

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

個人防護具使用效能評估(第3年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2221-E-040-003-MY3
執行期間：98年08月01日至99年10月31日
執行單位：中山醫學大學職業安全衛生學系暨碩士班

計畫主持人：賴全裕

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100 年 01 月 06 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

個人防護具使用效能評估 (三)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-040-003-MY3

執行期間：98年8月1日至99年10月31日（申請延期三個月）

計畫主持人：賴全裕

共同主持人：

計畫參與人員：

成果報告類型（依經費核定清單規定繳交）： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學職業安全衛生學系

中華民國 99 年 12 月 24 日

摘要

本研究目的在測試防護手套，在生物防護之細菌穿透部分的效能，並發展一套測試程序，以測試防護手套的細菌防護效果。實驗測試在恆壓下，細菌在不同防護手套之穿透率，以反應防護手套之防護效果。實驗測試變項主要包含在相同溫溼度下，不同種類之四種常用職業衛生手套，受到細菌之污染及不同儲放時間下，枯草桿菌內孢子及大腸桿菌懸浮液存活率之比較。本實驗測試的職業衛生手套主要有四種，分別為棉質手套、無粉PVC手套、橡膠手套及無粉乳膠手套。

研究結果顯示：成功研發細菌穿透測試不繡鋼手套材質固定夾片裝置，及防護手套細菌穿透測試程序。以此測試四種職業衛生手套，比較各種手套滴加枯草桿菌內孢子懸浮液之穿透率，發現棉質手套的穿透率為42.92%，而無粉PVC手套、橡膠手套及無粉乳膠手套的細菌穿透率為0。比較各種手套滴加大腸桿菌菌液之穿透率，結果發現棉質手套的穿透率為86.54%，無粉PVC手套穿透率為6.09%，橡膠手套及無粉乳膠手套的細菌穿透率為0。無粉乳膠手套、橡膠手套其表面皆為防水材質，與棉質手套相比，在不施予壓力下，對細菌有較好的穿透防護效果，此結果與其編織構成、材質、外層不透水處理有關。而無粉乳膠手套、橡膠手套與無粉PVC手套相比較之下，其結構較具有韌性，製作上因一體成形之故，不若無粉PVC手套有部分接合面而造成脆弱洩漏點。因此建議若要操作生物安全等級較高危險性之細菌，應考慮非棉質手套，而無粉PVC手套應選擇不具有部分接合面之脆弱洩漏處設計，才能保障使用者的安全。

關鍵詞：防護手套、穿透、細菌、測試程序

Performance Evaluation of Personal Protective Equipment (三)

Abstract

The study attempted to develop a testing procedure. The procedure included bacteria penetration of the biological protection gloves under normal pressure condition. The operation parameters also integrated the variability of gloves material, and the varying of gloves survival of bacteria under different degree of storage condition. The challenge bacteria suspension solution included the spores of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*. Four types of occupational hygiene protection gloves: a general cotton-fabric-base glove, a powder less polyvinyl chloride glove, a powder less latex-base glove, and a rubber-base glove were chose in the experiment.

The experimental results showed: a stainless-glove-holder designed for bacteria penetration testing, and a biological protection glove testing procedure designed for bacteria penetration evaluation were developed. Using these techniques, four types of occupational hygiene protection gloves were tested under normal pressure condition. The general cotton-fabric-base glove had higher bacteria penetration rate (42.92%) than the other three types of gloves (0%) as challenged with the spores of *Bacillus subtilis*. Moreover, the general cotton-fabric-base gloves and powder less polyvinyl chloride gloves had higher bacteria penetration rate (86.54% and 6.09%) than the other two types of gloves (0%) as challenged with the *Escherichia coli*. The powder less polyvinyl chloride gloves had possible leakages due to sealing point. The conclusion suggested the general cotton-fabric-base glove was not suitable for using in biological hazardous environment due to the bacteria penetration risk. The powder less polyvinyl chloride glove should diminish the

possible leakages due to sealing point.

Keywords: protection gloves, penetration, bacteria, testing procedure.

壹、前言

近年來，隨著大家對健康的重視，防護濾材的使用是愈來愈重要，一般廣為大家熟知的防護濾材包含有安全帽、安全眼鏡、防護衣、安全手套、安全帶或安全鞋....等，然而，防護的效果似乎是使用者的一大隱憂，而防護手套在個人防護具中也佔有重要角色，因為其使用頻率高，種類多，使用人口也較多。防護手套可降低工作者及病人於研究中直接暴露於血液、體液、化學液體及其他物理性、機械性、輻射及電氣危害。一般來說，生物性防護手套有三種類型：手術手套、檢驗手套及橡膠手套（Biosafety Reference Manual 2nd, 2000.）。針對不同手套材質所屬的化學或物理特性須先行瞭解後，方能做合適的選擇。一般以化性而言，結構相似的物質易相容，因此在選擇時應以手套所含主要聚合材質，和所欲接觸之物質不同為原則。惟一般手套主要之聚合材質所佔百分比不易判定，因此唯有經過實際測試或參考文獻才能判斷手套的量化防護效果。因此有必要進行化學防護之檢測或該手套材質的化學、物理特性之評估。雖然可用手套的主要成分判斷其對危害因子的防護效果，但因手套成份百分比不易判定，無法單獨依各項成分定量判斷防護效果，此部分也應一併探討研究。

另外，不同防護手套其性能檢測、產品標準與防護效果，消毒除污的效率也必須加以評估。將使用 ASTM 標準測試方法進行改良開發，並分析、檢測細菌於市售生物防護手套之防護特性，包含細菌於手套上之附著、穿透、及殘留菌數、脫附情形，以期瞭解其性質與防護效果，進而達到有效的防護工作，確保民眾與醫療人員的健康。

貳、研究動機及目的

由於在防護手套方面，較少有標準之防護手套細菌測試，因此本研究目的在測試防護手套，在生物防護之細菌穿透部分的效能，並發展一套測試程序，以測試防護的細菌防護效果。實驗測試在恆壓下，細菌在不同防護手套之穿透率，以反應防護手套之防護效果。實驗測試變項也包含第一年研究延續之變項：相同溫溼度下，不同種類之 C 型防護衣，受到細菌之污染、照射 UV 時間及儲放時間下，負載枯草桿菌內孢子及大腸桿菌存活率之比較。最終目的希望提供使用者在不同需求下，選擇合適的防護衣物及手套。

參、文獻探討

防護手套可降低工作者及病人於研究中直接暴露於血液、體液、化學液體及其他物理性、機械性、輻射及電氣危害。一般來說，生物性防護手套有三種類型：手術手套、檢驗手套及橡膠手套（Biosafety Reference Manual 2nd, 2000.）。目前市售防護手套有：天然橡膠、氯丁橡膠、腈類橡膠（nitrile）、丁基橡膠、聚乙烯醇、鐵氟龍、銀膜（silver shield，美國North公司的專利）及多種材質的混合，針對人員體液感染（如SARS病毒）時防護手套最重要考量要點是抗水性（液密性），此時選擇醫用手套即可（勞研所，2003），防護手套之選用主要是依據相關危險物及其傳導性（力），當於工作中接觸生物危害物質、毒性物質、危險性化學物及其他物理性危險因子時，皆須戴上防護手套（Biosafety Manual, 2003.）。有害物防護手套大致可分為橡膠手套（rubber gloves）、皮製手套（leather gloves）及絕緣/隔離手套（insulated gloves）等。以下分項敘述：

（1）橡膠手套

橡膠手套的材質有天然橡膠（natural rubber）、腈橡膠（nitrile）、氯丁橡膠（neoprene）、

丁基橡膠 (butyl rubber)、聚氯乙烯 (polyvinyl chloride) 及聚胺基甲酸酯 (polyurethane) 等。一般此類防護具是於操作酸、鹼化學物質及有機溶劑時所使用的。

(2) 皮製手套

一般用於處理破損之玻璃器具或操作需加溫的儀器設備時應配戴皮製手套 (切不可穿戴橡膠或塑膠手套)。

(3) 絕緣/隔離手套

一般是使用於極冷或極熱的狀況下，如處理液態氮或二氧化碳等。有些此類的手套會含有石綿成份，千萬不要選用，因石綿為致癌物質，若選用此種手套會對人體有不良影響。

除此之外，在選用時得考慮下列要點：

(1) 待處理的物質：選擇手套之前應先評估可能接觸的有害污染物及其情形。

(2) 暴露時間的長短：針對不同的暴露時間來選擇合適的手套而不是選最厚、最貴的。一般而言，可按暴露時間選擇需要防護等級更高防護效能的手套。

(3) 成分：

針對不同手套材質所屬的化學或物理特性須先行瞭解後，方能做合適的選擇。一般以化性而言，結構相似的物質易相溶，因此在選擇時以主要聚合材質和所處理物質不相似為原則，惟一般手套主要之聚合材質所佔百分比不易判定，因此唯有經過實際測試或參考文獻才能判斷手套的量化防護效果。所以必須進一步研究探討，提供足以信賴的化學防護數據表或該手套材質的化學、物理特性。雖然可用手套的主要成分判斷其對危害因子的防護效果，但因手套成份百分比不易判定，無法單獨依各項成分定量判斷防護效果。

醫用手套多為乳膠手套，使用時應選擇無粉與低蛋白質的乳膠手套以減低過敏的危險性。但所謂低過敏的乳膠手套無法減低乳膠過敏的危險性，只能減低乳膠手套中化學添加物的反應。

(4) 厚度及表面皺摺：一般而言，手套愈厚防護效果愈佳，但過厚的手套卻會減低使用的靈活性，徒增使用者的不便。

(5) 製造商：相同材質但出自不同廠家則有不同穿透值，防護效果也不盡然相同，除了要求經銷商提供製造商的測試資料以做為選用的參考之外，但不應因製造商品牌而忽略其他因素。

(6) 滲透率：各種溶液一旦接觸手套後，可能有穿透或滲透產生，穿透是材質在極短的時間被溶液破壞；滲透的整個步驟可分為1.手套外層吸收化學品2.化學品由外而內的擴散3.化學品離開手套內層表面，三個步驟：手套主要的聚合物成份，主要是用以減緩或防止上述步驟的進行，若手套選用不當，則手套本體結構可能被溶解破壞，產生膨脹或收縮或變脆的現象。要確認手套對化學品的防護成效，可用ASTM 所發展的F739方法來測試，測試的方法簡言之就是用兩片圓柱容器中間夾一片手套，一邊放測試溶液，另一邊則通氮氣或空氣，並將此氣體接到氣體色層分析儀或其他偵測儀器，若溶液浸滲而破出，帶動氣體就會把氣狀的化學物質帶到偵測儀器，如此就可測出滲透的量。

手套破出一段時間後，一般會有飽和的現象，滲透速率就變為平緩，由此可計算“穩定滲透率”(Steady-State Permeation Rate, SSPR)。手套的滲透測試報告一般要涵蓋前述的破出時間 (BT) 及SSPR，以做為防護功能的評估用。

(7) 抗老化性 (degradation resistance)：即手套材質因接觸到化學物質後，其物理特性產生退化的現象。其有時是變硬、變僵、脆裂、或更硬、更弱，甚至尺寸收縮等現象。

(8) 穿透時間 (penetration time)：即某一特定化學物質，從手套材質之一邊，因材質不良

或不適該化學物質，而直接穿透材質本身從表面到另一邊的時間（經過接縫針洞、龜裂處亦有可能穿透）。

- (9) 機械性強度：手套不只是一要能防化學品的浸滲，其強度亦須達一定水準，以免在穿戴時因強度不夠而破裂，完全失去保護的作用。
- (10) 伸縮、靈活及舒適性：這個要件完全是要使使用者能舒適的穿戴手套並不影響其正常的工作，若不能具備這些特性，不但會影響作業人員的工作，更會降低其穿戴的意願。
- (11) 使用時的溫度：溫度越高，各種物質容易穿透手套，因此手套的可使用時間越短。例如氯化丁基橡膠的測試報告指出，當溫度是7°C時，破出時間（break through time）約40分鐘，溫度為37°C時，破出時間縮短為16分鐘（勞研所，2003）。

防護手套的性能測試尚包括：（1）透視率（可見的及微視的，包括電子顯微鏡）（2）導電性（3）染色試驗（UV light/分光光譜儀）（4）氣密試驗（5）液密試驗（6）細菌滲透率（7）濾過性病毒滲透率（8）輻射（碘）洩漏測試（Biosafety Reference Manual 2nd, 2000.）

