

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

稀釋通風流場對殺菌劑與生物氣膠殺菌效率之評估 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-040-005-
執行期間：99年08月01日至100年07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

計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：李明倫
大專生-兼任助理人員：楊智翰

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：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 12 月 13 日

中文摘要：由於台灣地處亞熱帶，潮濕多雨的氣候，十分適合生物氣膠之繁衍，是以生物氣膠的議題益顯重要。人類暴露在生物氣膠的環境下，可能會導致氣喘(asthma)、過敏性鼻炎(allergic rhinitis)、過敏性肺炎(hypersensitivity pneumonitis)、麴菌病(aspergillosis)等，其他還包括由病毒傳染的流行性感冒(influenza)，急性中毒疾病(acute toxic disease)，癌症(cancer)等。

近年來次氯酸水被國、內外學者證實具殺菌效力，有別於利用紫外燈或一般殺菌方式，次氯酸水所需的成本低，若能適當的霧化施放次氯酸水，配合室內空氣流場，將能有效的使新鮮空氣混合到空間各角落並達到殺菌效果。但可惜的是缺少文獻證明超次亞水粒徑大小與生物氣膠大小之間的關係，及超次亞水在空氣中施放乾燥後之固態氣膠之殺菌能力，也沒提到需要於空氣中釋放多少濃度才是其有效殺菌濃度。因此本研究將探討超次亞水霧化後於實驗腔中有效殺菌濃度之定量。

本研究以含有甲基紅染色液之衝擊瓶進行採樣，以採集實驗腔空氣中之超次亞水氣膠，並以UV-Visible定量。實驗結果發現：超次亞水與甲基紅染色液反應後之濃度與Absorbance之關係明確，在波長522 nm有最佳之吸光值。而將不同濃度的超次亞水噴灑於系統中後，可以準確利用SKC-6306衝擊瓶之空氣採樣方法定量空氣中之次氯酸水濃度。

中文關鍵詞：生物氣膠、次氯酸水、殺菌、定量

英文摘要：Bioaerosol has become an important issue, as Taiwan is located in a subtropical area. The warm weather and high moisture climate are extremely suitable in growing bioaerosol. Human beings when expose to bioaerosol may catch asthma, allergic rhinitis, hepersensitivity pneumonitis, aspergillosis, and even influenza, acute toxic disease, and cancer.

To date, researches demonstrated the Hypochlorous acids (HOCl) had good disinfection effectiveness. HOCl is often used as the detergent, and disinfectant substances. Except of Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) and general sterilization methods, HOCl is easily to achieve and has lower prices.

Moreover, HOCl is suitable mixed with fresh air and distributed by the ventilation ducts. It is useful to eliminate the suspended bioaerosols.

The research constructed a simulation chamber. HOCl was chose as a disinfectant for the ambient quantitative analysis study. Different dilution ratio of HOCl was sprayed and tested for their absorbance character of UV-visible by adding of methyl red. The results revealed that HOCl had obvious absorbance dose-response at 522 nm wavelength of UV-visible by adding methyl red. After spraying of HOCl solution into the test chamber, the ambient quantitative analysis of HOCl could be achieved by using SKC-6306 impinger for the air sampling.

英文關鍵詞： bioaerosols, Hypochlorous acids, disinfection, quantitative analysis

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

稀釋通風流場對殺菌劑與生物氣膠殺菌效率之評估

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 99-2221-E-040 -005

執行期間：99 年 8 月 1 日至 100 年 7 月 31 日

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 100 年 7 月 24 日

摘要

由於台灣地處亞熱帶，潮濕多雨的氣候，十分適合生物氣膠之繁衍，是以生物氣膠的議題益顯重要。人類暴露在生物氣膠的環境下，可能會導致氣喘(asthma)、過敏性鼻炎(allergic rhinitis)、過敏性肺炎(hypersensitivity pneumonitis)、麴菌病(aspergillosis)等，其他還包括由病毒傳染的流行性感冒(influenza)，急性中毒疾病(acute toxic disease)，癌症(cancer)等。

近年來次氯酸水被國、內外學者證實具殺菌效力，有別於利用紫外燈或一般殺菌方式，次氯酸水所需的成本低，若能適當的霧化施放次氯酸水，配合室內空氣流場，將能有效的使新鮮空氣混合到空間各角落並達到殺菌效果。但可惜的是缺少文獻證明超次亞水粒徑大小與生物氣膠大小之間的關係，及超次亞水在空氣中施放乾燥後之固態氣膠之殺菌能力，也沒提到需要於空氣中釋放多少濃度才是其有效殺菌濃度。因此本研究將探討超次亞水霧化後於實驗腔中有效殺菌濃度之定量。

本研究以含有甲基紅染色液之衝擊瓶進行採樣，以採集實驗腔空氣中之超次亞水氣膠，並以 UV-Visible 定量。實驗結果發現：超次亞水與甲基紅染色液反應後之濃度與 Absorbance 之關係明確，在波長 522 nm 有最佳之吸光值。而將不同濃度的超次亞水噴灑於系統中後，可以準確利用 SKC-6306 衝擊瓶之空氣採樣方法定量空氣中之次氯酸水濃度。

關鍵字：生物氣膠、次氯酸水、殺菌、定量

Evaluation of Dilution Ventilation for Disinfecting of Bioaerosols by Using Disinfectants

Abstract

Bioaerosol has become an important issue, as Taiwan is located in a subtropical area. The warm weather and high moisture climate are extremely suitable in growing bioaerosol. Human beings when expose to bioaerosol may catch asthma, allergic rhinitis, hepersensitivity pneumonitis, aspergillosis, and even influenza, acute toxic disease, and cancer.

To date, researches demonstrated the Hypochlorous acids (HOCl) had good disinfection effectiveness. HOCl is often used as the detergent, and disinfectant substances. Except of Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) and general sterilization methods, HOCl is easily to achieve and has lower prices. Moreover, HOCl is suitable mixed with fresh air and distributed by the ventilation ducts. It is useful to eliminate the suspended bioaerosols.

The research constructed a simulation chamber. HOCl was chose as a disinfectant for the ambient quantitative analysis study. Different dilution ratio of HOCl was sprayed and tested for their absorbance character of UV-visible by adding of methyl red. The results revealed that HOCl had obvious absorbance dose-response at 522 nm wavelength of UV-visible by adding methyl red. After spraying of HOCl solution into the test chamber, the ambient quantitative analysis of HOCl could be achieved by using SKC-6306 impinger for the air sampling.

Key Words: bioaerosols, Hypochlorous acids, disinfection, quantitative analysis.

