

行政院國家科學委員會補助  
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

\* \*\*\*\*\* \*  
\* 計 畫 \*  
\* : 電動升降梯空氣品質評估與消毒 \*  
\* 名 稱 \*  
\* \*\*\*\*\* \*

執行計畫學生： 許啟詮  
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-041-003-E  
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月  
指導教授： 許菁珊

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 嘉南藥理科技大學環境資源管理系

中華民國 99年03月31日

# 目錄

摘要	02
第一章緒論	03
1-1 前言	03
1-2 研究動機	04
第二章文獻回顧	06
2-1 綠色消毒劑	06
2-2 二氧化氯的特性	06
2-3 二氧化氯對微生物的消毒機制	07
2-4 二氧化氯的應用與比較	07
2-4-1 二氧化氯的應用	07
2-4-2 二氧化氯的比較	08
2-5 生物氣膠	09
第三章實驗材料與方法	10
3-1 實驗設計	10
3-2 藥品與儀器	10
3-3 實驗方法與步驟	11
3-3-1-實驗方法	11
3-3-2-實驗步驟	12
第四章結果與討論	15
4-1 室內空氣品質因子變化	15
4-2 菌種鑑定	18
4-3 統計分析	20
第五章結論	25
第六章誌謝	26
參考文獻	27

# 摘要

隨著時代的進步，高樓大廈林立，電動升降梯逐漸成為現代人們普遍搭乘上下樓層之工具。狹小的電動升降梯空間內，每日使用人數眾多，久之電動升降梯內之生物氣膠含量不可忽視。近年來 HINI、H5N1 和 SARS 接連出現肆虐全球，其可能經由呼吸道、飛沫及皮膚接觸而危害人體健康。因此，為了了解公共場所電動升降梯室內空氣微生物污染現況，本研究針對電梯室內生物氣膠污染現況之調查進行探討。

本研究從四方面依序來進行：(1)電動升降梯室內空氣環境採樣(2)微生物培養(3)二氧化氯消毒劑製備與殺菌效率評估(4)室內環境品質因子。調查結果顯示，二氧化氯消毒劑噴灑消毒 10 分鐘平均殺菌率為 34%，而 30 分鐘平均殺菌率提升為 36.5%，顯示消毒時間增加消毒效能提升 1.11 倍。空調開關與人員進出的外在因素的影響下，二氧化氯消毒劑能夠有效的達到室內生物氣膠殺菌與抑制的效果。說明二氧化氯若非進行全面淨空其殺菌效能仍能於密閉或半密閉式空間中仍得以發揮。藉著各項因素分析與二氧化氯消毒達到殺菌之效果，俾利各界對於電動升降梯內空氣消毒與預防病毒感染之重要參考，尤其是對於公共場所之電動升降梯，提升電動升降梯室內空氣品質，降低可能的疾病汙染。

關鍵詞：電動升降梯、生物氣膠、二氧化氯、殺菌率

# 第一章 緒論

## 1-1 前言：

都市大樓林立，因此現代人們普遍上下樓層搭乘之工具是電動升降梯，它的存在已不只出現工廠及高建築裡，後來的公共場所、住家、校園、百貨業等場所也因其便利性和能節省體力成為必備之設施。任何公共場所內都會有各種病原體的存在，而進入電動升降梯中的人們所攜帶進去的微生物亦容易與電動升降梯內各種病原體積聚，使細菌濃度瞬間飆高，且一旦污染量過高，容易發生很嚴重的感染，甚至還有可能會有人體之病原菌殘留於電梯內，而使後來進入電梯人們有相當高的感染機率。

空氣中生物性污染物簡稱生物氣膠有可能引發呼吸道傳染病的傳播或流行，曾在美國華盛頓發生了兩起不明原因的急性熱性傳染病，研究人員在排除接觸傳播和消化道傳播後，提出了空氣傳播和感染的假說<sup>(1)</sup>。經過一系列研究人員的調查和實驗研究，最後證實了嗜肺性退伍軍人菌 (*Legionella pneumophila*) 存在於大樓空調系統的冷凝水中，形成嗜肺性退伍軍人菌擴散到室內空氣，造成生物性空氣污染，大樓內的人員吸入了污染之空氣後導致感染情形。

台灣普遍生物性污染物濃度遠高於 WHO 使用之  $1000\text{CFU}/\text{m}^3$  之狀態，而台灣之濃度基準值以現今環保署公告之室內空氣品質建議值為依據<sup>(2)</sup>。由於各地區氣候條件不同，所以背景值均有不同，以台灣地區而言，較為溫暖高濕的熱帶氣候使環境中微生物的濃度背景值可能較高，但目前本土的相關研究資料仍較為有限。美國國家安全衛生組織 (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) 引用 Motry 等人再 1984 年的建議，認為室內環境空氣中活性微生物的濃度若高於  $1000\text{CFU}/\text{m}^3$  則須進一步調查及改進。1986 年美國工業衛生師協會 (American Conference of Government Industry Hygienists Committee, ACGIH) 在室內環境生物性氣膠評估方法的建議上，認為當真菌落濃度高於  $10000\text{CFU}/\text{m}^3$  時，則此環境需要進行改善計畫<sup>(3)</sup>，另外當任何一種細菌濃度超過  $500\text{CFU}/\text{m}^3$  時，則可能有相關的疾病感染源存在於此室內環境中。我國室內空氣品質建議值，第一類特別需求場所，包括學校及教育場所、兒童遊樂場所、醫療場所、老人或殘障照護場所等。細菌濃度的建議值範圍最高值以  $500\text{CFU}/\text{m}^3$  (菌落數/立方公尺) 作為標準<sup>(3)</sup>。

中華民國消費者文教基金會曾針對大台北地區醫院附設餐廳進行室內空氣品質抽測，檢測結果有部分空氣污染物超過室內空氣品質建議值，因此中華民國消費者文教基金會亦針對國內室內展場、醫院、游泳池等空氣品質檢測結果發現二氧化碳濃度、空氣中懸浮微粒、生物氣膠濃度都有超過室內空氣品質建議值的情形，其中二氧化碳濃度曾高達到 5000ppm 是一般戶外濃度管制標準 400ppm 的十二倍，在室內二氧化碳濃度若超過 800ppm，許多人會開始感到不舒服、疲倦甚至頭痛，超過 1000ppm，就可能影響呼吸、循環器官及大腦機能<sup>(2)</sup>。

本研究針對電動升降梯室內環境人們之主要活動空間進行環境採樣，採樣項目包括室內之可培養微生物、室內空氣品質因子(溫度、相對溼度與  $\text{CO}_2$  等)、空調開關之有無和人員進出電動升降梯多寡。在消毒時首先取得未消毒之背景值，再噴灑適當之二氧化氯溶液量，並定量分析電動升降梯內環境中之微生物含量，一般評估微生物暴露量是以培養基培養環境中微生物，經培養後計數培養皿上的菌落數，以得知環境中之微生物量，並得以監控測試區域的微生物污染程度。得知測試區域之微生物污染情形後，再使用二氧化氯稀釋溶液對於活動空間進行消毒，探討之參數包括溫度、相對溼度、二氧化碳濃度、滯留時間等對室內空間生

物性污染物存活之影響。比較消毒前後微生物菌落數即可探討二氧化氯對活動空間中之生物氣膠殺菌效率。根據電動升降梯室內環境品質因子、開門次數及人數進出狀況之調查，來探討與環境中生物氣膠濃度變化是否合乎環保署公告之室內空氣品質建議值。

## 1-2 研究動機：

電動升降梯提供現代人們節省上下樓梯的時間。因此對於電動升降梯內的生物氣膠濃度之預防和控制有十分重要的意義，尤其在急性傳染病流行期間如 H1N1、H5N1 和 SARS，在空氣中具有高度之擴散性及流動性，場所中的空氣可能存在著許多對人體健康有害的物質及懸浮於空氣中的微生物。空氣中微生物主要來源於土壤、水體表面、動植物、廢棄物處理、人體及生產活動等生物性氣膠，其中包括了懸浮在空氣中之生命體，如：細菌、黴菌，以及那些經由生命體釋放至空氣中的粒子或揮發性氣體，如：孢子、花粉、生物毒素 (toxins)<sup>(4)</sup> 等。當這些生物性物質或是其產物經由各種動力懸浮於空氣中，即已影響該環境的空氣品質；若是這些微粒粒徑小至可經呼吸道進入人體時，人員的健康將受到威脅。空氣中無固定之微生物群，一般情況下，微生物在空氣中缺乏能利用的養分，因此它不能在空氣中生長繁殖，須附著或寄生於人或動、植物之上。空氣微生物群及生物性顆粒都是暫時懸浮於空氣中，以小顆粒形式存在<sup>(5)</sup>，研究顯示<sup>(6)</sup>，生物氣膠傳播有傳播範圍廣及暴露無可見性之特性，雖然空氣中生物氣膠濃度的高低，並不一定會對健康造成直接或明顯的傷害，但空氣中的生物氣膠濃度主要起源於人體，暗示著許多人的存在、人為的活動或是通風效率不良會造成空氣中生物氣膠的改變。空氣生物污染含量和人體疾病常有相關，在自然情況之下，人類呼吸道傳染都是在室內傳播傳染的，一年四季均可發生，以冬春季更勝。因此，分析電動升降梯內環境中微生物含量、評估生物氣膠對健康的影響，在環境衛生科學上具有重要的指標與意義。可由相關研究結果尋求電動升降梯空氣品質改善方法，使人員於公共場所搭載之電動升降梯時，能免於生物氣膠濃度毒害。

2003 年 3 月和平醫院因 SARS 感染擴散而封院事件、2005 年 9 月世界衛生組織(WHO)對全球發佈禽流感疫情將擴大感染上億人之嚴重警訊<sup>(7)</sup>及 2009 年北美流感 H1N1 肆虐，截至今日對於 H1N1 尚無法抑制其活動力對於全球的人類的迫害，世界衛生組織於 2009 年 8 月 19 日通報說<sup>(8)</sup>，全球新型 H1N1 流感感染人數已經超過 182,166 人，已造成 1,799 人死亡。世界衛生組織 19 日在其網站上公佈截至 8 月 13 日的最新統計數據說<sup>(8)</sup>：目前美洲仍然是新型 H1N1 流感最嚴重的地區，北美和南美共計已有 1579 人死於新型 H1N1 流感，緊隨其後的是東南亞和歐洲地區，分別有 106 人和 53 人死亡。面臨這一連串大規模疫病傳染威脅，在在突顯室內消毒與感染控制之重要性。中華民國消費者文教基金會在針對國內室內展場、醫院、游泳池等空氣品質檢測結果發現二氧化碳濃度、空氣中懸浮微粒、總細菌數都有過高的情形<sup>(9)</sup>。透過空氣傳播的傳染病具有傳播速度快、流行範圍廣的特性，對人類之身體健康及社會人文、經濟發展危害極大。目前控制空氣為傳播方式的傳染病比較之有效方法是切斷其傳播途徑，空氣消毒在這方面發揮著極大的作用<sup>(10,11)</sup>。S.J.Reynolds 等對起居室及辦公室的環境調查發現，通過污染的風扇、對流系統及人的活動等形式形成的氣流，真菌濃度可從污染源氣膠化，造成以空氣流動的方式進行傳播，因此應對空氣進行消毒及阻止任何感染發生的可能性<sup>(10)</sup>。

