きさの分布図）に示されています。

5. Based on the results, the following observations/comments can be made:
   - The temperature throughout the measurement period (23:00 to 07:00 hrs) was stable at between 32 and 33 . The operation of the burner made no measured difference to the ambient temperature of the bedroom.
   - The total concentration of bacteria ranged form a minimum of 290 cfu m at 01: 30 hrs (burner operating) to a high maximum of 2629 cfu m at 23:30 hrs (burner not operating) (see Table 3.2 and Figure 3.4). This peak concentration occurred prior to the ignition of the burner and was then reduced to 1820 cfu m when the burner was ignited at 00:30 hrs. The high concentration present was in excess if the available recommended guidelines for air quality in Singapore i.e. 500 cfu m for an office environment (no standards are available for a residential environment). The peak in bacteria concentration may have been due to the occupants ejecting bacteria from the respiratory tract (e.g. by sneezing or coughing). The reduction on airborne bacteria concentration upon ignition of the burner cannot be directly accredited to its ignition, as the concentration may have been naturally subsiding.

- However, it can be noted that concentrations of bacteria at the second and third measurement (i.e. 01:30 and 02:30 hours) during the operation of the burner were relatively low, and continud at a lowered concentration 90 minutes after the burner was extinguished i.e. at 04:00 hours (cfu m). It is interesting to note that, similar to the control measurements, the airborne concentration of bacteria began to pick-up again towards dawn and reached a concentration of 417 cfu m by 06:00 hours. It is possible that the operation of the burner 'dampened' the levels of airborne bacteria, as levels during burner operation are lower than levels measured during the control experiment with no burner present (see Tables 3.1 and 3.2), although evidence is not conclusive.
- Throughout the monitoring period (with and without the operation of the burner) bacteria were present across the entire size range. It can be seen that during the peak concentration event that there was a predominance of smaller bacteria particularly in the size range of less than 2.1 microns. This is consistent with the bacteria being derived from coughing and/or sneezing of the room occupants.
- Overall, based on measurements of total bacteria concentrations, it appears that a natural variation in the concentration of bacteria occurred throughout the night-time period, and was sensitive to peak occurrences of bacteria—most likely due to ejection from the occupant's respiratory system (by sneezing/coughing). During the second and third measurements with the burner operating (at 01:30 and 02:30 hours), there was no evidence of a predominance of smaller size bacteria. This was also the case after the burner was extinguished.
- Although it is clear that the operation of the burner with citronella and ozoalcool did not entirely eliminate airborne bacteria in the bedroom, it is possible that the levels were slightly suppressed and that concentrations were dampened following a peak event. It is also possible that the effect of the ozoalcool and citronella continued to exert an effect on the concentration of the airborne bacteria after the burner was extinguished until the substances were dispersed. However, more detailed measurements would be needed to confirm these positive effects and differentiate them from natural fluctuations.



結果に基づいての観察/評価は以下のようになりました；

・計測時間（23：00から7：00）中の気温は安定して摂氏32℃から33℃であった。バーナーの作用によって寝室の環境温度に何ら変化はもたらされなかった。

・空気体積毎の群体形成ユニットの総濃度は、01：30（バーナー点火）時の最低値290cfu立方メートルから23：30時の最高値2629cfu立方メートル（バーナー未使用時）までであった（表3.2と図3.4参照）。この濃度の最高値はバーナーの点火時に起こり、その後00：30時のバーナー消火時点で1820cfu立方メートルまで減少した。この濃度の最高値はシンガポールのオフィス環境における室内環境基準値（居住環境でのガイドラインはなし）の際限値、500cfuを上限が越えていました。濃度の最高値が示されたことは、居住者の噴出動作（例えば呼吸、咳やくしゃみ）によって引き起こされたと考えうる。バーナーの点火による空気中細菌濃度の減少は、その濃度が自然と沈下する可能性もあるので、その点火そのものによるとは直ちには言えない。

・いずれにせよ、バクテリアの濃度がその2回目3回目の計測時（01：30から2：30時）に比較的低下し、その後バーナーが消火された（4：00時）後も90分間その値を維持している（cfu立方メートル）ことは注目に値する。何ら作用を加えていない実験の対象標準の際と同様、空気中の細菌濃度は、初期に増加傾向をたどった後、6：00時の417までcfu立方メートルの濃度に達するまで低下しているのも注意すべき点である。最終結論に至るまでの証拠は得られていないものの、バーナーが使用されていない対象標準状態に比べ、バーナーが作用している間の値が低いことから、空気中細菌の量を「頭打ちにしていた」とも考えられ得る（表3.1と図3.2参照）。