壹、前言

在通風管道中之殺菌消毒非常不容易，由於生物病原體隨著通風管道內的氣流運動，其風速多超過 300 cm/s 範圍，在此相當快速的流速下，若使用單獨紫外光進行殺菌，紫外光來不及進行有效率的殺菌反應。又，由於一般通風管道內常未裝設氣膠過濾裝置或搭配任何輔助殺菌裝置，在建築物內到處延伸的通風管路，極有可能因洩漏孔、管路滲水、管路破裂而造成管路內部受到生物氣膠之污染，或滋生病原菌，更會因通風管路而四處流竄。以醫院為例，由於醫院內有住院病人，且醫院全年無休，24 小時內均有病患、醫護人員滯留於醫院內空間，不可能將所有院內人員淨空，而進行例行的全院消毒燻蒸，而通風管道內殘存之生物性氣膠感染原，極可能在醫院內散佈而造成院內感染，重症病患、呼吸治療病患、住院期間較長之病患、長期在醫院工作之醫護人員，都是院內感染的可能受害者。

勞工安全衛生研究所於 2009 年，曾指出 NaCl 或 KCl 的電解質溶液，電解反應所得到的次氯酸分子，其霧滴微粒粒徑 0.2 (mm) 之霧滴殺菌效果比 0.12 (mm) 好之外，但可惜的是缺少文獻證明超次亞水粒徑大小與生物氣膠大小之間的關係，及超次亞水在空氣中施放乾燥後之固態氣膠之殺菌能力，也沒提到需要於空氣中釋放多少濃度才是其有效殺菌濃度。因此本研究將探討超次亞水霧化後於實驗腔中有效殺菌濃度之定量。

貳、研究目的及架構

2.1 研究目的及架構：

1. 將含有染色液之衝擊瓶進行採樣，採集空氣中超次亞水，並以 UV-Visible 定量。
2. 找出超次亞水與染色液反應之濃度與 absorbance 之 dose-response 關係。
3. 將不同濃度的超次亞水噴灑霧化於系統中，並利用空氣採樣方法定量空氣中之次氯酸水濃度實驗。

參、文獻探討

3.1 一般殺菌方法之缺點探討

傳統應用於空氣中殺菌的技術可歸納為：利用過濾濾材 (filter) 直接過濾空氣中粒狀物質；利用紫外光直接照射殺菌；或利用濾材批覆 (coating) 一層光觸媒，再結合紫外光照射光觸媒以進行殺菌。而傳統式之殺菌處理技術，其最大缺點在於：

1. 大粒徑之生物氣膠因彈跳現象而難以過濾。慣性力較大之生物氣膠因粒徑較大、速度較快，撞擊到濾材時因彈跳現象而降低濾材之捕集效率。根據艾諾 (Aino, N., 1993) 之研究結論，一般生物氣膠中之病毒的粒徑大約介於 0.02~0.3 微米之間，生物氣膠中之真菌孢子或是細菌之粒徑大約介於 3~100 微米之間。舉例來講，微小粒徑之病毒會因為擴散、靜電吸引而被濾材捕集；但較大粒徑之真菌孢子、細菌、灰塵等，因濾材之收集機制主要為慣性衝擊、攔截作用及重力沉降，在慣性衝擊的收集機制部分，即可能因彈跳現象而貫穿濾材。特別是在醫院的中央空調系統中，真菌孢子及細菌有可能隨空調系統而到處散佈，後果難以想像。

2. 高效率濾材成本高且阻抗過強。若是採用微粒收集效率達 99.97% 之 HEPA 濾材，理論上可以對病毒、真菌孢子、細菌、生物病原體等生物氣膠達到有效的捕集目的，並可避免慣性大之氣膠彈跳現象，但是，它維護及定期更換之成本實在太高，由於濾網屬於耗材，必須定期更換。但高效率 HEPA 濾材之成本約為一般普通濾材的數倍以上，加上因其氣膠收集效率高，反而造成濾材使用壽命下降，主要是因為氣膠填塞而形成塵餅 (dust cake)，而使過濾阻抗無限制上升，所以定期更換的時間也會縮短。另外，整個通風管道會因阻抗提升，而造成通風系統之運轉風扇動力下降，並會損耗相當大的風扇動力能源，成本太高。

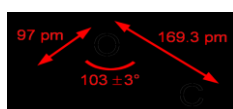
3.殺菌效果差。由於傳統之空調管路並未裝設過濾裝置或搭配任何輔助殺菌裝置，若有，則大部分只裝設於中央空調之進氣口、排氣口端，所以，一般通風管路並無任何氣膠捕集、殺菌效果。而殘留（被濾材捕集）在濾材中之真菌孢子、細菌，萬一遇到適當的生長條件（例如有足夠水份、營養源等），還有可能在濾材中繼續存活、成長、茁壯、甚至繁殖。使得本來過濾之濾材反成為真菌孢子、細菌繁殖之溫床，且更會隨著未裝設生物氣膠捕集裝置、殺菌系統之通風管道散佈到所有建築物內的空間，造成生物性病原之感染。若是利用一般批覆光觸媒之濾材，則是其並未考慮到氣膠彈跳現象，因此濾材收集較大慣性之氣膠效率低落，使得光觸媒並無法發揮效能。若是在濾材上再批覆一層減少彈跳的材質，則光觸媒又失去其活性；又，一般用於激發光觸媒之紫外光波長，常選擇波長較長之 A 波段紫外光，此波段之紫外光對生物性氣膠之殺菌能力低弱，僅主要作為激發光觸媒用途。加上光觸媒是利用表面與生物氣膠接觸以進行殺菌，但若與非生物性氣膠（例如灰塵、一般大氣微粒）接觸，其表面積會被此非生物性氣膠所佔滿，容易失去其活性，因此其使用壽命低。而一般空氣中非生物性之氣膠濃度，通常遠比生物性氣膠濃度高，所以光觸媒濾材在使用上，必會受到此干擾。

4.對人體造成毒性暴露。而通風管道內也不適合單純以過濾方式進行，因為高效率濾材之阻抗過高，將使得通風管道各支管間的過濾風速下降，且濾材之成本過高。而雖有學者開發新穎二氧化氯氧化劑，但其可能對環境造成負擔，也會嚴重刺激人體之眼、皮膚、呼吸道，嚴重時造成肺水腫，對鐵器造成腐蝕性、且設備昂貴。所以，此技術並不適合長期噴灑於醫院、通風管道中，因為醫院需要 24 小時運轉，通風管道之流體不能關閉以進行新穎二氧化氯氧化劑之燻蒸。因此，有必要開發新技術，以解決上述缺點。

而本研究必需考慮能開發或使用殺菌液，其購置成本低，殺菌效果佳，而且不需使用造價昂貴之光觸媒，且不會有過濾表面積被非生物性氣膠干擾之疑慮。另外，最重要的是能告訴使用者其在空氣中之最低有效殺菌劑量，且可適用於高流量、風速之空調系統，對人體之毒性低，且能將殺菌、消毒行為隱藏於無形。

3.2 次氯酸水 (Hypochlorous acid, HOCl) :

次氯酸水溶液俗稱超次亞水，此殺菌劑作用主要為次氯酸分子 (HOCl)。而次氯酸之化學式為 HClO，其分子量為 52.46，其外觀為無色水溶液，酸解離常數： $pK_a=7.497$ ，可溶於水，其結構圖如下所示：