一般要確認手套對化學品的防護成效，可用ASTM-F739方法測試。測試的方法主要是用兩片圓柱容器中夾一片手套，一邊放化學溶液，另一邊則通氮氣或空氣，並將此氣體接到氣體色層分析儀或其他偵測儀器，若溶液浸滲而破出，攜帶氣體就會把氣狀的化學物質引導至偵測儀器，並測出滲透量（周氏，2003）。本研究因應細菌穿透試驗方法之開發，根據合成血液穿透性測試ASTM F1670-03與病毒（噬菌體）穿透性測試ASTM F1671-03裡所提及穿透試驗容器，需發展出一組測試裝置，並將其操作環境由負壓改為恆壓，用以測定細菌於恆壓下之穿透。

依據生物傳播與感染特性，可將生物性性質分為四級的風險，第一級通常不會引發人類疾病，例如大腸桿菌 E10 (*Escherichia coli-E10*) 與酵母菌 (yeast)，第二級可導致人類疾病，通常不會在群體間散播，需要有效的治療或預防措施者，如葡萄球菌 (*Staphylococcus*) 與念珠菌 (*Candida*)，第三級感染後可導致嚴重後果，具有傳染性，通常已有有效的治療或預防措施者，如 B 型肝炎病毒 (Hepatitis B virus) 與後天免疫不全症候群病毒 (human immunodeficiency virus, HIV)，第四級可導致極嚴重的後果，具高度傳播能力，且幾乎無預防或治療措施，如伊波拉病毒 (Ebola pox) (陳等人，2002)。若這些細菌或病毒藉由空氣、飛沫傳染，或直接接觸到這些細菌或病毒，很有可能經由衣物穿透到皮膚並藉由皮膚的溫度而大量複製，最好的方法是挑選能有效阻隔細菌的防護材質。

要評估防護手套上所捕集細菌，可利用適當之脫附方法，使細菌自防護手套上移除，並於培養皿上培養，計數其菌落生成數 (colony forming units, CFUs)。目前使微生物脫離濾材纖維之技術，並不能達到百分之百，實驗室分離方法使部分微生物無法從濾材纖維中移出 (Wang et al., 1999; McCullough et al., 1998)。Wang 等人比較能使細菌與濾材纖維分離的三種方法：迴轉式振盪、超音波震盪及震盪。迴轉式振盪不能提供有效的能量，使枯草桿菌孢子與濾材纖維分離。超音波震盪分離枯草桿菌孢子與濾材纖維的效果較迴轉式震盪好，但效果仍低於震盪的方法，由於超音波振盪有非常大的頻率（可達到 46000 Hz），加上來回振盪的距離極小 (<1 mm)，無法使其有效分離 (McCullough et al., 1998)。本實驗利用離心力結合震盪，可將細菌與濾材纖維分離效果提升至最佳。

肆、研究方法及步驟

1. 實驗原理

主要是模擬菌液實際噴濺到防護手套的過程。將要測試之防護手套固定了一個裝置上，

模擬菌液噴濺到防護手套，經過一段時間穿透後，使用 254 nm (18 watt) UV 照射防護手套表面，這個過程主要是要保留已經穿透防護手套的細菌，而將未穿透之細菌殺死，若菌液裡之細菌有穿透到防護手套內面則不被 254 nm UV 照射到，再經由離心、震盪將細菌脫附下來。

2. 防護手套特性

本實驗測試的職業衛生手套主要有四種，分別為棉質手套、PVC 手套、橡膠手套及乳膠手套。實驗將每一片防護手套裁剪為直徑 35 mm 的正方形，因一部分面積被不鏽鋼上蓋固定，故實際與細菌接觸的直徑為 25 mm。

3. 製備菌液

本實驗使用兩種菌液，在大腸桿菌菌液的製備方面，用消毒過的接種環沾取大腸桿菌菌液並劃在數個 TSA 培養基上，在 37 °C 培養箱培養 24 小時作為第一代，再將第一代的菌株刮下置入 5 毫升培養液 (nutrient broth) 中，在 37 °C 培養箱培養 24 小時作為第二代，將大腸桿菌菌液離心 2500rpm 5 分鐘，去除上清液後加入 5 毫升 PBS，再重複離心步驟 2 次，最後加入 5 毫升 PBS 震盪均勻即可當菌液使用。

而在枯草桿菌內孢子懸浮液製備方面，是使用食品工業發展研究所編號 12145 號 (C.C.R.C. 12145) 的枯草桿菌原型菌株。用消毒過的接種環沾取活化後之菌液並劃在數個 TSA 培養基上，在 37 °C 培養箱培養 24 小時作為第一代，再將第一代的菌株刮下置入 5 毫升培養液中，在 37 °C 培養箱培養 24 小時作為第二代，用消毒過的接種環沾取第二代並劃在數個 TSA 培養基上，在 37 °C 培養箱培養 168 小時 (7 天) 作為第三代，使其產生內孢子使用。將培養好的菌株刮下置入 5 毫升滅菌去離子水中，放入 85 °C 的水中加熱 10 分鐘將懸浮液中的菌體本身殺死而留下內孢子，離心 2500rpm 5 分鐘，去除上清液後加入 5 毫升滅菌去離子水，再重複離心步驟 2 次，最後加入 5 毫升滅菌去離子水震盪均勻即可當菌液使用。

4. 培養基製備

一般細菌的培養基可用胰蛋白大豆瓊脂 (Trypticase Soy Agar, TSA)。以 Difco (Detroit, MI) 之 TSA 培養基為例，配置時每公升二次去離子水中加入 40 克藥粉，其成分中含有 Tryptone 15 克、Soytone 5 克、氯化鈉 5 克、Agar 15 克。TSA 培養基是美國政府工業衛生師協會 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) 推薦使用的廣用性培養基。

培養基經調配均勻後，置於 121 °C 高壓滅菌鍋 15 分鐘。滅菌完後之培養基置於 50 °C 水浴中 (冬天 55 °C)，待溫度維持於 50 °C 左右時，即可將培養基倒入培養皿，此步驟需於無菌操作櫃完成，並放置過夜使培養基凝固乾燥，保存於 4 °C 冰箱中待用。

5. PBS 製備

大腸桿菌的緩衝液可用磷酸緩衝溶液 (Phosphate buffer saline, PBS)，配置時每公升二次去離子水中加入 95.5 克藥粉，其成分中含有氯化鈉 80 克、氯化鉀 2 克、磷酸二氫鉀 2 克、磷酸氫二鈉含十二個水 11.5 克，PBS 經調配均勻後，置於 121 °C 高壓滅菌鍋 15 分鐘，冷卻後即可使用。

6. Nutrient Broth 配置

大腸桿菌與枯草桿菌的營養液可用 Nutrient Broth，配置時每公升二次去離子水中加入 8 克

藥粉，其成分中含有牛肉萃取物 3 克、蛋白胨 5 克，Nutrient Broth 經調配均勻後，置於 121 °C 高壓滅菌鍋 15 分鐘，冷卻後即可使用。

7. UV 照射時間之選擇

為選擇本研究測試流程中較適合之 UV 照射時間，在 UV 照射滅菌時，以照射時間 1 分鐘、2 分鐘、5 分鐘、10 分鐘進行滅菌，觀察比較大腸桿菌在不同照射時間之存活率。

8. UV 照射距離之選擇

為選擇本研究測試流程中較適合之 UV 照射距離，在 UV 照射滅菌時，以不同照射距離 10 公分、20 公分、40 公分進行滅菌，觀察比較大腸桿菌在不同照射距離之存活率。

9. 離心轉速之選擇

為選擇本研究測試流程中較適合之離心轉速，在相同培養狀況（37 °C，RH = 95% 培養箱中放置 24 小時）下，以轉速 1500、2000、2500、3000、3500、4000、4500rpm 進行離心，離心完的懸浮液抹在培養基上，培養 24 小時後數菌，觀察比較枯草桿菌在不同轉速下之存活度。

10. 人工唾液配置

本研究所使用之人工唾液，根據人工唾液成分（李等，2003）自行調配，於高壓滅菌釜中滅菌後待用，如表一所示。

11. 人工汗液配置

本研究所使用之人工汗液，根據人工汗液成分（Aranyosi et al., 1998）自行調配，於高壓滅菌釜中滅菌後待用，如表二所示。

表二：人工唾液成分（李等，2003）。

	Appellation	Quantity
Content	Sodium Chloride	0.844 g/L
	Potassium Chloride	1.2 g/L
	Calcium Chloride Anhydrous	0.146 g/L
	Magnesium Chloride 6 H ₂ O	0.052 g/L
	Potassium Phosphate dibasic	0.34 g/L
	Sorbito solution 70%	60 g/L
	Methyl Paraben	2 g/L
	Hydroxyethyl cellulose	3.5 g/L

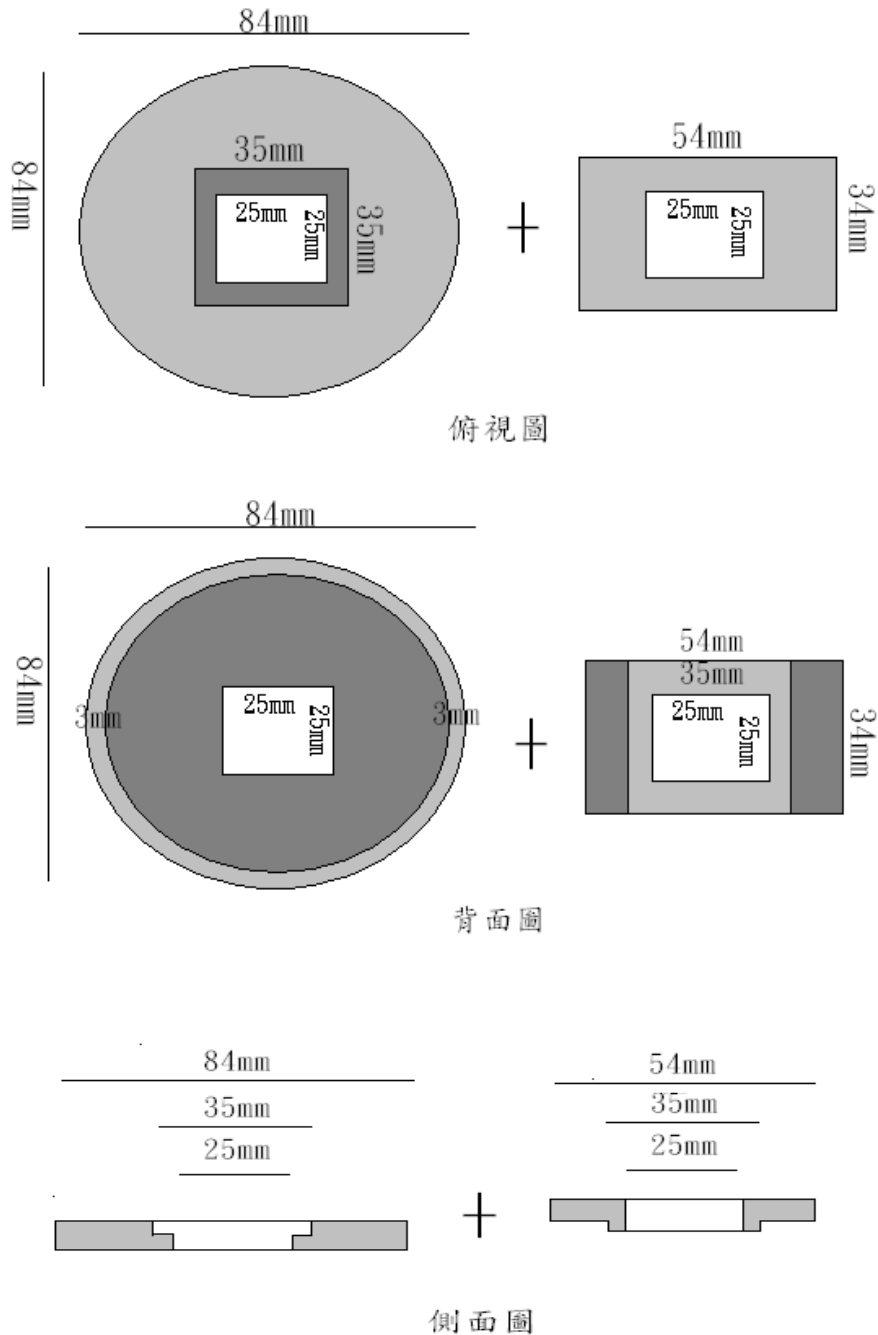
表二：人工汗液成分（Aranyosi et al., 1998）。

	Appellation	Quantity
Content	Disodium hydrogen phosphate	5 g/L
	Sodium chloride	5 g/L
	Sodium D-pantothenate	5 g/L
	Glucose (anhydrous)	5 g/L
	Lactic acid (85 %)	5 g/L
	L-Histidine monohydrochloride monohydrate	0.5 g/L
	DL-Aspartic acid	0.5 g/L
	Acetic acid	(a)
(a) The final pH of the solution was adjusted to 3.5 by the acetic acid component.		