電動升降梯是現代人不可或缺的代步及運貨工具，但在這狹窄的空間裡將會是疾病傳染的最好場所，疾病的傳染以飛沫及接觸兩者為最主要途徑，縱使傳染病以飛沫傳染較為廣泛但對於接觸傳染也不容小覷，本研究除了針對電動升降梯內部空氣進行環境監測分析及消毒外，另對電動升降梯內部之樓層按鍵也將做表面微生物採樣，以了解按鍵上所含各種微生物及菌種。本研究利用環檢所公告之水中總菌落數檢測方法及水中大腸桿菌群檢測方法，對電動升降梯內按鍵區塊做微生物現況之調查與進行探討。

## 第二章 文獻回顧

### 2-1 綠色消毒劑：

從 2004 年世界衛生組織的第三版實驗室生物安全指引(Laboratory biosafety manual)所推薦的生物消毒劑：0.1-0.5% 次氯酸鈉溶液(NaOCl)、0.1-0.5% 二氯異尿酸鈉(NaDCC)、2% 氯胺(Chloramine)、0.05% 二氧化氯(Chlorine dioxide)、5% 甲醛(Formaldehyde)、70% 乙醇(Ethyl alcohol) 與 3% 過氧化氫(Hydrogen peroxide)，以及美國環保署(US.EPA.)所推薦<sup>(12)</sup>可用於處理炭疽桿菌的消毒劑：二氧化氯(ClO<sub>2</sub>)、環氧乙烷(Ethylene Oxide)、漂白水(Bleach)、甲醛、過氧化氫、溴化甲烷(Methyl Bromide)與汽化過氧化氫(Vaporized Hydrogen Peroxide)中可得知，具有氣體熏蒸消毒能力的為二氧化氯、甲醛、環氧乙烷與汽化過氧化氫，其中甲醛有致癌性，環氧乙烷與汽化過氧化氫具有易燃易爆性，相較之下，二氧化氯應較適用為室內空氣消毒劑。

近年來，二氧化氯逐漸引起人們的重視，開始被發現這種化合物作為殺菌劑對人類健康事業產生巨大影響，被譽為第四代消毒劑。二氧化氯對於空氣中懸浮菌落消毒優勢在於二氧化氯在水溶液中能溶解形成穩定的小分子態，而二氧化氯氣體分子則具有搶奪5個電子的強勢氧化能力，室溫時(25℃)即能由水溶液中蒸發汽化，散播於空間之中後並能以極微小的0.2nm 氣體分子狀態輕易地穿透滲入病原菌細胞內，以它比氯液高約2.6倍的氧化能力，即能快速地氧化破壞細菌的葡萄糖酶系作用，達到殺菌效果<sup>(13,14)</sup>。因此，以二氧化氯對電動升降梯空氣消毒效果及其影響因素進行研究，並提供升降梯室內空氣消毒之依據。

美國勞工安全衛生部(US.OSHA.) 與職業安全衛生研究所 (US.NIOSH) 對於二氧化氯氣體濃度的法規標準為Current OSHA PEL: 0.1ppm(0.3mg/m<sup>3</sup>)TWA。本實驗過程中噴灑二氧化氯劑量經計算後皆符合法規標準內。

### 2-2 二氧化氯的特性：

二氧化氯是一種具高揮發性和高能量的極細小分子。二氧化氯無法自然生成存在，與氯氣有相似的黃綠色氣體(一般室溫下)，雖然結構中含有氯原子，但在化學結構分子組合與其特性是截然不同的。高濃度的二氧化氯見光及受熱或與有機物反應易爆炸，查閱資料得知氣體：不得超過 10%、水溶液狀態：30%，且建議的安全濃度極限：5000ppm，所以一般的使用濃度是非常安全的<sup>(15)</sup>，依環檢所公告之揮發於空氣中氣體不得超過 2ppm。

使用二氧化氯不容易導致微生物產生抗藥性，對一般細菌有很好的抑制效果外，尤其對於傷寒、A 型肝炎、B 型肝炎等也能有很好的抑制效果且二氧化氯殺菌作用的機制不是在於氯化作用，它並不會產生有害物質造成再次污染。在醫療機構是非常適合運用的消毒劑，因醫院常常忽略清理床頭櫃、儀器台等地方，而這些地方總是積滿各種不易清除的細菌，無形中，對於抵抗力差的病人是種傷害，間接呼應醫院病人的健康問題應該被好好重視。

二氧化氯有其一大非常好用的效能存在，便是能消彌存於空氣中臭味，殺滅空氣中的細菌所分解產生的氧能清新空氣，是目前世界公認其中一種對於環境友好物質，當然其並不是無害處，任何化學產品適宜適量，若過分添加，則是對環境種重挫傷。

由於未來二氧化氯有極佳的商業市場，目前以台灣來說也已有多家公司進行研發及生產，但由於它分子不穩定、具有腐蝕性，在於生產、運輸、運用都有著不確定因素，因此還仍須藉由科學，克服其不穩定，才能便民使用。

### 2-3 二氧化氯消除微生物機制：

由於二氧化氯的外層鍵域存在著一個未成對的活潑性自由電子，使其分子結構非常的不穩定像顆隨時會爆炸的未爆彈，當與其他物質分子反應時，很容易失去該自由電子而呈現很強的氧化作用。二氧化氯的 0.2nm 高能量細小分子對微生物細胞壁有較強的吸附作用和穿透能力，當進入微生物細胞內後，可使合成微生物細胞蛋白質的單體胺基酸氧化分解<sup>(16)</sup>，造成胺基酸的碳鏈斷裂，蛋白質失去功能，使微生物缺乏養分死亡，達到殺菌目的。

生物氣膠微粒進入呼吸道，直徑小於 5mm 的微粒不易排除，運用二氧化氯透過氧化作用達到消毒殺菌的目的。是以分子型態存在的消毒劑，不同於氯氣，是將氯原子與反應物發生加成或取代反應；二氧化氯是一具有選擇性的氧化劑，當其攻擊外圍佈滿電子的有機物分子團時，搶走一電子而成為亞氯根離子。表 1 為幾種常用的消毒技術方法。

表 1 抑制微生物技術約可概分為下列數種作用型態：

項目	作用
氧化作用	氧化劑氧化細胞內的細胞質或是原生質
蛋白質變性	強氧化劑會改變原本細胞內的酵素的立體結構，例如葡萄糖氧化酶(Glucose oxidase)中的硫醇鍵極易被氧化成雙硫鍵 (-S-S-) 而失去活性
破壞細胞壁	細胞內大量的氮、磷等養分流失
水解作用	造成細胞的多醣類或是病毒的膜鞘水解而達破壞作用
其他可與消毒劑產生的化學變化	如親核性取代的 S <sub>N</sub> 2 模式攻擊
溫度(加熱)	破壞細菌適存的溫度環境

### 2-4 二氧化氯的應用與比較：

#### 2-4-1 二氧化氯的應用：

二氧化氯不會產生鹵化消毒副產物。因此漸漸地便有其相關研究證實二氧化氯是非常適合用來代替氯來消毒的，且二氧化氯有多重優點集一身見圖1，是優於一般消毒劑所沒有的特色價值，因此消毒市場，新興行業非屬二氧化氯不可。

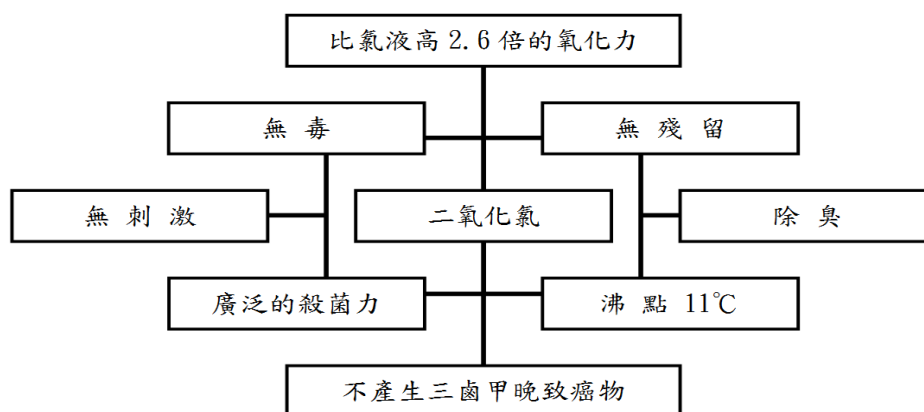


圖1 二氧化氯的各項優點



因為二氧化氯的優良殺菌性能，在 911 恐怖事件後的一連串炭疽桿菌攻擊事件中，美國環保署 (US EPA) 首度在國會山莊的哈特 (Hart) 參議員辦公室建築中，使用濃度為 500ppm 的二氧化氯氣體進行炭疽桿菌消毒，成功的解除國家生物污染危機；隔年再度使用二氧化氯熏蒸法，成功地消毒一個位於華盛頓特區的 Brentwood 郵件處理和分發中心的存物櫃<sup>(17)</sup>。

2003 年台灣對抗 SARS 期間，執行和平醫院、陽明醫院與榮民醫院消毒時，亦曾使用 500 到 1000ppm 的二氧化氯水溶液，進行毒區消毒，控制清潔區之間的通道污染，並以 5 到 10ppm 的二氧化氯水溶液加注於人員消除站的供水系統中，進行人員消毒，成功地完成任務，也是映證二氧化氯其效能真的有其殺菌效果。

#### 2-4-2 消毒劑的比較：

依照一般民眾對於購買消毒劑的想法如表 2 和表 3，首決往往是價格，其次效能，然綜觀所列民眾需求之消毒劑，不然發現，民眾需求很高，但以目前科技尚無法達到，只能求能夠同時擁有多種理想條件。考慮未來消毒這新興行業，必將走向服務結構，然目前產品上無法達到品質要求，所以服務尚無人考慮，因此公司為了行業生意興榮，提早打出售後服務，更加能夠好好推廣消毒劑應用於任何層面。

表2 理想的消毒劑的條件

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| (1) 殺菌範圍廣。         | (7)對物品無腐蝕性。     |
| (2) 有效濃度低。         | (8)可在低溫下使用。     |
| (3) 性質穩定。          | (9)價格低廉。        |
| (4) 無色無味無臭，易去除殘留物。 | (10)容易運輸，可大量供應。 |
| (5) 容易揮發。          | (11)使用方法簡單。     |
| (6) 多重效能合一。        | (12)擁有售後服務。     |

表3 各式消毒劑功能比較表

項目	酒精	漂白水	過氧化氫	甲醛	氧化乙稀	二氧化氯
消毒層級	中度	高度	高度	高度	高度	高度
殺菌濃度	70%	5000ppm	6%	5%	450mg/L	100ppm
用量比例	7000(大)	50 (中)	600 (大)	500(大)	4500 (大)	1 (少)
腐蝕性	低	高	低	高	低	低
健康危害	低	高	中	高	高	無
副產物危害	低	高	中	高	中	無
市售價格	低	低	低	中	高	低

本研究採用裝有二氧化氯消毒劑之氣霧機對電動升降梯內活動空間進行消毒，而現今消毒劑在各地使用種類繁多，但一般在選擇消毒劑時，必須根據消毒劑的特性與使用上需要作選擇，另外還將經濟因素考慮在內。如表氧化氯與消毒劑具有較多優點，消毒效果好、殺菌濃度不高、操作過程中安全、重點在於費用低廉，是一般普通人家可以買得起的。