・（バーナーの使用及び未使用時とも）検査時間を通して細菌はすべての大きさのレベルで見られた。濃度の最高点で、より小さなバクテリア、特に2.1ミクロンより小さいサイズのものがより多く見られた。室内の居住者による咳とあるいはくしゃみによって吐き出されるバクテリアと一致している。

・総括として、細菌の総濃度の計測に基づいて、室内の居住者（の咳とあるいはくしゃみ）によって吐き出されることから、細菌濃度の自然変化は夜間全体を通じて起きること、バクテリアの発生最高点でとても反応しやすいことがわかる。バーナーを用いたその2回目3回目の測量時（01：30から2：30時）に小さいサイズのバクテリアの顕著な形跡は現れなかった。これは、もうすでにバーナーが消された後でのことである。

・シトロネルとオゾンアルコールを用いた触媒は寝室全体の空気中細菌を殺菌していないことは明らかであるが、その度合いは至って下回り、その濃度は次のピーク時に抑制されていたと見ることは可能である。空気中の細菌濃度に対し、バーナーが消され物質が拡散されるまで、シトロネルとオゾンアルコールの効果を及ぼし続けたとも考えられる。いずれにしても、これらの効果を肯定的に捉え、自然変化とは異なることを確認するためにはより詳細の測量が必要である。

3C Part 2 – Essential Oils(Lavender)
3Cパート2－エッセンシャルオイル（ラベンダー）

6. Concentrations of airborne bacteria measured in the apartment bedroom before, and after the operation of the catalytic burner with ozoalcool and lavender are presented in Table 3.3, Figure 3.5 (total counts) and Figure 3.6 (size range distribution).

オゾンアルコールとラベンダーを用いた触媒バーナーの使用前、使用中と使用後の空気中における細菌濃度の数値が表3.3と図3.5（総数）、及び3.6（大きさの分布図）に示されています。

7. Based on the results, the following observations/comments can be made:
   - The temperature throughout the measurement period (22:00 to 06:00 hrs) was stable at between 32 and 33 . The operation of the burner had no measured effect on the ambient temperature of the bedroom.
   - The total concentration of bacteria ranged from a minimum of 170 cfu m at 02:30 hours (burner operating) to a maximum of 866 cfu m at 10:30 hours (no burner)(see Table 3.3 and Figure 3.5). Three measurements were taken prior to the ignition of the bruner and levels were elevated relative to the period during and after burner operation (611 to 866 cfu m versus 170 to 300 cfu m). It is also interesting to note that one-hour after the ignition of the burner at 12:30 hrs, the total concentration of airborne bacteria dropped substantially (i.e. 611 to 226 cfu m). In this case concentrations of airborne bacteria exceeded the available guideline of 500 prior to burner ignition, but was reduced to below this value during burner operation, and after extinction (see Table 3.3). This reduction was more evident than for lavender and lends stronger support to the beneficial effects of lavender on the reduction of airborne bacteria concentrations. Furthermore the continued suppression of bacteria concentration over the operational period of the burner (i.e. 23:30 to 02:30 hrs) is encouraging. The positive effect of the burner is further supported by the levels elevating slightly after the burner was extinguished (see Figure 3.5). Levels did not return to pre-ignition concentrations, possibly due to the continued presence of antimicrobial agents (ozone and/or lavender) in the air after the burner was extinguished.

- Prior to burner ignition with ozoalcool and lavender, bacteria were present throughout all measured size ranges, with elevated levels of the smaller more penetrative size fractions (see Figure 3.6), Levels of the smaller size ranges were suppressed during burner operation, together with other size fractions, and were only elevated again after the burner was extinguished. While this phenomenon cannot be entirely attributed to the burner, as natural variation may have occurred, the results are encouraging.

結果に基づいての観察/評価は以下のようになりました；

- 計測時間（22：00から6：00）中の気温は安定して摂氏32℃から33℃であった。バーナーの作用によって寝室の環境温度に何ら変化はもたらされなかった。
- 空気体積毎の群体形成ユニットの総濃度は、02：30（バーナー点火）時の最低値170 cfu立方メートルから23：30時の最高値866cfu立方メートル（バーナー未使用時）までであった（表3.3と図3.5参照）。バーナーの点火後三回の計測がなされ、触媒の作用中とその後に、数値は比較的上昇した（170から300に対し611から866 cfu立方メートル）。12：30時点のバーナー点火の一時間後、空気中細菌濃度の数値が次第に下降したこと(611から226 cfu立方メートル）も非常に興味深い点です。この場合の空気中細菌濃度の数値は、バーナー点火以前にガイドラインの500 を越えていますが、触媒の作用中とその消火後にその値を下回る程下がっています（表3.3参照）。この抑制値は、空気中細菌濃度の数値抑制において、ラベンダーとその有益な効果をもたらしている点で非常に明白である。さらについて言えば、触媒の作用時間中（23：30から2：30）、細菌濃度の抑制は続いていたと見なされる。触媒の作用が実際に効果を示すのはバーナーが消されてから少し経って見られる（表3.5参照）。その濃度は、恐らく、バーナーが消された空気中の殺菌剤の存在（オゾンと、またはラベンダー）の為に点火前の値にまでは戻らないと考えられる。
- オゾンアルコールとラベンダーを使用しての点火に続いて、人体に容易に進入出来る大きさの小さなものの増加と共に、バクテリアはすべてのサイズレベルで存在が確認されていた（表3.6参照）。触媒の作用中、他のサイズの一部と共に、小さなサイズのものは数が抑制されて、僅かにバーナーが消火された後に再び数値が上昇した。自然変化が起こった可能性もあるため、この現象をすべてバーナーの起因とは出来ないが、その結果は希望がもてる。