伍、研究結果與討論

1. 圓形不鏽鋼裝置之研發

本研究因應細菌穿透試驗方法之開發，根據合成血液穿透性測試 ASTM F1670-03 與病毒（噬菌體）穿透性測試 ASTM F1671-03 裡所提及穿透試驗容器，需發展出一組測試裝置，並將其操作環境由負壓改為恆壓，用以測定細菌於恆壓下之穿透。此裝置是為了能使防護手套固定，以利菌液之噴濺而研發的，如圖一所示，其材質為不鏽鋼，能忍受高壓滅菌鍋的高溫高壓滅菌而不易變形，這個裝置是由兩個不鏽鋼片所組成。方形上蓋的功能在於將防護手套固定，而下面的圓形不鏽鋼片能使防護手套不直接與桌面接觸，避免造成污染或是已穿透過之菌液直接污染桌面。將這兩片不鏽鋼片結合後，就能夠使防護手套固定在不鏽鋼上並開始進行菌液的噴濺。



圖一：細菌穿透測試不鏽鋼防護手套固定夾片裝置示意圖。

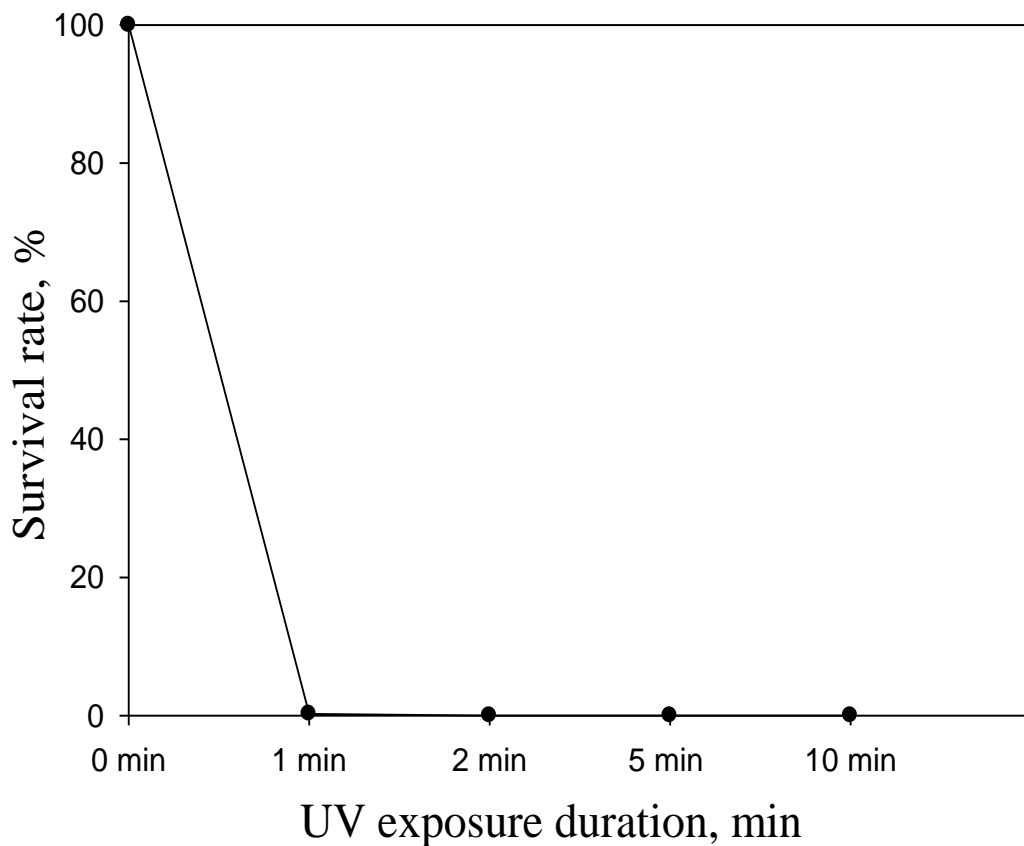
2. 防護衣物細菌測試方法延續實驗

本年度實驗並延續第一年未完成之研究，比較防護衣放置時間、暴露 UV 時間和枯草桿菌的存活率。防護衣穿透放置時間分別為 10、20、40、80 分鐘，比較放置時間對細菌穿透率的影響。而暴露 UV 的時間的比較，主要為將暴露 UV 的時間分別改變為 1、2、5、10 分鐘，並改為用 254 nm 檯燈型 UV 照射正面與背面防護濾材（實驗衣），用以測定 254 nm UV 對細菌的殺菌程度。枯草桿菌存活率之比較，是將滴完菌液（枯草桿菌內孢子懸浮液）的防護濾材（實驗衣）放入 RH=60%，37°C 恆溫恆濕箱 12 小時、24 小時、48 小時、96 小時，比較放置時間對細菌的存活率，存活率計算如下：

$$S = \frac{F_s}{I_s} \times 100\% \quad (1)$$

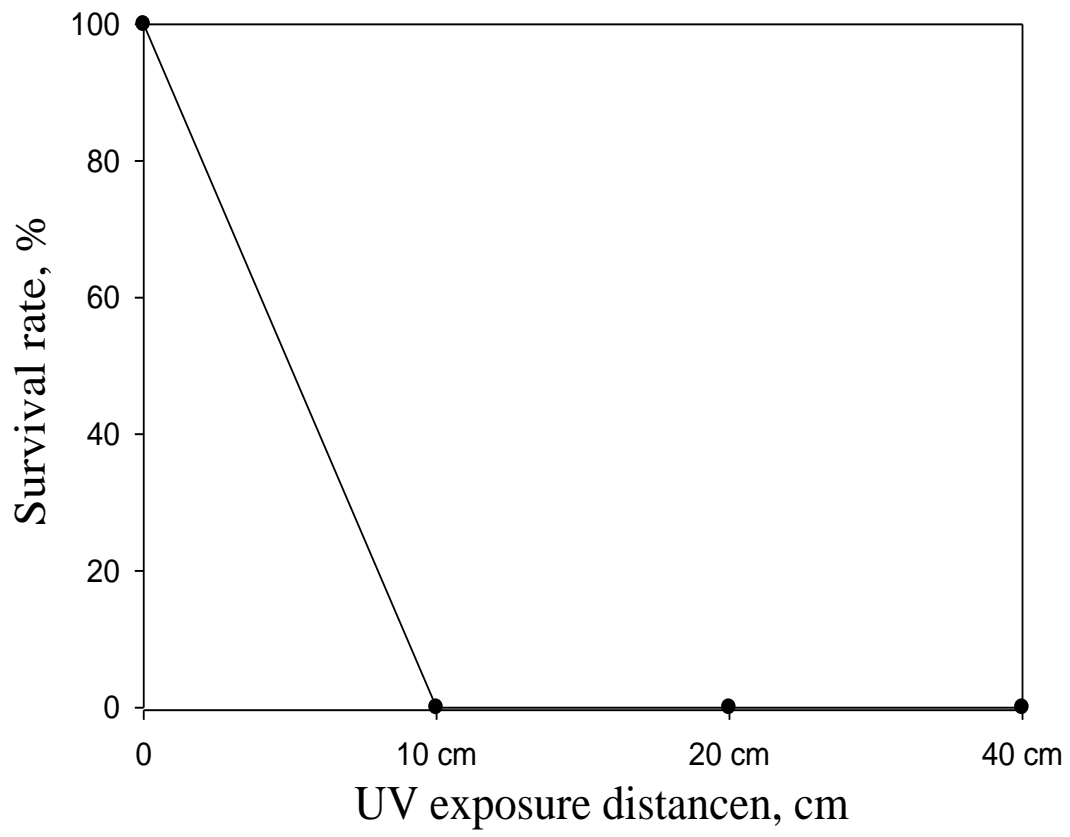
S 為存活率 (survival rate)， I_s 為防護衣滴上菌液後立即脫附之菌落數 (CFU)， F_s 為防護衣滴上菌液後經不同放置時間脫附之菌落數 (CFU)。

圖二為 UV 照射時間與大腸桿菌存活率比較圖，比較照射時間 1、2、5、10 分鐘下大腸桿菌存活率之實驗。結果顯示在照射 1 分鐘後，其存活率已接近 0，而在第 2 分鐘以後的存活率數據皆為 0。因此在往後實驗流程中，為確保能完全消毒待測物，故在流程中選用 UV 照射時間為 5 分鐘，作為實驗 UV 照射時間。

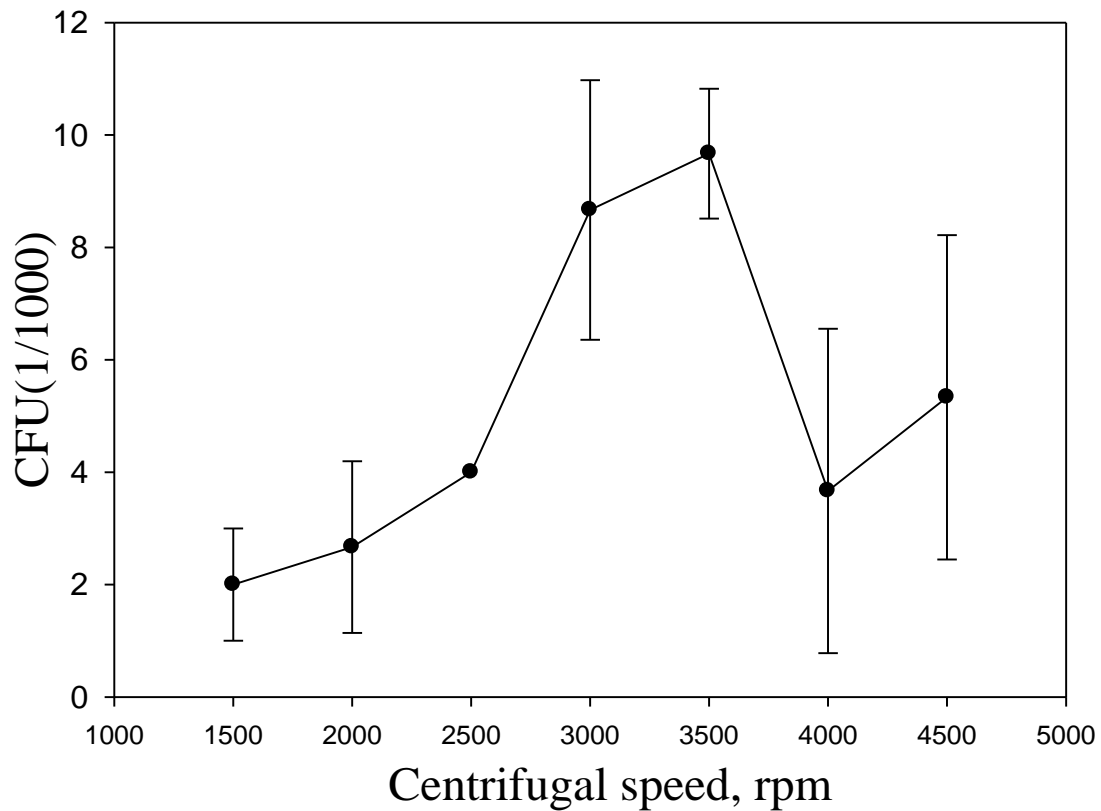


圖二：UV 照射時間與大腸桿菌存活率之比較圖。

圖三為 UV 照射距離與大腸桿菌存活率之比較圖，比較照射距離為 10、20、40 公分下大腸桿菌之存活率，其照射時間固定為 5 分鐘。結果顯示在距離 10、20、40 公分時，其存活率皆為 0，因此在往後實驗流程中，均採取 UV 照射待測物距離 10 公分，作為實驗 UV 照射距離。