## 2-5 生物氣膠：

微生物遍佈於全球生物圈中，且種類繁多，雖然十分渺小，但在人類生存及自然環境中卻扮演重要角色。微生物對人類有益也有害，藉由研究微生物領域，善加運用其特性，以便增進微生物對人類的益處，並盡可能減低其害處。微生物之培養除了提供適當養分之外，還要考慮微生物生存所需要的環境因子，包括氣體、溫度、pH、滲透壓、光源、表面張力、生長空間、毒性物質、微生物間之相互作用及其它化學反應。微生物依不同的生長溫度，可分成：嗜高溫菌(thermophile)生長溫度大於 45°C 以上之微生物，此類微生物能耐高溫，通常在 55~60°C 生長良好；嗜中溫菌(mesophile)生長溫度在 20~45°C 間之微生物<sup>(18)</sup>，如黴菌、酵母菌等；嗜低溫菌(psychrophile)生長溫度小於 20°C 之微生物，大部分微生物無法生長在低溫情況，因細胞中水分會凍結無法發生反應，若微生物僅具有少量水份就能生存在低溫中。本研究建立在嗜中溫菌之微生物為主軸，嗜溫性微生物在分離、純化與鑑定的系統方面已有一套標準作業流程，目前已能成功分離、純化、培養微生物，並能用各式分析方法對菌種之型態、生理、遺傳等方面，進行進一步的研究與分析。微生物之培養受到培養基中之酸鹼度、氧氣、滲透壓等理化因素的影響，為了使微生物能良好的生長、繁殖，必須注意到幾個部分：

- (1) 培養基：培養基可依據組成用途及作用等目的不同成分不同的種類，本研究之微生物培養以用途類中的選擇性培養基(selective medium)，是於一般培養基中加入抑制化合物 cycloheximide 或 chloramphenicol，使某些微生物生長受到抑制；或含可供特定菌體生長良好之營養源，使其大量生長，但對其它微生物則無促進作用。舉例而言，在大腸菌類試驗中，其 EMB 培養基因含有伊紅甲烯藍染料因此對大部分細菌有抑制效果，而對能分解乳糖的大腸菌類則無抑制作用。
- (2) 酸鹼度(pH)：酸度或鹼度為影響生長速率極限制生長之環境因子，表示時仍有最高、最低級最適值之分；生長之最適 pH 值通常介於最高級最低之中間，以細菌及真菌來說，大部分細菌之生長 pH 值範圍在 9~5 左右，最適 pH 值接近於中性(7.0~8.0)；真菌類 pH 值則是介於 1~3，而最適 pH 值接近 5。其它微生物生長的 pH 值範圍在 4.0-9.0 之間，少數種類能在 pH 小於 2 或大於 10 的條件下生長。
- (3) 滲透壓(osmotic pressure)：大部分微生物無法在高滲透壓環境下生存，當滲透壓太高時，微生物會脫水死亡，當外界滲透壓太低時，生物會膨脹死亡。例如食品的保存上添加食鹽或糖即依此原理；但於此狀況下亦有些菌體可生存，如海洋細菌。稱為好滲透菌(osmophile)包括好糖菌(saccharophile)，生長在蜜蜂或 67% 的糖液中之菌類，好鹽菌(halophile)在 15%NaCl 溶液仍可生長者。
- (4) 微生物之保存：在分離純化及適當培養後，如何將微生物加以適當保存，是確保後續研究與應用繼續進行的關鍵，因此如何保存這些珍貴的微生物資源，是此研究另一重要目標。以短期保存而言，將培養皿放置於 4°C 的冰箱更能確保微生物的活性。如將某微生物長期培養，可利用劃碟法方式培養取出最優勢菌種，並放至於適合此微生物溫度之恆溫箱內培養保存。

### 第三章 實驗材料與方法

#### 3-1 實驗設計：

本研究之進行步驟其細節分別說明並以技術路線樹狀圖 2 表示：

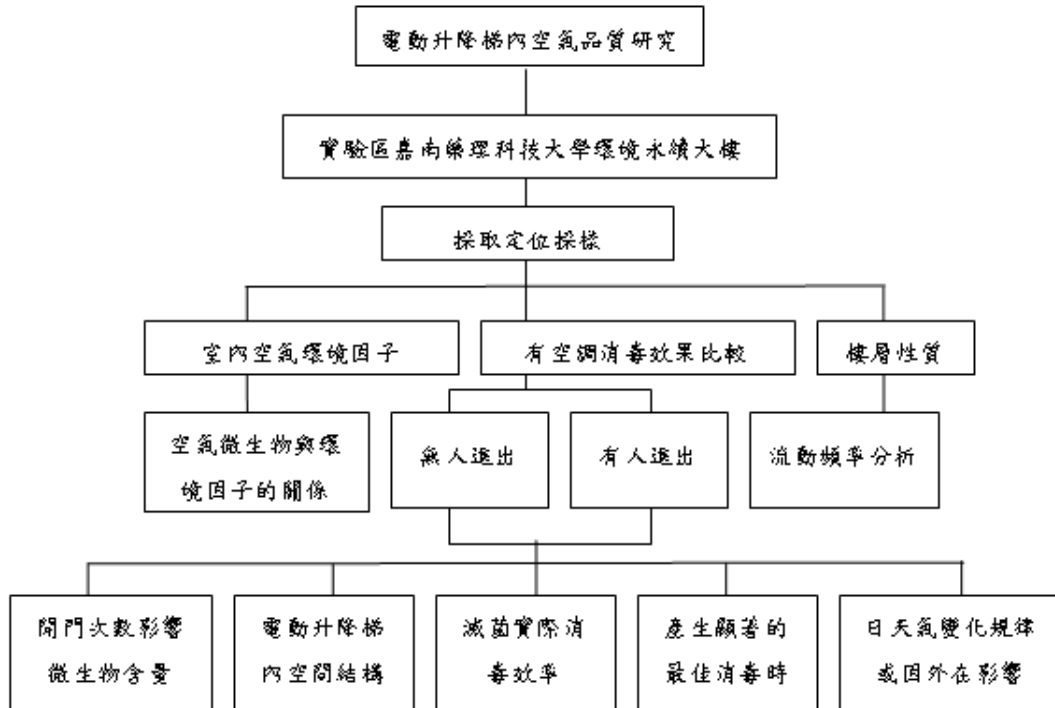


圖2 電動升降梯內空氣品質研究技術路線樹狀圖

#### 3-2 藥品與儀器：

1. 抽氣櫃
2. 噴霧器
3. 精秤天平
4. 無菌操作台
5. 菌落計數器
6. 高溫高壓殺菌釜
7. 二氧化氯，(knowhow)
8. 恆溫培養箱 (35±2℃)
9. 水浴室恆溫振盪器
10. API 微生物快速鑑定條
11. Coliformen-Agar(MERCK)
12. Plate-Count-Agar(MERCK)
13. Tryptic-Soy-Agar(MERCK)
14. Malt-Extract-Agar(MERCK)
15. 酒精
16. 玻璃棒
17. 培養皿
18. 接種環
19. macropipette
20. MAS-100 採樣器
21. 光學顯微鏡
22. 二段水
23. 拍攝真菌照相機
24. 二氧化氯捕抓器
25. 環境品質監測儀
26. 試管震盪器
27. 酒精燈
28. 棉花及棉花棒

### 3-3 實驗方法與步驟：

#### 3-3-1 實驗方法：

本研究以嘉南藥理科技大學校區職業安全大樓內之電動升降梯為主要試驗地點，並利用環檢所公告之室內空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.10C)及室內空氣中真菌濃度檢測方法(NIEA E401.10C)定量分析電動升降梯內環境中微生物含量，亦利用 TSI-8554 室內空氣質量監測儀進行現場檢測室內環境品質因子。得知該區域之微生物污染情形之後，再使用二氧化氯稀釋溶液對電動升降梯內部空間進行消毒殺菌，探討單次消毒後在開門次數及人員進出之間對室內環境生物污染性存活之影響及殺菌效果，以此作為電動升降梯內環境品質之參考。使用 Merck MAS-100 將衝擊完的細菌培養皿置於 30°C 的培養箱中培養 24 及 48 小時，真菌培養皿置於 25°C 恆溫培養箱中培養 72 小時後，經機器製造廠商(Positive hole conversion table)提供校正表分別計算其菌落數。

此研究延伸電動升降梯內部樓層按鍵為採樣區塊。並利用環檢所公告之水中總菌落數檢測方法(NIEA. E204. 54B)及水中大腸桿菌群檢測方法(NIEA. E202. 53B)定量分析出每樓層按鍵表面上的微生物含量。利用二氧化氯作為消毒劑對按鍵表面做擦拭消毒之動作，以時間作為區隔，進而探討出二氧化氯的消毒效果與時間是否成正比，並能達到良好的殺菌效果。

此研究延續電動升降梯內室內空氣空氣中的真菌與細菌進行菌種鑑定報告，並對其菌種做進一步的鑑定。務必得知電動升降梯內常存於何種微生物，且判定是否為升降梯內優勢菌種，其存在是否易對人體健康造成傷害。

(1)依空氣品質及衛生情況檢測，實驗參數包含：

表4 技術方法與規定

實 驗 參 數	研 究 方 法
總細菌數(CFU/m <sup>3</sup> )	依環檢所公告之室內空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.10C)
總真菌數(CFU/m <sup>3</sup> )	依環檢所公告之室內空氣中真菌濃度檢測方法(NIEA E401.10C)
溫、溼度(°C、%)	利用 TES-8554 測定儀進行現場檢測。
環境品質因子含量	利用 TES-8554 測定儀進行現場檢測。
擦拭法	總菌落數檢測方法 (NIEA. E204. 54B) 大腸桿菌群檢測方法(NIEA. E202. 53B)
圖片鑑種	查閱臨床微生物診斷學(蔡文城，2006)

(2)依環保署所公告之建議值為標準，標準包含：

表5 室內空氣品質建議值

項 目	建 議 值	單 位
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	8小時值 第一類	ppm (體積濃度百萬分之一)
	第二類	
一氧化碳 (CO)	8小時值 第一類	ppm (體積濃度百萬分之一)
	第二類	
細菌(Bacteria)	最高值 第一類	CFU/m <sup>3</sup> (菌落數/立方公尺)
	第二類	
真菌(Fungi)	最高值 第二類	CFU/m <sup>3</sup> (菌落數/立方公尺)
溫度 (Temperature)	1小時值 第一類	°C (攝氏)

- A. 本建議值之各項意義如下：
- 1 小時值：指 1 小時內各測值之算術平均值或 1 小時累計採樣之測值。
  - 8 小時值：指連續 8 個小時各測值之算術平均值或 8 小時累計採樣測值。
  - 24 小時值：指連續 24 小時各測值之算術平均值或 24 小時累計採樣測值。
  - 最高值：依檢測方法所規範採樣方法之採樣分析值。
- B. 本建議值所稱第 1 類及第 2 類適用場所如下：
- 第 1 類：指對室內空氣品質有特別需求場所，包括學校及教育場所、兒童遊樂場所、醫療場所、老人或殘障照護場所等。
  - 第 2 類：指一般大眾聚集的公共場所及辦公大樓，包括營業商場、交易市場、展覽場所、辦公大樓、地下街、大眾運輸工具及車站等室內場所。
- C. 中央各目的事業主管機關及地方政府為改善室內空氣品質得另訂較嚴格之標準值。