圖一：次氯酸結構式。

HClO 為不穩定弱酸，僅能存在於溶液中，一般用作漂白劑、氧化劑、除臭劑和消毒劑。在水溶液中，HClO 部分電離為次氯酸根 ClO^- （也稱為次氯酸鹽陰離子）和氫離子 H^+ 。含有次氯酸根的鹽被稱為次氯酸鹽，最廣為人知的家用次氯酸鹽消毒劑是次氯酸鈉 (NaClO)。當純淨氯氣通入水中時，會形成次氯酸和氯化氫 (HCl)：



次氯酸 (HClO) 是游離氯的較強型式，HCl 的 pH 和鹼度均低於它。在生物學中，次氯酸被嗜中性白細胞 (Neutrophil) 用來殺滅細菌。HClO 為廣泛用於游泳池的含氯消毒劑產品。近年日本研發出一種以次氯酸水 (Hypochlorous acid) 為原理，由蘇打加入弱酸水形成 PH 5.5~5.8 的溶液，許多研究已證實具有良好之殺菌能力，如表一所示。次氯酸水可藉由抗酵素抑制微生物和氧化作用破壞細胞膜 (Elaine and Larson, 1995)，因而被應用於醫療上之手部清潔，日本學者指出次氯酸水的消毒效力高過於 7.5 % povidone-iodine 之消毒劑 (Nishimura et al., 2004)。

次氯酸水早期生成方式是利用電解法，在 9 安培下利用鈦金屬電極電解生成，將氯化鈉水溶液 (pH: 5.0~6.5) 氧化還原 (>950 mV) 成次氯酸水與殘留氯氣溶液 (Setty et al., 1999)。當電解水 (electrolyzed oxidizing water, EO water) 之 pH 值為 6.5，氧化還原電位 (oxidation reduction potential, ORP) 為 800~900 mA，所含的次氯酸分子 (HOCl) 約 95%，次氯酸根離子 (ClO⁻) 約 5%，高的氧化還原電位 (ORP) 下，會破壞細胞膜，使次氯酸水分子更易通過細胞膜，加速細胞之氧化作用 (Liao et al., 2007)。文獻亦證實將電解水噴灑於食品表面，或將蔬菜浸泡於電解水中，皆有達到殺菌效果 (Guentzel et al., 2008)。

Mana 曾利用大鼠為對象，將其分為實驗組及對照組，在吸入不同濃度之霧化超次亞水 (6~24 ppm/h) 與自來水後，比較其血液樣本之肝功能、代謝機能、腎機能的改變，結果顯示兩組間並無顯著差異 (Mana et al., 2003)，顯示其在 6~24 ppm/h 之濃度下，對大鼠的毒性反應不明顯。

在次氯酸水的應用上，除了環境衛生的清潔殺菌外，亦常應用於生食蔬菜的殺菌，加工蔬菜的品質保持，或是蔬菜的新鮮度維持等的使用，未來將更進一步，提升到原物料的生產階段的應用，例如蔬果栽培，家畜水產養殖取代農藥或是殺菌劑更符合環保。近年來超次亞水除已被證實具有殺菌效力 (Selkon et al., 1999) 之外，超次亞水亦經常被添加於市售的清潔劑、殺菌劑和芳香劑中。超次亞水容易合成，所需的成本低，若能適當的霧化施放超次亞水，配合室內空氣流場，將使新鮮空氣有效混合到空間各角落並達到殺菌效果。

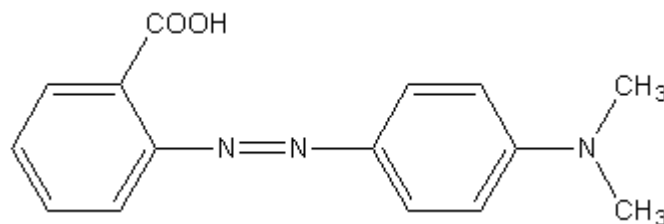
肆、研究方法及步驟

4.1 吸光值實驗

次氯酸水濃度之空氣中有效殺菌濃度檢測分析，可應用分光光度計進行分析，待測出吸光值而定量之；本研究先行將濃度 200 ppm 之次氯酸水加入二次水中，並添加染色劑 (以甲基紅 (methyl red) 為例)，再利用分光光度計進行分析，各不同濃度之次氯酸水預計將會有不同吸光值之波峰。其主要實驗步驟為：使用 UV-visible 分析：18.75 毫升二次水加 1.25 毫升甲基紅指示劑、19.0 毫升二次水加 1.0 毫升甲基紅指示劑、和 19.25 毫升二次水加 0.75 毫升甲基紅指示劑三種混合溶液，並且再個別都加入 0.125 mL、0.25 mL、0.5 mL、1.0 mL、2.0 mL、4.0 mL 次氯酸水，然後得出其吸光值與波長之關係，而進行分析的波長選用 200 nm~1100 nm 之掃描波段。預計從其吸光值與次氯酸水反應圖中，可明顯找出其關係，從而第一步定量次氯酸水濃度。

而 2-((4-(二甲氨基)苯基)偶氮基)苯甲酸 (2-((4-(dimethylamino)phenyl)diazenyl)benzoic

acid)，其每升 60% 乙醇中溶解 1 g 甲基紅（常用的酸鹼指示劑）即俗稱之甲基紅化學式為： $\text{HOCC}_6\text{H}_4\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ，其結構圖如下所示：