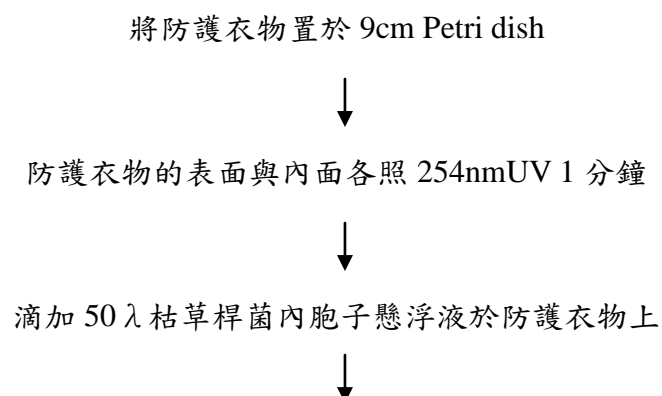
圖三：UV 照射距離與大腸桿菌存活率之比較圖。

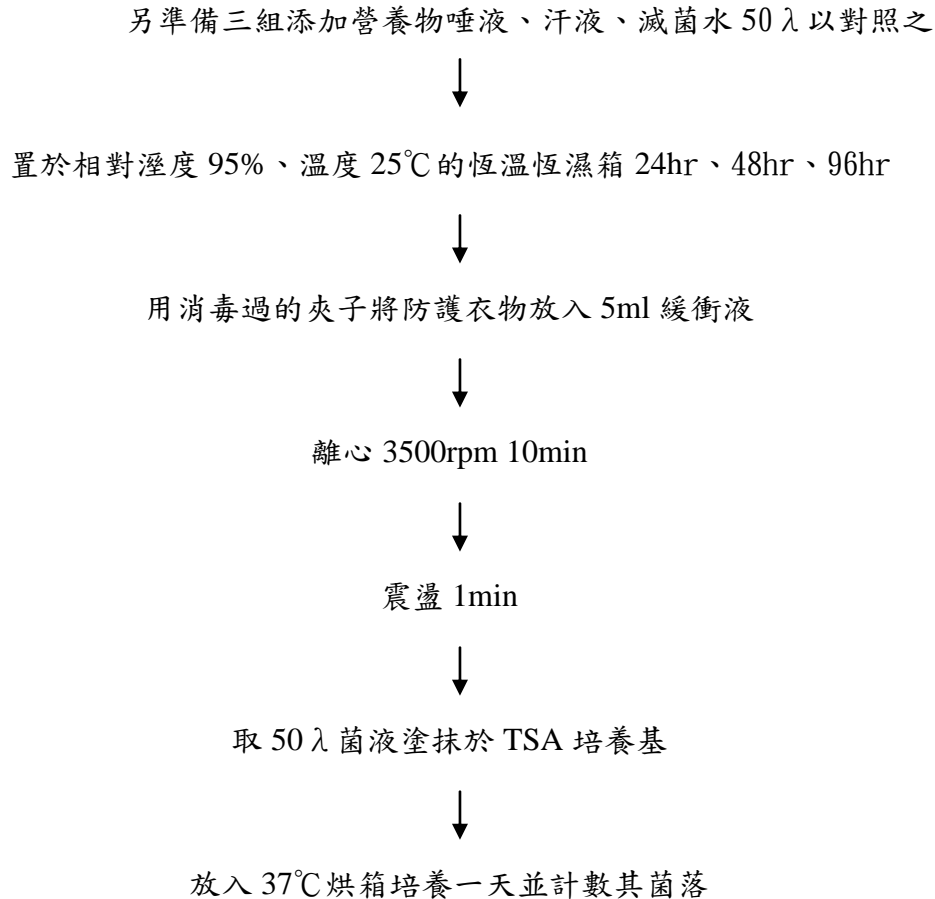


圖四：不同離心轉數與菌落存活數之比較圖。

圖四為不同離心轉速與大腸桿菌菌落存活數之比較圖，結果顯示離心轉速 3500 rpm 效果最佳，因此本研究往後相關實驗流程均選擇 3500 rpm 作為離心轉速。

而根據以上測試，也新開發了一套防護衣物的細菌存活測試程序，細菌存活測試程序是參考第一年研究細菌穿透測試程序結果而擬出，其最大不同在細菌存活測試中是以添加不同營養物在一固定溫濕度下培養作為對照。本實驗選擇容易存活細菌之棉質材料作為實驗樣本，其測試程序如下圖五。





圖五：防護衣物細菌存活率測試程序。

3. 防護手套細菌測試方法開發及主要測試結果

大腸桿菌與枯草桿菌皆為自然界常見之菌種，幾乎是存在於任何角落，大腸桿菌為革蘭氏陰性桿菌，因其不具內孢子，在環境中或是艱困環境下，比較不具有抵抗的能力而被消滅掉，而枯草桿菌為革蘭氏陽性桿菌，在環境中或是艱困環境下，容易形成內孢子而抵抗惡劣的環境。選擇此兩種菌作為實驗菌種，可以預測防護濾材對大多數菌種的防護能力。

由於在防護手套方面，較少有標準之防護手套細菌穿透測試，因此本研究另一目的為測試防護手套，在生物防護之細菌穿透部分的效能，並發展一套測試程序，以測試防護手套的細菌防護效果。實驗開始先準備四種不同的防護手套，每種防護手套各三套，將防護手套裁剪為直徑 35 mm 的小正方形，用 254 nm (18 watt) UV 分別照射表面與內面防護手套 1 分鐘，以確保防護手套為無污染之狀態，並將防護手套固定於圓形不鏽鋼裝置進行實驗，取 50 λ 剛製備好的大腸桿菌菌液或枯草桿菌內孢子懸浮液菌液，滴於防護手套表面的中央，放置於相對溼度 60%、溫度 25 °C 恆溫恆濕箱（模擬一般環境）40 分鐘讓菌液中之細菌穿透到防護手套內面，之後用 2 公分滅菌三角棒將菌液抹開，使 254 nm UV 照射於防護手套表面時，能將未穿透之細菌完全殺死。用 254 nm 檯燈型 UV 照射距離為 10 公分的防護手套表面 5 分鐘，將防護手套用消毒過的夾子取出，置於 5 毫升緩衝液（大腸桿菌的緩衝液為 PBS，枯草桿菌內孢子的緩衝液為滅菌去離子水）中，以 3500 rpm 離心 10 分鐘，離心完畢後震盪 1 分鐘使其均勻，取 50 λ 菌液塗抹於 TSA 培養基，放置於 37 °C 烘箱培養 1 天並計數其菌落生成數，如圖六測試程序。在本實驗開始進行前，先行測試比較防護手套的表面與內面皆照射 254

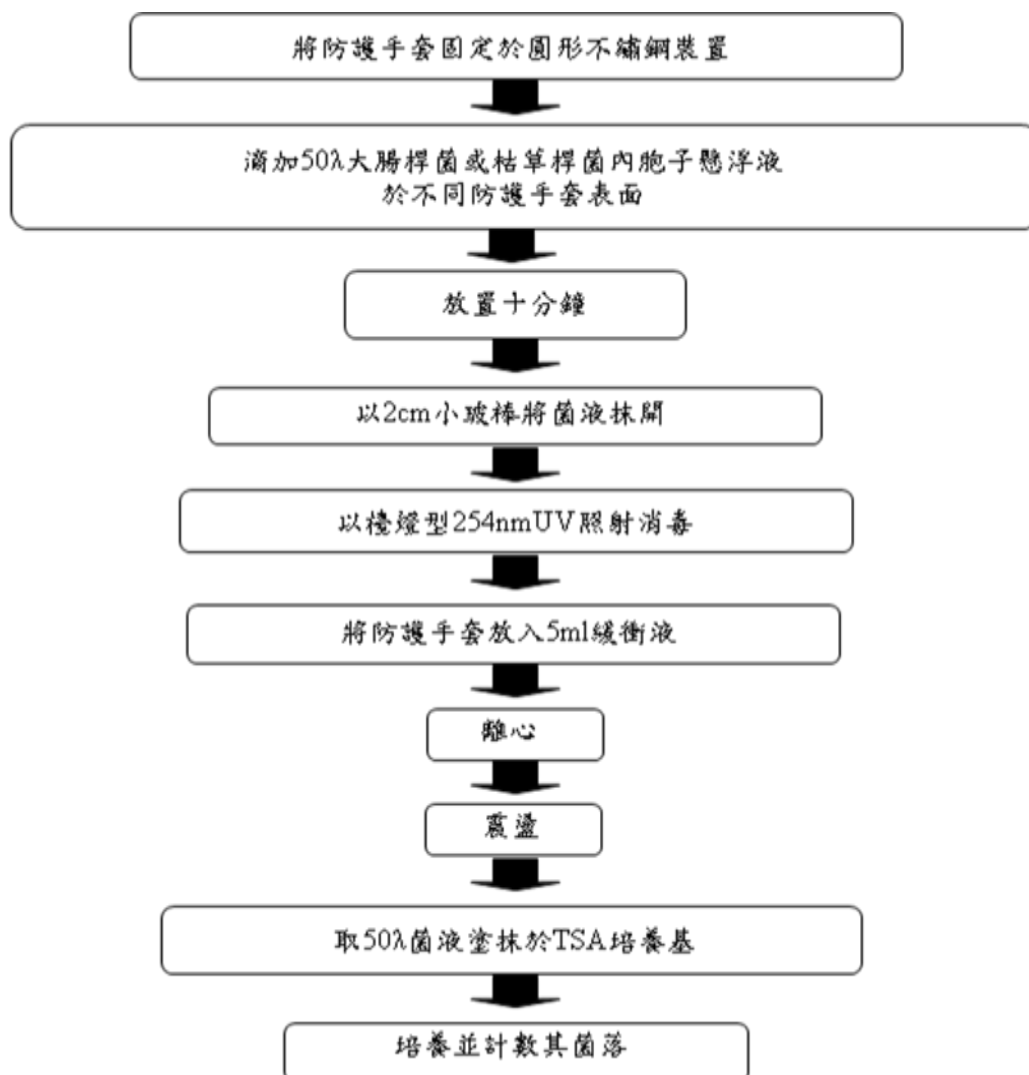
nm UV 1 分鐘，脫附培養後可發現能將細菌完全被殺死，但為確保殺菌完全，在往後實驗皆採取 5 分鐘作為標準的 UV 照射時間。

