

第一章 緒論

第一節 研究動機及重要性

學生到學校接受教育，教育的環境會影響學生的學習，學校中的一切情境，包括人的環境、事的環境、物的環境，都應該盡可能的提供安全的、衛生的健康環境，以促進學生的成長和學習（教育部，民 86）。既然學校是學習的場所，因此，理想上學校應位於優美寧靜的地區，使學生安於學習，並在此環境中獲得潛移默化的效果。但是台灣地區地狹人稠，加上都市地區人口快速成長，學校增建不及；更由於「寸土寸金」土地獲得不易，於是在校地的選擇上益增困難，許多學校在沒有選擇的情況下，緊臨馬路、工廠，於是產生「校園噪音問題」（陳正昌，民 80）。

噪音問題對學校師生所造成的影響，包括生理、心理以及學習效果等方面，如：心跳加速、血壓上升、聽力損失；不能專心、心理厭煩；以及影響學生各項作業表現與思考學習能力等（劉貴雲，民 73；洪百薰，民 74；黃乾全，民 76；董貞吟，民 77；江武忠，民 80）。在現今台北市各級學校受到各種噪音源污染之際，卻無法改變現有校址以及解決校外噪音源的情況下，校內噪音防制措施是目前所能採行的方法之一。

以往的教室噪音防制，多以防音改善效果為主要考量，但教室噪音防制措施往往會影響教室的環境條件；因此除少數學

校教室噪音防制措施之通風換氣採中央空調以改善教室內之環境條件外，其他教室噪音防制措施並未配合相關之通風設備者，師生往往在教室內的通風、溫度等教室環境條件無法令人感到舒適的情況下，將防音門窗打開以利通風、換氣，反而失去當初所要達成的防音目的。

因此本研究希望藉由教室噪音防制措施之實驗研究，實際測量噪音防制措施實施前後之教室環境的變化情形，探討噪音防制措施對教室環境條件之改變是否對師生生理、心理造成影響，並希望透過此研究讓從事學校噪音防制的人士及學校相關人員能在注重教室噪音防制的同時，對於學校中的一切情境皆能妥善考慮，以期提供學童與教師一健康的教學環境。

第二節 研究目的

本研究旨在探討教室噪音防制措施實施後，教室環境條件之變化情形，以及對教師和學生學習相關因素之影響。

本研究目的有下列五項：

- 一、不同實驗情境（開關窗）下教室環境條件的變化情形。
- 二、教室噪音防制措施實施後，教室環境條件之變化情形。
- 三、教室噪音防制措施實施前後，教室環境條件對教師自覺性生理、心理之影響。
- 四、教室噪音防制措施實施前後，教室環境條件對學生學習相關因素之影響。

第三節 研究限制

- 一、本研究因配合實驗學校噪音防制措施之實施，於八十六年十一月至八十七年四月冬、春兩季進行實驗，故無法推論至其他季節。
- 二、本研究對象僅限於八十六學年度就讀於台北市龍安國小二年級之師生，所以研究結果僅限於此樣本，無法推論至其他年級、學校。
- 三、本研究噪音防制措施為該實驗學校國小二年級之教室，故研究結果僅限於該校實驗教室。

第四節 名詞界定

一、教室環境條件：

指實驗教室之噪音、溫度、相對濕度、風速、感覺溫度及二氧化碳濃度；本研究以教室環境噪音為主。

二、學生學習相關因素：

指學生生理及心理層面之主觀感受。

1. 生理因素：指聽力降低、疲勞、悶熱。
2. 心理因素：指煩躁、緊張、不舒服、注意力不集中等。

三、教室噪音防制措施：

指單邊防音教室，包括：防音窗、自然對流通風消音箱。

1. 防音氣密鋁窗：隔音性於環境噪音測試達 90 dB 以上時，應能降低 25 dB 以上，氣密性 $2 \text{ m}^5/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 以下，3 mm + 5 mm 膠合安全玻璃。

2. 通風消音箱：

(1) 消音箱外殼 1.5 mm。

(2) 消音箱外表加裝不鏽鋼防蟲網及不鏽鋼格柵百葉。

(3) 消音箱內填充耐燃吸音泡棉。（通風消音箱詳細圖參見附錄四）

第二章 文獻探討

第一節 國內學校噪音現況與影響

本節將就國內有關學校噪音現況之研究加以描述，並分別從噪音對人體生理、心理的影響與對教學之干擾三部分來探討。

壹、國內學校噪音現況

根據黃乾全（民 63）調查台北市 15 所國民中學共 30 間教室的噪音情形，結果 50dB(A) 以下的教室佔 6.7%，51~60dB(A) 的教室佔 83.3%，61dB(A) 以上的教室佔 10%。林聰德（民 74）調查台北市內 194 所各級公立學校校園噪音問題，各學校室外噪音 Leq 值大致集中於 60~80dB(A) 之間，佔全部受測學校之 88.7%；各學校教室內噪音 Leq 值集中於 55~70dB(A) 者，則佔全部受測學校之 81.5%。黃乾全（民 75）調查台北市道路噪音污染情形，其中大安區各測站之平均均能音量在 78~80dB(A) 之間，比民國 69 年之調查高出 1dB(A)。黃乾全、鄧家基、葉國樑、盧世昌（民 77）進行台北市四個管制區噪音污染之調查研究，結果發現在學校附近所測知日間均能音量分佈在 58.51~69.31dB(A) 之間。喻台生（民 78）調查台北縣 80 所中、小學校之噪音現況，研究結果教室噪音源側之室內音量在 65dB(A) 以上者共 76 所，佔所有測量學校的 95.0%。台北市政府環境保護局（民 79）實際測量台北市 49 所公立中小學校教室關窗時之音量分佈為 61~65dB(A) 之間者，佔所有測量學校的 44.1%，而 66dB(A) 以上之教室，

則佔 28.2%。台北市政府環境保護局(民 80)調查台北市 8 所中小學校，在校外噪音方面達 68~73dB(A)，而校內噪音方面為 64~70dB(A)，在教室內開窗情況下室內音量分佈則在 58~68dB(A)之間。徐文哲(民 81)以桃園中壢地區 10 所小學為研究對象進行噪音測量調查研究，結果學校外部環境噪音之平均均能音量為 76.3dB(A)，教室內平均均能音量在一樓開窗狀態下為 62.6dB(A)，二樓開窗狀態為 62.3dB(A)。林怡君(民 82)調查 7 所台南地區公立小學，其中教室內噪音平均均能音量約為 63dB(A)。吳明洋、劉俊一、余忠和、徐廷珪(民 86)調查高雄市 154 所各級學校噪音音量，結果教室音源側之教室內音量超過 65dB(A)者有 8.7%，大於 60dB(A)者有 50%。王世傑、陳啟光、邱桂英、郭國鑫(民 86)針對台北市 11 所學校進行交通噪音監測，其中龍安國小教室內日間音量測量結果為 58.0~59.5dB(A)，室外為 72.3~74.3dB(A)；此外在誠正國中路邊監測結果，早、晚、夜間時段均能音量分別為 71.1 dB(A)、72.6dB(A)、68.4dB(A)；重慶國中路邊監測結果，早、晚、日間、夜間音量分別為 72.9dB(A)、73.1dB(A)、72.9dB(A)、71.6dB(A)，此結果皆超過環境音量標準；新興國中教室內監測之噪音量，日間時段均能音量為 66.1 dB(A)，和平高中教室內監測日間時段均能音量則為 69.0dB(A)，此調查結果均超過教育部對學校教室音量之建議值。

由上述資料可知，學校噪音問題不論從北到南，抑或是二十年前到今天，多數學校均已超出我國教育部所建議之教室內背景噪音值 60dB(A)；並且亦超出日本學校衛生所規定之 55dB(A)的標準。

貳、噪音對生理、心理方面的影響

黃乾全教授(民71)針對台北市內噪音問題較嚴重與較寧靜之國中小學，選取200名學生進行實驗研究，當字彙發音源與噪音源同在學生前方時，全體受試學生之聽取百分率是隨著音量之增高而降低，同時在80dB(A)的情況下，各校學生幾乎無法聽取語音；同時該研究調查結果亦發現，一般教師上課時之授課音量，在教室中央平均為70dB(A)，如此教室內之背景噪音應在55~60dB(A)之間，才不至影響學生的聽課；此外該研究並以問卷調查969名學生在妨礙語言聽取的感受上，結果「較吵國中」學生回答「常希望老師上課時更大聲講授」的比率比「較靜國中」為高，另外在生理感受程度上「由於外界噪音而感覺頭痛」和「由於外界噪音而使耳朵感覺不適」，「較吵學校」比「較靜學校」回答肯定的比率為高。

施鴻志(民71)調查台南市四個具代表性地區的噪音，並對當地居民進行問卷調查，結果在噪音對民眾造成困擾的型態上，包括下列四項(1)日間活動困擾：以談話、工作、休息為主；(2)夜間活動困擾：以讀書、睡眠為主；(3)生理反應困擾：以頭痛、食慾不振、喉嚨沙啞為主；(4)心理反應困擾：則以情緒變壞、聽力減弱、倦怠、失眠、不能專心為主。

黃乾全、葉國樑、陳秋蓉(民74)調查台北市近郊四個市鎮(三重市、永和市、新店市及汐止鎮)居民對於周圍環境噪音的厭煩程度，其中噪音引起身體不舒服之症狀以失眠佔59.65%最多，其次為頭痛佔21.05%；至於在心理反應方面，當「情緒不好」及「睡覺」時，對噪音感

覺特別心煩，因此民眾對噪音之感受尚受時間、情緒等因素之影響。

劉貴雲（民 73）以 60 名大學生為研究對象，研究結果發現噪音位準在 75dB(A)時，超過半數有心跳加速、收縮壓及舒張壓上升等生理反應出現，其陽性率分別為 68.33%、75.00%及 61.67%，至於二分鐘之暫時性聽力損失（TTS₂）陽性率為 60.00%。高慧娟（民 81）以高商女學生為研究對象，研究噪音對血壓等心血管生理方面之影響，當暴露在 85dB(A)的高噪音下，會使心跳數、收縮壓顯著增加。

洪百薰（民 74）以國中一年級 152 名學生為研究對象，實驗結果在學生對噪音感覺吵的感受性方面有 50%的受試者呈現陽性反應的限閾值，亦即 LD₅₀（50 percent lethal dose）為 75dB(A)，對噪音容忍度之 LD₅₀為 95dB(A)，其中容忍度以男性高於女性，感受性則無性別差異。劉貴雲（民 73）以大學生為研究對象，當受試者曝露於噪音環境下，客觀測量各項生理反應，其結果包括：心跳加速、收縮壓上升、舒張壓上升，其相對之 LD₅₀則分別為 72.09dB(A)、71.83dB(A)和 73.66dB(A)。

Melamed, Froom, Estela, & Ribak (1997) 研究 1455 位男性與 624 位女性勞工暴露在工業噪音下，其噪音量、噪音干擾度與血脂肪之間的關係，研究結果顯示男性小於 44 歲者曝露於高噪音量者 (>80 dB(A)) 比曝露於低噪音量者的膽固醇(cholesterol)與三酸甘油脂(triglycerides)均較高。而長期曝露於噪音下除造成聽力損失以外，尚有許多非聽力的生理性影響，例如心血管方面的影響、行為和成就表現的影響、干擾睡眠以及妨礙溝通等 (Dejoy, 1983, 1984; Gunn, 1978; Kiellberg, 1990, Knipschild, 1977)。

Chen Tsan-ju, Chen Shun-Sheng, Hsieh Pei-Yin, & Chiang Horn-Che (1997) 研究機場附近居民之聽力損失的情形，研究發現其中住處離機場較近並經常暴露於機場噪音之居民，聽力明顯降低，尤其是在 4 KHz，聽力的分貝數顯著高於住處離機場較遠之居民。江武忠（民 80）調查航空噪音對屏東機場周圍學校教師之影響調查研究中，約有 42% 教師認為航空噪音對其生理會造成影響，其中主要為聽力損失、耳鳴及容易疲勞；而教師對噪音之厭煩反應與其自覺性生理影響有顯著相關。

黃乾全（民 71）以問卷調查台北市噪音問題較嚴重與較寧靜之國中小學生主觀認為學校噪音對其心理、情緒方面之影響，結果顯示吵校學生由於外界噪音而感覺心煩、不能集中精神聽課及影響學習效果之比率皆高於靜校學生。

劉貴雲（民 73）以 60 名大學生為研究對象，實驗結果發現噪音位準 80dB(A) 為多數人首次出現心煩反應之界限。

在喻台生（民 75）之研究中，以語意分析法（SD 法）調查 150 名國小六年級學童，對噪音影響心理部分之聯想語有煩、緊張、生氣、可惡……等字彙。

由上述文獻可知噪音對於人體生理之影響，包括聽力降低、頭痛、耳朵不適以及心血管方面之影響；在噪音引起的心理反應方面，則包括煩躁、緊張、容易發怒、以及造成壓力等。

參、噪音對教學的影響。

黃乾全教授（民 71）研究調查台北市噪音問題較嚴重與較寧靜之國中小學學生，在思考作業能力方面，無論吵靜學校，國小學生對於作業量及誤算數（正確性）方面皆顯出靜情況下之成績優於吵情況，但國中學生則無顯著差異，此結果表示國小階段學生的思考作業較容易受到噪音的干擾。

林聰德（民 74）以問卷調查台北市內 194 所各級公立學校之校園噪音問題，在參與調查的教師中，有 58.3%認為噪音對其教學有明顯的干擾；在任教科目與感覺教學受到干擾之關係中，以文科（國文、英文、歷史、地理等）所佔之比例較高 24.6%，其次為理科（數學、物理、自然等）佔 20.4%，特科則為（體育、工藝、音樂等）17.0%；此外，調查中位於高分貝區之學生在「容忍力」、「聽課影響」、「閱讀與思考影響」方面的反應與噪音位準之高低有關，Leq 值愈高，則學生反應愈強烈。