圖二：2-((4-(二甲氨基)苯基)偶氮基)苯甲酸結構式。

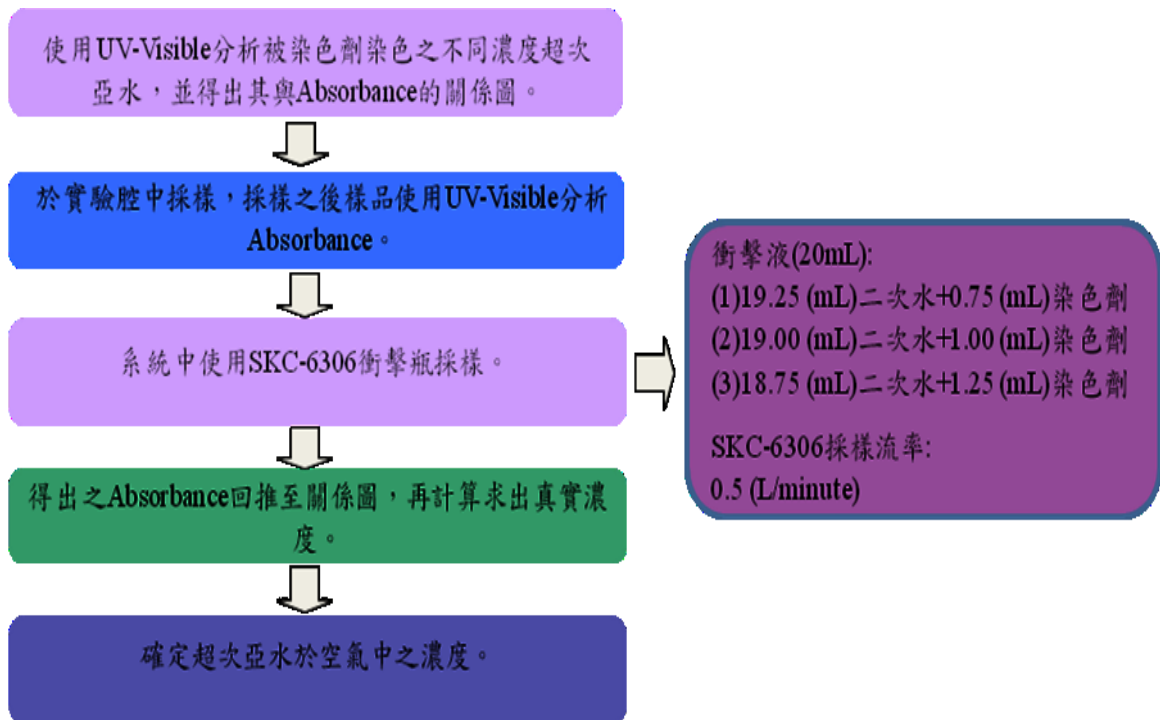
其分子式為： $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$ ，分子量為 269.30，外觀為具有光澤的紫色晶體或紅棕色粉末，熔點約在 $179\sim 182\text{ }^\circ\text{C}$ ，酸解離常數為： $\text{p}K_a=5.0$ 。其特性微溶於水，易溶於乙醇和乙酸。甲基紅本身為鹼性，變色範圍 pH 值 $4.4\sim 6.2$ ，顏色轉變點的 $\text{pH}=5.0$ 。在酸性環境中呈紅色，在鹼性環境中呈黃色。

4.2 定量採樣實驗

首先將 200 ppm 之次氯酸水置入卡里遜霧化器（Refluxing 6-jet modified MRE-type short-form Collison nebulizer, Model NSF CN-31/1），將次氯酸水殺菌液霧化均勻分布於實驗腔中。其原理是以高壓空氣將液體噴碎經一微孔以高速射出，根據伯努利（Bernoulli）原理，高速區的氣壓較低，因此液體被吸入低壓區而隨著高速氣流射出，形成細絲的液滴最後破碎成液滴。

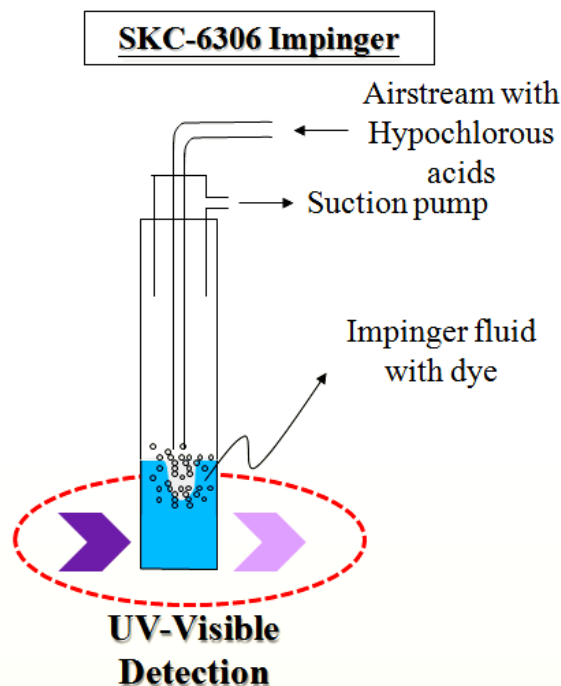
其次，由於剛產生的氣懸微粒往往帶有相當高的電量，因此為了使實驗結果不受到微粒帶電的影響以及提高實驗系統的穩定程度，所以在各個產生器下方放置一放射源 Am-241 中和液滴上的帶電，使其達到所謂的波茲曼電量平衡（Boltzmann charge equilibrium）的狀態。Am-241 是為一放射性物質，其半衰期為 432 年，用來中和微粒帶電的原理是利用其衰變的過程中所釋放出的 α 粒子將空氣分子解離成正、負離子之後，再藉著這些離子附著到帶電微粒的表面，以達到中和的目的。最後再與稀釋空氣共同進入實驗系統測試腔中。

接著使用 SKC-6306（SKC Special Midget Impinger, model 6306, SKC Inc.）衝擊瓶配合二次水進行採樣。如圖三步驟所示：



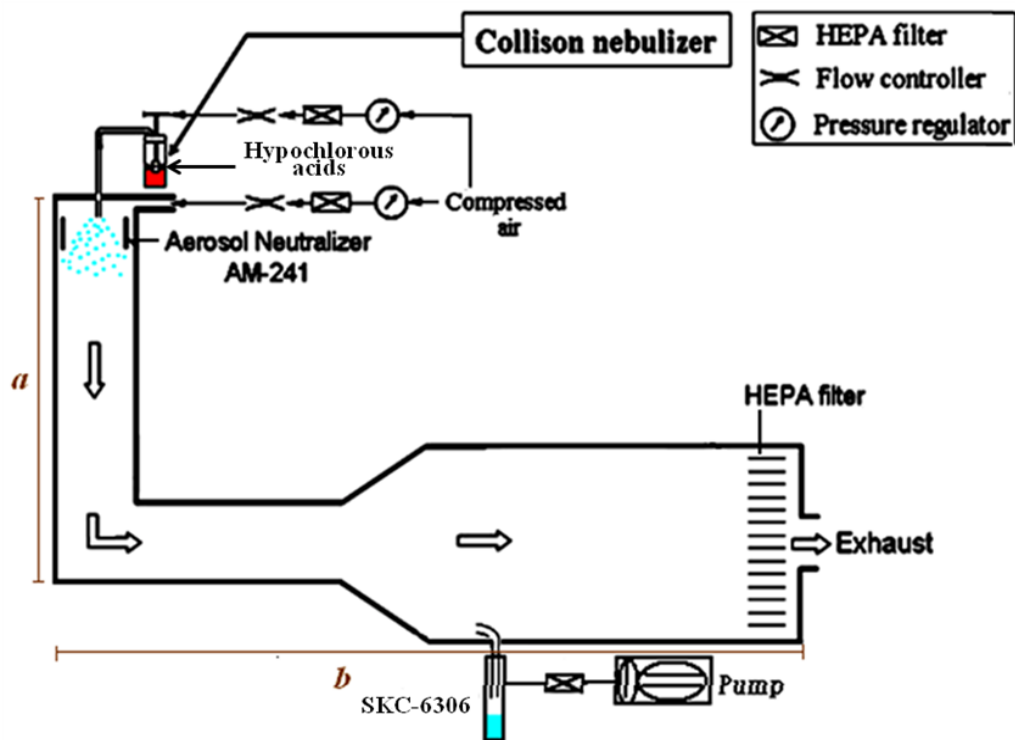
圖三：次氯酸水添加染色劑後之定量採樣實驗流程圖。

衝擊瓶內裝 20 毫升之二次水和甲基紅指示劑的混合溶液，溶液採用三種混合方式，分別為 18.75 毫升二次水加 1.25 毫升甲基紅指示劑、19.0 毫升二次水加 1.0 毫升甲基紅指示劑和 19.25 毫升二次水加 0.75 毫升甲基紅指示劑，之後設定 0.5 L/min 採樣流率進行採樣。整體實驗構想示意圖如圖四所示：