Table 3.3 Concentrations of airborne bacteria (Lavender)

表 3.3　空気中細菌濃度（ラベンダー）

			Airborne bacteria concentration (colony forming units per cubic metre)* 空気中細菌濃度（立方メートル毎群成単位）*						
Sample 標本	Time 時間	Temp(℃) 気温(℃)	Plate 1 プレート1	PLate 2 プレート2	Plate 3 プレート3	Plate 4 プレート4	Plate 5 プレート5	Plate 6 プレート6	Total 合計
LA(−)	22:00	33	74	28	78	254	237	131	**802**
LB(−)	22:30	33	32	18	311	60	272	173	**866**
LC(−)	23:30	33	99	71	57	78	163	145	**611**
BA(+)	00:30	33	53	25	35	60	28	25	**226**
BB(+)	01:30	32	28	46	60	18	85	35	**272**
BC(+)	02:30	33	11	7	28	21	46	57	**170**
LD(−)	04:00	33	78	53	78	53	28	11	**300**
LE(−)	06:00	32	28	28	42	28	88	53	**269**

*Note : (-) indicates no burner (+) indicates burner. burner ignited at 23:30 hrs (after air sampling) and extinguished at 02:30 hrs (after air sampling).

*注：（-）印は触媒バーナーなし、（+）印は触媒バーナーありを示す。触媒バーナーは、（空気のサンプル後）２３時半に点火され、（空気のサンプル後）２時半に消火される。

Figure 3.5 Total concentration of airborne bacteria (Lavender)