黃乾全（民 76）以台北市國中小學各一所為研究對象進行噪音對學生學習基本能力影響之實驗研究中，結果發現國小學生之測驗成績受到中度（60dB(A)）噪音影響最大，其次才是高度（75dB(A)）噪音的影響，國中學生則不受高度、中度噪音的影響；在國小、國中學生受噪音干擾之課程科目方面，以重記憶、理解的科目為主，尤其是國中學生。

董貞吟（民 77）以國中二年級和國小四年級學生為研究對象，以修訂加州心理成熟測驗作為評量工具，探討交通噪音對學生作業表現的影響，結果發現國小方面，對照組學生在空間邏輯推理作業上顯著優於兩噪音暴露組，而 60dB(A)的噪音對於小學生在非語文性的數目、邏輯推理作業有妨礙。

喻台生(民78)調查台北縣內有噪音干擾反應之80所中、小學校，其中問卷調查結果部分，教師對目前噪音對其教學干擾方面，有94.5%的教師認為噪音已干擾其教學的進行。

吳聰能(民77)研究40名高職學生在各種不同噪音暴露下之工作表現(心算與珠算)，結果發現噪音暴露對工作表現有顯著的影響，當受試者暴露於60dB(A)的噪音時，珠算成績之錯誤率達35.28%；暴露於85及95dB(A)時珠算成績錯誤率分別達40.35%及46.95%；在心算成績方面，受試者暴露於60dB(A)、85dB(A)、90dB(A)，心算作業錯誤率分別為48.25%、53.25%和59.25%。高慧娟(民81)研究高商女學生在噪音暴露下之作業表現(心算及珠算)，結果心算成績在不同噪音組成之暴露(交通噪音、航空器噪音、工業噪音及白色噪音)有顯著差異，其中以暴露於工業噪音時之心算成績錯誤率最高，其次是白色噪音，在珠算方面則受人格特質之影響較大。

林怡君(民82)實地測量學校噪音量與問卷調查7所台南地區公立小學學生，對於現況中之噪音量的感覺及噪音量對其上課所造成的干擾，其中「干擾度」與噪音量之趨勢幾乎是相等的，即教室中靠近較大音源側之學生受噪音之干擾最為嚴重，而靠近較小音源側次之，室中央所受的干擾最小。

在噪音對於學習方面之影響上，由上可知當噪音達60dB(A)時即會影響學生作業成績之表現，並對學習造成干擾。根據本節文獻，因此本研究問卷之擬定包括教室噪音防制措施的實施對教師及學生在生理、心理、學習效果等方面之影響。

第二節 國內學校噪音防制效果之研究

學校應為寧靜的場所，但近年來因工商業發展之結果，許多學校也受到不悅耳的噪音干擾，使學生情緒不穩、疲勞，甚至影響學習。為有效解決校園噪音問題，各縣市政府等相關單位皆著手進行各項有關噪音防制措施之研究與評估。

黃乾全（民 70）曾調查教室內關窗（窗玻璃厚度 5mm）時，音量可衰減約 10dB(A)，若再加上背膠窗簾更可達 15dB(A)左右。台北市政府環境保護局（民 79）調查發現一般教室之開、關窗音量衰減值在 3~6dB(A)之間，愈往高層衰減量越小。徐文哲（民 81）測試普通教室內外環境噪音結果，關窗較開窗對噪音傳播之衰減約高 5dB(A)。吳明洋、劉俊一、余忠和、徐廷珪（民 86）於民國 85 年調查高雄市 154 所學校噪音時，測量無噪音防制措施的教室其關窗時之衰減量為 10~14dB(A)。

郭宏亮（民 76）曾針對教室防音設施使用自然對流消音箱進行實驗研究，結果指出在噪音方面，外面噪音量 70dB(A)左右不必修改門窗，其室內噪音量可降至 50dB(A)，可達到防制噪音的效果。

喻台生（民 78）評估四種防音教室設計之效果，結果，第一種教室以原有窗戶加裝為雙層窗，兩邊窗戶加裝簡易通風消音箱，此種設計約可降低 20.9 分貝，但通風量較差，換氣量不夠；第二種設計保留原有木門窗及玻璃（3mm）加機械通風消音箱，隔音效果約可降低 19.2

分貝，通風量則較佳，對於室內溫度亦稍具調節作用；第三種設計以塑鋼防音門窗加機械通風消音箱，此種設計約可降低 23.6 分貝；最後一種設計為雙層防音窗加空調設備，約可降低 30.1 分貝，中央空調對室內空氣及溫度的調節效果最佳，但工程費高，且日後用電、維護費用也較高。

台北市環境保護局（民 80）評估台北市八所已設各項教室防音設施之高中、國中小學的防音成效，其中以隔音走廊的減音效果最高，其減音量可達 17.9 分貝，不過其改善經費亦是最昂貴的；此外，針對教師與學生對該校所設置之隔音設施之使用效果進行其主觀感受之調查，教師認為教室隔音效果為中等，學生則認為普通到高；在調查教師使用隔音設施時間（頻率）上，以隔音窗此類隔音設施之使用頻率較低，主要是由於隔音窗為可動式防音設施，教師為解決某些如通風問題，因而使用率較低；在通風情形上教師認為裝設隔音設備後，通風情況變得不佳或極不佳，學生則認為普通或佳；溫度升高的情形以隔音牆、隔音走廊之使用者認為較嚴重，雙層隔音窗次之，在主觀上教師認為溫度升高情形為普通到高，學生則認為普通。

江哲銘、賴榮平（民 81）探討高氣密性防音窗之透過損失值在 500 Hz 則有 25~30 dB 之衰減量。

目前國內學校所採行之各種噪音防制對策包括雙層窗、隔音窗簾、隔音窗等工程方法進行防音，不論學校採行上述何種防音措施，其音量衰減皆可達到 10dB(A) 以上，而防音技術需氣密性愈高才愈能達成防音的效果，因此伴隨教室防音措施之後所造成的問題則是教室環

境條件不良，其中以室溫升高、通風不佳為較重要的問題，當然如能使用空調設備，對於調節教室內的室溫及通風等環境條件是最好的方法之一，但其裝設、維護與日後之龐大電費支出對一般中小學而言是一大負擔。因此本研究希望在學校教室噪音防制措施實施前後除評估教室防音效果之外，並藉由測量教室其他環境條件之變化情形，配合師生之問卷，以探討教室噪音防制之整體成效。

第三章 研究方法

第一節 研究對象

本實驗研究立意選取台北市大安區龍安國小教師及學生為研究對象，該校位於台北市重要交通幹道上，四周道路環繞，東向隔民宅面臨建國南路二段，北向隔民宅面臨和平東路一段，學校正門西向面臨新生南路，南向面臨辛亥路高架橋，交通噪音干擾甚為嚴重。

實驗學校實施噪音防制措施之教室係該校面臨新生南路側二樓二年級教室，因二樓二年八班教室為最接近新生南路與辛亥路交叉口之教室，故以該教室為實驗教室，並以二樓二年級全體師生為問卷施測對象，本實驗研究對象計有學生二百五十名，教師八名。

第二節 研究設計

本研究因配合實驗學校之噪音防制措施，故以實施噪音防制措施之二樓教室及該教室的二年級教師和學生為實驗研究對象；此外由於噪音防制工程之限制，無法取得與實驗教室配對之控制組，故採取前實驗設計之單組前—後測設計。

本研究設計如下：

Y1 X Y2

X：教室噪音防制措施

Y1：前測，包括教室環境條件之測量和師生問卷前測

Y2：後測，包括教室環境條件之測量和師生問卷後測

第三節 研究工具

本研究使用之工具包括問卷及儀器測量二部分，茲分述如下：

壹、問卷設計

一、問卷設計：

問卷設計係依據本研究目的，參考國內相關研究之文獻而擬定教師及學生問卷，內容包括基本資料、教室環境噪音，並於後測問卷再加上對教室防音措施評價的問題。

1. 學生問卷：

學生問卷因考慮國小二年級學生之作答能力，故以二選一之方式讓學生回答。

(1) 第一部分為學生基本資料。

(2) 第二部分為教室環境噪音問題對學習相關因素之影響共 9 題。

(3) 第三部分為教室其他環境條件對學習相關因素之影響共 6 題。

(4) 後測增加六題以瞭解學生對教室噪音防制措施之認知與評價。

2. 教師問卷

- (1) 第一部分為教師基本資料。
- (2) 第二部分為教室環境噪音問題共 8 題，1-6 題為噪音對其教學之影響，第 7 題為噪音對生理之影響，第 8 題為噪音對心理之影響。
- (3) 第三部分為教室環境條件共 5 題，其中 1-3 題為影響教室通風之因素，第 4 題為教室環境條件對生理之影響，第 5 題為教室環境條件對心理之影響。
- (4) 後測增加四題以瞭解教師對教室噪音防制措施之評價。

二、內容效度修正：

問卷初稿擬定之後，先請龍安國小一年級教師針對問卷之問題、語氣提供建議，經初步修正後再邀請教育及噪音等相關領域之專家（附錄一），針對問卷內容的適用性及涵蓋面進行內容效度評定。

三、信度考驗：

問卷修訂後，以龍安國小二年九班、十班二名教師及六十二名學生進行預試，並進行信度考驗。

學生問卷之預試資料依環境條件進行內部一致性考驗（Cronbach α Test），教室環境噪音問題部分 Cronbach α 值為 0.64，其他教室環境條件部分 Cronbach α 值為 0.70。

貳、測量方法及儀器

一、教室背景資料及測點位置

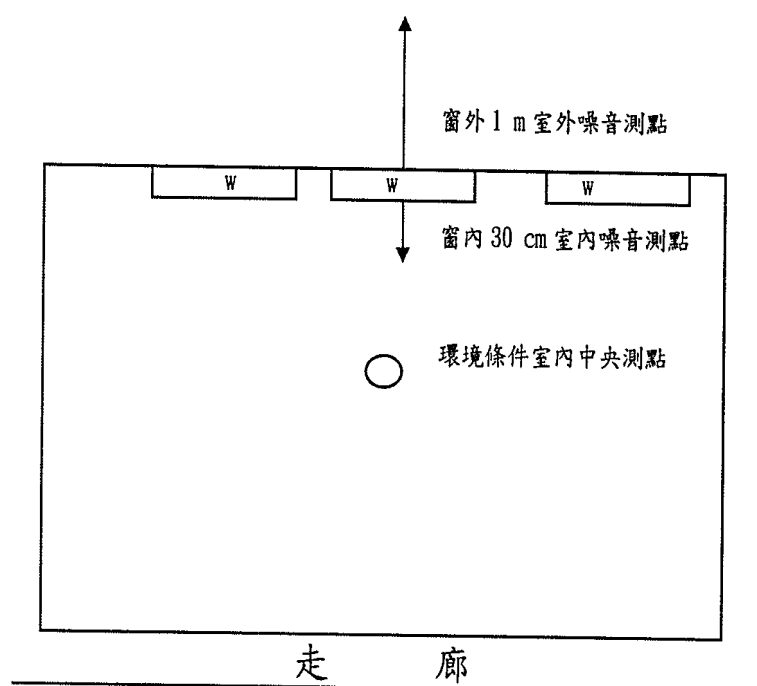
1. 教室背景資料：

(1) 實驗教室位置：位於新生南路與辛亥路交叉口之教室。(見附錄五)

(2) 教室大小：長、寬、高分別為 9.15m、7.85m、3.5m。

(3) 學生人數：32 人。

2. 教室噪音測點：教室內外水平測點分別為二樓教室道路音源側窗台內三十公分和窗台外一公尺，垂直測點高度為 110 公分，頻率之測定位置與音量相同。



W：窗戶

圖 3-1 教室環境條件測點位置

3. 教室環境條件測點：教室中央一點，垂直測點高度為 100 公分，接近學生坐時呼吸帶之高度。

二、測量項目

1. 噪音測量項目：

(1) 噪音測量項目：

含 L_{eq} 、 L_5 、 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 、 L_{95} 、 L_{max} 。

(2) 音量頻譜分析

31.5 Hz、63 Hz、125Hz、250 Hz、500 Hz、1 KHz、2 KHz、4 KHz、8 KHz。

以 A 加權分貝為測量單位，使用快特性，取樣時間 L_{max} 、 L_{eq} 為 0.01 秒， L_x 為 0.1 秒，測量時間為 10 分鐘，以 L_{eq} 、 L_x 為主要分析指標，並進行音量之頻率分析。