圖四：次氯酸水添加染色劑後之定量採樣實驗構想示意圖。

而實驗測試腔則如圖五所示。



圖五：次氯酸水於系統測試腔中之定量採樣實驗示意圖。

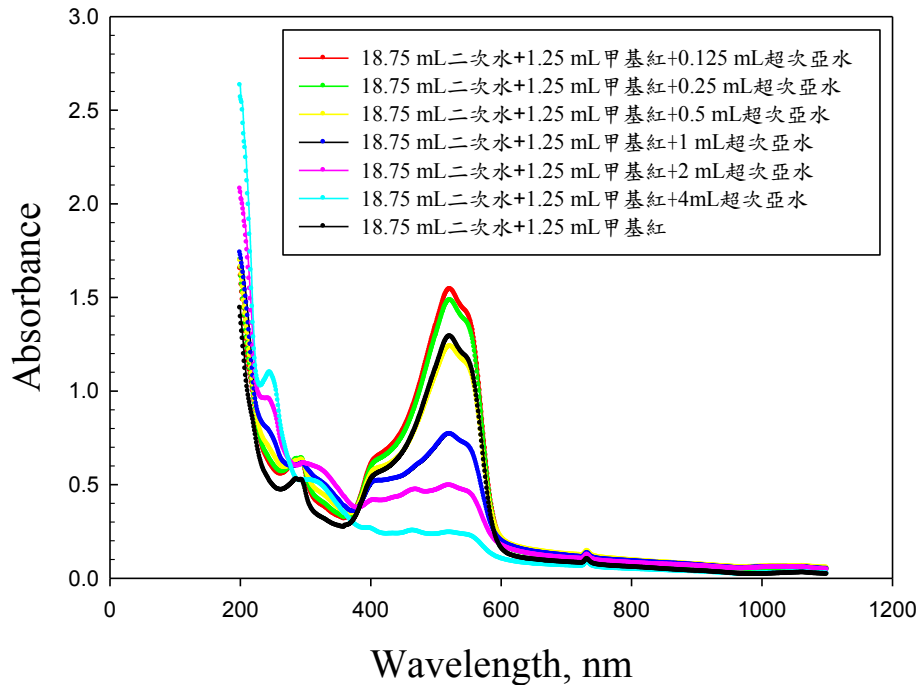
採樣完畢後，將採樣所得之樣品使用 UV-visible 進行分析，以得出混合液組合之吸光值。因採樣過程中，溶液中的二次水會因為採樣而蒸發損失，所以採樣完後，必須補充二次水到 20 毫升。採樣後之樣品分析出的吸光值經濃度校正計算，回推至其關係圖，即可得出空氣中噴灑之次氯酸水濃度。

伍、研究結果與討論

5.1 吸光值實驗

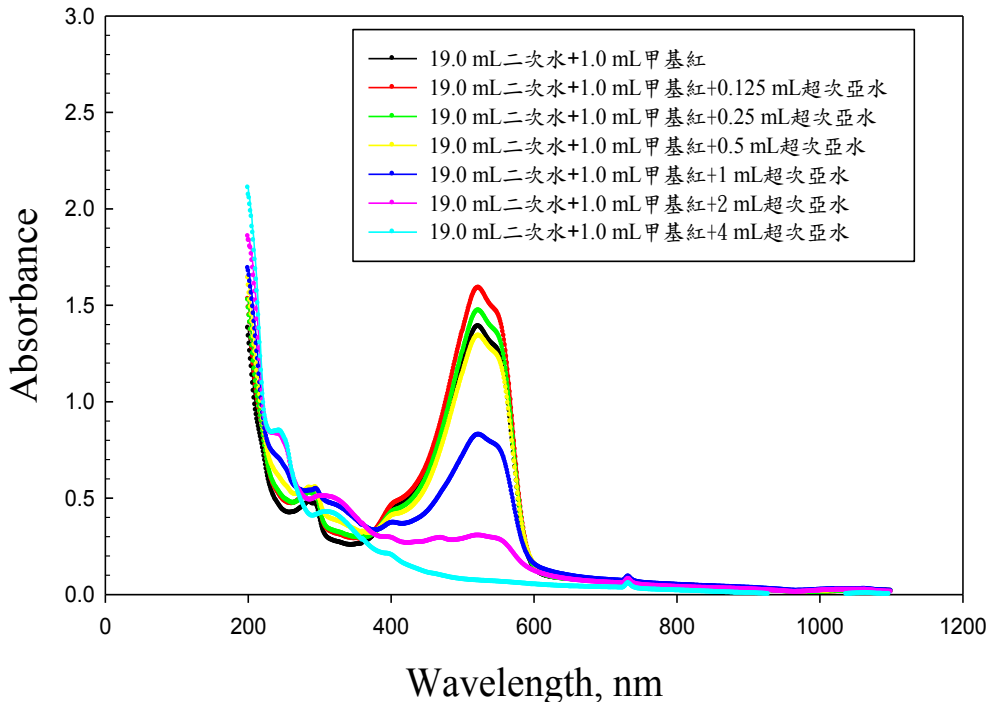
本研究先行將濃度 200 ppm 不同量之次氯酸水加入二次水中，並添加不同量染色劑（以甲基紅為例），再利用分光光度計進行分析，各濃度於波長 522 nm 附近出現波峰，如圖六、七、八所示。主要實驗步驟為：使用 UV-visible 分析 18.75 毫升二次水加 1.25 毫升甲基紅指示劑、19.0 毫升二次水加 1.0 毫升甲基紅指示劑和 19.25 毫升二次水加 0.75 毫升甲基紅指示劑這三種混合溶液，並且再個別都加入 0.125 mL、0.25 mL、0.5 mL、1.0 mL、2.0 mL、4.0 mL 次氯酸水，然後得出其吸光值與波長之關係，進行分析的波長取用 200 nm~1100 nm。從其吸光值與次氯酸水關係圖中，可明顯看出吸光值於 522 nm 時波峰最高。故可利用此特定波長，測其吸光值而定量次氯酸水濃度。