每次實驗每種比較情況皆使用三片以上防護手套進行測試，菌落數結果取其平均值。並於每次實驗中取每種手套三片滴加菌液後，放置 1 分鐘使其擴散，但不進行 254 nm UV 照射，作為開始穿透的初始菌液。穿透率計算如下：

$$P = \frac{F_p}{I_p} \times 100\% \quad (2)$$

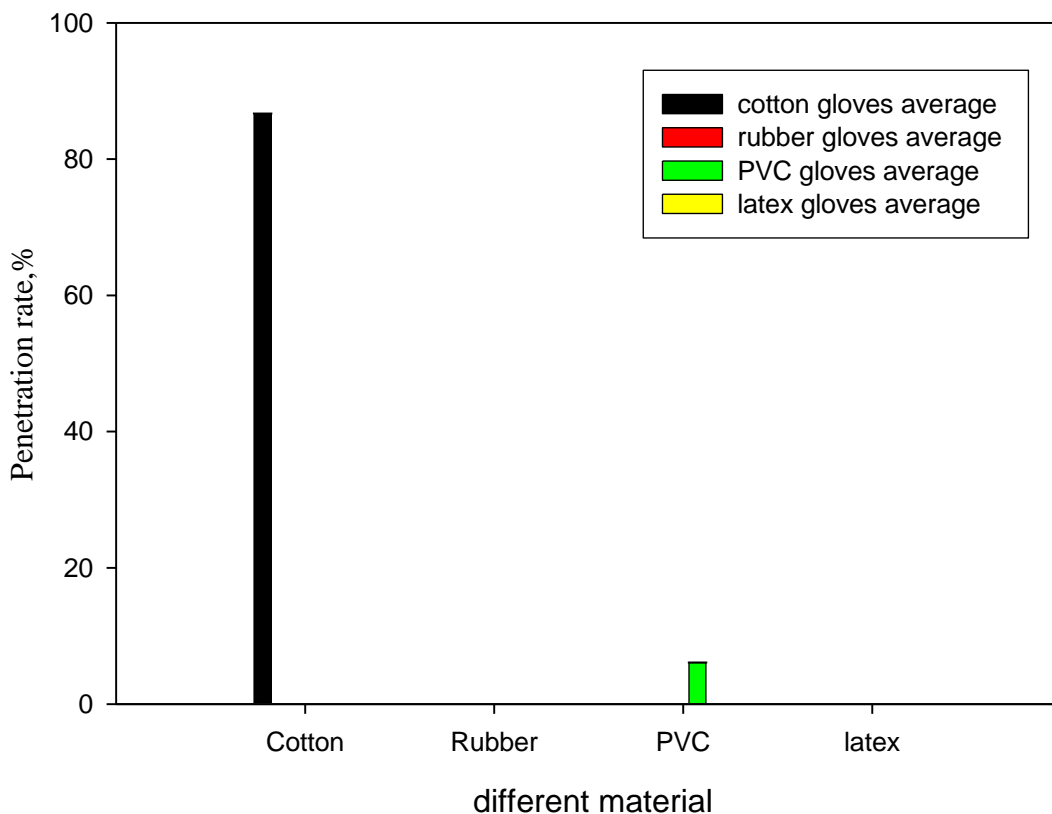
P 為穿透率 (Penetration rate)， I_p 為不同防護手套滴上菌液後立即脫附之菌落數 (CFU)， F_p 為不同防護手套經細菌穿透後脫附之菌落數 (CFU)。

實驗並比較防護手套穿透放置時間為 10 分鐘，比較放置時間對細菌穿透率的影響。而暴露 UV 的時間的比較，主要為將暴露 UV 的時間分別改變為 1、2、10、20 分鐘，並改為用 254 nm 檯燈型 UV 照射正面與背面防護手套，用以測定 254 nm UV 對細菌的殺菌程度。



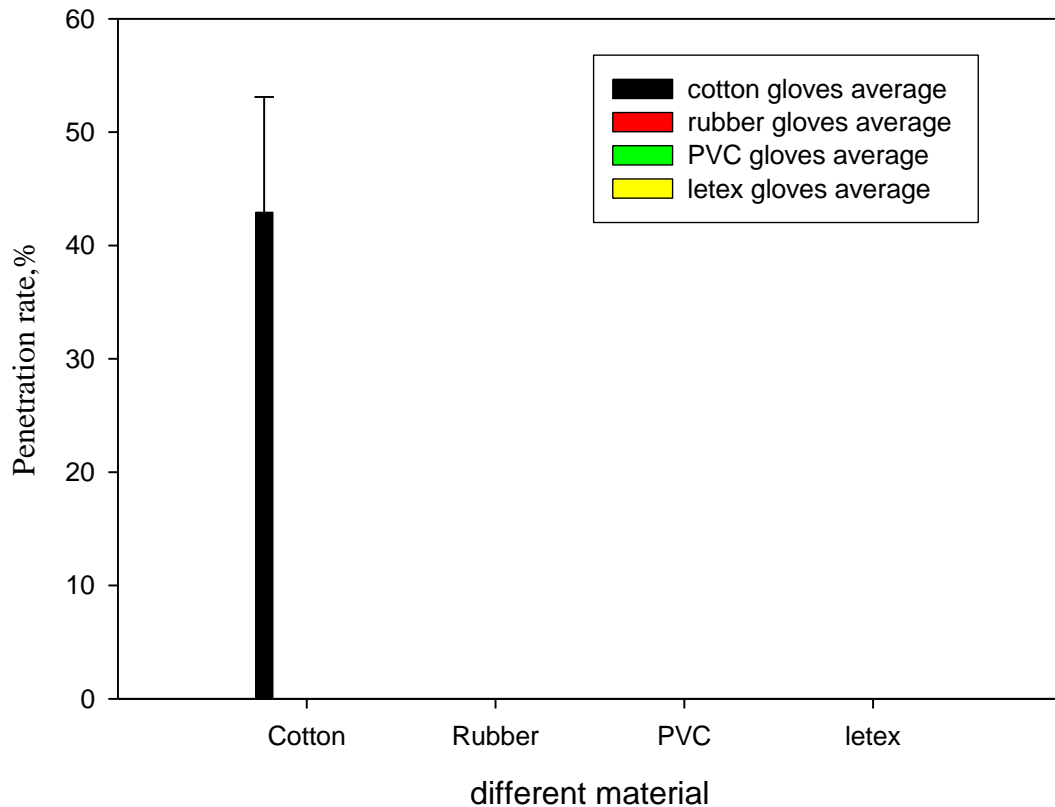
圖六：防護手套的細菌穿透測試程序。

圖七為利用新研發之細菌穿透測試不繡鋼布料固定夾片裝置，及新開發之防護手套的細菌穿透測試程序，比較各種防護手套滴加大腸桿菌菌液，放置於RH=60%，37°C恆溫恆濕箱10分鐘，並進行脫附培養之結果。結果顯示在測試四種職業衛生手套，比較各種手套滴加大腸桿菌菌液之穿透率，結果發現棉質手套的穿透率為86.54%，PVC手套穿透率為6.09%，橡膠手套及乳膠手套的細菌穿透率為0。乳膠手套、橡膠手套其表面皆為防水材質，與棉質手套相比，在不施予壓力下，對細菌有較好的穿透防護效果，此結果與其編織構成、材質、外層不透水處理有關。



圖七：四種不同防護手套對大腸桿菌穿透率之比較

圖八為各種防護衣滴加枯草桿菌內孢子懸浮液，放置於RH=60%，37°C恆溫恆濕箱40分鐘，並進行脫附培養之結果。比較各種手套滴加枯草桿菌內孢子懸浮液之穿透率，發現棉質手套的穿透率為42.92%，而PVC手套、橡膠手套及乳膠手套的細菌穿透率為0。而乳膠手套、橡膠手套與PVC手套相比較之下，其結構較具有韌性，製作上因一體成形之故，不若PVC手套有部分接合面而造成脆弱洩漏點。



圖八：四種不同防護手套對枯草桿菌內孢子懸浮液穿透率之比較

4.防護手套暨防護衣細菌測試方法發明專利內文（因涉及專利，僅披露內文部分）

【案名：防護衣物之細菌滲透率檢測方法】

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種防護衣物之細菌滲透率檢測方法，特別是指一種以菌落數來計算滲透率之防護衣物之細菌恆壓滲透率檢測方法，其兼具細菌滲透率檢測及確保使用者之安全等優點及功效。

【先前技術】

近年來，隨著大家對健康的重視，防護衣物的使用是愈來愈重要。然而，雖有少數防護衣物標榜通過 ASTM（American Society for Testing and Materials，美國材料試驗協會）或 AATCC（American Association of Textile Chemists and Colorists，美國紡織品協會）之規範，但現今大多數防護衣物並未經過這兩項測試，且目前 ASTM 規範裡的 ASTM F1670-03 合成血液與 ASTM F1671-03 病毒滲透並不適用於細菌測試，也就是說，目前所有的防護衣並未確認是否經過細菌測試，若直接將防護衣應用於生物防護，並不能確保使用者的健康。

一般說來，防護衣可以阻隔掉大部分自然存在或人為的有害物質，自然存在的部分為懸浮於空氣中之微粒，其狀態可以是液體也可以是固體，而構成微粒的成分則包括有機物（如微生物本體包括病毒、細菌、菌類、節足動物或其碎片）及無機物（粉塵、化學物質），而人為有害物質的部分為有害之血液、體液、菌液和化學物質等其他潛在性傳染之物質。

依據美國醫療器材促進會 (AAMI) 近來針對醫療用產品如手術衣、防護衣與罩袍，依其不同級數規定，醫療用品必須經過潑水測試 AATCC 22、低水壓測試 AATCC 127、合成血液 ASTM F1670-03 與病毒穿透 ASTM F1671-03 等測試，然而因目前較少有發展出防護衣的細菌測試，若貿然將防護衣用於細菌之防範上，則可能會忽略細菌滲透防護衣之危機，甚至造成細菌在防護衣之存活而增加人體接觸感染的機會。

因此，有必要研發新技術，以解決上述缺點及問題。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種防護衣物之細菌恆壓滲透率檢測方法，其兼具細菌滲透率檢測及確保使用者之安全等優點及功效，用以解決習知技術之防護衣無細菌之檢測而衍生出之安全問題。

本發明解決上述問題之技術手段係提供一種防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其包括下列步驟：

[1] 準備步驟：準備兩個防護衣物材料及兩個固定裝置，該防護衣物材料係具有一外表面及一內表面；

[2] 第一消毒步驟：利用一消毒裝置分別對兩個防護衣物材料進行該外表面及該內表面之消毒；

[3] 滴加步驟：將消毒後之兩個防護衣物材料固定於兩個固定裝置上，並將含有細菌之菌液定量滴加至兩個防護衣物材料之外表面；

[4] 比對步驟：將其中一該防護衣物材料放置一預定時間後，再利用該消毒裝置對該外表面進行消毒；而另一該防護衣物材料，則不放置一預定時間，亦不進行該外表面之消毒；

[5] 脫附步驟：利用一脫附裝置對兩個防護衣物材料分別進行該菌液之脫附；

[6] 培養步驟：兩個防護衣物材料分別脫附後，各取等量之該菌液分別塗抹於兩個培養元件上進行培養；

[7] 計數步驟：計算兩個培養元件上之菌落數量比例，則可推算出滲透率。

本發明之上述目的與優點，不難從下述所選用實施例之詳細說明與附圖中，獲得深入瞭解。

茲以下列實施例並配合圖式詳細說明本發明於後：

【實施方式】

如第一圖所示，一種防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其包括下列步驟：

[1] 準備步驟 51：如第二圖所示，準備兩個防護衣物材料 10 及兩個固定裝置 20，該防護衣物材料 10 係具有一外表面 11 及一內表面 12。該防護衣物材料 10 之材質係與防護衣物完全相同，或由一防護衣物上進行裁切擷取。如第三圖所示，關於該固定裝置 20 之設計，其係包括一第一元件 21 及一第二元件 22，該第一元件 21 係具有一第一貫穿孔 211，該第二元件 22 係具有一第二貫穿孔 221 及一凹部 222，該凹部 222 係用以配合該第一元件 21，而該第一貫穿孔 211 與該第二貫穿孔 221 係具有相同之尺寸，當該第一元件 21 與該第二元件 22 之凹部 222 配合後，該第一貫穿孔 211 與該第二貫穿孔 221 係完全對應。

[2] 第一消毒步驟 52：利用一消毒裝置 30 分別對兩個防護衣物材料 10 進行該外表面 11 及該內表面 12 之消毒。如第四 A 及第四 B 圖所示，該消毒裝置 30 係可為一紫外光 (Ultraviolet

，UV 光) 照射裝置 (例如：一般檯燈型之 UV 光設備)，對該防護衣物材料 10 之該外表面 11 及該內表面 12 照射一紫外光 31，使該防護衣物材料 10 達到完全消毒之效果。

[3] 滴加步驟 53：如第五 A 及第五 B 圖所示，將消毒後之兩個防護衣物材料 10 固定於兩個固定裝置 20 上，並將含有細菌之菌液 70 定量滴加至兩個防護衣物材料 10 之外表面 11。如第五 A 及第五 B 圖所示，該固定裝置 20 之設計，係可使該防護衣物材料 10 介於該第一貫穿孔 211 及該第二貫穿孔 221 間，當該固定裝置 20 置於一物體上時 (例如：桌子)，可避免滴有該菌液 70 之該防護衣物材料 10 與該物體直接接觸。

[4] 比對步驟 54：將其中一該防護衣物材料 10 放置一預定時間後，再利用該消毒裝置 30 對該外表面 11 進行消毒，此為實驗組；而另一該防護衣物材料 10，則不放置一預定時間，亦不進行該外表面 11 之消毒，此為對照組；