三、測量儀器

1. 噪音測量儀器：

(1) 噪音音量測定

使用 RION NL-14 型精密積分噪音計，同步測定實驗教室內外之音量，分析比較室內外之噪音位準，並以 CP-10 型列表機印出結果。

(2) 音量頻譜分析

頻譜分析測定，使用 RION NA-29 型實時間噪音分析儀及 RION SA-27

型 1/1 音度實時間頻帶分析儀，同時測定教室內外各個頻率之噪音位準。

2. 教室環境條件測量儀器：

(1) 濕度、風速之測定：

使用 TESTO 452，測量風速、相對濕度等測值。

(2) 二氧化碳之測定：

使用 Telaire 1050 型直讀式儀器，測定上課及下課時之 CO₂ 濃度(ppm) 變化，並記錄其濃度值。

(3) 乾、濕球溫度之測定：

使用 August 乾濕溫度計測定乾濕球之溫度，並配合風速，以計算感覺溫度。連續測定上課及下課時各項變化，並記錄其值。

四、測量步驟

1. 噪音測量步驟：

(1) 測量之前，先進行儀器校正及測量人員儀器操作訓練，使之熟悉儀器操作與組合方式。

(2) 以 SA-27 一台連接 NL-14 一台，並將 NL-14 之麥克風以延長線連接繞至教室窗台外 1M 固定，以測量教室外音量、頻率。

(3) 另以 NA-29 一台與另一台 NL-14，在教室內側距離窗戶 30cm 處測量教室內音量、頻率；將四台噪音計架設完畢後，同時按下四台儀器

開關，以同時間測量教室內外之噪音量及頻率。

(4)測量情境：

以學生不在教室時進行噪音測量；並控制開關窗以瞭解教室內外噪音量，與教室窗戶之衰減音量。

2. 教室環境條件測量步驟：

(1)以不妨礙教室學生上課為原則，將儀器架設於教室中央，並每 10 分鐘記錄測值。

(2)測量情境：在教室防音措施前後，為瞭解教室空氣品質之變化情形，主要以開校內一側窗、未開電扇為測量情境；測量時皆有學生在教室上課。

上述之測量情境皆避開雨天。

3. 問卷施測步驟：

因問卷施測對象為國小二年級學生，為避免學生有看不懂的情形，故由研究者或教師逐題唸出，學生再作答，以減少學生誤解之情形發生。

第四節 資料處理與分析

研究資料以 SPSS for WINDOW 統計軟體進行統計分析，進行各變項間的統計處理。

一、以圖表方式描述實驗教室在不同實驗情境下，教室環境條件之變化情

形。

二、以頻率 (Frequency) 探討教室環境條件對教師學生自覺性生理和心理方面的影響。

三、交叉表 (Crosstabulation) :

探討學生基本資料與學習相關因素等變項之間的關係。

四、配對 t 檢定 :

以配對 t 檢定教室噪音防制措施實施前後教室環境條件對學生學習相關因素之變化情形。

五、配對觀察值魏可遜檢定 (Wilcoxon test for paired observation) :

因教師人數只有八人故採無母數統計之魏可遜檢定教室噪音防制措施實施前後，教室環境條件對教師生理、心理之影響情形。

第四章 結果與討論

第一節 不同實驗情境教室環境噪音之 變化情形

本研究實驗情境以控制開關窗之不同情境，做為教室噪音防制措施實施前之基準，並同時比較防音措施實施之前教室內外之音量。目前我國環境音量標準採用均能音量為作為評估指標，因此本研究結果先就均能音量 (L_{eq}) 作一評估，再分別就時間率音量位準 (L_x) 與噪音頻率特性三部分加以探討。

表 4-1 為教室防音措施實施前所測量之噪音位準，測量情境為音源側窗戶全開，測量結果當教室開窗時室外平均均能音量為 72.5dB(A)，室內為 68.8dB(A)，平均衰減量只有 3.7dB(A)。在平均室外均能音量方面與林聰德 (民 74) 於民國 74 年測量龍安國小室外噪音量為 77.9dB(A) 以及王世傑、陳啟光、邱桂英、郭國鑫 (民 86) 85 年 8 月 6 日於龍安國小路邊監測日間音量為 72.8 dB(A) 之結果相近，不論是在民國 74 年、85 年或是本研究所測定之噪音量皆已超出環境音量標準中第二類管制區日間均能音量之標準 60 dB(A) 甚多。

此外，見表 4-1 之 L_{eq} 值為 72.5dB (A) 與 L_{50} 值 71.1 dB(A) 相近，表示實驗教室外之噪音為穩定之噪音；在 L_5 - L_{95} 之 90 % range 的上下限值 (76.9~65.3 dB(A)) 其差距為 11.6dB(A)，至於 80 % 的上下限值 (75.6~66.1 dB(A)) 之差距為 9.5 dB(A)，表示教室外之噪音變動幅度較小，可能行駛車輛間隔較小，及交通流量較大且穩定之關係。在黃乾全、

劉志堅、詹炯淵(民74)調查高架道路噪音現況之研究中，90%、80%range之上下限值其差距分別為9~11dB(A)及6~8 dB(A)，因本研究測量教室地點靠近辛亥路高架橋，交通流量相當大，因此本研究實驗教室除新生南路外，受到高架橋之交通噪音影響亦不小；在室內L5上限值方面平均為72.1dB(A)（見表4-1），亦超出日本文部省學校環境噪音之上限值65dB(A)；整體而言，該實驗教室之室外噪音已超出我國環境音量標準。

表 4-1 前測教室內外噪音位準(音源處開窗) 單位：dB(A)

室外測值 (室內測值) (衰減量)	測量 項目 (衰減量)	Leq	Lmax	L5	L10	L50	L90	L95
13:00-13:10 (全開窗)		72.8 (69.2) (3.6)	83.1 (79.3) (3.8)	77.6 (73.8) (3.8)	76.2 (72.5) (3.7)	71.0 (67.5) (3.5)	65.8 (63.0) (2.8)	65.0 (62.3) (2.7)
13:10-13:20		72.6 (68.9) (3.7)	83.7 (81.4) (2.3)	77.1 (73.3) (3.8)	75.8 (71.9) (3.9)	71.5 (67.5) (4.0)	64.9 (62.4) (2.5)	63.9 (61.4) (2.5)
13:20-13:30		72.6 (68.6) (4.0)	81.7 (78.2) (3.5)	76.4 (72.4) (4.0)	75.4 (71.4) (4.0)	71.4 (67.2) (4.2)	68.1 (63.7) (4.4)	67.5 (63.1) (4.4)
13:30-13:40		72.4 (68.6) (3.8)	84.4 (80.0) (4.4)	76.5 (72.4) (4.1)	75.3 (71.3) (4.0)	70.7 (67.2) (3.5)	66.0 (63.2) (2.8)	65.2 (62.6) (2.6)
13:40-13:50		72.2 (68.5) (3.7)	84.9 (80.1) (4.8)	76.6 (72.8) (3.8)	75.4 (71.5) (3.9)	71.0 (67.4) (3.6)	64.8 (62.2) (2.6)	64.0 (61.6) (2.4)
平均		72.5 (68.8) (3.7)	83.7 (79.9) (3.8)	76.9 (72.1) (4.8)	75.6 (71.7) (3.9)	71.1 (67.4) (3.7)	66.1 (62.9) (3.2)	65.3 (62.2) (3.1)

註：日期：87.01.13（星期二） 天氣：陰天 測定教室：二年八班（一般鋁窗）

從表 4-2 及圖 4-1 可看出，教室噪音防制措施實施前所測量之噪音頻率分佈情形，當測量情境為教室音源側開窗時，教室內外音量衰減以1000~8000Hz 之衰減量最多，雖然教室未關窗，單距離衰減音量在2000Hz時即可達6.2 dB(A)，這與一般噪音防制以高頻率無法傳播太遠，故在噪

音防制上較容易衰減之結果相同；至於在中心頻率方面，室外噪音中心頻率在 500~2000Hz 之間，室內則在 500~1000Hz 之間，此結果顯示室外噪音仍以交通噪音為主，此結果與黃乾全（民 69）調查台北市 16 個行政區噪音分佈情形，在各測點中心頻率分佈在 250~2000Hz 之間，黃乾全、鄧家基、葉國樑、盧世昌、董貞吟（民 77）調查台北市第三類管制區（工商及住宅使用區）之噪音分佈情形，結果在中心頻率方面多集中於 125~4000Hz 之間，與台北市政府環保局（民 79）調查學校環境噪音之頻率分佈在 500~2000Hz 之結果相似，主要的噪音來源以交通車輛為主。

表 4-2 前測教室內外頻率分佈(音源處開窗) 單位：dB

室外 測值 (室內 測值) (衰減量) 時間	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	AP
13:10	38.2 (33.3) (4.9)	51.3 (48.7) (2.6)	56.0 (54.7) (1.3)	62.9 (61.6) (1.3)	66.1 (64.9) (1.2)	67.7 (63.5) (4.2)	67.2 (61.0) (6.2)	61.0 (56.8) (4.2)	52.2 (47.7) (4.5)	72.8 (69.5) (3.3)
13:20	38.1 (32.7) (5.4)	49.4 (47.8) (1.6)	55.2 (54.0) (1.2)	63.0 (61.4) (1.6)	65.4 (64.0) (1.4)	67.6 (63.7) (3.9)	66.8 (60.8) (6.0)	61.1 (56.7) (4.4)	53.1 (48.4) (4.7)	72.5 (69.2) (3.3)
13:30	39.1 (33.4) (5.7)	50.1 (47.7) (2.4)	55.2 (53.9) (1.3)	63.4 (60.8) (2.6)	65.7 (63.8) (1.9)	67.6 (63.3) (4.3)	66.5 (59.9) (6.6)	61.7 (56.4) (5.3)	52.0 (47.1) (4.9)	72.6 (68.8) (3.8)
13:40	38.7 (32.8) (5.9)	48.9 (46.6) (2.3)	55.5 (54.4) (1.1)	62.4 (61.2) (1.2)	65.2 (63.9) (1.3)	67.3 (63.1) (4.2)	66.8 (60.7) (6.1)	61.0 (56.9) (4.1)	52.9 (48.6) (4.3)	72.3 (69.0) (3.3)
13:50	38.1 (33.0) (5.1)	50.2 (48.3) (1.9)	55.8 (54.1) (1.7)	62.1 (61.0) (1.1)	65.8 (64.2) (1.6)	67.1 (63.1) (4.0)	66.2 (60.1) (6.1)	60.4 (56.2) (4.2)	51.9 (47.2) (4.7)	72.2 (68.9) (3.3)
平均	38.5 (33.0) (5.5)	50.1 (47.9) (2.2)	55.6 (54.2) (1.4)	62.8 (61.2) (1.6)	65.7 (64.2) (1.5)	67.5 (63.3) (4.2)	66.7 (60.5) (6.2)	61.1 (56.6) (4.5)	53.2 (47.8) (5.4)	72.5 (69.1) (3.4)

註：日期：87.01.13（星期二） 天氣：陰天 測定教室：二年八班（一般鉛窗）

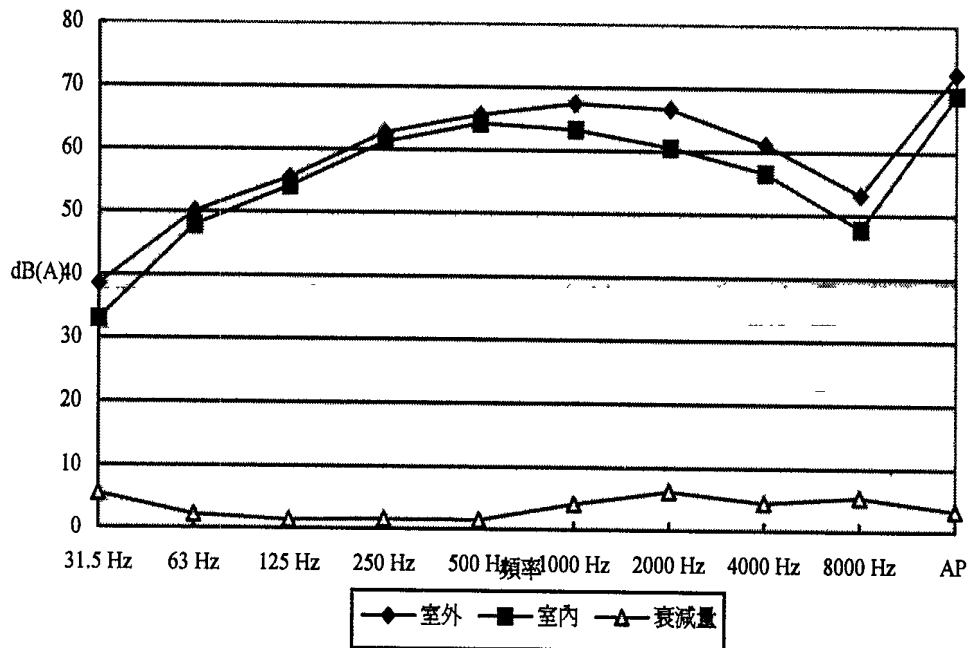


圖 4-1 教室噪音防制措施實施前-音源處開窗之頻率分佈

表 4-3 為教室噪音防制措施實施前所測量之噪音位準，測量情境為全關窗，以評估原先教室窗戶之衰減量。教室關窗時室外平均均能音量為 72.8dB(A)，室內為 61.1dB(A)，平均衰減量為 11.7dB(A)，此與黃乾全教授（民 70）調查教室關窗時音量衰減量為 10dB(A)，施鴻志（民 74）調查一般鋁門窗開關窗的衰減量在 10dB(A)，以及台北市政府環保局（民 79）調查北市 49 所學校，約 70%以上教室在關閉門窗後教室音量在 56~60dB(A)的結果相近。

表 4-3 前測教室內外噪音位準（全關窗） 單位：dB(A)

室外測值 (室內測值) (衰減量) 時間	測量 項目	Leq	Lmax	L5	L10	L50	L90	L95
14:10-14:20		72.5 (61.1) (11.4)	86.9 (73.8) (13.1)	77.0 (65.2) (11.8)	75.4 (63.8) (11.6)	70.8 (59.8) (11.0)	66.0 (56.5) (9.5)	65.2 (55.8) (9.4)
14:20-14:30		72.8 (60.9) (11.9)	85.4 (73.0) (12.4)	77.0 (64.6) (12.4)	75.7 (63.4) (12.3)	71.5 (60.0) (11.5)	66.3 (56.2) (10.1)	65.6 (55.6) (10.0)
14:30-14:40		73.1 (60.9) (12.2)	84.6 (72.8) (11.8)	77.9 (65.4) (12.5)	76.3 (63.7) (12.6)	71.4 (59.5) (11.9)	65.2 (55.1) (10.4)	64.2 (54.1) (10.1)
14:40-14:50		72.9 (61.0) (11.9)	85.4 (71.2) (14.2)	77.4 (64.8) (12.6)	76.0 (63.8) (12.2)	71.5 (60.1) (11.4)	65.3 (55.7) (9.6)	64.3 (54.7) (9.6)
14:50-15:00		72.8 (61.6) (11.2)	85.5 (73.1) (12.4)	77.1 (65.2) (11.9)	76.0 (64.2) (11.8)	71.4 (60.5) (10.9)	66.2 (56.9) (9.3)	65.4 (56.3) (9.1)
平均		72.8 (61.1) (11.7)	85.6 (72.9) (12.7)	77.3 (65.0) (12.3)	75.9 (63.8) (12.1)	71.3 (60.0) (11.3)	65.8 (56.1) (9.7)	65.0 (55.4) (9.6)