18.75 mL 二次水 + 1.25 mL 甲基紅

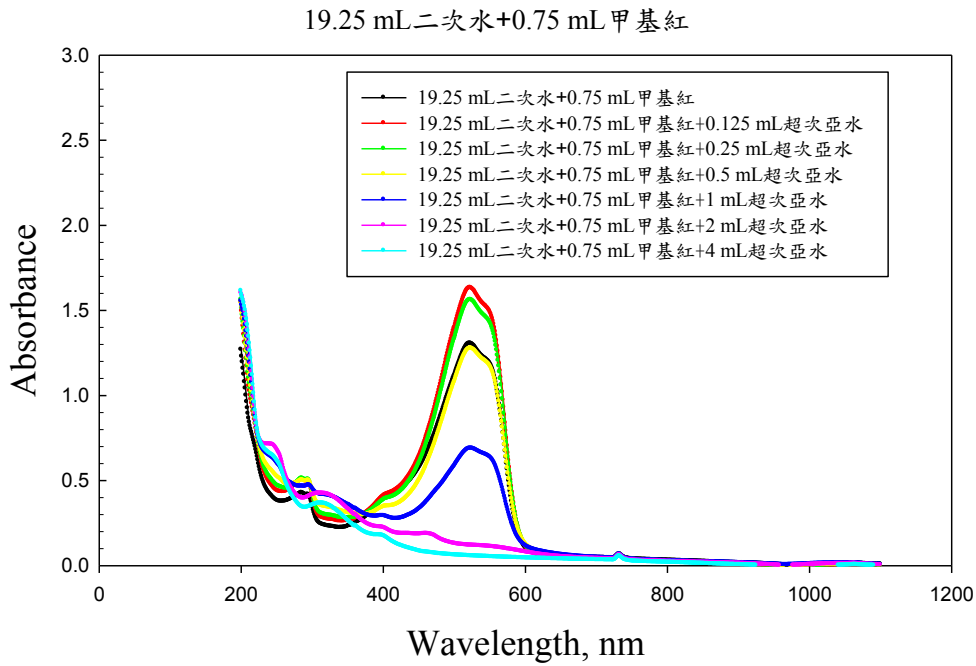


圖六：18.75 毫升的二次水加入 1.25 毫升的甲基紅，並使用 UV-Visible 分析所得出之吸光值與波長的關係圖。

19.0 mL 二次水 + 1.0 mL 甲基紅



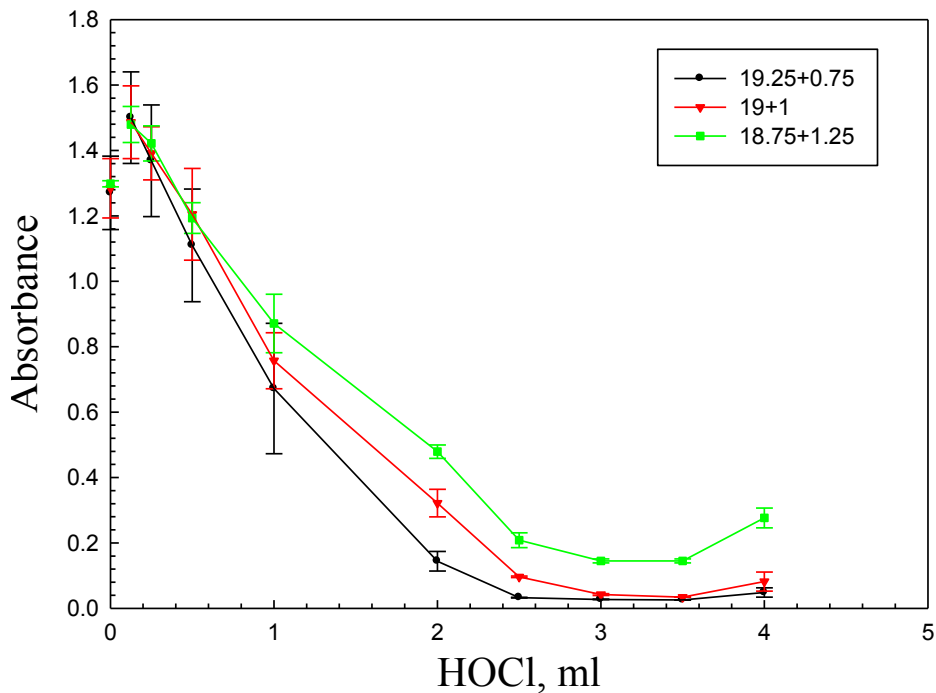
圖七：19.0 毫升的二次水加入 1.0 毫升的甲基紅，使用 UV-Visible 分析所得出之吸光值與波長的關係圖。



圖八、19.25 毫升的二次水加入 0.75 毫升的甲基紅，使用 UV-Visible 分析所得出的吸光值與波長的關係圖。

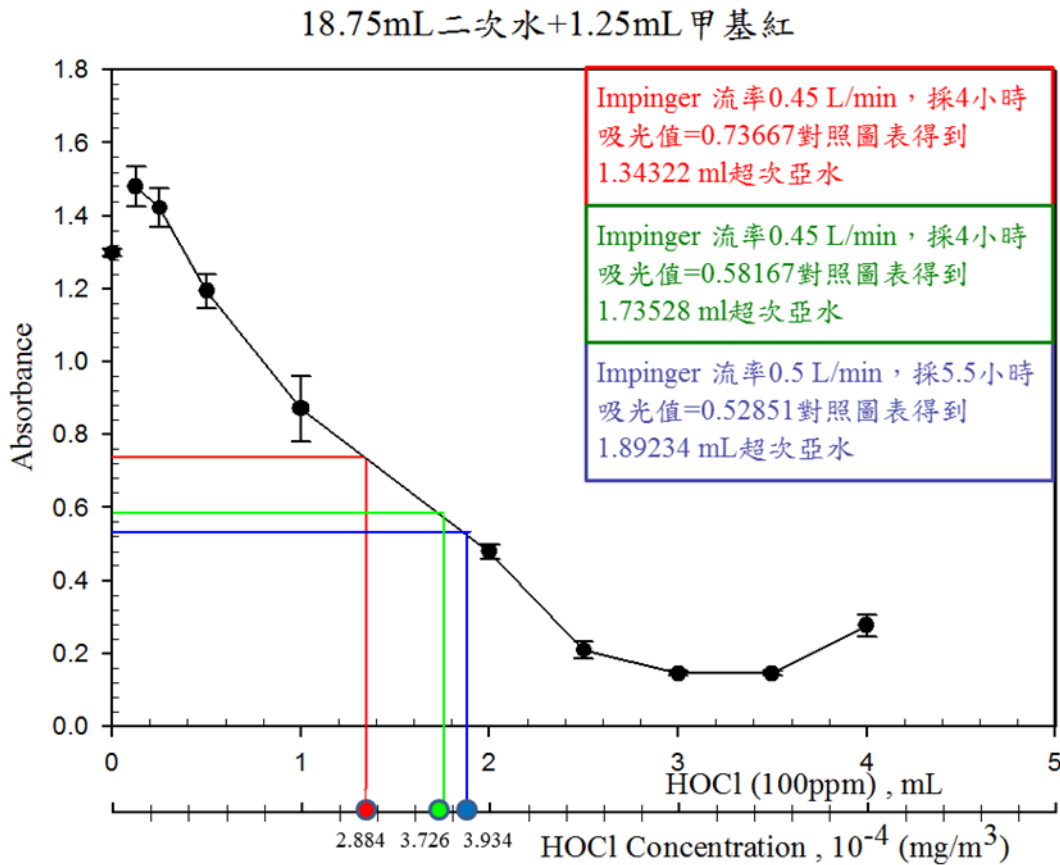
5.2 定量採樣實驗

若固定波長為 522 nm，以二次水添加不同量之次氯酸水，和不同量甲基紅染色劑之吸光值與吸收波長為例，製作吸光值與次氯酸水的關係圖，則如圖九所示，呈現明顯 dose-response 的變化。其中，若不添加次氯酸水的原始吸光值則在 1.3 左右。