図 3.5　空気中細菌濃度（ラベンダー）

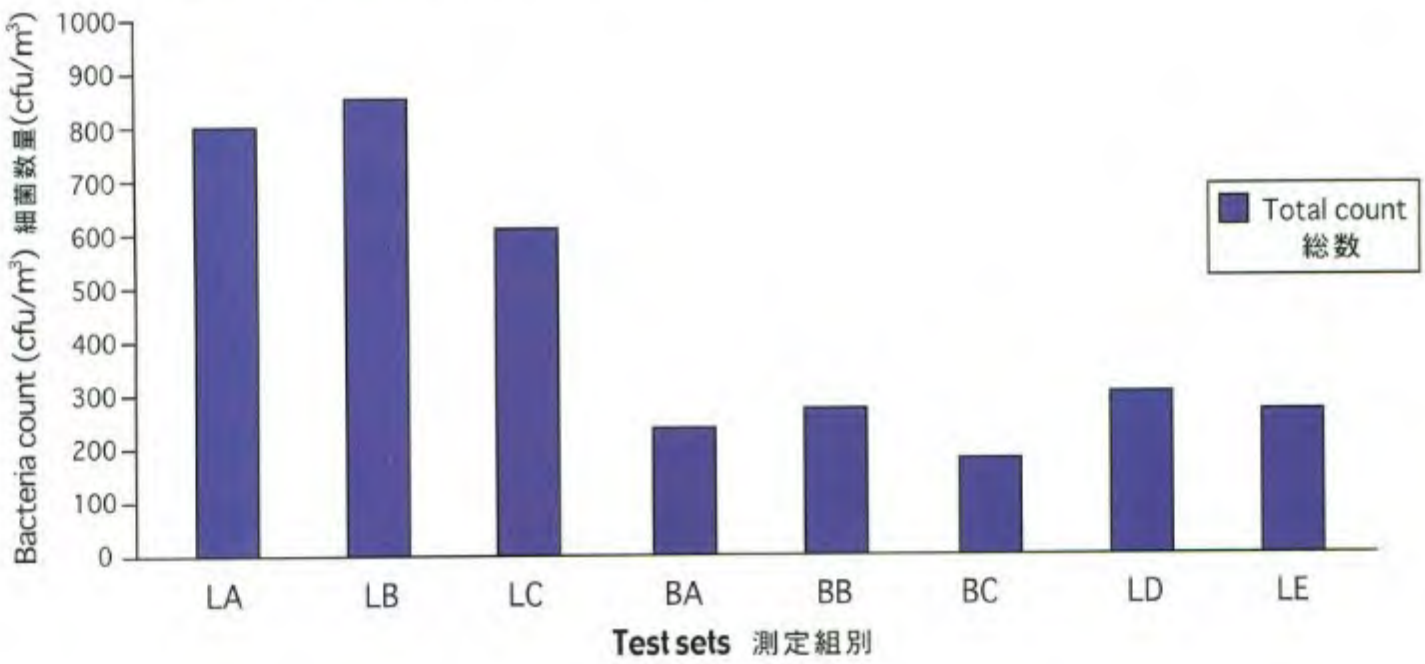
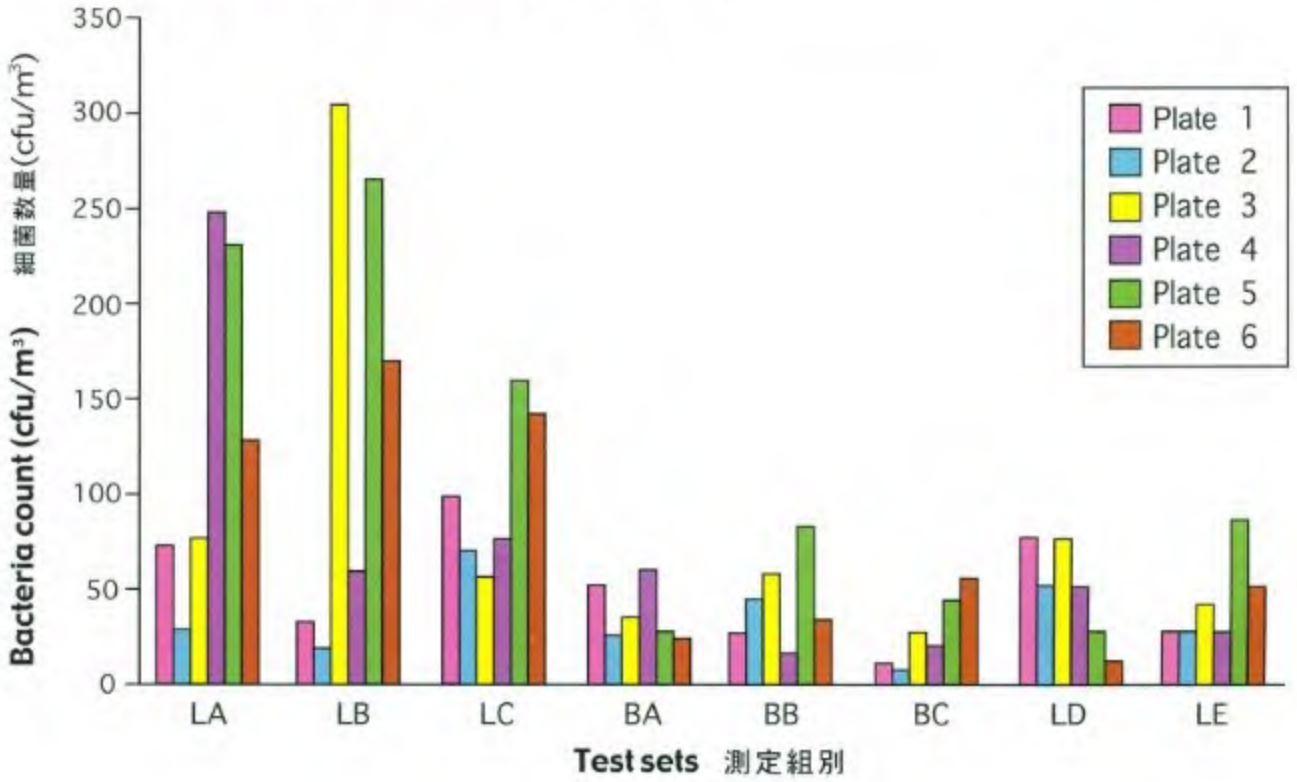


Figure 3.6 Size distribution of airborne bacteria (Lavender)

図 3.6　空気中細菌分布範囲（ラベンダー）





Summary

3 概要

1. Due to the limited extent and duration of monitoring, and the background variability in concentrations of airborne bacteria measured in the bedroom, it is difficult to provide absolutely conclusive statements on the effectiveness of the Lampe Berger catalytic burner in reducing levels of airborne bacteria. However, several interesting and encouraging phenomena have been observed as a result of this investigation, as follows.