[5] 脫附步驟 55：利用一脫附裝置 40 對兩個防護衣物材料 10 分別進行該菌液 70 之脫附；更詳細的說，實驗組之該防護衣物材料 10 在放置一預定時間並經過該外表面 11 之消毒後，才進行該菌液 70 脫附，而對照組之該防護衣物材料 10 則在該菌液 70 滴加至該外表面 11 後，即立即進行該菌液 70 之脫附。如第六 A、第六 B、第六 C 圖所示，實驗組之該防護衣物材料 10 在滴加該菌液 70 後，係放置一預定時間，使該外表面 11 上之該菌液 70 係滲透該防護衣物材料 10 而至該內表面 12，使該菌液 70 形成一外表面之菌液 70A、一防護衣物材料中之菌液 70B 及一內表面之菌液 70C；如六 D 及第六 E 圖所示，利用該紫外光照射裝置 (即該消毒裝置 30) 對實驗組之該防護衣物材料 10 之外表面 11 照射該紫外光 31，進行該外表面 11 之消毒，使該外表面之菌液 70A 死亡，僅該防護衣物材料中之菌液 70B 及該內表面之菌液 70C 存活，最後，再利用該脫附裝置 40 進行該菌液 70 之脫附。如第七圖所示，對照組之該防護衣物材料 10 在滴加該菌液 70 後，係直接利用該脫附裝置 40 進行該菌液 70 之脫附。

[6] 培養步驟 56：兩個防護衣物材料 10 分別脫附後，各取等量之該菌液 70 分別塗抹於兩個培養元件 61 上進行培養 (培養時間時間約一天)。如第八 A 及第八 B 圖所示，實驗組之該菌液 70 經培養後，於該比對步驟 54 中被消滅之該外表面之菌液 70A，係無法生長，而該防護衣物材料中之菌液 70B 及該內表面之菌液 70C 則生成菌落 70D。如第九 A 及第九 B 圖所示，對照組之該菌液 70 經培養後，係完全生成菌落 70D。

[7] 計數步驟 57：計算兩個培養元件 61 上之菌落 70D 數量比例，則可推算出滲透率 (如第九 B 及第九 D 圖所示，比較該菌落 70D 之比例，即可得知實驗組之該防護衣物材料 10 之細菌穿透率)。關於菌落形成單位 (Colony forming unit, 簡稱 CFU)，是計算細菌數量的一種方法，其值越高表示樣品中所含的細菌越多，且 CFU 只計算活的細菌；因此，在該比對步驟 54 中，實驗組之該防護衣物材料 10，其該外表面之菌液 70A 經消毒後即死亡，使 CFU 僅計算存活於該內表面 12 之細菌；因此，將實驗組之滲透細菌量除以對照組未滲透細菌量，即可計算出滲透率。

更詳細的說，在完成該滴加步驟 53 後，實驗組之該防護衣物材料 10 係置放約十分鐘，供該菌液 70 由該外表面 11 滲透至該內表面 12。

關於該固定裝置 20，其材質係為不鏽鋼，可耐高溫、高壓而不易變形。

請參閱第十 A 及第十 B 圖，其係為該消毒裝置 30 之測試結果，其中，該消毒裝置 30 係為一紫外光設備；由第十 A 圖可知，當該紫外光設備之照射距離為十公分時，係具有最佳之

殺菌效果，而由第十 B 圖可知，經該紫外光設備照射一分鐘後，存活率已接近零。因此，在該第一消毒步驟 52 中，係可對該防護衣物材料 10 照射光波長為 254nm (nanometer, 奈米) 之紫外光 31 約一分鐘，來達到消毒的效果；而在該比對步驟 54 時，則對該外表面 11 照射光波長為 254nm 之紫外光 31 約五分鐘 (延長照射時間為五分鐘，係確保該外表面 11 達到完全殺菌，避免該外表面 11 殺菌不完全而造成檢測結果之誤差)。

關於該脫附裝置 40，其係可利用離心或震盪之方式，使該防護衣物材料 10 上之菌液 70 達到脫附。由第十一圖可知，在 1500RPM、2000RPM、2500RPM、3000RPM、3500RPM、4000RPM 及 4500RPM 等不同轉速之條件下進行該菌液 70 (此實驗之該菌液 70 係為大腸桿菌菌液) 之離心脫附，所達到之脫附效果也不相同，其中，當轉速為 3500RPM 時效果最佳 (大腸桿菌存活率最高，可避免大腸桿菌於離心過程死亡而影響檢測結果)。因此，本發明在該脫附步驟 55 中，係可以 3500RPM 之轉速進行約十分鐘之離心脫附，再以震盪之方式進行一分鐘，來達到該菌液 70 之脫附。當然，在進行該菌液 70 之脫附前，係需先將該防護衣物材料 10 放入一緩衝液 (例如：磷酸緩衝溶液，Phosphate buffer saline, PBS) 中，而緩衝液係為已知技術，在此不作詳述。

關於該培養元件 61，其係為一培養基，例如：TSA 培養基 (TSA, Trypticase Soy Agar, 胰蛋白大豆瓊脂)。

關於本發明之實際實驗，在材料方面，該菌液 70 係分別為大腸桿菌菌液及枯草桿菌內孢子懸浮液兩種，該防護衣物材料 10 則分別為棉質手套、橡膠手套、PVC (Polyvinylchloride, 聚氯乙稀) 手套、乳膠手套、C 級防護衣、實驗衣、藍色二截式工作服、黃色醫療隔離衣、白色連身連帽工作服，在經過測試後之滲透率結果係如下列所示：

[a] 實驗一：以大腸桿菌菌液對棉質手套、橡膠手套、PVC 手套、乳膠手套四種手套進行滲透率之測試，其結果係如第十二圖所示，其中，大腸桿菌菌液對棉質手套之滲透率為 86.45%，對 PVC 手套之滲透率為 6.094%，而對橡膠手套及乳膠手套之滲透率為 0。

[b] 實驗二：以枯草桿菌內孢子懸浮液對棉質手套、橡膠手套、PVC 手套、乳膠手套四種手套進行滲透率之測試，其結果係如第十三圖所示，其中，枯草桿菌內孢子懸浮液對棉質手套之滲透率為 49.92%，對 PVC 手套、橡膠手套及乳膠手套之滲透率為 0。

[c] 實驗三：以大腸桿菌菌液對 C 級防護衣、實驗衣、藍色二截式工作服、黃色醫療隔離衣、白色連身連帽工作服五種防護衣進行滲透率之測試，其結果係如第十四圖所示，其中，大腸桿菌菌液對實驗衣之滲透率為 10.543%，對黃色醫療隔離衣之滲透率為 0.078% (幾乎不會滲透)，而對 C 級防護衣、藍色二截式工作服、白色連身連帽工作服之滲透率為 0。

[d] 實驗四：以枯草桿菌內孢子懸浮液對 C 級防護衣、實驗衣、藍色二截式工作服、黃色醫療隔離衣、白色連身連帽工作服五種防護衣進行滲透率之測試，其結果係如第十五圖所示，其中，枯草桿菌內孢子懸浮液對實驗衣之滲透率為 7.106%，對 C 級防護衣之滲透率為 0.059% (幾乎不會滲透)，而對藍色二截式工作服、黃色醫療隔離衣、白色連身連帽工作服之滲透率為 0。

由以上說明可知，本發明係可檢測各種防護衣物於不同環境下之滲透率 (即防護效果)，因此，使用者係可透過本發明進行事前之檢測，於進入不同之環境前，選擇滲透率最低之防護衣物，以保障使用者的安全。

綜上所述，本發明之優點及功效歸納為：

[1] 細菌滲透率檢測。在 ASTM 規範裡的 ASTM F1670-03 合成血液與 ASTM F1671-03 病毒穿透並不適用於細菌測試，也就是說，目前所有的防護衣並未確知是否經過細菌測試；而依本發明之方法流程，則可檢測出各種細菌對於不同防護衣物之滲透率。

[2] 確保使用者之安全。在 ASTM 規範裡的 ASTM F1670-03 合成血液與 ASTM F1671-03 病毒穿透並不適用於細菌測試，若直接將防護衣物應用於生物防護，並不能確保使用者的健康；而本發明之方法流程，可檢測出各種細菌對於不同防護衣物之滲透率，再依工作環境中之物質分佈，選擇防護衣物之類型，以確保防護衣物能有效阻絕細菌之滲透。

以上僅是藉由較佳實施例詳細說明本發明，對於該實施例所做的任何簡單修改與變化，皆不脫離本發明之精神與範圍。

由以上詳細說明，可使熟知本項技藝者明瞭本發明的確可達成前述目的，實已符合專利法之規定，爰提出發明專利申請。

【圖式簡單說明】

第一圖係本發明之防護衣物之細菌滲透率檢測方法之流程示意圖

第二圖係本發明之準備步驟之示意圖

第三圖係本發明之固定裝置之分解示意圖

第四 A 圖係本發明之第一消毒步驟之動作一之示意圖

第四 B 圖係本發明之第一消毒步驟之動作二之示意圖

第五 A 圖係本發明之防護衣物材料固定之示意圖

第五 B 圖係本發明之滴加步驟之示意圖

第六 A 圖係本發明之滴加步驟之動作一之示意圖

第六 B 圖係本發明之滴加步驟之動作二之示意圖

第六 C 圖係本發明之滴加步驟之動作三之示意圖

第六 D 圖係本發明之對比步驟之動作一之示意圖

第六 E 圖係本發明之其中一防護衣物材料之脫附步驟之示意圖

第七圖係本發明之另一防護衣物材料之脫附步驟之示意圖

第八 A 圖係本發明之其中一防護衣物材料培養步驟之動作一之示意圖

第八 B 圖係本發明之其中一防護衣物材料培養步驟之動作二之示意圖

第九 A 圖係本發明之另一防護衣物材料培養步驟之動作一之示意圖

第九 B 圖係本發明之另一防護衣物材料培養步驟之動作二之示意圖

第十 A 圖係本發明之照射距離與存活率關係之示意圖

第十 B 圖係本發明之照射時間與存活率關係之示意圖

第十一圖係本發明之轉速與菌落數關係之示意圖

第十二圖係本發明之實驗一之滲透率比較示意圖

第十三圖係本發明之實驗二之滲透率比較示意圖

第十四圖係本發明之實驗三之滲透率比較示意圖

第十五圖係本發明之實驗四之滲透率比較示意圖

(元件編號說明)

10 防護衣物材料	11 外表面
12 內表面	20 固定裝置
21 第一元件	211 第一貫穿口
22 第二元件	221 第二貫穿口
222 凹部	30 消毒裝置
31 紫外光	40 脫附裝置
51 準備步驟	52 第一消毒步驟
53 滴加步驟	54 比對步驟
55 脫附步驟	56 培養步驟
57 計數步驟	61 培養元件
70 菌液	70A 外表面之菌液
70B 防護衣物材料中之菌液	70C 內表面之菌液
70D 菌落	

【申請專利範圍】

1. 一種防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其包括下列步驟：

[1] 準備步驟：準備兩個防護衣物材料及兩個固定裝置，該防護衣物材料係具有一外表面及一內表面；

[2] 第一消毒步驟：利用一消毒裝置分別對兩個防護衣物材料進行該外表面及該內表面之消毒；

[3] 滴加步驟：將消毒後之兩個防護衣物材料固定於兩個固定裝置上，並將含有細菌之菌液定量滴加至兩個防護衣物材料之外表面；

[4] 比對步驟：將其中一該防護衣物材料放置一預定時間後，再利用該消毒裝置對該外表面進行消毒；而另一該防護衣物材料，則不放置一預定時間，亦不進行該外表面之消毒；

[5] 脫附步驟：利用一脫附裝置對兩個防護衣物材料分別進行該菌液之脫附；

[6] 培養步驟：兩個防護衣物材料分別脫附後，各取等量之該菌液分別塗抹於兩個培養元件上進行培養；

[7] 計數步驟：計算兩個培養元件上之菌落數量比例，則可推算出滲透率。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其中，該固定裝置之材質係為不鏽鋼。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其中，該固定裝置係包括一第一元件及一第二元件，該第一元件係具有一第一貫穿口，該第二元件係具有一第二貫穿口及一凹部，該凹部係用以配合該第一元件，而該第一貫穿口與該第二貫穿口係具有相同之尺寸，當該第一元件與該第二元件之凹部配合後，該第一貫穿口與該第二貫穿口係完全對應。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其中，該消毒裝置係為一紫外光照射裝置用以發射一紫外光，該紫外光係具有殺菌、消毒之功能。