註：日期：87.01.13（星期二） 天氣：陰天 測定教室：二年八班（一般鋁窗）

噪音防制措施實施前，在教室關窗時，教室內外噪音中心頻率方面，測定結果皆分佈在 500~2000Hz 之間（表 4-4），與教室未關窗時教室內外噪音中心頻率分佈相同，此與黃乾全、劉志堅、詹炯淵（民 74）調查台北市建國南北路兩側之交通噪音，其中心頻率分佈在 125~4000Hz 之間，本研究結果噪音中心頻率皆在此範圍之內可說是典型交通噪音頻率分佈的型態。

從表 4-4 及圖 4-2 可看到教室防音措施實施前所測量之噪音頻率，測量情境為全關窗時之頻率分佈情形，關窗後室內外衰減量以 500~8000Hz 之間最高，皆可達 11dB 以上，其中以 2000Hz、4000Hz 及 8000Hz 之衰減量較高，分別為 14.1dB、16.3dB、13.2dB，從圖 4-2 可看到 4000Hz 之衰減量為各頻率衰減量中最高的。

整體而言，音量衰減較高之頻率集中在 500~8000 Hz，500~1000Hz 之衰減量為 11.3~11.7dB，而 2000Hz ~ 4000Hz 之衰減量則為 14.1~16.3 dB，音量衰減情形較佳的皆位於較高頻帶；在平均衰減量方面為 10.9dB。如果當教室外噪音量在 70 dB(A)以下時，一般教室鋁窗在高頻率方面之衰減，已相當具有阻隔噪音之效果，並可使教室內噪音降到 60 dB(A)以下。

表 4-4 前測教室內外頻率分佈 (全關窗) 單位：dB

室外 測值 (室內 測值) (衰減量)	測 量 項 目	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	AP
		Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
14:10-14:20		39.3 (31.4) (7.9)	50.9 (46.1) (4.8)	54.3 (51.5) (2.8)	62.1 (55.8) (6.3)	65.8 (54.3) (11.5)	67.5 (56.5) (11.0)	66.9 (52.9) (14.0)	60.6 (44.4) (16.2)	51.5 (39.1) (12.4)	72.4 (61.8) (10.6)
14:20-14:30		39.1 (31.2) (7.9)	51.3 (45.5) (5.8)	54.0 (51.3) (2.7)	62.7 (55.6) (7.1)	66.3 (54.2) (12.1)	67.7 (56.1) (11.6)	67.0 (52.6) (14.4)	61.0 (44.4) (16.6)	52.5 (39.1) (13.4)	72.7 (61.5) (11.2)
14:30-14:40		38.5 (30.7) (7.8)	50.9 (45.5) (5.4)	54.5 (50.9) (3.6)	63.2 (55.5) (7.7)	66.5 (54.6) (11.9)	68.0 (56.4) (11.6)	67.2 (52.8) (14.4)	61.1 (44.1) (17.0)	52.1 (39.1) (13.0)	72.9 (61.6) (11.3)
14:40-14:50		39.4 (31.7) (7.7)	51.6 (46.2) (5.4)	54.6 (51.8) (2.8)	63.0 (55.8) (7.2)	66.0 (54.1) (11.9)	67.8 (56.1) (11.7)	67.2 (53.0) (14.2)	61.3 (44.6) (16.7)	52.7 (39.1) (13.6)	72.8 (61.7) (11.1)
14:50-15:00		38.5 (30.9) (7.6)	50.3 (45.0) (5.3)	54.2 (52.3) (1.9)	62.7 (55.9) (6.8)	65.8 (54.9) (10.9)	67.9 (57.2) (10.7)	67.1 (53.8) (13.3)	61.2 (45.6) (15.6)	52.6 (39.3) (13.3)	72.7 (62.3) (10.4)
平均		39.0 (31.2) (7.8)	51.0 (45.7) (5.3)	54.3 (51.6) (2.7)	62.8 (55.7) (7.1)	66.1 (54.4) (11.7)	67.8 (56.5) (11.3)	67.1 (53.0) (14.1)	61.0 (44.7) (16.3)	52.3 (39.1) (13.2)	72.7 (61.8) (10.9)

註：日期：87.01.13 (星期二) 天氣：陰天 測定教室：二年八班 (一般鋁窗)

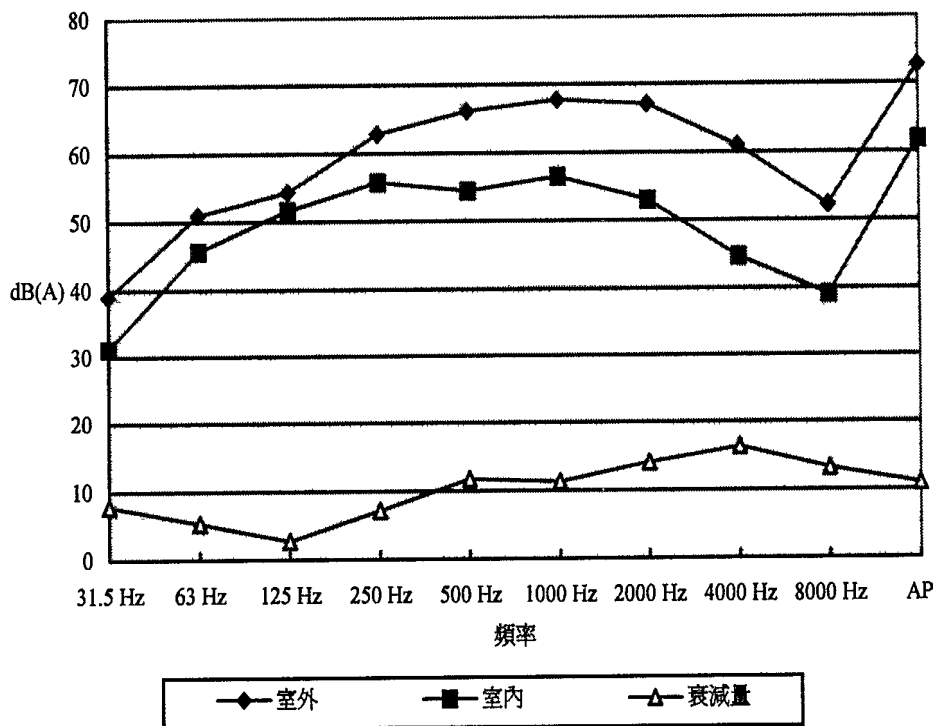


圖 4-2 教室噪音防制措施實施前-音源處關窗之頻率分佈

第二節 教室噪音防制措施實施後教室環境噪音之變化情形

實施噪音防制措施之後，對於教室內噪音衰減與其他教室環境條件之改變情形，茲分成二部分探討，首先討論教室環境噪音之變化情形。

壹、教室防音措施實施後教室環境噪音之變化情形

一、教室噪音防制措施實施後教室內外環境噪音之變化情形

原先教室為一般鋁窗玻璃，室外噪音平均均能音量為 72.8dB(A)，室內為 61.1dB(A)，其平均衰減量為 11.7dB (A)，室外最大音量平均為 85.6 dB(A)，室內為 72.9 dB(A)，其平均衰減量為 12.7 dB(A)。(見表 4-5)

表 4-5 前後測教室內外噪音位準 單位：dB(A)

測量項目	前測		後測		後測-前測	
	Leq	Lmax	Leq	Lmax	Leq	Lmax
室外	72.8	85.6	71.4	88.9	-	-
室內	61.1	72.9	52.6	70.0	-	-
衰減量	11.7	12.7	18.8	18.9	7.1	6.2

噪音防制措施實施後之防音教室（防音窗+消音箱），室外噪音平均均能音量為 71.4dB(A)，室內平均均能音量為 52.6 dB(A)，其平均衰減量為 18.8 dB(A)；如與原先無噪音防制措施教室之噪音平均衰減量（11.7dB(A)）比較，其差異為 7.1dB(A)（表 4-5）；在頻率方面，噪音防制措施實施後以 500~8000Hz 之衰減量最高，分別衰減 20.3dB、20.1 dB、20.3dB、22.4dB、及 21.0dB，皆達 20dB 以上，與噪音防制措施實施前之頻率衰減比較，不論前測或後測皆是以 4000Hz 之衰減量最高（見表 4-7、圖 4-3）。黃乾全（民 74）針對高架道路噪音現況之調查研究中，關窗時，室內外之主要頻率在 125~2000Hz 或 4000Hz 之間，頻率衰減量中以 1000~2000 Hz 間之效果最佳；吳明洋、劉俊一、余忠和、徐廷珪（民 86）調查高雄市 154 所學校噪音，測量無防音措施教室關窗時之衰減量為 10~14dB(A)，塑鋼防音教室衰減音量在 17~24dB(A)，兩者相差約 9dB(A)，其中塑鋼防音效果在 1000~4000kHz 間效果最佳，與本研究結果相近。並且防音措施實施後室內平均均能音量為 52.6 dB(A)，符合我國教育部建議之值 60 dB(A)。

表 4-6 後測教室內外噪音位準 單位：dB(A)

時間	測量項目 (室內測值) (室外測值) (表減量)	Leq	Lmax	L5	L10	L50	L90	L95
		14:40-14:50 (全開窗)	71.9 (52.0) (19.9)	89.1 (69.8) (19.3)	76.4 (56.0) (20.4)	74.6 (54.6) (20.0)	69.4 (50.3) (19.1)	61.7 (45.4) (16.3)
14:50-15:00	71.9 (53.6) (18.3)	90.9 (71.5) (19.4)	76.0 (56.8) (19.2)	74.2 (54.9) (19.3)	69.3 (50.4) (18.9)	62.4 (45.8) (16.6)	61.8 (45.3) (16.5)	
15:00-15:10	71.0 (51.7) (19.3)	87.4 (67.7) (19.7)	75.5 (55.3) (20.2)	74.2 (54.2) (20.0)	69.7 (50.8) (18.9)	62.5 (46.1) (16.4)	61.5 (45.3) (16.2)	
15:10-15:20	70.7 (52.7) (18.0)	87.1 (67.2) (19.9)	75.1 (57.0) (18.1)	73.8 (55.9) (17.9)	68.8 (51.2) (17.6)	62.2 (46.5) (15.7)	61.1 (45.8) (15.3)	
平均	71.4 (52.6) (18.8)	88.9 (70.0) (18.9)	75.8 (56.3) (19.5)	74.2 (54.9) (19.3)	69.3 (50.7) (18.6)	62.2 (46.0) (16.2)	61.3 (45.2) (15.9)	

註：日期：87.04.18 (星期六) 天氣：晴天 測定教室：二年八班 (防音窗)

表 4-7 後測教室內外頻率分佈 單位：dB

時間	測量項目 (室外測值) (室內測值) (表減量)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	AP
		Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	
14:40-14:50 (全開窗)	37.8 (30.8) (7.0)	49.1 (38.8) (10.3)	55.0 (45.4) (9.6)	60.9 (45.6) (15.3)	65.0 (43.5) (21.5)	66.3 (45.5) (20.8)	66.4 (45.3) (21.1)	62.0 (38.5) (23.5)	53.6 (31.3) (22.3)	71.7 (52.3) (19.4)	
14:50-15:00	38.8 (31.1) (7.7)	49.1 (38.8) (10.3)	58.9 (50.2) (8.7)	62.4 (47.5) (14.9)	64.4 (43.3) (21.1)	66.0 (45.5) (20.5)	65.9 (45.0) (20.9)	60.9 (36.6) (24.3)	52.2 (30.4) (21.8)	71.6 (53.9) (17.7)	
15:00-15:10	37.8 (30.7) (6.6)	49.1 (38.0) (11.1)	53.9 (44.8) (9.1)	60.6 (46.1) (14.5)	64.2 (43.7) (20.5)	66.1 (45.9) (20.2)	65.3 (44.4) (20.9)	59.5 (35.4) (24.1)	50.3 (30.0) (20.3)	70.9 (52.1) (18.8)	
15:10-15:20	37.4 (30.8) (6.6)	48.7 (38.0) (10.7)	53.5 (44.5) (9.0)	59.5 (46.0) (13.5)	63.1 (44.8) (18.3)	65.8 (46.8) (19.0)	65.2 (46.6) (18.6)	60.4 (41.0) (19.4)	51.2 (31.9) (19.3)	70.6 (53.1) (17.5)	
平均	38.0 (30.9) (7.1)	49.0 (38.4) (10.6)	55.9 (46.9) (9.0)	61.0 (46.4) (14.6)	64.2 (43.9) (20.3)	66.1 (46.0) (20.1)	65.7 (45.4) (20.3)	60.8 (38.4) (22.4)	52.0 (31.0) (21.0)	71.2 (52.9) (18.3)	

註：日期：87.04.18 (星期六) 天氣：晴天 測定教室：二年八班 (防音窗)