圖九：吸光值與次氯酸水關係圖（混合方式分別為 18.75 毫升二次水加 1.25 毫升甲基紅指示劑、19.0 毫升二次水加 1.0 毫升甲基紅指示劑和 19.25 毫升二次水加 0.75 毫升甲基紅指示劑）。

由於 18.75 毫升二次水加 1.25 毫升甲基紅指示劑條件之吸光值較高，因此選擇以此條件進行實驗腔中定量採樣實驗。如圖十所示，利用波長 522 nm 時的吸光值，在 18.75 毫升二次水加入 1.25 毫升甲基紅的條件下採樣收集，所得出的吸光值與超次亞水濃度的關係圖。



圖十：利用波長 522 nm 時的吸光值，在 18.75 毫升二次水加入 1.25 毫升甲基紅的條件下採樣收集，所得出的吸光值與超次亞水濃度的關係圖。

再利用公式 3 之計算，則可以計算出實驗測試腔中所噴灑之次氯酸水濃度。

$$C(\text{mg}/\text{m}^3) = C(\text{ppm}) \times \frac{M(\text{g}/\text{mole})}{24.45(\text{L}/\text{mole})} \quad (3)$$

其中，M 為分子量，24.45 L/mole 則是常溫常壓(25°C, 1 atm)時一莫耳(mole)氣狀有害物所佔之體積(L)。

如圖十所示，使用 SKC-6306 衝擊瓶配合二次水進行懸浮次氯酸水霧滴採樣，並利用分

光光度計，及利用波長 522 nm 時的吸光值，在 18.75 毫升二次水加入 1.25 毫升甲基紅的條件下所得出之次氯酸水與吸光值之 dose-response 反應圖，經過校正濃度與計算之後，可以得出實驗測試腔空氣中所懸浮之次氯酸水霧滴濃度。

陸、結論

在不同的條件下的樣品進行分光時，波長 522 nm 有最明顯的吸光值變化。而在不同條件下所測得之吸光值與超次亞水的含量，呈現明顯 dose-response 的變化。

實際採樣時，可以利用 SKC-6306 衝擊瓶配合二次水進行懸浮次氯酸水霧滴採樣，採集後之樣品可藉由吸光值與超次亞水含量的關係，對應計算出實驗腔中真實 HOCl 濃度。使用此噴灑及定量的方法，未來將殺菌液與細菌共同噴灑於實驗腔中，然後再使用安德森單階採樣器進行採樣，就能確定殺菌液的殺菌效果。本研究已先行將此測量定量方法與程序申請發明專利。

柒、主要參考文獻

- Elaine L, Larson RN. 1995. APIC guideline for infection control practice. APIC Guideline 23:251-265.
- Guentzel JL, Lam KL, Callan MA, Emmons SA, Dunham VL. 2008. Reduction of bacteria on spinach, lettuce, and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. Food Microbiology 25:36-41.
- Mana M, Koji Y. 2003. 大鼠吸入霧化的弱酸性次氯酸溶液對其血液及生化值的影響. 實驗動物與環境 11:42-47.
- Nishimura M, Kariya N, Hulan U, Duan CY, Shimono T. 2004. Comparison of the hand disinfectant effects between super hypochlorous water and 7.5 % povidone-iodine. Pediatric Dental Journal 14:1-3.
- Selkon JB, JR Babb and R Morris. 1999. Evaluation of the antimicrobial activity of a new superoxidized water, for the disinfection of endoscopes. J Hosp Infect 41(1): 59-70.
- 勞工安全衛生研究報告. 2009. The study of exposure assessment and control technology on bioaerosols of Dental Treatment. 98 年度研究計畫 IOSH98-H313.

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定量標準，本研究結果已申請發明專利。

更深入之三年研究因為沒有繼續獲得國科會之補助而暫時中斷，未來將突破萬難繼續研究，並積極發表及推廣研究，以證明研究價值。未來可以發表於生物感染控制之SCI期刊。

中山醫學大學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	2010.9.27~2010.10.2 Roma, Italy.	本會核定 補助文號	NSC 99-2221-E-040 -005 (計畫內含出國費用)
會議 名稱	(中文) 2010 年第八屆國際職業衛生協會國際研討會 (英文) 2010 The 8th International Occupational Health Association Conference.		
發表 論文 題目	(中文) 生物氣膠採樣器採樣效率評估--實場研究 (英文) Performance Evaluation of Bioaerosol Samplers Sampling Efficiency--A Field Study		
<p>報告內容應包括下列各項：</p> <p>一、 參加會議經過</p> <p>國際職業衛生學會 (International Occupational Hygiene Association, IOHA)是以推廣和 提升世界各國職業衛生專業為宗旨的一個非政府組織(NGO)。1987 年創立至今 IOHA 已增加至二十五個國家組織(代表全世界 20,000 多名職業衛生專家加入)。此外，IOHA 亦與其它非政府國際組織合作，如：ICOH (國際職業衛生委員會)及 IEA (國際人因工程 學會)等；藉由 IOHA，全世界職業衛生專業透過非政府組織的管道，以積極的角色來參 與國際性官方組織的活動（如：國際勞工組織(ILO)及世界衛生組織(WHO)），並在其中 扮演重要的角色，對 ILO 及 WHO 有舉足輕重的份量。本次會議為 2010 年國際職業衛 生學會第八屆學術研討會 (International Occupational Hygiene Association 8th International Scientific Conference, 28 September - 2 October 2010 (IOHA 2010)) 將於義大利羅馬舉行。</p> <p style="text-align: center;">IOHA 是少數我們能以『中華民國』的名義參加，且懸掛我國國旗的國際會議，目 前我國「中華民國職業衛生學會」(Taiwanese Occupational Health Association, TOHA) 是 其轄下 25 個組織的一個。IOHA 的宗旨如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在世界各地促進和開發職業衛生學 2. 促進在組織和成員間職業衛生資訊的交換 3. 鼓勵及更進一步發展專業級的職業衛生學 4. 維護和促進道德實踐高標準的職業衛生學 <p>國際職業衛生學會第八屆學術研討會：自 1987 年成立以來， IOHA 已成為職業衛 生的國際平台，而其國際學術會議(International Scientific Conference)則已舉辦過七次， 包括:比利時(1992)、香港(1994)、瑞士(1997)、澳洲(2000)、挪威(2002)、南非(2005)及 台灣(2008)，並已在台北舉行完畢。中華民國職業衛生學會(TOHA)於 2004 年的 IOHA</p>			