【發明摘要】

一種防護衣物之細菌滲透率檢測方法，其包括：一準備步驟、一第一消毒步驟、一滴加步驟、一比對步驟、一脫附步驟、一培養步驟及一計數步驟。先準備兩個防護衣物材料及兩個固定裝置，該防護衣物材料係具有一外表面及一內表面；兩個防護衣物材料進行消毒後，分別固定於兩個固定裝置上，並滴加一定量之菌液至該外表面，其中一防護衣物材料滴加該菌液後即進行脫附，而另一防護衣物材料則經一預定時間，並對該外表面進行消毒後脫附，最後分別進行培養，並依菌落數比例而得知防護衣物材料之細菌穿透率；故，其兼具細菌滲透率檢測及確保使用者之安全等優點及功效。

【代表圖：第一圖】

51 準備步驟	52 第一消毒步驟
53 滴加步驟	54 比對步驟
55 脫附步驟	56 培養步驟
57 計數步驟	

陸、結論

從實驗可以看出，測試四種職業衛生手套，比較各種手套滴加枯草桿菌內孢子懸浮液之穿透率，發現棉質手套的穿透率為 42.92%，而 PVC 手套、橡膠手套及乳膠手套的細菌穿透率為 0。比較各種手套滴加大腸桿菌菌液之穿透率，結果發現棉質手套的穿透率為 86.54%，PVC 手套穿透率為 6.09%，橡膠手套及乳膠手套的細菌穿透率為 0。乳膠手套、橡膠手套其表面皆為防水材質，與棉質手套相比，在不施予壓力下，對細菌有較好的穿透防護效果，此結果與其編織構成、材質、外層不透水處理有關。而乳膠手套、橡膠手套與 PVC 手套相比較之下，其結構較具有韌性，製作上因一體成形之故，不若 PVC 手套有部分接合面而造成脆弱洩漏點。因此建議若要操作生物安全等級較高危險性之細菌，應考慮非棉質手套，而 PVC 手套應選擇不具有部分接合面之脆弱洩漏處設計，才能保障使用者的安全。

本研究已先行將細菌穿透測試不繡鋼布料固定夾片裝置，及防護衣的細菌穿透測試程序申請專利。

柒、參考文獻

- Aranyosia, P., Csepregia, Zs., Rusznáka, I., Tökeb, L. and Víg, A.: The light stability of azo dyes and azo dyeings. III. The effect of artificial perspiration on the light stability of reactive and non-reactive derivatives of two selected azo chromophores in aqueous solution., *Dyes and Pigments*, Vol. 37- 1, 2, P. 33-45, 1998.
- ASTM F1670-03. Method of test for resistance of materials used in protective clothing to penetration by synthetic blood.
- ASTM F1671-03. Method of test for resistance of materials used in protective clothing to penetration by blood-borne pathogens using Phi-X174 bacteriophage penetration as a test system.
- Biosafety Manual, University of Nebraska Medical Center, P11~P17, 2003.
- Biosafety Reference Manual 2nd, American Industrial Hygiene Association, P51~P94, 2000.
- McCullough, N.V., Brosseau, L.M., Vesley, D., Vincent, J.H., 1998. Improved methods for generation, sampling, and recovery of biological aerosols in filter challenge tests. *AIHA Journal* 59, 234-241.

Wang, Z., Reponen, T., Willeke, K., Grinspun, S., 1999. Survival of bacteria on respirator filters. *Aerosol Science and Technology* 30, 300-308.

周國村：何謂隔離衣與防護衣？其品質要求又是什麼，中國紡織工業研究中心 <http://test.ttri.org.tw/>，2003。

李口榮、嚴正傑、黃翠賢、高嘉澤，金屬矯正支架鎳離子釋出之研究，*中華牙誌*，19 (3)：201-210, 2000。

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，「醫療院所職業性生物危害預防指引-空氣傳播病原菌」，P158~P194，2003。

陳秋蓉、郭育良、許曷奇：生物科技產勞工健康危害調查評估。勞研所，2002；IOSH90-M302

捌、研究結果自評：

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

■ 達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以500字為限）

雖然沒有優秀的國立大學博士生、碩士生，但把濛濛懂懂的大專生訓練的能進行研究，而且啟發專題生們的研究精神，是個人覺得最高興的事！

目前在國際上並無此種測試標準，本研究結果已申請發明專利，包含新研發之細菌穿透測試不繡鋼布料固定夾片裝置，及新開發之防護衣的細菌穿透測試程序。

未來可以發表於生物感染控制之SCI期刊。

行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

99 年 10 月 30 日

報告人姓名	賴全裕	服務機構 及職稱	中山醫學大學職業安全衛生學系 副教授
時間 會議 地點	2010.8.28~2010.9.3 Helsinki, Finland.	本會核定 補助文號	NSC 96-2221-E-040-003-MY3 (計畫內含出國費用)
會議 名稱	(中文) 2010 年國際氣膠研討會 (英文) 2010 International Aerosol Conference.		
發表 論文 題目	(中文) 生物氣膠採樣器採樣效率評估 (英文) Performance Evaluation of Bioaerosol Samplers Sampling Efficiency		
<p>報告內容應包括下列各項：</p> <p>一、 參加會議經過</p> <p>「2010 International Aerosol Conference--國際氣膠研討會」為國際氣膠研究學會 (IARA, International Aerosol Research Assembly) 所主辦之研討會，國際氣膠研究學會為 NGO 組織，而台灣氣膠研究學會為其會員。每四年舉辦一次研討會，透過研討會交流國際上氣膠之研究經驗，並促成國際合作，第一屆研討會於 1984 年於美國明尼蘇達舉辦，1986 年於德國西柏林舉辦，而後每四年由各會員國分別主辦。1998 年於英國愛丁堡舉行時，台灣氣膠學會理事長王秋森教授爭取到 2002 年於台灣舉辦之機會，因此 IAC 也於 2002 年時假台北主辦過國際氣膠研討會。</p> <p>「2010 年國際氣膠研討會」由國際氣膠研究學會及芬蘭氣膠研究學會主辦，並且邀請芬蘭赫爾辛基大學、芬蘭氣象研究所及芬蘭 VTT 技術研究中心共同主辦，研討會時間為 2010 年 8 月 29 日至 9 月 3 日，舉辦地點為芬蘭赫爾辛基大學。研討會共有 5 篇晨間專題演講，同一時間有 8 個會場口頭發表研究論文，共有 11 個時段口頭發表研究論文，共發表論文 536 篇，並且有三個時段發表海報研究論文，共發表 734 篇研究論文。內容涵蓋氣膠基本原理、大氣環境氣膠研究、氣膠儀器、氣膠健康效應、特殊氣膠、生物氣膠、氣膠對氣象之影響、生質能源燃燒有關氣膠問題、奈米微粒等 88 個議題，茲羅列如下：</p> <p style="margin-left: 20px;">氣膠基本原理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aerosol modelling: Aerosol effects on climate 2. Aerosol modelling: Nucleation 3. Aerosol modelling: Processes and transport 4. Aerosol modelling: Sources and their impacts 5. Aerosol optical properties 6. New particle formation: Atmospheric Studies 7. New particle formation: Modelling 8. Optical properties /Remote sensing of aerosol properties 			

9. Particle charging and control
10. Physical and chemical particle properties and characterization
11. Physical and chemical properties – Thermodynamic properties of atmospheric aerosols
12. Physical and chemical properties- Physico-chemical characterization
13. Physical and chemical properties: Regional and temporal patterns of aerosol distribution/ Climate effects of aerosols
14. Carbonaceous aerosol
15. Charged aerosol generation
16. Dosimetry and lung physiology
17. Fundamentals: Aerosol Deposition and Filtration
18. Fundamentals: Coagulation and Aggregation
19. Fundamentals: Nucleation & Aggregates
20. Fundamentals: Particle dynamics
21. High-temperature & Nuclear aerosol
22. Spectrometry

大氣環境氣膠研究議題

23. Atmospheric chemistry: AMS
24. Atmospheric chemistry: Analytical techniques
25. Atmospheric chemistry: Field measurements
26. Atmospheric chemistry: Field measurements /Indoor
27. Atmospheric chemistry: SOA I
28. Atmospheric chemistry: SOA II
29. Atmospheric chemistry: SOA model
30. Studies on SOA aging and terpene chemistry
31. Studies on SOA precursors and partitioning, and isoprene chemistry
32. EUCAARI: Aerosol Composition studies
33. EUCAARI: Aerosol properties and impacts
34. EUCAARI: Sources of aerosol particles
35. EUSAAR: Result from aerosol in-situ networks
36. EUSAAR: Techniques and methodologies for monitoring aerosol properties
37. Transport and transformation
38. Turbulent aerosol exchange fluxes between the atmosphere and surface
39. Urban aerosols – PM Characterization
40. Urban aerosols - Source Apportionment
41. Urban aerosols - Source Apportionment and Characterization
42. Urban aerosols - Traffic 2
43. Urban aerosols -Traffic
44. Volcanic ash special session
45. PMx: Physico-chemical analysis
46. PMx: variations in time and space

氣膠儀器

47. Instrument development III
48. Instrumentation
49. Instrumentation development I
50. Instrumentation development II
51. Instrumentation development IV
52. Instrumentation Testing
53. Integrated gas phase processes
54. Measurement Methods

- 55. Remote sensing of aerosol properties
- 56. Small scale and industrial studies

特殊氣膠

- 57. Marine Aerosols
- 58. Marine aerosols / Carbonaceous aerosols
- 59. Mineral dust
- 60. Radioactive aerosols

氣膠健康效應

- 61. PM and health
- 62. Particle Exposure and Health Effects
- 63. Linking ambient PM concentrations with epidemiologically derived response functions
- 64. Toxicological effects of particles

氣膠對氣象之影響

- 65. Aerosol, CCN, and Liquid Clouds I
- 66. Aerosol, CCN, and Liquid Clouds II
- 67. Aerosol, Clouds, and Precipitation
- 68. Aerosol, Ice Nuclei, and Cold Clouds
- 69. Aerosols in remote areas / UT aerosols, IN and clouds /Continental polluted
- 70. Hygroscopicity, CCN and clouds I
- 71. Hygroscopicity, CCN and clouds II
- 72. Atmospheric chemistry: CLOUD /Mechanisms

生質能源燃燒有關氣膠問題

- 73. Aerosols from solid biomass combustion and their health effects
- 74. Aerosols from wildland fires: sources, dispersion and impacts
- 75. Biomass and Biofuels
- 76. Biomass burning
- 77. Biomass burning / Bioaerosols
- 78. Diesel engines

奈米微粒

- 79. Application of Engineered Nanoparticles
- 80. Fundamentals and measurement of nanoparticles
- 81. Gas Phase Synthesis of Nanoparticles
- 82. Health Effects, Environmental Impact of NP, Worker Protection
- 83. Structuring of engineered nanoparticles
- 84. Resolving nano-CN in the atmosphere - experiments and theory
- 85. Nano/Pharma

生物氣膠

- 86. Bioaerosols
- 87. Bioaerosols special session I: Laboratory studies on characterization of bioaerosols
- 88. Bioaerosols special session II: Testing of new sampling and analysis methods in field studies