- Without the operation of the burner (Control), it is possible for total airborne bacteria concentrations to be present in the bedroom environment in excess of available air quality guidelines. Furthermore, bacteria are present across the entire size range (i.e. 0.65 to >7.0 microns) measured by the Anderson Sample – indicating that bacteria are present that can penetrate deep into the human respiratory-lung system. Although no identification of individual bacteria species were made as part of this investigation, the potential exists for pathogenic bacteria to infect the occupants of this type of indoor environment.
- It is evident that, during normal conditions, peak concentrations of airborne bacteria can occur in the bedroom environment – far in excess of available ari quality guidelines. This is most likely as a result of alterations in respiratory activity (e.g. sneezing and/or coughing) by the bedroom occupants.
- Of the two essential oils tested in the presence of ozoalcool, lavender provided the stronger evidence for being effective at reducing the overall concentration of airborne bacteria, as well as bacteria in the smaller size ranges i.e. those bacteria with most potential to penetrate the human respiratory-lung system.
- There is some evidence that the suppression of airborne bacteria continued for some time (i.e. 2-3 hours at least) following the extinction of the burner for both essential oils—particularly lavender. This may be due to the continued presence of ozone and/or vapourised essential oil after extinction of the burner.

監視の時間と範囲の限界及び背景的多様性から、寝室での空気中細菌濃度における数値抑制に対し、ランプ・ベルジェのもつセラミックバーナーの効用についての絶対的な報告書を提供するのは非常に難しいことです。しかしながら、この調査結果において、幾つか興味深い、希望のもてる現象が見られました。それは；

・触媒バーナーの作用なしに（つまり自然状態で）、寝室環境での空気中細菌濃度の総数値がガイドラインを超過していることを表すものと考えられること。さらに、アンダーソン・サンプラーによって測量されたすべての大きさの程度（0.65から7.0ミクロン以上）を通して、人間の呼吸器系統に深く進入できるようなバクテリアが存在していること。この調査の部分では、個々の種類のバクテリアについて確認されている訳ではありませんが、この種の室内環境下では、居住者に感染するような病原となるバクテリアが存在することが可能であること。

・普通の自然状態では、ガイドラインに見られる値を遥かに越えた空気中細菌濃度の最高値が寝室環境で測定されたのは明らかであること。これは、寝室の居住者の呼吸器噴出動作（つまりはくしゃみや咳）による、健康上の非日常的な結果によく現れている証拠です。

・テストされたオゾンアルコールを含む２種類のエッセンシャルオイルのうち、ラベンダーは、人体の呼吸器系統に深く進入するような小さなサイズのバクテリアと同様、空気中細菌の総合的な抑制に関し効果的である、より顕著な結果を出しました。

・２種類のエッセンシャルオイル、特にラベンダーは、バーナーの消火後も暫らくの間、バクテリアの抑制をするという幾つかの検査結果も見られます。これは、オゾンや、又はバーナーによる触媒作用によって拡散されたエッセンシャルオイルの存在が維持されている可能性があるからです。





Part Two

第２部

室内空気中のホルムアルデヒド含有量の低減テスト

REDUCE THE CONCENTRATION OF FORMALDEHYDE TESTING



Prepared by J.P.Obbard PhD,BSc(Honours)&
Dr R.Bala Ph.D.,BSc(Honours)

February 2002

J.P.オバード医学博士（名誉科学学位取得）
及びR.バラ医学博士（名誉科学学位取得）編纂

2002年2月

1 イントロダクションとバックグラウンド

1. The objective of this experiment was to determine whether the operation of the Lampe Berger (LB) catalytic burner using 'Natural' reagent was able to reduce the concentration of formaldehyde (HCHO) in indoor air.
この実験は、ランプ・ベルジェ（LB）のセラミックバーナーによる触媒作用を用いることで、室内空気のホルムアルデヒド濃度を抑制するような「天然」作用があるかを判断するために行われた。

2. The test was carried out in a confined office environment with the use of a glass bubbler, according to the methods given below. Air samples collected were analyzed for HCHO. Air sampling was conducted 2 hours and 1 hour prior to the ignition of the catalytic burner, for 1 hour, 2 hours, and 4 hours during the operation of the catalytic burner with 'Natural' reagent, and 4 hours and 8 hours after the extinction of the catalytic burner.
試験は、以下に示す方法に従うため、ガラス製バブラー（泡だて器）を用い、オフィス環境の密閉された室で行われた。ホルムアルデヒドの分析のために空気サンプルが採取された。セラミックバーナーの点火以前に2時間と1時間の時点で空気がサンプルされ、同様に、「天然」試薬と共に点火後の1時間、2時間と4時間の時点、及びセラミックバーナーの消火後にも4時間、8時間経過した時点で採取された。

3. The largest use of HCHO is as a component in urea-and phenol-formaldehyd resins for manufacturing plywood, particleboard, fibreboard, and foam insulation Sources of residential exposure to formaldehyde gas include: formaldehyde out gassing from the above mentioned materials, as well as carpets, drapery, and combustion processes (cooking, tobacco smoking). In confined homes and offices with little natural ventilation, accumulation of formaldehyde gas from wood products and glues used in their construction can be significant. HCHO is a known irritant to the human-respiratory lung system, and long term persistent exposure is associated with chronic respiratory illnesses, including cancer.