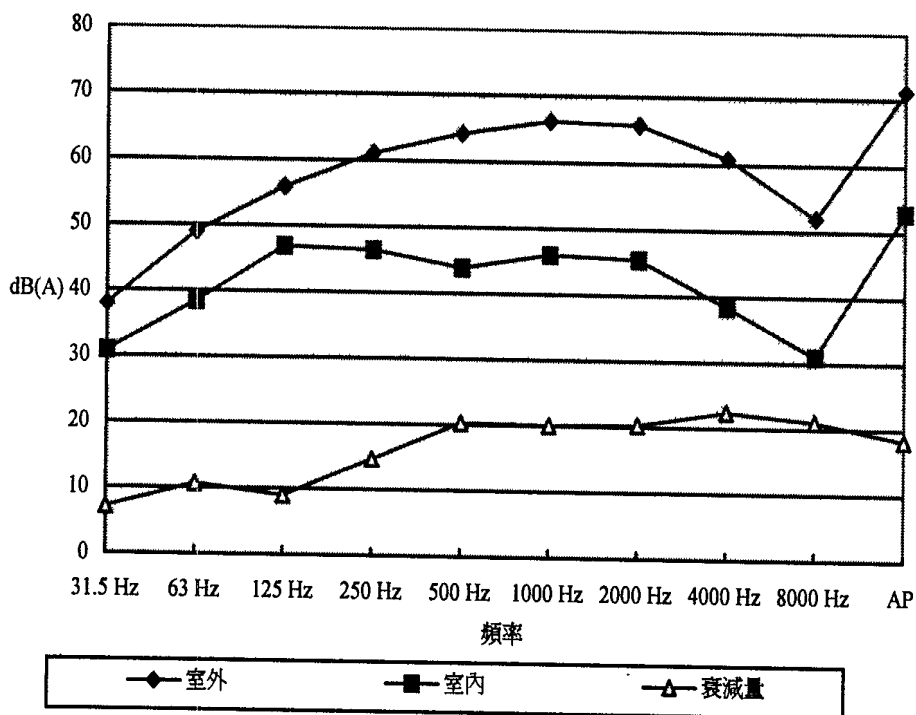


圖 4-3 教室噪音防制措施實施後-音源處關窗之頻率分佈

二、教室噪音防制措施實施後教室內環境噪音之評估

教室噪音防制措施實施後，除測量教室內外之噪音量外，本研究並評估教室內整體之環境噪音，此測量位置及方式乃參考守田榮(1974)針對教室內噪音評估的方式進行測量，教室的測量位置係首先將教室平均分為四等分後，在中央取一點進行測量，其餘四點則於距離牆壁 1m 處進行測量，共採五點以 NL-14 噪音計進行同步測定，測量時間為 20 分鐘，測量高度均為 110cm，測量位置如圖 4-4：

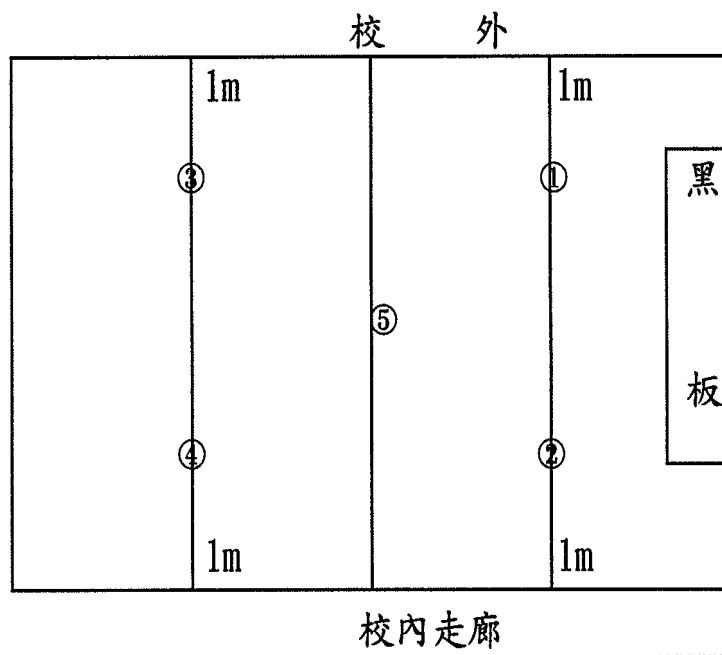


圖 4-4 教室內噪音測點位置

當教室噪音防制措施實施後，在教室全關窗，教室內無學生之情境下，教室內測量五點之均能音量 (L_{eq}) 分別為第①點，48.5dB(A)；第②點為 48.0 dB(A)；第③點為 48.4dB(A)；第④點為 47.4dB(A)；第⑤點為 47.9dB(A)；將五點平均後教室內之均能音量為 48.1dB(A)（見表 4-8），遠低於教育部所建議之標準值；此外教室內五點測值，最低為第④點位於教室靠校內走廊後側之測點，其均能音量為 47.4dB(A)，而五點中最高的是第①點位置靠近校外教室前方之測點，其均能音量為 48.5dB(A)；在教室前方第①與第②點位置之均能音量分別為 48.5dB(A)、48.0dB(A)，教室後側第③及第④點之均能音量分別為 48.4 dB(A)、47.4dB(A)，由教室內外側比較可知靠近校內一側較校外側之測值較低，而中央第⑤點（47.9dB(A)）除較第④點（47.4dB(A)）較高之外，均比其他第①、②、

③點為低；此外，這五點位置之測值彼此間相差不大，其標準差為0.44dB(A)，因此教室內之音量分佈相當平均，不因座位前後或左右而有太大之差異；至於在最大音量(Lmax)方面，靠近校內前側第②點測值61.6dB(A)最高，而以校內後側第④點測值57.0dB(A)最低，這可能是由於靠近校內有突發之音源發生，而第④點靠近校內一側則可能因為有運貨用電梯之遮蔽因此音量較低。

表 4-8 後測教室內噪音位準 (全關窗) 單位：dB(A)

測量 項目 測點位置	Leq	Lmax	L5	L10	L50	L90	L95
①	48.5	58.4	52.5	51.6	47.4	41.7	41.0
②	48.0	61.6	52.0	51.0	46.8	41.6	40.8
③	48.4	58.2	52.4	51.5	47.3	41.6	41.0
④	47.4	57.0	51.5	50.5	46.4	41.4	40.6
⑤	47.9	57.9	52.0	51.0	46.9	41.5	40.7
平均值	48.1	58.1	52.1	51.1	47.0	41.6	40.8
標準差	0.44	1.75	0.40	0.44	0.40	0.11	0.18

當教室噪音防制措施實施後，在教室全開窗，教室內無學生之情境下，教室內測量五點之均能音量(Leq)分別為第①點，62.0dB(A)；第②點為60.5dB(A)；第③點為61.2dB(A)；第④點為59.6dB(A)；第⑤點為60.8dB(A)（見表4-9）；當教室全開窗時除第④點低於60dB(A)外，其餘第①、②、③和第⑤點均超出60dB(A)，將五點平均之後教室內之平均均能音量為60.9dB(A)，高於表4-8教室全關窗時之五點平均均能音量48.1dB(A)約12.8dB(A)，並且亦高於教育部所建議之標準值(60dB(A))；

此外教室內五點測值，最低為第④點位於教室靠校內走廊後側之測點，其均能音量為 59.6dB(A)，而五點中最高的是第①點位置靠近校外教室前方之測點，其均能音量為 62.0dB(A)與表 4-8 之結果相同；至於教室前方第①與第②點位置之均能音量分別為 62.0dB(A)、60.5dB(A)，教室後側第③及第④均能音量則分別為 61.2dB(A)和 59.6dB(A)，由教室內外側比較可知，靠近校內一側較校外側之測值低，而中央第⑤點 (60.8dB(A)) 較教室內側之第②和第④點高，比其他第①、③點為低；當教室開窗時，這五點位置之測值彼此間相差較全關窗為大，其標準差為 0.88dB(A)，因此當教室全開窗時，教室內之音量分佈，可能因座位前後或左右而有些微之差異；至於在最大音量 (L_{max}) 方面其標準差為 3.13dB(A)除比 L_{eq} 之標準差較大之外，與全關窗時之 L_{max} 比較相差約 1.38dB(A)，而其中以靠近校外後側第③點 77.1dB(A)最高，而以校內後側第④點 69.2dB(A)最低，這可能是由於靠近校外之交通噪音所造成，並且第③點是五點中最靠近辛亥路口之位置。

表 4-9 後測教室內噪音位準 (全開窗) 單位: dB(A)

測量項目 測點位置	L_{eq}	L_{max}	L_5	L_{10}	L_{50}	L_{90}	L_{95}
①	62.0	75.5	66.8	65.3	59.6	54.1	52.9
②	60.5	74.5	65.0	63.4	58.1	53.8	53.0
③	61.2	77.1	65.7	64.1	58.5	53.3	52.2
④	59.6	69.2	63.9	62.8	57.8	53.2	52.1
⑤	60.8	76.3	65.2	63.7	57.9	52.9	51.9
平均值	60.9	72.2	65.4	63.9	58.4	53.5	52.4
標準差	0.88	3.13	1.06	0.93	0.73	0.48	0.50

貳、教室噪音防制措施實施後教室環境條件之變化情形

一、教室噪音防制措施實施後教室環境條件之變化情形

表 4-10 是教室噪音防制措施實施前後，關校外一側窗、未開電扇所測得之溫濕度及二氧化碳之數值。測量結果，教室內之溫濕度主要是隨室外氣溫、氣候改變，前測氣溫分佈在 18.0~19.5℃，後測氣溫分佈在 23.5~24.5℃；濕度前測分佈在 66.2~73.2%，後測為 53.1~68.6%；風速前測分佈在 0.05~0.18m/sec，後測則在 53.1~68.6 m/sec；感覺溫度受溫濕度及風速之影響，前測感覺氣溫在 17.0~18.0℃，後測氣溫在 21.4~22.9℃；教室內二氧化碳濃度隨上課時間累積增加，下課時因學生外出、開窗而下降，整體上二氧化碳並未超過教育部建議值（1500 ppm），前測二氧化碳濃度分佈在 225~520 ppm 之間，後測在 250~648 ppm 之間。

表 4-10 教室環境條件前後測之變化情形

測量 情境 前測 (後測)	項目 時間	濕球	乾球	風速	感覺溫	濕度	二氧化碳
		溫度℃ 前測 (後測)	溫度℃ 前測 (後測)	m/s 前測 (後測)	度℃ 前測 (後測)	% 前測 (後測)	ppm 前測 (後測)
早自習 (早自習)	07:50	15.0 (20.0)	18 (24.0)	0.07 (0.05)	17.0 (22.3)	72.9 (65.0)	225 (250)
升旗外出 (早自習)	08:00	15.0 (20.0)	18 (24.0)	0.08 (0.05)	17.0 (22.3)	72.8 (65.0)	228 (306)
升旗外出 (早自習)	08:10	15.0 (20.5)	18 (24.5)	0.08 (0.06)	17.0 (22.6)	73.0 (65.1)	229 (342)
升旗外出 (早自習)	08:20	15.0 (20.5)	18 (24.5)	0.10 (0.08)	16.8 (22.6)	73.1 (62.7)	234 (423)

表 4-10(續 1) 教室環境條件前後測之變化情形

測量 情境 前測 (後測)	項目 時間	濕球	乾球	風速	感覺溫	濕度	二氧化碳
		溫度°C 前測 (後測)	溫度°C 前測 (後測)	m/s 前測 (後測)	度°C 前測 (後測)	% 前測 (後測)	ppm 前測 (後測)
學生回來 (早自習)	08:30	15.0 (20.5)	18 (24.5)	0.07 (0.08)	17.0 (22.6)	73.2 (63.0)	264 (425)
上課 (上課)	08:40	15.5 (20.5)	18.5 (25.0)	0.12 (0.07)	17.2 (22.9)	72.8 (61.8)	436 (530)
上課 (上課)	08:50	15.0 (20.5)	18.5 (24.5)	0.13 (0.08)	17.1 (22.6)	70.6 (65.2)	462 (480)
全開窗 (上課)	09:00	15.0 (20.5)	18.5 (24.5)	0.11 (0.07)	17.1 (22.6)	70.6 (65.0)	366 (424)
	09:10	15.0 (20.5)	18.5 (24.5)	0.05 (0.08)	17.4 (22.6)	69.8 (61.4)	452 (425)
	09:20	15.0 (19.5)	19.0 (24.5)	0.07 (0.06)	17.6 (22.3)	69.1 (55.4)	396 (362)
9:25 下課 (9:25 下課)	09:30	15.5 (18.5)	19.0 (24.5)	0.06 (0.06)	17.8 (21.9)	68.4 (53.1)	381 (444)
9:35 上課 (9:35 上課)	09:40	15.0 (18.5)	18.5 (24.5)	0.15 (0.09)	17.2 (21.9)	69.4 (52.8)	520 (565)
	09:50	15.0 (18.5)	19.0 (24.5)	0.07 (0.06)	17.6 (21.9)	69.7 (53.7)	338 (435)
	10:00	15.5 (19.0)	19.0 (24.5)	0.14 (0.10)	17.6 (21.9)	68.4 (57.8)	458 (648)
	10:10	15.5 (20.0)	19.0 (24.5)	0.13 (0.11)	17.6 (21.4)	68.1 (58.5)	516 (532)
10:15 打掃全開 窗 (同上)	10:20	15.0 (20.0)	19.0 (24.5)	0.13 (0.15)	17.5 (22.4)	68.8 (65.0)	350 (606)
10:30 上課	10:30	15.5 (20.0)	19.0 (24.0)	0.11 (0.27)	17.6 (21.9)	71.4 (65.5)	291 (488)