(3)常於冷氣空調空氣中的微生物，內容含：

表 6 冷氣空調中的微生物

項目	菌種
空調系統	真菌(空調箱)、節枝動物過敏原、細菌、臭味
空調管道	粉塵、纖維、真菌、節枝動物過敏原、細菌

### 3-3-2 實驗步驟：

#### (1)實驗環境測定點規劃：

- A. 校內電動升降梯場所之設定：選定嘉南藥理科技大學職業安全大樓之公用電動升降梯為研究地點，樓層性質如立體圖如圖 3 所標示；電動升降梯空間內容積為  $4.5\text{m}^3$ ，內有空調設備持續運轉保持電動升降梯內通風。研究中依據校內電動升降梯為師生搭乘工具，在升降梯內部設置採樣點，測定室內環境品質因子(溫度、相關溼度與二氧化碳等)與人員進出及開門次數之間的微生物含量多寡。
- B. 採樣時間：電動升降梯採樣時間為 2009 年以假日及正常上班上課期間進行採樣作業。
- C. 微生物分析：測定採樣時間，將電動升降梯室內空氣中可培養微生物為對象，抽取定量之空氣流量為 100 公升/分鐘將其衝擊至培養基中來進行樣本之採樣，其採樣時間依環境中生物氣膠濃度經培養後，計數培養皿上的菌落數在 30~300 之間的範圍而定，將得到單位空氣體積中微生物量，為衝擊式採樣測得浮菌數亦稱之總菌數 ( $\text{CFU}/\text{m}^3$ )，即可得知測試區域的微生物污染程度。
- D. 擦拭法採樣消毒於電梯按鍵：
- 採樣對象：以電動升降梯內部樓層按鍵為試驗對象，按鍵分別為 1~6 樓、open 和 close，於按鍵  $3\text{cm} \times 3.5\text{cm}$  方格上進行擦拭法試驗。
  - 消毒方法：配置二氧化氯溶液加入濕紙巾中製成含消毒劑濕紙巾，將濕紙巾均勻擦拭於按鍵表面進行微生物含量測試，測試二氧化氯對微生物的殺菌效果。
  - 採樣時間：於樓層按鍵未消毒前建立背景值，再經自製添加二氧化氯消毒劑濕紙巾擦拭後，以 10sec、30sec、1min、5min、10min、20min、30min 時間點進行擦拭採樣。將採樣樓層按鍵表面微生物經培養後，計算培養皿上的菌落數在 30-300 之間的範圍而定，即可比較出測試區域微生物污染程度。

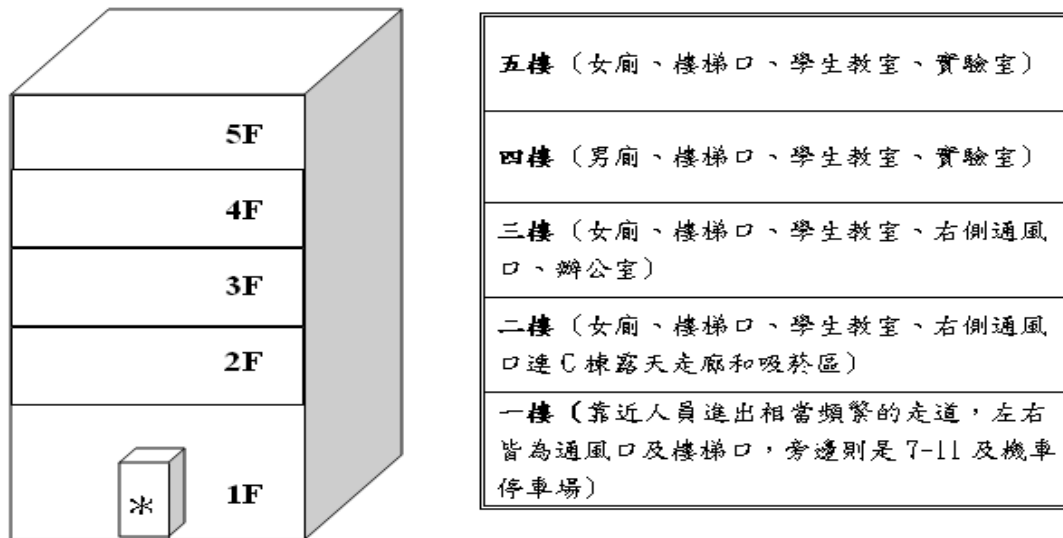


圖 3 嘉南藥裡科技大學職業安全衛生大樓(\*為選取之電梯及採樣點)

(2)實驗環境消毒方式規劃：

- A. 消毒殺菌劑之配置：選定二氧化氯作為實驗場所之消毒殺菌劑。根據電動升降梯容積配置二氧化氯，取適當劑量利用噴灑方式，使二氧化氯揮發釋放於空氣中濃度相當於  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- B. 消毒方式之比較：先抽取未消毒之電梯間細菌、真菌濃度之背景值。再進行二氧化氯霧氣噴灑消毒，分別在消毒後10min、30min進行採樣。之後以電梯無人和有人進出每開兩次門採樣一次，以此類推。直到累積60次方式進行採樣。實驗條件有開啟空調與不開空調以及統計方式管制人員進出，利實驗測定精準度。對於二氧化氯消毒後的外在因素之影響由生物氣膠採樣分析結果，即可比較出其差異性。得知測試區域之微生物污染情形後，再使用二氧化氯稀釋溶液對於升降梯室內活動空間進行殺菌消毒，探討之參數包括相對溫度、溼度、二氧化碳濃度、二氧化氯濃度、滯留時間等對環境生物性污染物存活之影響。經由消毒殺菌前後兩者之間比較即可探討出二氧化氯對於電動升降梯室內環境中生物性污染物之殺菌效率，以此作為良好電動升降梯室內環境品質之參考。
- C. 擦拭法消毒運用於電梯按鍵：研究中濕紙巾是選用  $20\text{cm}\times 20\text{cm}$  的擦拭紙，添加  $16\text{mL}$  之  $250\text{mg}/\text{L}$  二氧化氯稀釋溶液製成濕紙巾，擦拭按鍵待試劑揮發進行採樣。在未消毒前建立按鍵表面菌落數之背景值，經過 10 秒、30 秒、1 分鐘、5 分鐘、10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘分別進行按鍵表面消毒後採樣，觀察按鍵表面微生物的消毒情形。

(3)真菌菌種鑑定：

先依據菌落型態外觀鑑定其菌所屬，若其型態不容易辨識及模擬兩可，則將該菌落製成玻片上，於光學顯微鏡下觀察其分生孢子及分生孢子柄等構造，照菌落在光學顯微鏡下目測倍數\*焦距倍數比例，查閱臨床微生物診斷學<sup>(19)</sup>，藉此判斷出藏於電動升降梯內的真菌有哪幾種，是否對於人體有任何引發致病的情形。根據國內相關文獻之經驗，常見菌屬主要包括 *Aspergillus*、*Fusarium*、*Penicillium* 及其它菌種。

#### (4) 世界權威的細菌鑒定參考標準：

API 試劑條在 1970 年創造出來，使細菌學發生了革命：將操作繁瑣、解釋冗長的傳統方法微量化和標準化，將生化試驗試劑條和資料庫結合起來。API，使鑒定工作變得容易、快速和安全。API 的創新得益於數值鑒定法的發展。這種計算方法使得開發更快、更準確的鑒定軟體成為現實。

API 系列由於容易使用和表現出色，被全球的微生物學家採用，迅速成為全世界細菌鑒定的參考標準。；API 系統被用做其他鑒定產品的參考方法；特別是在分辨同種菌的不同品系上，許多鑒定菌種的套件並同時分析多樣的生化特徵。生理及生化特徵除可用於快速的鑒種鑒定外，亦被利用於篩選具應用潛力的菌株上。

##### A. 鑒種原理：

API 10 S 試驗條由 10 個乾燥底物的小管所組成。這些測定是用菌懸液接種於重組的培養基上。培養於 35-37°C 培養 24 小時後，代謝產物有的是顏色變化，有的是自然產生，有的需加入試劑才能顯示。根據讀表判斷反應結果，參照說明書的分析圖譜索引或鑒定軟件得到鑒定結果。

##### B. 菌株來源：

2009 年 07 月 01 日至 2010 年 2 月 28 日從嘉南藥理科技大學職業安全大樓電動升降梯內採樣樣本中分離培養出優勢菌，並鑒定為何種細菌，所有操作手續符合技術操作規程。

##### C. 菌株鑒定：

以劃碟方式分離培養，獲得純培養後採用 API 10 S 腸桿菌科快速篩選鑒定系統及對操作手冊進行步驟確認，並按照操作手冊，並嚴格的執行實驗步驟，以鑒定出電動升降梯內的優勢菌種。

#### (5) SPSS 12 統計分析：

試驗結果利用 SPSS 12.0 (SPSS Inc, USA, 2003) 統計軟體進行分析。其中，兩種採樣方式以 t-test 分析菌落數與人數多寡進出電梯之差異，並以雙變數分析(person)來分析電動升降梯中生物氣膠濃度(菌落數)與人數、溫度、濕度及使用狀態之關係<sup>(20)</sup>。最後應用主成份分析來解析影響升降梯環境的主要因子。

## 第四章 結果與討論

### 4-1 室內空氣品質因子變化：

#### (1) 二氧化氯消毒確實有效果：

在研究中，以有系統的規劃方式控制電動升降梯人員進出，統計出進出電動升降梯人數多寡和室內環境品質因子(溫度、相對溼度、風速、CO<sub>2</sub>)，是否影響到室內空氣中細菌濃度和真菌濃度，在電動升降梯內因密閉空間而加速成長。研究過程中，首先調查電動升降梯內空間為 4.5024m<sup>3</sup>，配製二氧化氯消毒劑進行空間消毒(0.3mg/m<sup>3</sup>)，事實上二氧化氯消毒劑也證實其有抑制電動升降梯內生物氣膠之殺菌效能。將所採取到的樣本濃度，取其次數平均值，獲得以下之結果。

#### (2) 開門次數與人數多寡是否影響消毒效果：

研究中以嘉南藥理科技大學職安大樓之電動升降梯為試驗場所，乃因職業安全大樓多為師生出入的地方，包含 7-11 便利商店、機車停車場及學生使用教室，另外連接著 B 棟學生教室及 A 棟行政大樓。進出人員相當頻繁，相對也提高電動升降梯的使用率。經圖 4 圖 5 結果得知，電動升降梯經過師生和行政人員頻繁使用之下，使得電動升降梯室內空氣中真菌濃度背景值超過室內空氣品質建議值，若於傳染病流行季節時，容易使病原體擴散，嚴重影響校園裡師生們因交互感染而生病可能致使學生上課缺席率高、老師教學品質變差。以二氧化氯消毒劑進行電動升降梯密閉空間消毒於消毒後十分鐘和三十分鐘進行室內環境監測，發現室內空氣中細菌濃度不論背景值、消毒後十分鐘、消毒後三十分鐘皆符合環保署公告之室內空氣品質建議值(<500CFU/m<sup>3</sup>)，而室內空氣中真菌濃度背景值超過室內空氣品質建議值(>1000CFU/m<sup>3</sup>)，經消毒後室內空氣中真菌濃度有明顯下降趨勢，且符合環保署公告之室內空氣品質建議值(<1000CFU/m<sup>3</sup>)。利用二氧化氯溶液進行電動升降梯，配置二氧化氯消毒劑噴灑於電動升降梯進行空間消毒，進行電動升降梯之 10 個不同開門次數之在場人數、室內空氣中細菌濃度及室內空氣中真菌濃度共採樣檢測 180 件(圖 6 圖 7)。結果顯示，電動升降梯持續開門累計至 60 次，也能有效抑制室內空氣中細菌與真菌濃度以符合室內空氣品質建議值。