ホルムアルデヒドの大多数の用途は、ベニア合板、基板、炭素化合板及び気泡式隔離板等の生産用の尿素または石灰酸ホルムアルデヒドの構成要素である。
住宅環境下で発生するホルムアルデヒドの根源としては；上記に示した素材やカーペット、布地類や（料理や喫煙などの）燃焼過程に見られる。僅かな自然通風しかない密閉された住居やオフィスでは、その建築の際に使われた木製品や接着剤類から出るホルムアルデヒドの集積量はかなりなものとなる。ホルムアルデヒドは人体の呼吸器系統を刺激することが知られていて、長期に渡る接触は、癌をも含む慢性の呼吸障害を引き起こす。

2 用具と処方

1. Air samples were collected from a typical confined office environment to determine the levels of formaldehyde (HCHO) in indoor air. The ability of the Lampe Berger catalytic burner used with 'Natural' reagent to remove HCHO from indoor air was assessed based on a series of measurements.

すべてのサンプルは、室内空気中のホルムアルデヒドを測定するために、典型的な密閉されたオフィス環境の部屋で採取された。室内空気中から、ホルムアルデヒドを除去する「天然」試薬と共に用いられたランプ・ベルジェのセラミックバーナーは検査の連続のよって測量を受けた。

2. The background concentration of HCHO in the selected office environment was approximately 0.3 ppm(v)(parts per million by volume). During continuous operation of the catalytic burner for about 4 hours, there was a significant decrease in the concentration of gaseous HCHO in indoor air. The HCHO concentration continued to decrease even after the extinction of the catalytic burner and reached a concentration of 0.05 ppm (v) at the end of the experiment.

選定されたオフィス環境下でのホルムアルデヒドの濃度は、約0.3ppm(v)（濃度単位：体積の百万分率）であった。約4時間の連続したセラミックバーナーの作用中、室内の気化ホルムアルデヒドの濃度は、顕著な低下を見せた。ホルムアルデヒドの濃度は、セラミックバーナーの消火後も、引き続き低下を続け、実験時間の最後では0.05ppm(v)まで下がった。

3. Based on this preliminary test, it can be concluded that the Lampe Berger catalytic burner used with 'Natural' reagent is capable of removing gaseous HCHO from indoor air. It is recommended that further tests with a continuous HCHO analyzer may provide information on how long the HCHO concentration will remain low, and the frequency of the use of the catalytic burner required for maintaining low levels of HCHO in indoor air.

初期試験の結果によれば、「天然」試薬と共に用いられたランプ・ベルジェのセラミックバーナーは室内大気中から、気化ホルムアルデヒドを除去する能力があると結論できる。どれ位の時間連続して気化ホルムアルデヒドが抑えられるか、あるいは室内の気化ホルムアルデヒドの濃度を低いレベルで維持する為にはどれ位の頻度でセラミックバーナーが使われるべきか、等の情報が得られるよう、今後分析の更なる試験が行われることを勧める。

4. Principle of the Air Sampling Method : Formaldehyde is absorbed from the air into water through a glass bubbler using an air suction pump as shown in Figure 4.1. It is then reacted with chromotropic acid and concentrated sulfuric acid to form a purple monocationic chromogen. This colored compound absorbs at 580nm. The absorbance of the colored solution is read on a spectrophotometer at 580nm. and is proportional to the quantity of formaldehyde in the solution. A calibration curve based on a series of formaldehyde standard solutions measured was used to determine the formaldehyde concentration in the air.