表 4-10(續 2) 教室環境條件前後測之變化情形

測量 情境 前測 (後測)	項目 時間	濕球	乾球	風速	感覺溫	濕度	二氧化碳
		溫度°C 前測 (後測)	溫度°C 前測 (後測)	m/s 前測 (後測)	度°C 前測 (後測)	% 前測 (後測)	ppm 前測 (後測)
	10:40	15.5 (20.0)	19.0 (24.0)	0.14 (0.11)	17.6 (22.0)	70.7 (65.3)	424 (525)
	10:50	15.5 (20.0)	19.0 (24.0)	0.11 (0.17)	17.6 (22.0)	69.1 (65.1)	350 (449)
前門開	11:00	15.5 (20.0)	19.0 (24.0)	0.14 (0.11)	17.6 (22.0)	68.4 (66.8)	422 (486)
11:10 下課	11:10	15.5 (20.0)	19.5 (24.0)	0.18 (0.40)	18.0 (21.5)	66.7 (66.6)	396 (444)
11:20 上課	11:20	15.5 (19.5)	19.0 (23.5)	0.10 (0.24)	17.6 (21.5)	67.4 (67.5)	349 (450)
	11:30	15.5 (19.5)	19.5 (23.5)	0.11 (0.08)	18.0 (21.8)	67.4 (68.6)	480 (504)
	11:40	15.5 (19.5)	19.5 (24.0)	0.11 (0.07)	18.0 (22.0)	66.7 (65.8)	479 (483)
	11:50	15.5 (20.0)	19.5 (24.0)	0.10 (0.11)	18.0 (22.1)	66.8 (64.4)	488 (490)
	12:00	15.5 (20.0)	19.5 (24.0)	0.16 (0.16)	18.0 (22.1)	66.2 (64.2)	458 (461)

註：

前測：班級：二年八班 日期：87年01月06日(二) 學生人數：31人
 教室情境：開校內一側窗、未開電扇(一般鋁窗) 天氣：陰轉晴天
 後測：班級：二年八班 日期：87年04月15日(三) 學生人數：31人
 教室情境：開校內一側窗、未開電扇(防音窗) 天氣：陰天

二、教室噪音防制措施實施後教室二氧化碳之變化情形

二氧化碳濃度於前測 8 點至 8 點 30 分較後測同時時間明顯較低是因前測同時學生外出升旗之故，除此特殊情形之外，後測二氧化碳濃度在各時間多高於相同實驗情境前測之值（見圖 4-5），但皆未超過教育部之建議值，前測分佈主要在 225~520 ppm 之間，後測分佈在 250~648 ppm 之間，這可能是因為前測防音措施實施前一般鋁窗玻璃厚度較薄、密閉性不高，且有縫隙，而防音措施實施後防音窗整體上氣密性較高，因此外界空氣較不易進入產生對流。

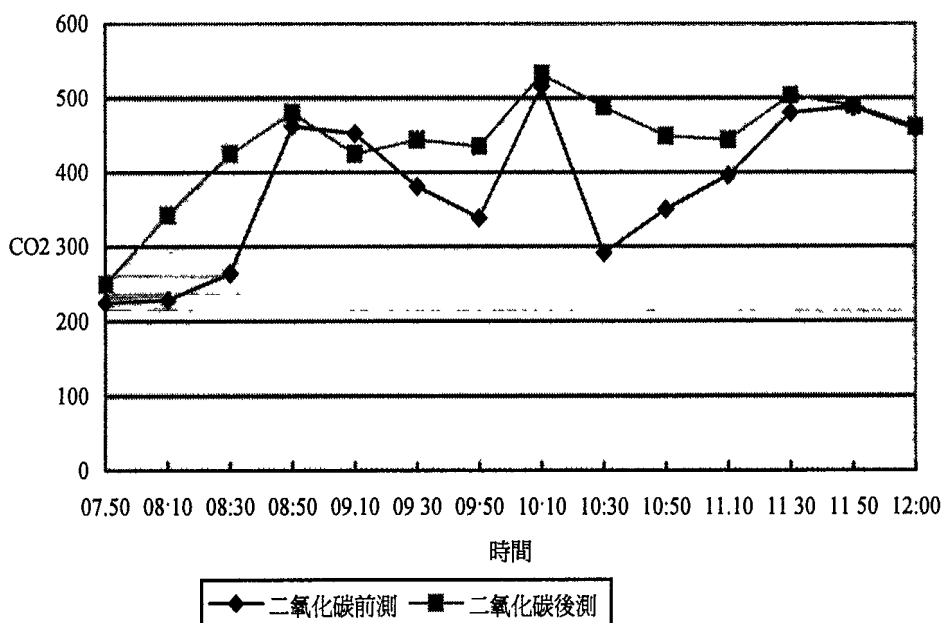


圖 4-5 教室二氧化碳前後測之變化情形

三、教室噪音防制措施實施後教室感覺溫度之變化情形

後測感覺溫度高於相同實驗情境前測之值，此乃後測時間為四月份，平均氣溫較前測一月份升高之故（見圖 4-6）。

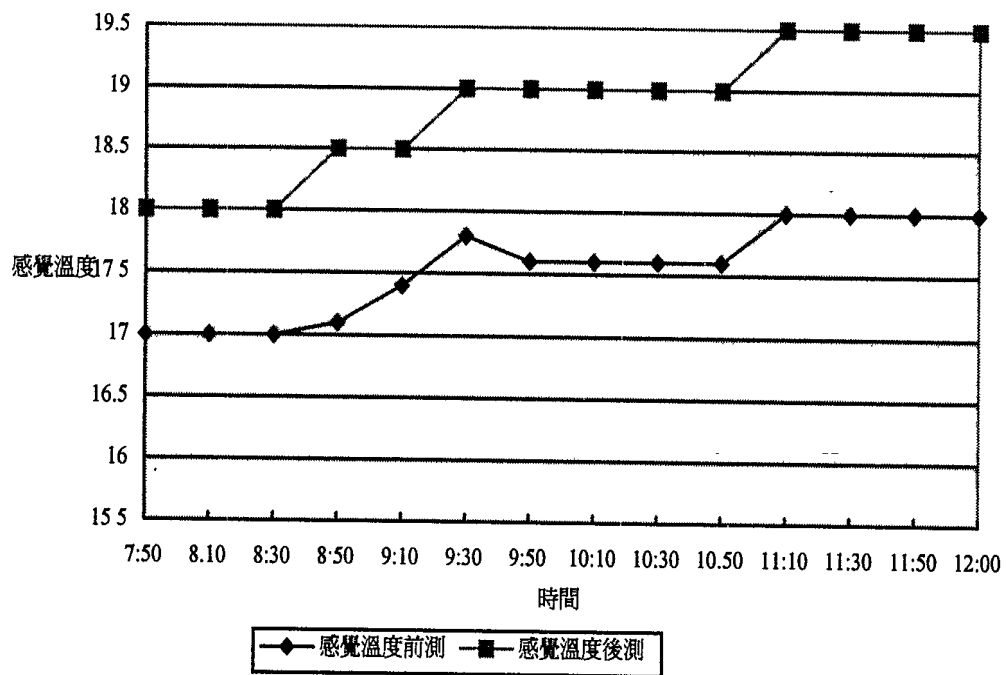


圖 4-6 教室感覺溫度前後測之變化情形

四、教室噪音防制措施實施後教室室溫之變化情形

後測教室室溫與感覺溫度相同亦高於前測相同實驗情境之室溫，此與後測測量時間為4月份氣候已進入春季型態有關（見圖4-7），整體氣溫較前測冬季氣溫為高。

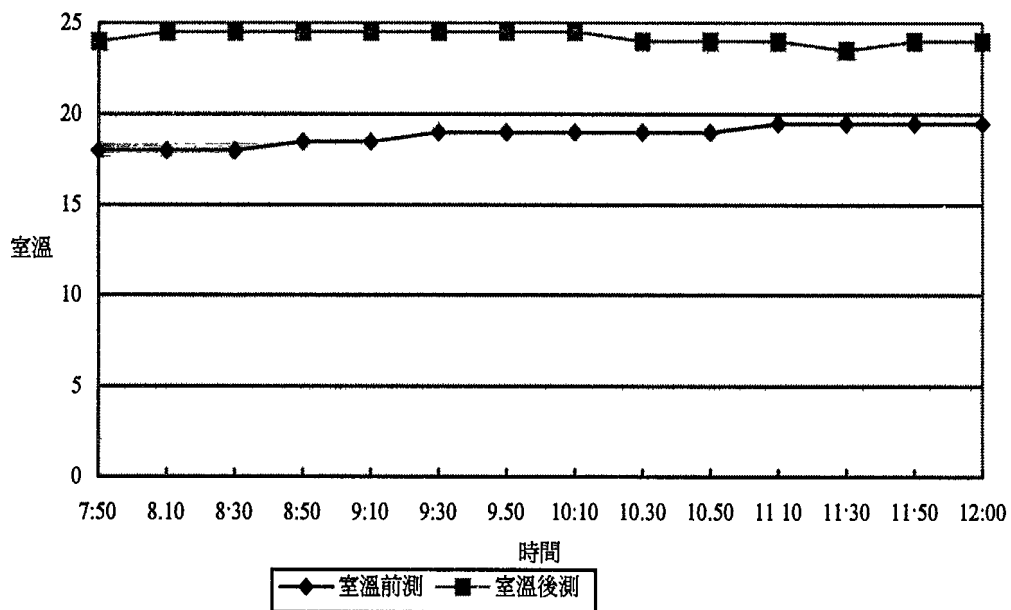


圖 4-7 教室室溫前後測之變化情形

第三節 教室噪音防制措施實施前後 教室環境噪音對教師自覺性生理、心理之影響

本節係教室噪音防制措施實施前後針對八位教師所進行的問卷調查結果，以下再分為教師之基本資料，教師對教室噪音問題之嚴重性與對其生理、心理之影響作一探討。

壹、教室噪音防制措施實施前後教師自覺性生理、心理影響

一、基本資料

1. 教師人數：二年級導師共 8 人。
2. 教師性別：皆為女性。
3. 教師服務年資：以在該實驗學校服務年資為主，最短 2 年最長為 12 年，八位教師平均服務年資為 4.875 年，見表 4-11。

表 4-11 二年級教師服務年資

服務年資	人數
二年	2 人
三年	2 人
四年	2 人
九年	1 人
十二年	1 人
合計	8 人

二、教師對教室噪音問題之嚴重性與對其自覺性生理、心理之影響

1. 教室噪音問題之嚴重性

在最主要影響教學之環境因素中，前測 8 位教師皆認為「教室周圍之環境噪音」為影響其教學之主要環境因素（見表 4-12）。

後測時，則仍有 7 位教師認為「教室周圍之環境噪音」為影響其教學之主要環境因素，只有一位教師認為「教室通風及換氣」是影響其教學之主要環境因素，這可能是因研究者未向教師強調在教室噪音防制措施後影響教學之主要因素為何之故，這可由表 4-23 中，教師對

噪音防制措施中防制校外噪音之評價相當高，而通風換氣效果之評價較差得知。

表 4-12 教師認為主要影響教學之環境因素

項目	前測人數(前測%)	後測人數(後測%)
1. 教室採光及照明	0 (0.0)	0 (0.0)
2. 教室通風及換氣	0 (0.0)	1 (12.5)
3. 教室周圍之環境噪音	8 (100)	7 (87.5)
合計	8 (100)	8 (100)

至於教師認為影響其教室安寧之噪音來源，可由表 4-13 得知，不論前後測，教師認為影響教室安寧的「噪音來源」，主要為「交通噪音」，前測共計有 8 人，後測為 7 人；其次是「校內外營建工程等」，前測共計有 7 人，後測為 6 人。台北市政府環保局（民 80）問卷調查台北 8 所學校 544 位教職員，有關學校的噪音來源，回答「校外一般車輛」的比率在 68.18~96.97 %之間；林聰德（民 74）問卷調查台北市中小學 194 校 970 位教師，各校之噪音來源以「交通噪音」為主，佔 58%；林怡君（民 82）調查台南地區公立小學之噪音現況，問卷調查教師干擾其上課之主要噪音來源為「校外交通噪音」（46%）及「學生活動之噪音」（46%）二項；雖然地區不同，但目前一般中小學校之主要噪音來源仍多為交通噪音。

表 4-13 影響教室安寧的「噪音來源」（複選）

噪音來源	人數	前測人數(%)	後測人數(%)
	1. 交通噪音	8	100%
2. 操場上學生活動的聲音	2	25.0%	12.5%
3. 隔壁教室上課之聲音（朗讀、音樂、工藝）	2	25.0%	50.0%
4. 校內外營建工程等	7	87.5%	75.0%
5. 鄰班老師使用麥克風聲	1	12.5%	25.0%

八位教師不論前後測皆會使用麥克風上課，見表 4-14，防音措施實施後，教室內音量已較前測為低，但似乎教師仍需使用麥克風上課；因此，進一步探討教師使用麥克風之原因，在前測以「保護喉嚨」和「使學生聽的更清楚」為主，人數為 8 人，「環境太吵」、「說話較省力」之人數則為 7 人；在後測使用麥克風之理由則以「說話較省力」、「使學生聽的更清楚」為主要使用麥克風之原因，人數為 6 人，其次「環境太吵」及「保護喉嚨」（見表 4-15）。

表 4-14 教師使用麥克風上課人數

題目	答案	前測有	前測無	合計
		(後測有)	(後測無)	
教師有無使用麥克風上課		8(100%)	0(0%)	8(100%)
		8(100%)	0(0%)	8(100%)

表 4-15 教師使用麥克風上課之原因 (複選)

項目	人 數	前測人數(%)	後測人數(%)
		環境太吵	7(87.5%)
說話較省力	7(87.5%)	6(75.0%)	
保護喉嚨	8(100%)	5(62.5%)	
使學生聽的更清楚	8(100%)	6(75.0%)	