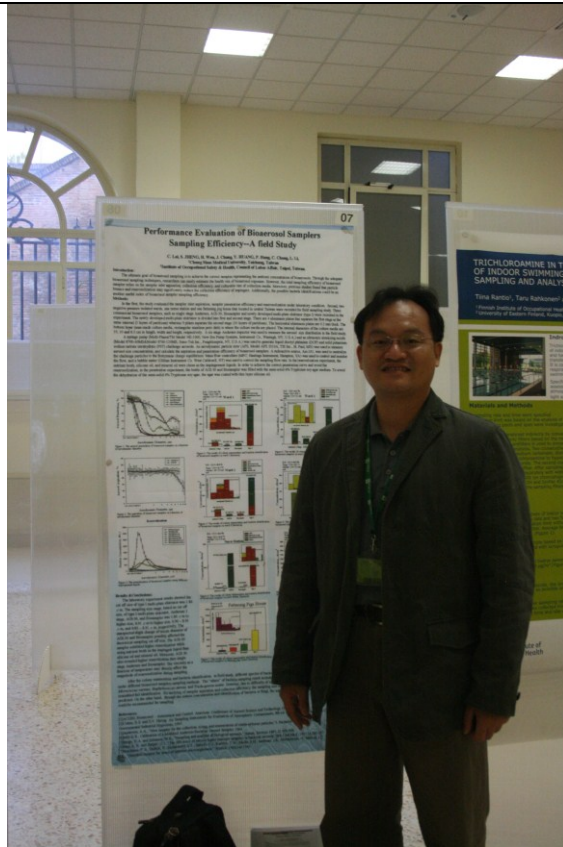
理事會中，由中華民國代表陳志傑教授爭取到了 2008 年的國際學術會議舉辦權。今年參與 2010 於義大利羅馬舉行的 IOHA 國際學術會議，是期望再次透過此國際性專業學術會議，提升我國在職業衛生學術領域的地位，讓國際專家有機會了解台灣在此一領域的努力成果。而本次參與 IOHA 國際學術會議的目的如下：

1. 彙集世界各地職業衛生領域專家學者共同參與並作經驗交流。
2. 邀請世界各地知名之職業衛生專家針對未來學術發展，提供新的概念和方法，並促成職業衛生領域的國際合作。
3. 藉由主辦世界職業暴露限值設定座談會，提升我國之國際能見度。
4. 展示我國職業衛生推動成果，並與世界各國進行經驗交流。
5. 可再次提升國內人士對於職業衛生領域的重視與了解。

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、蔡詩偉教授、林彥輝教授、林瑜雯教授、蔡朋枝教授等十多位教授，以及另外多名博士班學生，會議期間也發表了數十篇的論文。

二、 與會心得





本次研討會發表了『Performance Evaluation of Bioaerosol Samplers Sampling Efficiency--A Field Study』，研究內容主要包含以下簡述：

Objective: This study evaluated commercial bioaerosol samplers, such as single stage Andersen, AGI-30, Biosampler and newly developed multi-plate elutriator for their total sampling efficiency.

Methods: A syringe pump (Multi-Phaser™ Model NE-1000, New Era Pump Systems, Instrument Co., Wantagh, NY, U.S.A.) and an ultrasonic atomizing nozzle (Model 8700-60MS&Model 8700-120MS, Sono-Tek Inc., Ponghkeepsie, NY, U.S.A.) was used to generate liquid dioctyl phthalate (DOP) and solid potassium sodium tartrate tetrahydrate (PST) challenge aerosols. An aerodynamic particle sizer (APS, Model APS 3310A, TSI Inc., St. Paul, MN) was used to measure aerosol size concentration, and calculate the aspiration and penetration efficiency of bioaerosol samplers. A radioactive source, Am-241, was used to neutralize the challenge particles to the Boltzmann charge equilibrium. Two negative pressure isolated wards and one nurse station that located in central Taiwan were recruited for field sampling study. The sampling efficiency, culturable rate, and bacteria identification were used as important indices for the sampling comparison.

Results: The results showed the cut off size of type I multi-plate elutriator was 1.84 μm . The sampling size range, based on cut off size, of type I multi-plate elutriator, Andersen 1 stage, AGI-30, and Biosampler was 1.84 μm to higher size, 0.91 μm to higher size, 0.97 ~ 8.91 μm , and 0.83 ~ 8.91 μm , respectively. The result of bacteria identification showed the type I multi-plate elutriator was superior to the other samplers. The results also revealed that the multi-plate elutriator had better sampling efficiency and culturable rate than single stage Andersen, AGI-30, and Biosampler for bioaerosols in the range of 2~20 micrometer.

Conclusions: The ultimate goal of bioaerosol sampling is to achieve the correct samples representing the ambient concentration of bioaerosol. Through the adequate bioaerosol sampling techniques, researchers can easily estimate the health risk of bioaerosol exposure. For this reason, the sampler inlet aspiration, collection efficiency, and culturable rate of collection media should all be taken into account.

整個會議期間，積極參與各項學術活動，包括開幕(Opening General Session)、每日早晨之 General Session、每日重要口頭報告 Sessions (Podium, PO)、圓桌會議座談會 (Roundtable, RT)、專題演講(Crossover Program, CR)、海報論文發表，及參觀廠商參展攤位(Visit the Expo)，瞭解各項職業衛生相關的儀器設備更新的層次與方向。並參與氣膠採樣、生物氣膠、空氣品質、作業環境控制研討會議題，且利用多元機會，瞭解職業衛生最新發展，與國際接軌。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 30~300 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，遠小於安得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/m³)、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/m³) 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，這樣的確令人感動、震撼，國內例如蔡朋枝教授、陳志傑教授 (IOHA 重要委員) 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，及中山醫學大學補齊不足額差旅費部分，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:2011/12/13

國科會補助計畫	計畫名稱: 稀釋通風流場對殺菌劑與生物氣膠殺菌效率之評估
	計畫主持人: 賴全裕
	計畫編號: 99-2221-E-040-005- 學門領域: 環境工程
無研發成果推廣資料	

99 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：99-2221-E-040-005-				計畫名稱：稀釋通風流場對殺菌劑與生物氣膠殺菌效率之評估	
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	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	1	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（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%		

<p>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。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	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）

目前在國際上並無此種定量標準，本研究結果已申請發明專利。

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！

更深入之三年研究因為沒有繼續獲得國科會之補助而暫時中斷，未來將突破萬難繼續研究，並積極發表及推廣研究，以證明研究價值。未來可以發表於生物感染控制之 SCI 期刊。