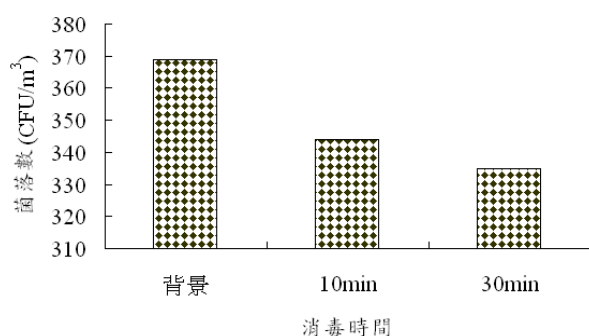


圖 4 電動升降梯細菌之消毒效能

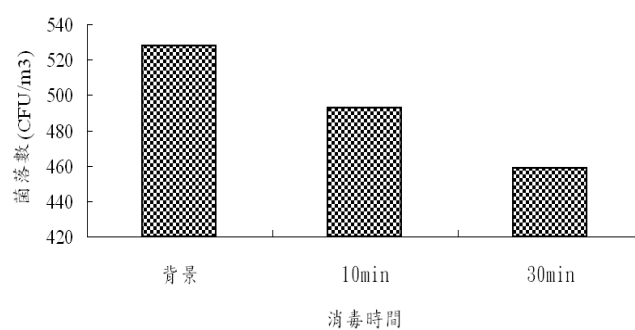


圖 5 電動升降梯真菌之消毒效能



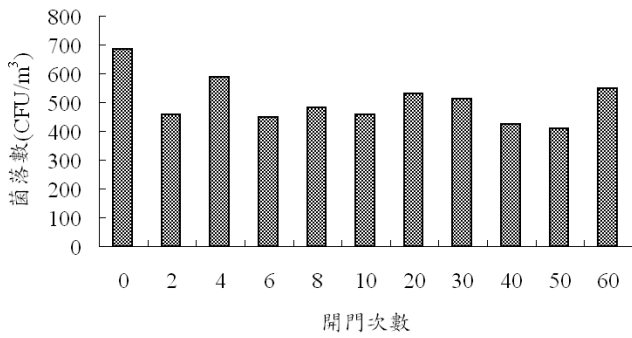


圖 6 開門率對消毒之電梯室內細菌之影響

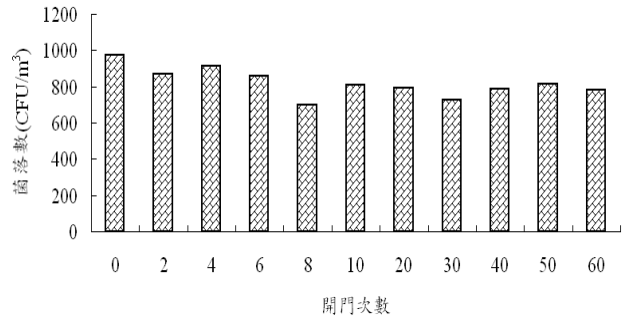


圖 7 開門率對消毒之電梯室內真菌之影響

### (3)密閉空間容易積存二氧化碳：

根據環保署公告「室內空氣品質建議值」中，第一類場所 CO<sub>2</sub> 值濃度應低於 600ppm，監測者一人進入電動升降梯即進行室內空氣二氧化碳背景值採樣及經過 10 分鐘、30 分鐘再進行二氧化碳採樣，經環境監測結果發現，二氧化碳背景值濃度為 490±128ppm，經過 10 分鐘二氧化碳濃度 515±180 ppm，經過 30 分鐘二氧化碳濃度 461±110 ppm，因此，監測者一人在電動升降梯空間內對於二氧化碳濃度造成之影響不大。電動升降梯最大乘載人數為 10 人，因此，將電動升降梯空間內二氧化碳濃度變化進行 1 人至 10 人進出電動升降梯六十次之比較，結果如圖 8 所示，在 1 人至 10 人之人員密集進出電動升降梯，室內空氣中二氧化碳濃度皆有逐漸攀高的情形，當濃度超過 800ppm 會讓人感到不舒服、疲倦，甚至頭痛；若大過 1000ppm 則會影響到呼吸、循環器官及大腦機能；據實驗中測量得知，容易逼近室內空氣品質建議值的安全範圍，想是電動升降梯內空間本身狹隘，加上現代人們在搭電動升降梯之前會因為趕電動升降梯導致身體產生熱和汗水，而人們在裡面會有呼吸與講話情形產生，使得二氧化碳快速累積，因此在搭載電動升降梯時，除了建議保持安靜不說話，經由空調的改善可使 CO<sub>2</sub> 降低，便顯得十分的重要。

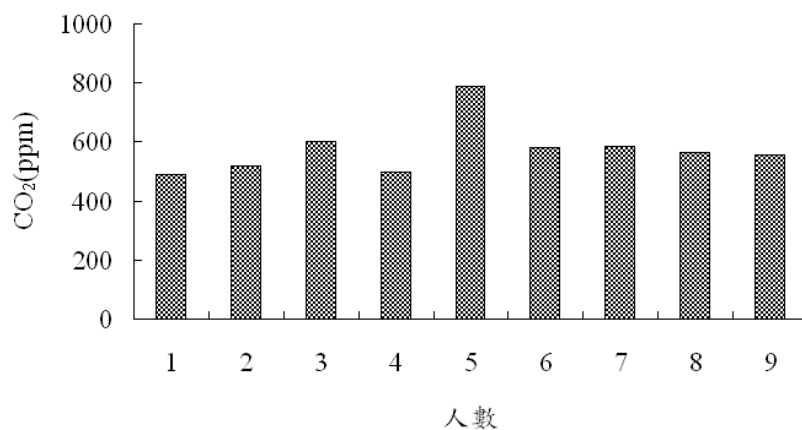


圖 8 人員進出電動升降梯對室內空氣中二氧化碳濃度之變化

#### (4)一氧化碳濃度過高：

環保署公告「室內空氣品質建議值」中，經標準氣體校正後成直線關係標準係數  $R^2=0.9994$  得知第一類場所 CO 值濃度應低於 2ppm，然實驗過程中發現如圖 9，CO 值會隨著開門次數逐漸攀高，有時甚至比「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」中規定勞工作業環境空氣中一氧化碳容許濃度為 35ppm 還要高，CO 值濃度可高達 43.33ppm；因此電動升降梯除了需確實消毒之外，也得讓電動升降梯內空間保持良好通風，建議電動升降梯內人數不宜過多。本研究過程中，電動升降梯內空調仍持續運轉，但 CO 濃度仍維持 14.01~29.45ppm 左右，因此要 CO 濃度減低符合室內空氣品質建議值，建議改善空調設備，將室內 CO 用風吹出去室外，或者以抽風方式往室外送，相信可讓電動升降梯內之 CO 值濃度確實的降低，也可稀釋生物氣膠濃度。推測 CO 濃度升高不只是來自所謂燃燒不完全，在電動升降梯研究過程中並沒有任何的燃燒，可 CO 濃度卻為何如此高？研判在任何一个密閉不通風的空間之下，都有可能因人呼吸會產生微量的 CO，使得電動升降梯內 CO 濃度由於人呼吸或進出人數多連續累積之下，導致而產生；該電動升降梯所在位置旁為機電室其附近又有機車停車場，在啟動電動升降梯時由於活塞運動將室外空氣引入升降梯室內，導致 CO 濃度增加。依據美國國家防火協會 (NFPA) 的實驗，有下列的數據：吸入一氧化碳含量 0.01% (100ppm)，6~8 小時內，會頭痛頭昏、噁心嘔吐、呼吸不適、無力、判斷力喪失，雖然電動升降梯內尚無此高濃度 CO 產生，但「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」建議 CO 濃度在室內應低於 35ppm 以下，是對人體健康安全的保護標準濃度以下，因長時間待置及人體體質的不同，對於健康傷害程度便有所不同。

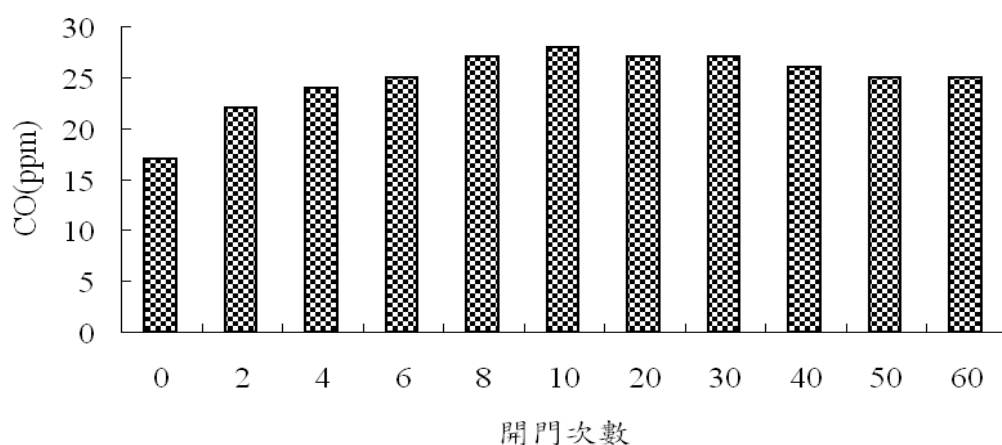


圖 9 開門次數累積平均每個時間點的 CO 濃度(ppm)

#### (5)電動升降梯內按鍵消毒：

利用含自製二氧化氯濕紙巾進行樓層按鍵表面擦拭，配置 16mL 之 250mg/L 二氧化氯溶液作為消毒藥劑並以 20cm×20cm 擦拭紙沾濕進行消毒，由表 7 結果顯示，經由二氧化氯濕紙巾的擦拭後，樓層按鍵表面微生物有明顯的下降，細菌與大腸桿菌群之菌落數在消毒後一分鐘，細菌殺菌率可達 82.3%、大腸桿菌群殺菌率 98.5%；十分鐘細菌殺菌率達 96.7%、大腸桿菌群殺菌率更可達 99.4%，由此看出消毒時間的增加消毒效果隨之增加，在消毒後的十分鐘消毒效能皆能達 95% 以上。二氧化氯的消毒效果對於物體間材質有部分影響，當二氧化氯以擦拭方式消毒對於物體表面越光滑、不吸水者，其殺菌效果愈佳。電動升降梯內部樓層按鍵為光滑、塑膠材質，因此，應用二氧化氯消毒劑於電動升降梯內部樓層按鍵擦拭能有良好殺菌效果。

表7 含二氧化氯濕紙巾清潔於電動升降梯樓層按鍵表面消毒效果

項目	細菌		大腸桿菌群		
	菌落數 (CFU/m <sup>3</sup> )	殺菌率%	菌落數 (CFU/m <sup>3</sup> )	殺菌率%	
消毒前背景值	954±2232	—	336±559	—	
消毒 時 間	10秒鐘	150±282	84.2	6±7	98.2
	30秒鐘	205±421	78.5	7±26	97.9
	1分鐘	168±301	82.3	5±14	98.5
	5分鐘	226±673	76.3	2±3	99.4
	10分鐘	31±24	96.7	2±6	99.4
	20分鐘	26±28	97.2	6±13	98.2
	30分鐘	7±7	99.2	8±22	97.6