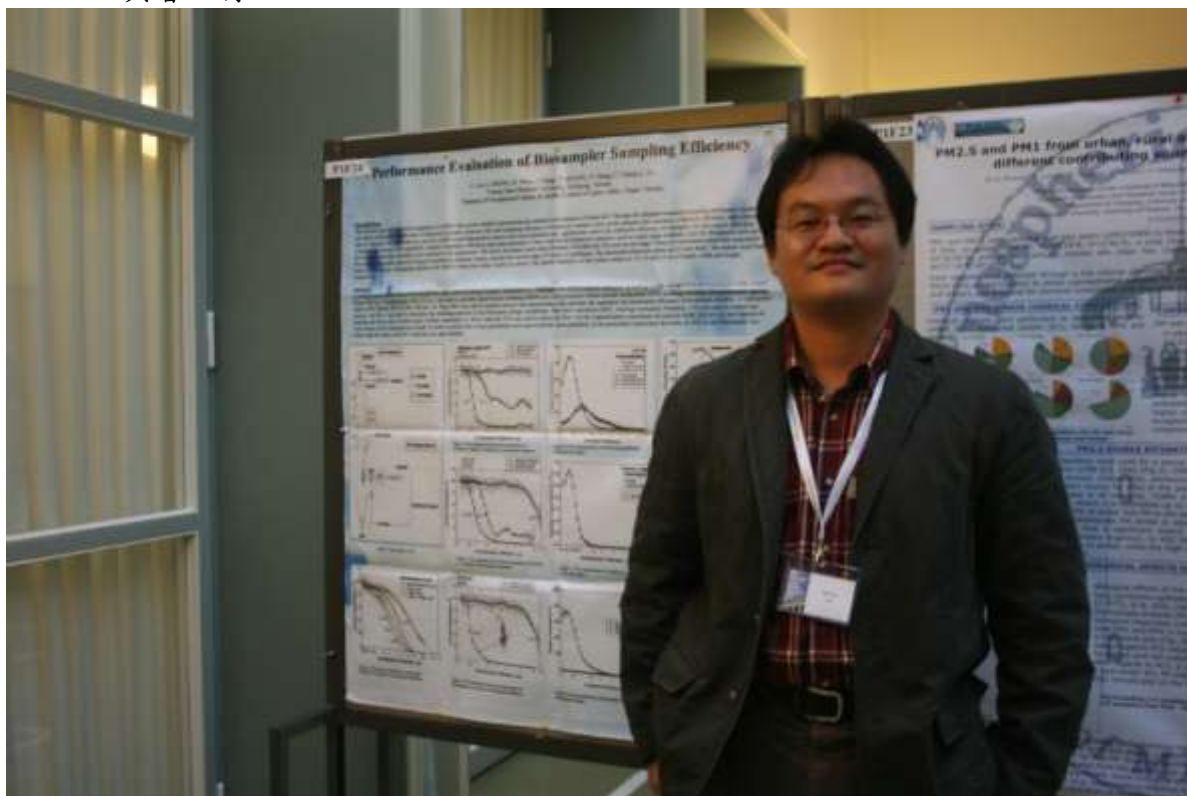
本人對生物氣膠、奈米微粒、特殊氣膠、氣膠儀器較為感興趣，因此多參加此部分

議題之討論。而此次研討會受邀發表之晨間專題演講題目如下

1. Aerosols from biomass combustion plants – formation, characterization and emissions
2. Molecular Modeling of Atmospheric Clusters
3. Charging, Electrical Classification and vapor Condensation on sub - 3 nm Aerosols
4. Integrating an Understanding of Aerosol Source-Receptor Relationships and Climate Perturbation: From Challenge to Opportunity
5. Aerosol Assembly of Nanoparticles and Its Applications

此次台灣參加大會人員中除了本人以外，也包含有陳志傑教授、蔡春進教授、林文印教授、李文智教授、李書安教授等十多位教授，以及另外多名博士班學生，會議期間也發表了近 20 篇的論文。

二、 與會心得



本次研討會發表了『Performance Evaluation of Bioaerosol Samplers Sampling Efficiency』，研究內容主要談到：生物氣膠採樣的目的是要獲取具代表性的生物氣膠樣本，以供評估生物氣膠之健康危害，因此生物氣膠採樣技術的重要評鑑指標，也就是生物氣膠採樣器的總採樣效率。而總採樣效率決定於採樣器入口及收集區之設計方式、收集介質的種類、以及生物氣膠的存活與生長特性。本研究主要目的是以坊間常用的生物氣膠採樣器，並於實驗室產生挑戰氣膠，進行生物氣膠採樣器的吸入效率、貫穿率及菌種培養進行評估。實驗將評估市售及新近研發生物氣膠採樣器--多階淘析器之採樣效率。

研究以注射式幫浦 (Syringe Pump, Multi-Phaser™ Model NE-1000, New Era Pump Systems, Instrument Co., Wantagh, NY, U.S.A.) 配合超音波霧化噴嘴 (Ultrasonic Atomizing Nozzle, Model 8700-60MS & Model 8700-120MS, Sono-Tek Inc., Poughkeepsie, NY, U.S.A.)，產生液態酉太酸二辛酯 (dioctyl phthalate, DOP)、固態酒石酸鉀鈉 (potassium sodium tartrate tetrahydrate, PST) 挑戰氣懸微粒，並以氣動微粒分徑器 (Aerodynamic Particle Sizer, APS, Model APS 3310A, TSI Inc., St. Paul, MN) 量測微粒粒徑分佈，以探討生物氣膠採樣器的吸入效率、貫穿率。另外，研究也選擇至中部某醫療院所 (在兩間負壓隔離病房，一間護理站) 和某處養豬場進行現場生物氣膠採樣器之採樣比較，以驗證市售及新型生物氣膠採樣器之細菌種類培養效率。

研究結果發現多階淘析器 Type I 之截取粒徑 d_{50} 約在 $1.84 \mu\text{m}$ ，以截取粒徑為區分依據時，其採樣粒徑範圍主要大於 $1.84 \mu\text{m}$ ；而安德森單階採樣器採樣粒徑範圍約在大於 $0.91 \mu\text{m}$ ~ 以上；AGI-30 採樣粒徑範圍約在 $0.97 \sim 8.91 \mu\text{m}$ ；Biosampler 採樣粒徑範圍約在 $0.83 \sim 8.91 \mu\text{m}$ 。在菌種鑑定方面，多階淘析器 Type I 相對本實驗其餘採樣器上可採集、培養較多數量生物氣膠。

整個會議期間，除了與會場的各路研究人員進行交換意見外，更有了研究拓展的胸襟，多增加了國際場合的臨場經驗，並激盪產生了不同的思考方向。因為，不同背景出身的研究者、來自不同實驗室的科學家，有著不同的研究想法，的確引導了另外的思路方向。而經由交流發現國內很多相關的研究中，常不注重生物氣膠採樣的效率，很多人習慣把採樣器攜至戶外進行大量採樣，且僅使用同種採樣儀器。然而大部分採樣儀器為慣性衝擊式原理，容易忽略脆弱菌種之不容易取得培養。而本實驗室的採樣技術的確有領先國際的地方，但也有諸多不足處，需要儘速改正以期領先國際研究，並儘快把相關研究發表至國際期刊，更是目前刻不容緩的事。

三、 建議

1. 本研究的未來發展：

若以符合一般 $30 \sim 300 \text{ cfu}$ 為最佳計數範圍之條件下，進行綜合比較推算，AGI-30 及 Biosampler 之理論推算最低生物氣膠濃度採樣範圍，遠小於安德森單階及多階淘析器 type I，主要是因為其採樣菌液可以進行濃縮之故。若考慮其可以稀釋菌液之特性，則其採樣上限濃度可以大幅提昇。而多階淘析器 type I 則適合較高範圍濃度之採樣。建議應有一生物危害指標，能綜合分析生物氣膠採樣器之吸入效率 (aspiration, A, %)、貫穿率 (penetration, P, %)、生物氣膠總培養效率 (total culturable rate, TCR, %)、採樣培養所計算之空氣中生物氣膠濃度 (concentration, C, cfu/m^3)、及菌種鑑定及生物安全等級 (biological safety level, BSL)，裨益大眾能綜合評估生物安全性。並將生物氣膠對人體最低感染劑量 (minimal infective dose, MID, cfu/m^3) 納入計算考慮。

2. 鼓勵學者再進修：

國際氣膠研究趨勢日新月異，與日遽增的新型儀器更是琳瑯滿目，各類型最有創意最熱門的研究議題會受到很大的重視。在與會期間，也看到很多資深研究學者、教授等大師級的人物，仍然參加訓練課程以及場場的論文發表，甚至壁報論文也不缺席，這樣的精神的確令人感動、震撼，國內例如蔡春進教授（IAC 重要委員）、陳志傑教授（IOHA 重要委員）等，國際知名學者如 Hinds 教授等。所以，國人應該多多參與國際的交流，並隨時補充自己的不足。畢竟這是一個瞬息萬變的世界，再不敞開心胸的話，永遠也無法與人並駕齊驅，更遑論要超越人家了。

四、 攜回資料名稱及內容

1. 研討會議程：內容包括每天議程、海報題目、參展廠商名錄。
2. 研討會論文摘要集：內容包括所有口頭報告及海報論文之英文摘要。

五、 其他

特別感謝國科會預先核定機票及註冊費用補助，以順利參加國際會議，並完成論文之發表。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/01/06

國科會補助計畫	計畫名稱: 個人防護具使用效能評估		
	計畫主持人: 賴全裕		
	計畫編號: 96-2221-E-040-003-MY3		學門領域: 環境工程
研發成果名稱	(中文) 防護衣物之細菌滲透率檢測方法		
	(英文)		
成果歸屬機構	中山醫學大學	發明人 (創作人)	賴全裕, 林耀堅, 許雅媛, 林筱倩
	<p>(中文) 本發明係有關一種防護衣物之細菌滲透率檢測方法, 特別是指一種以菌落數來計算滲透率之防護衣物之細菌恆壓滲透率檢測方法, 其兼具細菌滲透率檢測及確保使用者之安全等優點及功效。 其包括: 一準備步驟、一第一消毒步驟、一滴加步驟、一比對步驟、一脫附步驟、一培養步驟及一計數步驟。先準備兩個防護衣物材料及兩個固定裝置, 該防護衣物材料係具有一外表面及一內表面; 兩個防護衣物材料進行消毒後, 分別固定於兩個固定裝置上, 並滴加一定量之菌液至該外表面, 其中一防護衣物材料滴加該菌液後即進行脫附, 而另一防護衣物材料則經一預定時間, 並對該外表面進行消毒後脫附, 最後分別進行培養, 並依菌落數比例而得知防護衣物材料之細菌穿透率; 故, 其兼具細菌滲透率檢測及確保使用者之安全等優點及功效。</p> <p>(英文) A stainless-glove-holder designed for bacteria penetration testing, and a biological protection glovetesting procedure designed for bacteria penetration evaluation were developed. Using these techniques, types of occupational hygiene protection gloves can be tested under normal pressure condition. The procedure included bacteria penetration of the biological protection gloves under normal pressure condition. The invention test operation parameters also integrated the variability of gloves material, and the varying of gloves survival of bacteria under different degree of storage condition. The challenge bacteria suspension solution included the spores of Bacillus subtilis and Escherichia coli. Four types of occupational hygiene protection gloves: a general cotton-fabric-base glove, a powder less polyvinyl chloride glove, a powder less latex-base glove, and a rubber-base glove were chose in the experiment. Moreover, the invention had tested five types of C class protection clothes.</p>		
技術說明			
產業別	研究發展服務業		
技術/產品應用範圍	防護衣物之細菌滲透率檢測		
技術移轉可行性及預期效益	國家標準檢測, 可以移轉。		

註: 本項研發成果若尚未申請專利, 請勿揭露可申請專利之主要內容。

96 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：賴全裕		計畫編號：96-2221-E-040-003-MY3					
計畫名稱：個人防護具使用效能評估							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	97、98、99 國科會報告。 1. 華梓淳、林文印、賴全裕『呼吸防護濾材消毒再利用評估』（口頭報告）2009 年工業衛生暨環境職業學術研討會，中山醫學大學，台中，台灣，4 月 25 日～26 日，2009。 2. 林筱倩，許雅媛，賴全裕『防護衣物之細菌穿透測試方法開發』（壁報論文）2009 年工業衛生暨環境職業學術研討會，中山醫學大學，台中，台灣，4 月 25 日～26 日，2009。
		研究報告/技術報告	3	3	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	1	0	100%	件	衣物細菌穿透測試裝置，台灣發明專利申請中，賴全裕、林耀堅、許雅媛、林筱倩等。
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

其他成果
(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)

2009 工業衛生暨環境職業學術研討會優秀論文獎職業衛生領域佳作：(華梓淳、林文印、賴全裕*(論文指導教授)『呼吸防護濾材消毒再利用評估』2009 年工業衛生暨環境職業學術研討會，中山醫學大學，台中，台灣，4 月 25 日~26 日，2009。)

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

目前在國際上並無此種測試標準，本研究結果已申請發明專利，包含新研發之細菌穿透測試不繡鋼布料固定夾片裝置，及新開發之防護衣的細菌穿透測試程序。

未來可以發表於生物感染控制之 SCI 期刊。