教師認為「教室環境噪音問題嚴重者」，回答「非常同意」者前測達 7 人，後測為 3 人，回答「同意」者前測為 1 人，後測為 3 人。認為「上課時教室環境噪音感到無法忍受」，回答「非常同意」者前測為 5 人，後測為 3 人，回答「同意」者前測為 0 人，後測為 4 人。認為「因噪音使上課費力者」，回答「非常同意」者前測為 6 人，後測為 3 人，回答「同意」者前測為 2 人，後測為 4 人。覺得「教學效果會受到噪音影響」，回答「非常同意」者前測為 6 人，後測為 3 人，回答「同意」者前測為 1 人，後測為 4 人（見表 4-16）。

雖然教師人數較少，但從回答中可看出其意見之一致性，同時可知在實施教室噪音防制措施後，教師在回答環境噪音問題對其教學影響之嚴重性上，在前測認為「非常同意」者，在後測時反應程度則多下降為「同意」，可見噪音防制措施之實施對降低教室環境噪音有其效果。

表 4-16 噪音對教學之影響

題目	人數 (%)	非常同意	同意	中立意見	不同意	非常不同意	合計
		前測 後測	前測 後測	前測 後測	前測 後測	前測 後測	前測 後測
1. 您認為您教室的環境噪音題嚴重。		7(87.5%) 3(37.5%)	1(12.5%) 3(37.5%)	0(0.0%) 1(12.5%)	0(0.0%) 1(12.5%)	0(0.0%) 0(0.0%)	8(100%) 8(100%)
2. 您對上課時教室環境噪音感覺無法忍受。		5(62.5%) 3(37.5%)	0(0.0%) 4(50.0%)	3(37.5%) 1(12.5%)	0(0.0%) 0(0.0%)	0(0.0%) 0(0.0%)	8(100%) 8(100%)
3. 您上課時受到噪音影響，感覺授課費力。		6(75.0%) 3(37.5%)	2(25.0%) 4(50.0%)	0(0.0%) 0(0.0%)	0(0.0%) 1(12.5%)	0(0.0%) 0(0.0%)	8(100%) 8(100%)
4. 您覺得您的教學效果會受到噪音影響。		6(75.0%) 3(37.5%)	1(12.5%) 4(50.0%)	1(12.5%) 0(0.0%)	0(0.0%) 1(12.5%)	0(0.0%) 0(0.0%)	8(100%) 8(100%)

2. 教室噪音問題對教師自覺性生理影響

教師認為教室噪音問題對其生理方面之影響，在「容易感到疲勞」，前測回答「總是」者為 1 人，回答「經常」者為 4 人，回答「偶而」者為 3 人，後測則分別為 1 人、1 人、5 人。在「感到聽力降低」方面，前測回答「總是」者為 0 人，回答「經常」者為 4 人，回答「偶而」者為 3 人，後測則分別為 1 人、3 人、2 人。在「感到頭痛」方面，前測回答「經常」者為 0 人，回答「偶而」者為 4 人，後測則分別為 1 人、3 人。在「感到胃不舒服」方面，前測回答「經常」者為 0 人，回答「偶而」者為 4 人，後測則分別為 1 人、3 人（見表 4-17）。

如合併回答「總是」、「經常」者，則噪音對教師生理之影響，

前測以「容易感到疲勞」和「感到聽力降低」為主，後測則以「感到聽力降低」為主要自覺生理反應，其次才是「容易感到疲勞」和「感到頭暈」。黃乾全、葉國樑、陳秋蓉（民 74）調查國人對噪音厭煩程度之調查研究，認為噪音對其身體之影響主要為「失眠」，其次是「頭痛」、「耳鳴」；江武忠（民 80）調查航空噪音對教師自覺之生理影響中，主要為聽力損失、耳鳴和容易疲勞；徐文哲（民 81）調查桃園地區小學之噪音，約有七成的教師認為其「聽力」頗受環境噪音之影響，因此教師對噪音造成其生理方面之影響以聽力降低與疲勞是教師們最易感受到的生理反應。

表 4-17 噪音對教師生理之影響

學校環境噪音對您自己身體的影響程度	總是	經常	偶而	很少	不會	合計
	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	
1. 容易感到疲勞	1(12.5%) 1(12.5%)	4(50.0%) 2(12.5%)	3(37.5%) 5(62.5%)	0(0.0%) 0(0.0%)	0(0.0%) 0(0.0%)	8(100%) 8(100%)
2. 感到聽力降低	0(0.0%) 1(12.5%)	4(50.0%) 3(37.5%)	3(37.5%) 2(25.0%)	1(12.5%) 2(25.0%)	0(0.0%) 0(0.0%)	8(100%) 8(100%)
3. 感到耳鳴	0(0.0%) 0(0.0%)	1(12.5%) 0(0.0%)	1(12.5%) 4(50.0%)	4(50.0%) 1(12.5%)	2(25.0%) 3(37.5%)	8(100%) 8(100%)
4. 感到頭暈	0(0.0%) 0(0.0%)	1(12.5%) 3(37.5%)	2(25.0%) 1(12.5%)	3(37.5%) 1(12.5%)	2(25.0%) 3(37.5%)	8(100%) 8(100%)
5. 感到頭痛	0(0.0%) 0(0.0%)	0(0.0%) 1(12.5%)	4(50.0%) 3(37.5%)	3(37.5%) 1(12.5%)	1(12.5%) 3(37.5%)	8(100%) 8(100%)
6. 感到肌肉緊張	0(0.0%) 0(0.0%)	2(25.0%) 1(12.5%)	2(25.0%) 2(25.0%)	1(12.5%) 3(37.5%)	3(37.5%) 2(25.0%)	8(100%) 8(100%)
7. 感到心跳加快	0(0.0%) 0(0.0%)	1(12.5%) 1(12.5%)	2(25.0%) 3(37.5%)	3(37.5%) 2(25.0%)	2(25.0%) 2(25.0%)	8(100%) 8(100%)
8. 感到食慾不振	0(0.0%) 0(0.0%)	1(12.5%) 0(0.0%)	2(25.0%) 5(50.0%)	2(25.0%) 1(12.5%)	3(37.5%) 2(25.0%)	8(100%) 8(100%)
9. 感到胃不舒服	0(0.0%) 0(0.0%)	0(0.0%) 1(12.5%)	4(50.0%) 3(37.5%)	2(25.0%) 2(25.0%)	2(25.0%) 2(25.0%)	8(100%) 8(100%)

3. 教室噪音問題對教師自覺性心理影響

教師認為教室噪音問題對其心理方面之影響，在「感到無法專心」方面，前測回答「總是」者為1人，回答「經常」者為4人，回答「偶而」者為3人，後測則分別為1人、2人、4人。在「感到煩躁不安」方面，

前測回答「總是」者為1人，回答「經常」者為4人，回答「偶而」者為2人，後測則分別為1人、3人、3人。在「感到有壓力」方面，前測回答「總是」者為1人，回答「經常」者為4人，回答「偶而」者為3人，後測則分別為1人、2人、5人。在「感到容易發怒」方面，前測回答「總是」者為2人，回答「經常」者為2人，回答「偶而」者為3人，後測與前測相同分別為2人、2人、3人（見表4-18）。

在合併回答「總是」、「經常」者之後，噪音對教師自覺性心理影響，前測以「感到無法專心」、「感到煩躁不安」和「感到有壓力」為主要之影響，後測則為「感到煩躁不安」和「感到容易發怒」為主要之心理影響；後測時，教師選擇「感到無法專心」的程度已降低，因此防音措施實施之後對於教師專心程度之干擾已降低許多，但在「感到煩躁不安」之程度上，前後測人數相近。喻台生（民75）在航空器噪音對學校師生心理影響之評估研究中，受試者於噪音聽感實驗後有「心情煩躁」、「疲倦沮喪」之心理反應；劉貴雲（民73）以實驗室噪音刺激，約70dB(A)即可引發心煩反應，本研究前後測平均室外均能音量分別為72.8與71.4 dB(A)；江武忠（民80）調查航空噪音對教師自覺之心理影響中，以「不能專心」和「煩躁不安」為主，與本研究之結果相似。

表 4-18 噪音對教師心理之影響

學校環境噪音對您自己情緒的影響程度	總是	經常	偶而	很少	不會	合計
	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	
1. 感到無法專心	1(12.5%)	4(50.0%)	3(37.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)
	1(12.5%)	2(25.0%)	4(50.0%)	1(12.5%)	0(0.0%)	8(100%)
2. 感到煩躁不安	1(12.5%)	4(50.0%)	2(25.0%)	1(12.5%)	0(0.0%)	8(100%)
	1(12.5%)	3(37.5%)	3(37.5%)	1(12.5%)	0(0.0%)	8(100%)
3. 感到有壓力	1(12.5%)	4(50.0%)	3(37.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)
	1(12.5%)	2(25.0%)	5(62.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)
4. 感到容易發怒	2(25.0%)	2(25.0%)	3(37.5%)	1(12.5%)	0(0.0%)	8(100%)
	2(25.0%)	2(25.0%)	3(37.5%)	1(12.5%)	0(0.0%)	8(100%)
5. 感到焦慮	0(0.0%)	2(25.0%)	4(50.0%)	2(25.0%)	0(0.0%)	8(100%)
	0(0.0%)	2(25.0%)	4(50.0%)	2(25.0%)	0(0.0%)	8(100%)

表 4-19 教師因噪音關窗上課之人數

答案 題目	總是	經常	偶而	很少	不會	合計
	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	前測人數(%) 後測人數(%)	
你是否曾因噪音而關窗上課	4(50.0%)	4(50.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)
	5(62.5%)	1(12.5%)	1(12.5%)	0(0.0%)	1(12.5%)	8(100%)

教師認為教室關窗後之通風情形良好者，前測回答「非常不同意」之人數為 5 人，後測同樣為 5 人。在合併回答「非常不同意」和「不同意」者之後，前測人數為 7 人，後測則為 8 人，由於關窗原本就會影響教室之通風情形，而後測防音窗之氣密性較高且無其他相關通風

措施，因此關窗後對於教室之通風情形可能更不佳（表 4-20）。

表 4-20 教師認為教室關窗時之通風情形

題目	答案	非常同意		同意		中立意見		不同意		非常不同意		合計
		前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)	
當教室門窗緊閉後，教師感覺通風情形良好		0(0.0%)	0(0.0%)	1(12.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(25.0%)	3(37.5%)	5(62.5%)	5(62.5%)	8(100%)

貳、教室噪音防制措施實施後教師自覺性生理、心理影響之變化情形

由於教師人數過少，因此教師問卷前後測比較以無母數統計配對觀察值的魏可遜檢定 (Wilcoxon test for paired observation) 教師於噪音防制措施實施後，在回答教室環境條件等問題上有無顯著差異。

茲將有顯著差異的結果列於表 4-21，結果顯示有 5 位教師在後測感覺教室環境噪音問題嚴重程度較前測為輕，表示教室噪音防制措施實施後，教師感受教室噪音問題嚴重性較實施之前為輕，顯示噪音防制措施在減輕噪音問題上有其正面效果。在關窗後教室空氣品質對身體之影響方面，有 5 位教師於後測感到頭暈的頻率較前測為多，這可能是因教室噪音防制措施實施之後防音窗之氣密性較前測為高，教室通風情形較噪音防制措施實施前較不佳，使得教師感覺頭暈之情形也較多。

表 4-21 教師對教室環境噪音感受前後測之差異

題目	後測<前測人數 (平均值)	後測>前測人數 (平均值)	Z 值
1. 您認為您教室的環境噪音問題嚴重	5 (3)	0 (0)	-2.0702 *
2. 您認為當教室門窗緊閉後，教室空氣品質對身體之影響程度：感到頭暈	0 (0)	5 (3)	-2.0412 *

* $p < 0.05$

參、教師對教室噪音防制措施之評價

一、教師對噪音防制措施教室的使用情形與評價

教室噪音防制措施實施後，調查教師使用噪音防制教室之情形，在「上課時會將窗戶關上」方面，回答「總是」、「經常」之人數為 7 人；「關窗後感覺通風不良」回答「總是」、「經常」之人數為 7 人；「關窗後感覺悶」回答「總是」、「經常」之人數為 7 人；「關窗後感覺熱」回答「總是」、「經常」者為 7 人（見表 4-22）；對應先前教師認為教室噪音問題對其生理方面之影響，「關窗時感到悶熱」，後測回答「總是」、「經常」者為 7 人之結果相同。

由上可知教師上課時大多會使用防音窗（7 人），而關窗後「總是」、「經常」感覺悶、熱和通風不良之人數亦為 7 人。在問到有關教師當感覺悶熱時所採取之行動（複選）時，有 7 人會開窗戶，8 人會開電扇，因此一旦進入夏季，天氣變熱，教師可能就會打開窗戶以利通風，如此防音窗就無法發揮其預期的效果。

表 4-22 教師對噪音防制教室的使用情形與評價

題目	答案	總是	經常	偶而	很少	不會	合計
		人數(%)	人數(%)	人數(%)	人數(%)	人數(%)	
1. 上課時會將窗戶關上		3(37.5%)	4(50.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(12.5%)	8(100%)
2. 關窗後感覺悶?		5(62.5%)	2(25.0%)	1(12.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)
3. 關窗後感覺熱?		6(75.0%)	1(12.5%)	1(12.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)
4. 關窗後感覺通風不良?		5(62.5%)	2(25.0%)	1(12.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(100%)