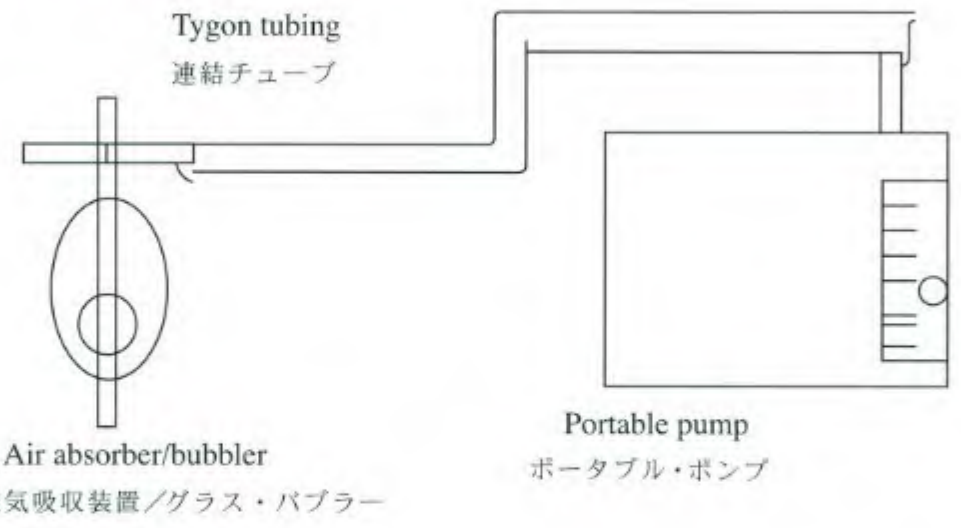
エアーサンプリングの原理：図4.1に示されているようにホルムアルデヒドは空気から吸収されて、空気吸入ポンプを使ってガラス製のバブラーを通過して水分の中へと吸収される。そして酸化反応して濃縮され、紫色の単一陽イオン硫黄酸化合物となります。この有色の化合物は580nmで吸収されます。有色溶剤の吸収率は分光光度計でもって580nmと測定され、溶剤中のホルムアルデヒドの成分に比例します。ホルムアルデヒドの標準的な成分比の連続に測定曲線は基づいていて、これを参考に空気中のホルムアルデヒドの濃度を決定する。

5. Equipment : Spectrophotometer, Portable air pump, and Glass bubblers.

検査用具：分光光度計、ポータブル･エアーポンプ、グラス･バブラー。

Figure 4.1 Air sampling experimental setup

図 4.1　空気抽出実験装置図



6. Calculations: The concentration of formaldehyde in the sampled air may be calculated using the following equation, assuming standard conditions are 760 Torr (mmHg) and 25℃:

$$\text{ppm (by volume)} = \frac{\text{mass} \times A \times 24.47}{Qt \times 30.03}$$

where mass = mass in μg of formaldehyde in a aliquot
A = aliquot factor or ratio of sampling solution volume to aliquot volume
Q = air flow rate in liter per minute
t= time taken for absorption process in minutes

24.47 = volume in ml of formaldehyde vapor in 1 millimole at standard conditions;
30.03 = molecular mass of formaldehyde.

計算方法：サンプルされた空気中のホルムアルデヒドの濃度は、以下の方程式に従って、760トール（mmHg）で25℃という仮説設定で算出される;