#### 4-2 菌種鑑定：

##### (1) 真菌鑑種：

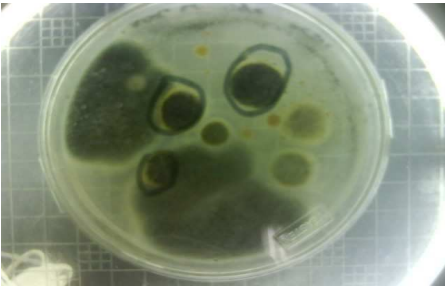
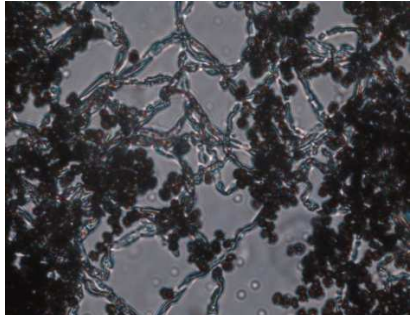

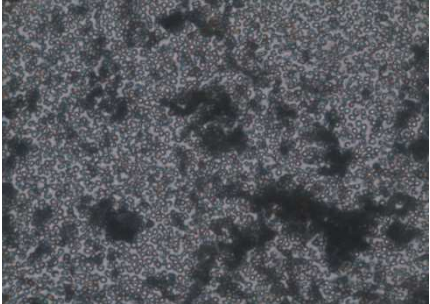
依菌落在光學顯微鏡下所測倍數\*焦距倍數比例，查閱臨床微生物診斷學(蔡文城，2006)，確知有皮炎芽生菌(*Blastomyces dermatitidis*)及組織胞漿菌病(*Histoplasma capsulatum*)。

國內將其皮炎芽生菌分級為第二級以上危險群微生物，並在環境用藥微生物製劑禁止名單<sup>(21)</sup>之中。這種黴菌最合適生長於潮溼的環境中，如河岸、湖濱、有水流的地方和土壤中等等，並可透過空氣傳播傳染口腔及鼻腔。

*Blastomyces dermatitidis*的孢子容易被吸入肺臟及口腔造成感染，吸入肺臟則被稱為黴菌性肺炎<sup>(22)</sup>，做為致病性較高的菌種，在臨床上已經可以做為較為顯著的診斷依據。一但肺部被確認感染，就可能蔓延到全身；大部份被感染的部位是眼睛、骨骼、皮膚和淋巴結，其他的組織也可能會感染。芽生黴菌病的症狀是依據其感染的部位；肺部的感染會造成呼吸作用增加、運動不耐和咳嗽。也可能有食慾下降、發燒、體重下降的症狀。

*Histoplasma capsulatum* 基本上是屬於呼吸道的疾病，表示在學校電動升降梯內的空間裡存在著這些高危險群病菌，對<sup>±</sup>在於電動升降梯內採取空氣微生物一年下來，目前並無發生類似的症狀，但其組織胞漿菌對人類影響，有引起急性肺部感染特別對老人、嬰兒、愛滋病患都是較高感染群(身體抵抗力不強)，基本上 *Histoplasma capsulatum* 的感染大多是因吸入空氣中微孢子而感染，而主要的感染源大多是適合本菌生長與增殖的禽類或鳥類的棲所<sup>(23)</sup>，這也可能代表學校同學間帶這自身的寵物來學校，寵物經搭乘電梯，將部分菌種散播自電梯內部空氣中，所以在未來建議方向是否在電動升降梯內增設自動噴灑消毒劑，進而消毒內部空氣的危害因子。光學顯微鏡下所拍攝照片，進行圖鑑查詢，發現兩種真菌如表 8，放上生長情形和圖片，可供未來若繼續研究，若再遇到此種菌種可以當機立斷判定這是什麼菌種，可替實驗省下許多時間。

表8 光學顯微鏡下所拍攝之菌種

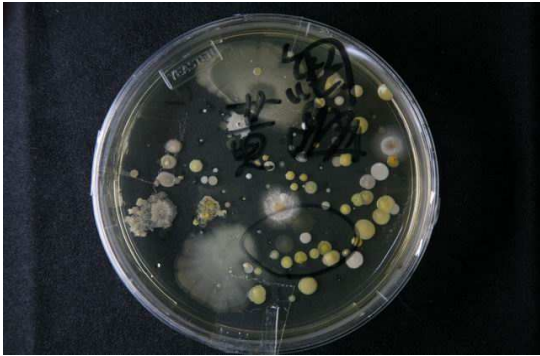
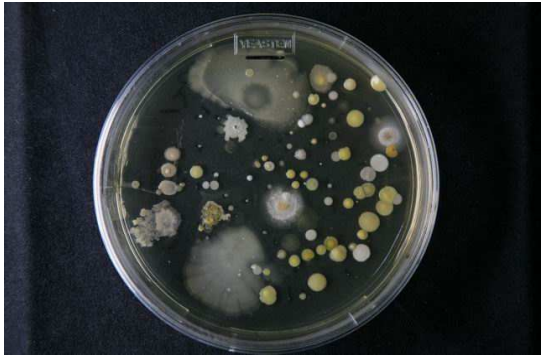
	
<p><i>Blastomyces dermatitidis</i> 芽生菌屬</p>	<p>光學顯微鏡下10*100倍數</p>
	
<p><i>Histoplasma capsulatum</i> 組織胞漿菌屬</p>	<p>光學顯微鏡下10*100倍數</p>

(2)API 10S細菌鑑種：

API 10 S是腸桿菌科和其它營養不苛求的G(-)桿菌應用11個微型生化測定和數據庫的鑑定系統，是國際學術微生物常用的鑑定方法之一。表9生長情況格中所畫圓圈中，三種黃色菌種經API 10鑑種，皆顯示為*Acinetobacter baumannii*。

電動升降梯目前是一般大眾最常使用之公共器材之一，經實驗研究發現，電動升降梯內常年潮濕及溫度介於33°C~35°C之間，非常適合*Acinetobacter baumannii*生長，目前已有研究顯示其耐藥性強、耐藥譜廣<sup>(24)</sup>，研究並顯示其已經成為繼銅綠假單細胞菌之後第2位常見非發酵糖的醫院感染病原菌，常常深藏在一般消毒會忽略的地方，如窗簾、床頭櫃及醫療器材等，目前該菌所引起的感染<sup>(25)</sup>已經成為一個非常棘手的醫學臨床問題，嚴重疾病如致命的肺炎或細菌入血，非常懾人。於密閉空間更易使得人類與其接觸頻繁進而感染，*Acinetobacter baumannii*容易侵害身體伺機侵襲抵抗力弱的民眾。

表9 API 10S細菌鑑種之生長情況與比例尺

	
<p><i>Acinetobacter baumannii</i> 生長情況</p>	<p><i>Acinetobacter baumannii</i> 1cm比例尺</p>

### 4-3 統計分析：

(1)利用XY分佈圖探討人數多寡，是否影響電梯內環境品質：

探討人數進出多寡是否影響電動升降梯內細菌(真菌)濃度增加，實驗結果雖然沒有顯著( $R^2=0.986$ )，但依圖10明顯可知人數越多，細菌濃度是呈現正成長的趨勢，而電動升降梯內因人數進出不同，人也不同，相對來說影響環境的變異數變相當高，無法面面俱到控制人為任何可能的變因。而真菌濃度趨勢線平平，可知人數多寡不影響真菌濃度，如圖11便可知曉。

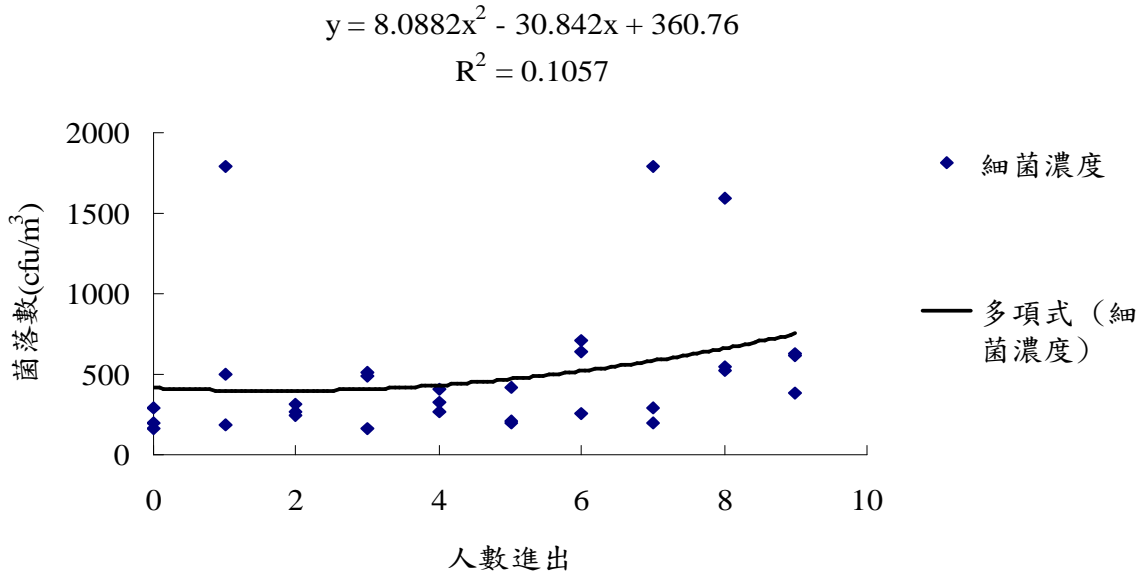


圖 10 人數多寡是否影響細菌消毒情況

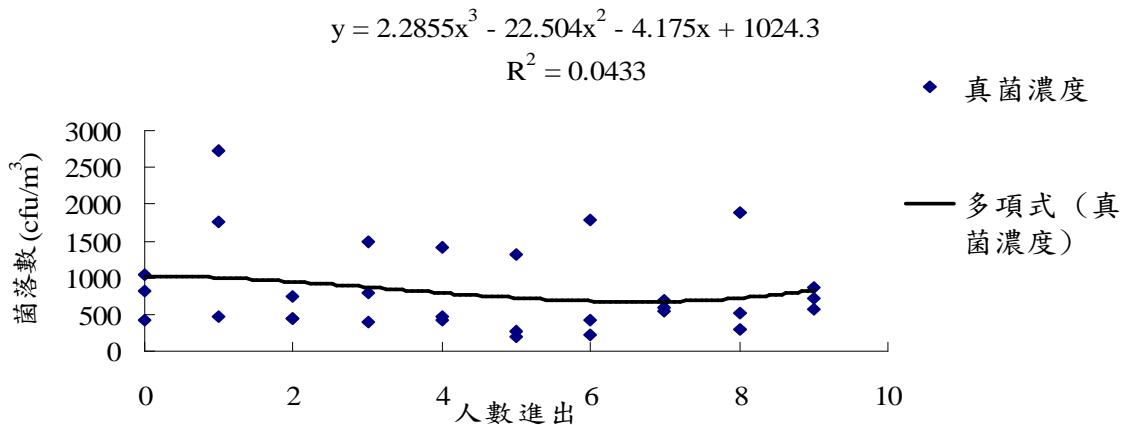


圖 11 人數多寡是否影響真菌消毒情況

(2)利用XY分佈圖探討二氧化氯效能，是否能有效殺菌：

於空間內噴灑氣霧式 $\text{ClO}_2$ 氣體，當濃度達到最大時，其實殺菌率並不會是最高點，如圖12跟圖13所示是有一停滯期。說明殺菌不僅要滿足濃度標準要求，且要有一定的作用時間。從整個過程看，