$$\text{ppm（容積）} = \frac{\text{質量} \times A \times 24.47}{Qt \times 30.03}$$

質量＝ホルムアルデヒドのμg整質量

A＝成分部分指数又はサンプルされた溶剤の成分部分比率

Q＝一分間の空気の流動率（リットルで計算）

t ＝吸収の際の時間（分で計算）

24.47＝標準状況下での1ミリモルに含まれる
気化ホルムアルデヒドの容積（ミリリットルで計算）

30.03＝ホルムアルデヒドの分子量



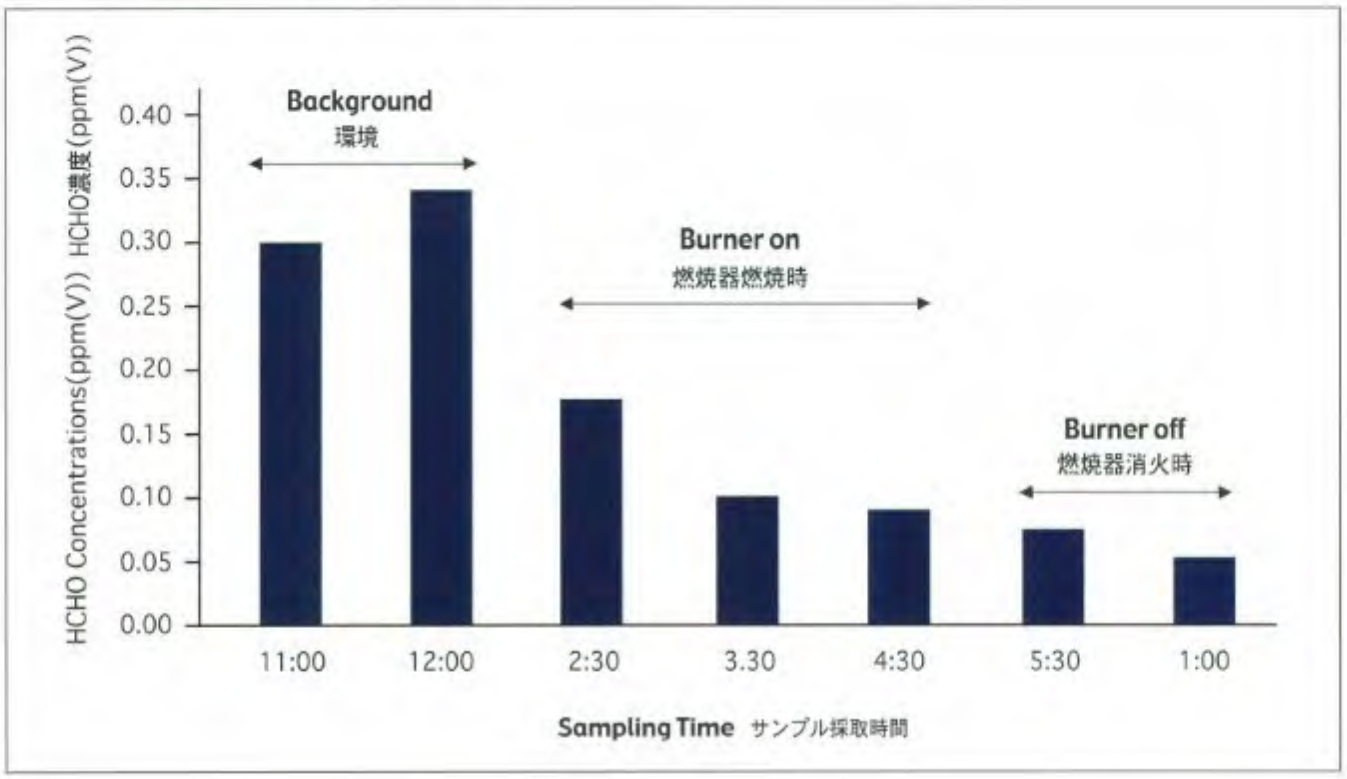
3 研究結果および総括

1. The results from the field test, carried out according to the specified experimental protocols, are shown below in Figure 4.2. The background concentration of HCHO in the selected office room was about 0.3 ppm(v), which is higher than the recommended limit of 0.1 ppm(v) for an 8-h exposure (WHO IAQ guidelines). The relatively higher concentration is attributed to the out-gassing from the new building materials such as ceiling particleboard and from furniture in the room.

下図4.2に示されているように、特定の実験根拠が判るようにフィールドテストの結果が示されている。オフィス環境での後方部では、ホルムアルデヒドの濃度は約0.3ppm(v)で、8時間接触する値としては、（WHO：世界保健機構の）ガイドライン,0.1ppm(v)よりも高い数値であった。その比較的高い濃度は、新築ビルの建材、天井用の素材や室内家具等からガス化して出ていることに起因している。

Figure 4.2 Time series plot of gaseous HCHO in indoor air

図 4.2 時間毎室内空気中 HCHO 値



After the ignition of the LB burner and its continued use for 4 hours, there was a significant decrease in the concentration of HCHO from 0.3 to about 0.1 ppm(v). The concentration continued to decrease even after the extinction of the burner and eventually reached a value of 0.05 ppm(v) 8.5 hours after extinction.

This slow decrease in the HCHO concentration can be attributed in part to a somewhat slow chemical reaction between gaseous HCHO and vapors emitted from the reagent in the burner. Further tests with a continuous HCHO analyzer may provide information on how long the HCHO concentration will remain low after the extinction of the catalytic burner.

In summary, the series of HCHO measurements made in this project indicate that the catalytic burner is capable of removing gaseous HCHO from indoor air. It appears that this HCHO gas remover can be used practically to improve indoor air quality.

ＬＢバーナーの点火後、連続して4時間使用した際、0.3ppm(v)から0.01ppm(v)へと、ホルムアルデヒドの濃度の顕著な低下が見られた。その濃度は、バーナーの消火後もそのまま低下しつづけ、消火後8.5時間経過した際には、結果的に0.05ppm(v)まで下降しました。

ホルムアルデヒドの濃度の緩慢な低下は、気化ホルムアルデヒドとバーナー内の試薬から発生した蒸気との間で、随分ゆっくりと化学反応が起こったことに起因しています。今後の試験では、どれ位の時間連続して気化ホルムアルデヒドが抑えられるか、あるいは室内の気化ホルムアルデヒドの濃度を低いレベルで維持する為にはどれ位の頻度でセラミックバーナーが使われるべきか、等の情報が得られるであろう。

総括として、このプロジェクト中行われた、ホルムアルデヒド濃度の一連の測定は、セラミックバーナーの触媒効果が、室内の大気から気化ホルムアルデヒドを除去する能力を有することを示している。このホルムアルデヒドの除去ができるということは、室内大気品質の改善に際し、実用されうるものであることを示している。



Since 1897

LAMPE BERGER PARIS

LAMPE BERGER JAPAN

デジタル・クラウン・ホールディングス・リミテッド
〒105-0004　東京都港区新橋4-7-2　第六東洋海事ビル　1F
TEL : 03-5733-1688　FAX : 03-5733-1689
www.lampebergerasia.co.jp