兩條曲線變化趨勢相似，在釋放初期氣體濃度和殺菌率都隨釋放時間的增加而逐漸增加；到達峰值之後，隨釋放時間的延長，兩者逐漸降低。如果期望在較長的時間內維持殺菌空間內的無菌狀況，則應保持殺菌空間的相對密閉，以儘可能減少 $\text{ClO}_2$ 氣體的損失，並需適度持續增加 $\text{ClO}_2$ 的藥量，以維持空間內有效氣體的濃度。經本實驗研判，當於電動升降梯內噴灑 $\text{ClO}_2$



兩小時後，殺菌效能轉差，便需更換藥劑。

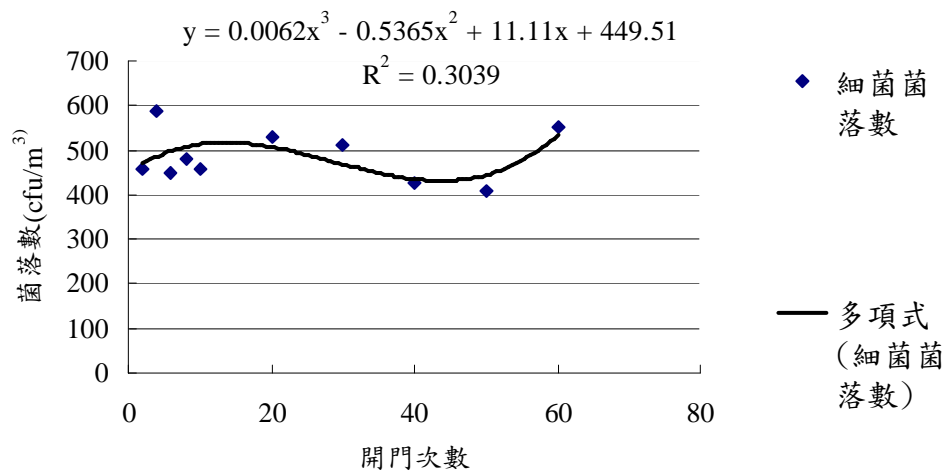


圖 12 開門次數多寡是否影響細菌消毒情況

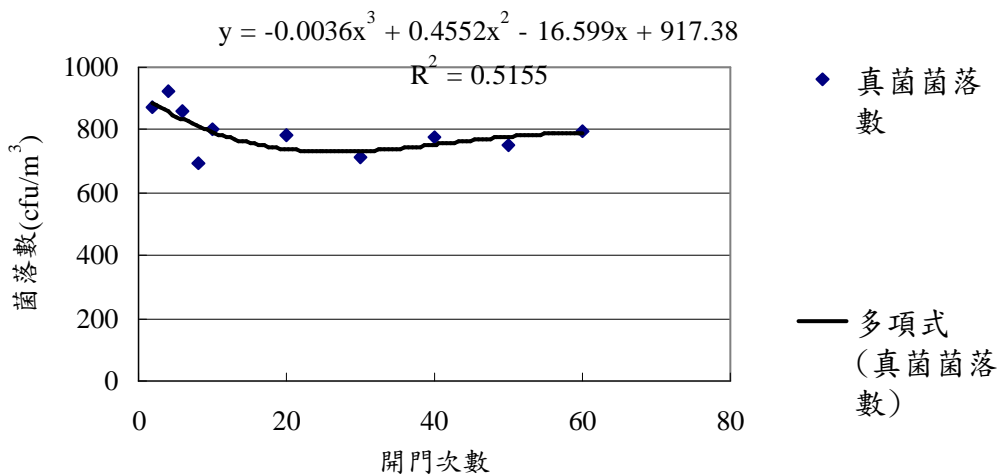


圖 13 開門次數多寡是否影響真菌消毒情況

(3)以顯著值敘述環境因子與細菌、真菌濃度關係：

利用 SPSS 12 雙變數 (Person)，分析關聯性如表 10，而具有極佳顯著性的參數為溫度與細菌濃度( $p < 0.05$ )、溫度與真菌濃度( $p < 0.05$ )、濕度與細菌濃度( $p < 0.01$ )及濕度與真菌濃度( $p < 0.01$ )，因此可知密閉空間長年潮濕及悶熱，環境品質容易造成許多不可控制之變因，因此，因此電動升降梯須常清理清潔，因其實可發現電梯不管是學校還是一般大眾公寓之用等，幾乎顯少清理，更別提消毒，極需改善此點，才能使電梯室內品質不只符合室內空氣品質建議值，甚至更清潔。就其關聯性，經鑑種後得知細菌和真菌屬種後，在 22~29 度實驗中所採取的樣本可獲得較好的成長，一旦超出 22~29 度的範圍，其生長便會緩慢甚至減少，實驗數據也顯示出相同的結果如圖 14、15 合乎常理，為十分可信的結果。但在濕度方面卻發生違反我們對該菌種之認識如圖 16、17 所示，依其正常的生長情況，在濕度較高的情況下，菌種可獲得較好之成長，但探究此次之實驗數據，我們獲得相反之結果，菌種在濕度高的情況下，成長不如預期，甚至出現負相關，根據此數據，我們研判可能是由於噴灑氣霧式二氧化氯消毒劑，空氣中之霧狀消毒劑提高空氣中之濕度，並抑制其生長達到消毒之效果(氣霧式消毒方法成效更好)<sup>(26)</sup>，故得到數據顯示濕度高時，真菌、細菌濃度有消退之結果。

表 10 雙變數分析(Person)

	人數	二氧 化碳	一氧 化碳	濕度	溫度	風速	真菌 濃度	細菌 濃度	
人數	Pearson 相關	1	.332	.221	.132	-.183	-.066	-.167	.246
	顯著性 (雙尾)		.073	.240	.486	.334	.729	.376	.190
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
二氧 化碳	Pearson 相關	.332	1	.087	.247	.140	.068	-.153	.012
	顯著性 (雙尾)	.073		.646	.189	.462	.722	.420	.950
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
一氧 化碳	Pearson 相關	.221	.087	1	.100	-.057	-.114	-.029	-.181
	顯著性 (雙尾)	.240	.646		.600	.767	.547	.880	.339
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
濕度	Pearson 相關	.132	.247	.100	1	.564 (**)	.122	-.504 (**)	-.492 (**)
	顯著性 (雙尾)	.486	.189	.600		.001	.521	.005	.006
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
溫度	Pearson 相關	-.183	.140	-.057	.564 (**)	1	.314	-.385 (*)	-.446 (*)
	顯著性 (雙尾)	.334	.462	.767	.001		.091	.036	.014
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
風速	Pearson 相關	-.066	.068	-.114	.122	.314	1	-.187	.054
	顯著性 (雙尾)	.729	.722	.547	.521	.091		.322	.777
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
真菌 濃度	Pearson 相關	-.167	-.153	-.029	-.504 (**)	-.385 (*)	-.187	1	-.056
	顯著性 (雙尾)	.376	.420	.880	.005	.036	.322		.768
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30
細菌 濃度	Pearson 相關	.246	.012	-.181	-.49 2(**)	-.446 (*)	.054	-.056	1
	顯著性 (雙尾)	.190	.950	.339	.006	.014	.777	.768	
	個數	30	30	30	30	30	30	30	30

\*\* 在顯著水準為 0.01 時 (雙尾)，相關顯著。

\* 在顯著水準為 0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

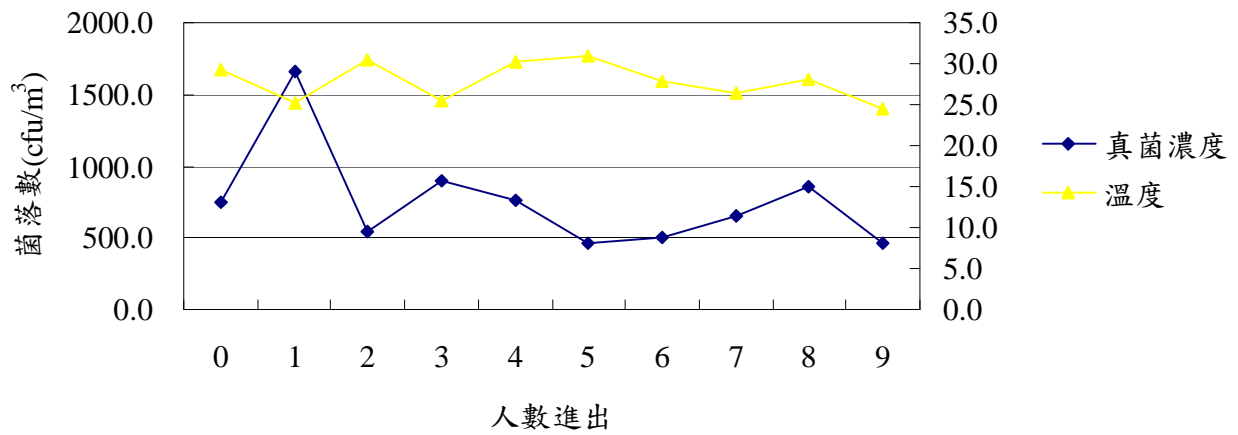


圖14 溫度與真菌濃度生長關係(溫度為副座標值)

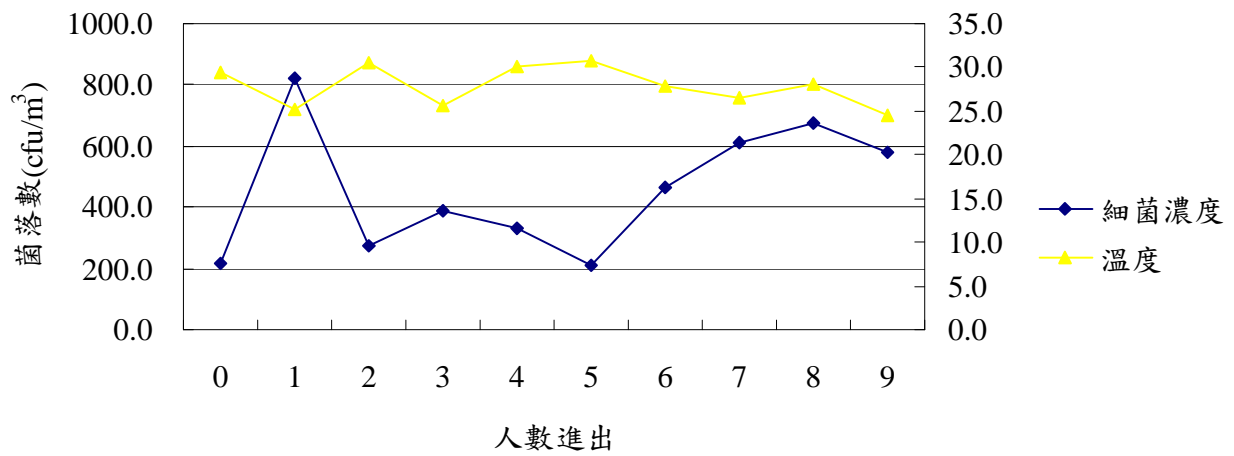


圖15 溫度與細菌濃度生長關係(溫度為副座標值)

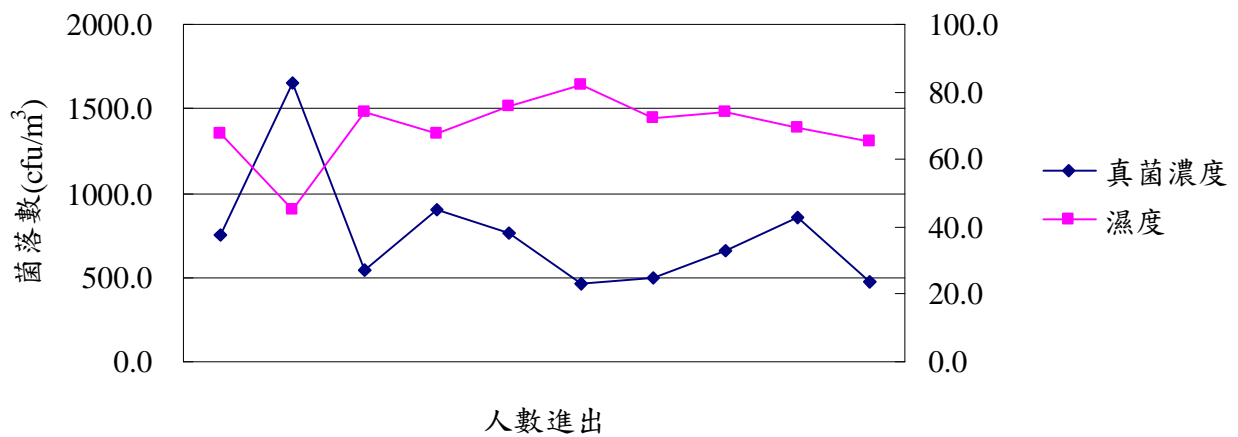


圖16 溼度與真菌濃度生長關係(濕度為副座標值)



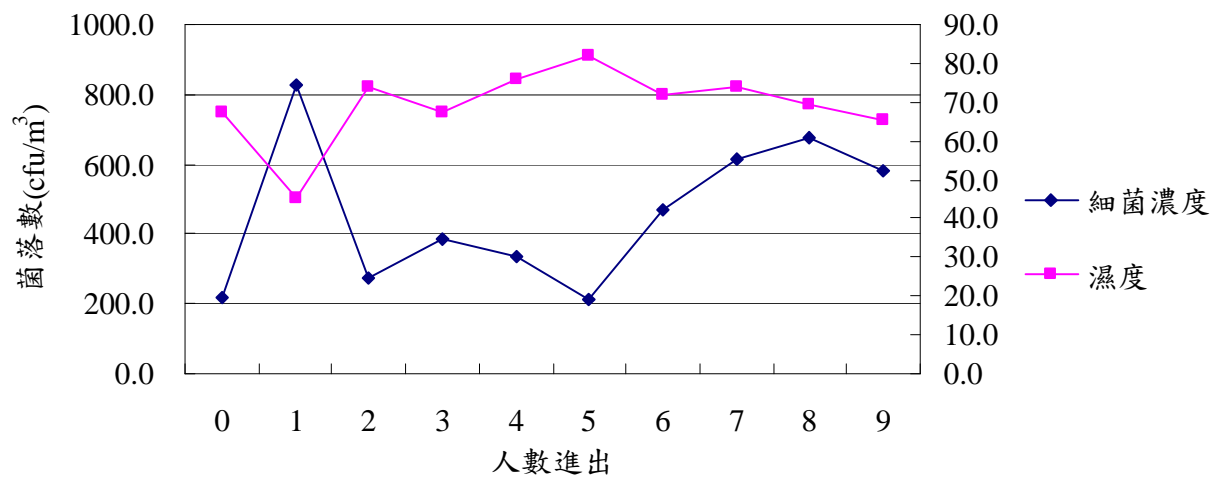


圖17 溼度與細菌濃度生長關係(濕度為副座標值)

## 第五章 結論

1. 以二氧化氯消毒劑進行電動升降梯密閉空間消毒，室內空氣中細菌濃度背景值未超過室內空氣品質建議值而室內空氣中真菌濃度背景值超過室內空氣品質建議值，經消毒後室內空氣中真菌濃度有明顯下降趨勢，且符合環保署公告之室內空氣品質建議值。
2. 經本實驗研判，當於電動升降梯內噴灑ClO<sub>2</sub>兩小時後，殺菌效能轉差，便需更換藥劑。
3. 當二氧化氯以擦拭方式消毒對於物體表面越光滑、不吸水者，其殺菌效果愈佳。
4. 應用二氧化氯消毒劑在電動升降梯內空氣中的消毒效用，提供適用之二氧化氯氣霧散播模式與有效消毒濃度(0.3mg/m<sup>3</sup>)，俾利各界對於電梯空氣消毒與感染控制之重要參考，尤其是對於容易因公共場所之電動升降梯污染而受感染者，提升電動升降梯室內空氣品質，降低可能的疾病污染，做好防範的第一步。
5. 研究結果顯示，藉由二氧化氯消毒劑擦拭可以有效減少電動升降梯內部樓層按鍵表面微生物含量，細菌總菌落數與大腸桿菌群菌落數於十分鐘殺菌率達96.7%、99.4%。因此，應用二氧化氯消毒劑於電動升降梯內部樓層按鍵有良好殺菌效果、作用迅速，使用方便等特點，如此預防性消毒能有效防止接觸傳染、傳染病傳染與交叉感染的發生。
6. *Blastomyces dermatitidis*的孢子容易被吸入肺臟及口腔造成感染，為致病性較高的菌種，在臨床上已經可以做為較為顯著的診斷依據。因此建議當進入密閉空間時，應準備口罩，以防不必要的傷害。
7. 學校同學間帶這自身的寵物來學校，寵物經搭乘電梯，將*Histoplasma capsulatum*菌種散播自電梯內部空氣中，所以在未來建議方向在電動升降梯內增設自動噴灑消毒劑，進而消毒內部空氣的危害因子。
8. *Acinetobacter baumannii*耐藥性強、耐藥譜廣，常存在於人類易忽略清理之地方，因此為避免*Acinetobacter baumannii*對人體產生傷害，須常清理電動升降梯保持清潔，並佐以二氧化氯(其效能遠高於其它消毒劑)消毒，確定民眾進出電動升降梯，能身體無虞，安心搭乘。

## 第六章 誌謝

本研究謝謝國家科學發展委員會給予<sup>生</sup>機會，通過大專生申請計畫，過程中承蒙嘉南藥理科技大學職業安全系借用職業安全大樓的電動升降梯作為實驗地點，讓本計畫得以順利執行，另非常感謝許菁珊老師的指導及 C401 實驗室夥伴們無怨無悔的付出，讓此份計畫結案報告書得以順利如期完成。僅此謝忱。

許啟詮 99/03/14

## 參考文獻

1. 任啟文，「北京市綠地空氣微生物濃度的變化特徵研究」，北京林業大學森林培育碩士學位論文。
2. 環境保護署，“室內空氣品質建議值”，<http://www.indoorair.org.tw/>。
3. Chih-Shan Li and Po-An Hou, "Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms", *The Science of The Total Environment*, Volume 305, Issues 1-3, pp. 169-176, 2003。
4. 王玉純，臭氣對生物氣膠殺菌效率之評估。國立台灣大學環境衛生研究所碩士學位論文，2001年。
5. 許菁珊、盧明俊、黃沛育、黃靖方，"學校餐廳生物氣膠污染現況之調查"。第三屆兩岸四地環境論壇，先進環保技術與兩岸四地之環保市場，2007年。
6. 王蘭萍，"校園空氣微生物污染的監測與分析"，*中國衛生檢驗雜誌*，15(11)，1354-1355，2005(11)。
7. 劉明哲，禽流感防護消毒作業研究，*核生化防護半年刊*，第81期，61-81頁(2006)。
8. 世界衛生組織，<http://www.who.int/en/index.html>。(檢索日期 2009/8/19)
9. USEPA. (April 1999); "Guidance Manual Alternative Disinfectants and Oxidants: 4. Chlorine Dioxide." EPA 815-R-99-014.
10. ATSDR, "Draft Toxicological profiles for Chlorine Dioxide." U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. (pp6, pp15-18, pp109-113) (September 2002).
11. Li JW, Yu Z, Cai X, Trihalomethanes formation in water treated with chlorine dioxide. *Wat. Res.*, 30(10):2371-2376, 1996.
12. US.EPA., "Pesticides: Topical and Chemical Fact Sheets", <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/chemicals.htm>(2003).
13. US.EPA., "Guidance Manual Alternative Disinfectants and Oxidants: 4. Chlorine Dioxide", US EPA 815-R-99-014, 1999.
14. R.C. Hoehn, A.A. Rosenblatt, and Gates, D.J., "Considerations for Chlorine Dioxide Treatment of Drinking Water", Conference proceeding, AWWA Water Quality Technology Conference, Boston, MA, 1996.
15. 台灣紙業化工部開發組討論網，<http://www.chemway.com.tw/newboards/index.asp>，(檢索日期 2010/03/14)。
16. 盧明俊、劉明哲、賴政國、樓震平、吳少白，「二氧化氯在醫院環境的氣液殺菌效能研究」，第17屆環境規劃與管理研討會，成功大學，2004年。
17. Hoehn RC: Chlorine Dioxide Use in Water Treatment: Key Issues. Conference proceedings, Chlorine Dioxide: Drinking Water Issues. Second International Symposium. Houston, TX; 1992:992
18. 中華民國環境工程學會，*環境微生物大專用書*，1999年。
19. 蔡文城，*臨床微生物診斷學*，九州圖書文物有限公司，2006年。
20. 許菁珊、盧明俊、凌櫻玫、黃大駿，「學生餐廳內生物氣膠污染現況之調查」，*嘉南學報*，VOL. 33，PP. 179-186，2007。

21. 行政院國家科學委員會，微生物危險分級表(本表參考1999年5月版NIH Guidelines for research involving recombinant訂定，2003年5月編委再次討論增修)，(檢索日期2010/3/15)。
22. 台灣醫院感染管制學會，微生物培養結果對診斷黴菌性肺炎的意義，第十四卷第四期，[http://www.nics.org.tw/old\\_nics/magazine/14/04/14-4-5.ht](http://www.nics.org.tw/old_nics/magazine/14/04/14-4-5.ht)，(檢索日期2010/3/15)。
23. 黃莉嫻、張憲彰、張長泉等。以核醣體核酸基因內轉錄區之序列鑑定臨床黴菌。國立成功大學醫學工程研究所論文。2003年。
24. 馮加喜、林雲、呂冬青。耐亞胺培南鮑氏不動桿菌醫院獲得性肺部感染危險因素及耐藥性分析。中華醫院感染學雜誌，16(12):1416-1418，2006。
25. 李衛光、王一兵、朱其鳳等。心外科重症監護病房鮑氏不動桿菌醫院感染暴發流行調查。中華醫院感染學雜誌，16(10):1108-1109，2006。
26. 曹志賢、閔革彬、鄭朝陽、呂京靜，「三種空氣消毒方法消毒效果的比較」，北京市昌平區疾病預防控制中心，1001-7658-06-0546-02，北京，2006年。