二、教師對噪音防制教室的整體評價

至於教師對噪音防制教室的整體評價，分別就「防止校外噪音效果」、「通風換氣情形」、「室溫」方面進行評價；如果從優至劣(5→1)共分為五等級，則有4位教師在「防止校外噪音效果」方面評價為4；在「通風換氣情形」則有7位教師評價為1-2；「室溫」方面則有5位教師評價為1-2；因此教師對於噪音防制教室之整體評價上，以防制噪音的效果最佳，室溫和通風則評價較低(見表4-23)。

表 4-23 教師對噪音防制教室的整體評價

項目	等級	5	4	3	2	1	合計
		優 人數(%)	人數(%)	人數(%)	人數(%)	劣 人數(%)	
1. 防止校外噪音效果		0(0.0%)	4(50.0%)	2(25.0%)	1(12.5%)	1(12.5%)	8(100%)
2. 通風換氣情形		0(0.0%)	0(0.0%)	1(12.5%)	4(50.0%)	3(37.5%)	8(100%)
3. 室溫		0(0.0%)	0(0.0%)	2(25.0%)	4(50.0%)	2(12.5%)	8(100%)

在後測時增加開放式問卷，請教師針對在教室噪音防制措施實施之後，提供有關使用上或對學生學習效果、情緒等方面之影響；共有六位教師提供其看法及建議，茲整理如下：

- (1) 噪音方面：噪音明顯降低。
- (2) 空氣流通：防音窗雖阻隔噪音，但也同時阻礙了空氣流通；雖然教室只關閉一側的窗戶，也有電扇但仍無法達成空氣之對流；此外有教師認為風扇仍不像自然風那麼的舒服。
- (3) 裝設空調：三位教師建議如能裝設空調設備將可改善噪音及空氣品質之問題，但教師亦表示學校目前是不容易達成的。
- (4) 室溫：出太陽時整個教室就相當悶熱。
- (5) 學生方面：有教師表示教室悶熱時，學生的情緒就顯得很浮躁。

此項結果與台北市環保局（民80）針對台北市學校防音措施成效所做之調查，教師多數仍喜歡以不影響通風情形下加裝空調設備之防音措施之結果相似；在該研究中，興隆國小教師認為裝設雙層防音窗後，在通風方面變得不佳或極不佳（比率達92.86%）與本研究結果相似。

第四節 教室噪音防制措施實施前後 教室環境噪音對學生學習相關因素之影響

本節係教室噪音防制措施實施前後針對學生所進行的問卷調查結果之說明，以下分別將學生之基本資料，學生對教室噪音問題之嚴重性、學習相關因素（生理、心理之感受）作一敘述。

壹、教室噪音防制措施實施前後學生自覺性生理、心理影響

一、基本資料

1. 學生人數：前測共 240 人，後測為 250 人。
2. 性別分佈：前測女性 106 人（44.2%），男性 134 人（55.8%）；後測女性 109 人（43.6%），男性 141 人（56.4%）（見表 4-24）。
3. 年級：國小二年級。

表 4-24 學生性別分佈

性別 \ 人數	前測	後測
	人數(%)	人數(%)
女性	106(44.2%)	109(43.6%)
男性	134(55.8%)	141(56.4%)
合計	240 人	250 人

二、教室噪音防制措施實施前，學生基本資料與學習相關因素之相關性

本研究以交叉表檢定學生基本資料與學習相關因素等變項間的相關性。在上課班級與各項噪音、空氣對學生自覺性生理心理之影響關係上，其中有顯著相關者中，第一題覺得教室會吵以五班、八班之比率（皆為18.5%）較高，其中八班教室因位於辛亥路與新生南交叉路口，學生感受吵是可理解的，但五班教室位於八個班級中央位置與其他班級比較並無特殊交通噪音來源，但學生感受吵之比率也高達18.5%，可能是因為五班教室平常處於較安靜之狀況，由於問卷施測題目使得學生對周遭環境特別注意，也較敏感。第三題當車子經過時覺得會吵，除一、二班外，其他班級覺得會吵的比率皆高於12.4%，其中以六班比率最高達15.8%，這可能是因為一、二班原先即有防音窗，因此感受吵的比率較低僅6.8%和7.9%。第八題車子經過時耳朵會嗡嗡叫之比率以五班最高達19.0%，其次為八班15.7%，以二班比率最低僅9.9%。第九題當教室門窗關閉時感覺會悶熱的以三班之比率最高為16.9%，五班、八班其次皆為15.6%，七班比率較低為7.5%，由於七班之教室面積為八個班級中最大的，在學生人數相同之情形下，七班較寬敞，學生平均每一個人所佔的空間也較大，因此較不會感到悶。第十一題教室門窗關閉時，感覺會臉紅發熱的學生，以一班最高為19.3%，五班其次為17.5%，八班學生則沒有人有此感受，一班教室也是原先即有裝設防音窗，可能是因此因素而讓學生在關閉門窗時較其他班級容易感受到臉紅發熱，但二班也是原先即裝設有防音窗的教室，但學生回答比率為12.3%並不特別高，可能是因學生已適應或其他學生個人特質或其他因素，因本研究並未針對學生個人特質作探討因此無法推論。五班學生除上述題目以外在其他題目中，第七及第十題中，五班學生回答車聲會讓其不舒服除八班回答比率（18.3%）較五班（16.3%）為高之外，另外學生回答在關門窗時會一直流汗之比率五班亦較其他班級為高（17.1%），但未達顯著差異（見表4-25）。

表 4-25 班級與學習相關因素之關係

人數 (%)	班級								χ^2 值
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. 你覺得上課時你們教室會吵	11(8.1)	18(13.3)	19(14.1)	16(11.9)	25(18.5)	9(6.7)	12(8.9)	25(18.5)	33.36*
2. 你覺得學校附近的馬路上，經常會有很多的車子經過	28(12.3)	28(12.3)	30(13.2)	29(12.8)	29(12.8)	30(13.2)	24(10.6)	29(12.8)	6.64
3. 當教室外面有車子經過時，你會覺得很吵	12(6.8)	14(7.9)	27(15.3)	22(12.4)	24(13.6)	28(15.8)	23(13.0)	27(15.3)	48.27*
4. 你們老師上課的時候用麥克風你聽得清楚老師在說什麼	30(13.3)	32(14.2)	30(13.3)	29(12.9)	24(10.7)	29(12.9)	24(10.7)	27(12.0)	13.16
5. 當老師在問小朋友問題時，你聽得清楚其他小朋友的回答	24(13.8)	27(15.5)	17(9.8)	26(14.9)	20(11.5)	20(11.5)	20(11.5)	20(11.5)	13.63
6. 上課時你有被外面車子或摩托車的聲音嚇到過	5(10.4)	4(8.3)	4(8.3)	6(12.5)	6(12.5)	4(8.3)	10(20.8)	9(18.8)	10.95
7. 上課時你覺得外面車子的聲音，會讓你覺得不舒服	10(9.6)	9(8.7)	11(10.6)	10(9.6)	17(16.3)	16(15.4)	12(11.5)	19(18.3)	14.03
8. 你覺得外面的車子經過時，你會覺得耳朵有嗡嗡叫的聲音	16(13.2)	12(9.9)	14(11.6)	13(10.7)	23(19.0)	16(13.2)	8(6.6)	19(15.7)	17.42*
9. 當教室門窗都關起來，你會覺得教室悶悶的	20(12.5)	14(8.8)	27(16.9)	19(11.9)	25(15.6)	18(11.3)	12(7.5)	25(15.6)	28.92*
10. 當教室門窗都關起來，你會覺得一直流汗	7(8.5)	13(15.9)	11(13.4)	10(12.2)	14(17.1)	9(11.0)	8(9.8)	10(12.2)	5.26
11. 當教室門窗都關起來，你會覺得臉紅發熱	11(19.3)	7(12.3)	7(12.3)	6(10.5)	10(17.5)	7(13.2)	9(15.8)	0(0.0)	16.4*

* p < 0.05

在學生聽課清楚與否與座位第幾排之關係可由表 4-26 看出，坐在第一排 46 人中聽課清楚者佔 95.7%，第二排 42 人中聽課清楚者佔 92.9%，第三排 49 人中聽課清楚者佔 93.9%，第四排 43 人中聽課清楚者佔 97.7%，第五排 44 人中聽課清楚者佔 93.2%，第六排 15 人中聽課清楚者佔 83.7%，坐最後面第六排聽得清楚之比率較其他排為低。

表 4-26 學生上課時聽課清楚與否和座位(橫排)的關係

	座位					
	第 1 排 人數(%)	第 2 排 人數(%)	第 3 排 人數(%)	第 4 排 人數(%)	第 5 排 人數(%)	第 6 排 人數(%)
聽課清楚否						
清楚	44(95.7%)	39(92.9%)	46(93.9%)	42(97.7%)	41(93.2%)	13(86.7%)
不清楚	2(4.3%)	3(7.1%)	3(6.1%)	1(2.3%)	3(6.8%)	2(13.3%)
人數	46	42	49	43	44	15

χ^2 值=17.78 p < 0.05

在學生聽課清楚與否與座位第幾列之關係如表 4-27 有顯著相關（第一列靠校內走廊），坐在第一列 39 人中聽課清楚者的佔 97.4%，第二列 40 人中聽課清楚者佔 92.5%，第三列 38 人中聽課清楚者佔 92.1%，第四列 41 人中聽課清楚者佔 95.1%，第五列 36 人中聽課清楚者佔 91.7%，第六列 40 人中聽課清楚者佔 97.5%，第七列 5 人中聽課清楚者佔 80.0%，坐最靠校外馬路第七列的學生聽得清楚的比率為 80.0%較其他列為低；在聽課清楚與否與座位位置，後排及第七列學生在聽課清楚的比率較低。林怡君（民 82）之研究亦指出，一間教室中，後排學生對噪音吵度及干擾度較前排學生為大，以縱向來看，靠近音源側之學生所受之干擾度最大、較小音源側（靠校內側）次之，靠近教室中央之學生所受干擾度最小。

表 4-27 學生上課時聽課清楚與否和座位(直列)的關係

	座位						
	第 1 列 人數(%)	第 2 列 人數(%)	第 3 列 人數(%)	第 4 列 人數(%)	第 5 列 人數(%)	第 6 列 人數(%)	第七列 人數(%)
聽課清楚否							
清楚	38(97.4%)	37(92.5%)	35(92.1%)	39(95.1%)	33(91.7%)	39(97.5%)	4(80.0%)
不清楚	1(2.6%)	3(7.5%)	3(7.9%)	2(4.9%)	3(8.3%)	1(2.5%)	1(20.0%)
人數	39	40	38	41	36	40	6

χ^2 值=19.16 * p < 0.05

性別與噪音感受有顯著相關，覺得車聲會不舒服的比率中男性為 45.2%，女生佔 54.8%（見表 4-28），女生感覺車聲使其不舒服之比率高於男生；林聰德（民 74）男女學生對噪音的忍受程度並無顯著相關；林怡君（民 82）之調查中，國小五、六年級男女學生在噪音之反應上沒有差別，在老師方面則女老師對吵度之感覺略高於男老師；洪百薰（民 74）在研究國中生對噪音之感受與容忍度中，對噪音感受性男性較女性稍差但並無顯著差異，在容忍度方面，男性較女性為高並達顯著水準；而本研究結果，男女生對噪音不舒服的感受上男性較女性為低。

表 4-28 學生性別與噪音感受之相關性

	車聲會不會讓你不舒服	
	不會	會
女	48(35.6%)	57(54.8%)
男	87(64.4%)	47(45.2%)
人數	135	104

χ^2 值=8.84 * * p < 0.05

三、學生認為教室噪音問題對學習相關因素之影響

回答上課時感覺教室會吵的比率前測為 56.3%，後測為 49.6%，下降 6.7%；學生感覺學校周圍有很多車子經過的比率，前測為 94.6%，後測為 92.4%，下降 2.2%；當車子經過時感覺會吵的比率前測為 73.8%，

後測則為 58.4%，下降 15.4%；認為車聲「會」影響其上課專心的比率前測為 42.5%，後測為 30.0%，下降 12.5%；有被外面車子或摩托車的聲音嚇到過之比率前測為 20.0%，後測則升高為 24.8%，上升 4.8%；至於車聲會令人感覺不舒服者，前測為 43.3%，後測則為 33.2%，下降 10.1%；外面的車子經過時，耳朵覺得有嗡嗡叫的聲音，回答「會」者，前測為 50.4%，後測為 32.0%，下降 18.4%（見表 4-29）。

整體上，學生有關環境噪音對其感受以及生理心理的影響上，在教室噪音防制措施實施之後回答「會吵」、「會不舒服」、「會影響上課專心」以及「感覺耳朵有嗡嗡叫」的比率皆呈現下降的情形，其中以「感覺耳朵有嗡嗡叫」的比率下降最多，達 18.4%；其次為「感覺會吵」之比率下降達 15.4%；在「影響其上課專心程度」的下降比率為 12.5%，這可能與防音措施實施後教室噪音降低有關。但在「被摩托車嚇到」的比率卻上升 4.8%，t-test 呈現顯著差異，這可能是因先前教室內外噪音量相差較少（前測關窗時室外 72.8 dB(A)，室內為 61.1dB(A)），因此較不易受到驚嚇，但防音措施實施後防音窗之隔音設備較佳，教室比之前安靜許多，（後測關窗時室外 71.4dB(A)，室內為 52.6 dB(A)），一旦外面有較大之噪音，教室內外噪音量相差較大，反而容易引起驚嚇。

在徐文哲（民 81）之研究中約 87.4%的學生認為環境噪音對其聽力有影響，90.8%學生認為環境噪音對其閱讀思考有影響。黃乾全（民 71）調查較吵學校（全校平均均能音量為 72dB(A)）國小五、六年級之學生，其中表示無法集中精神聽課之比率為 64.52%，而本研究對象反應環境

噪音影響其專心的比率前測為 42.5%，這可能與學生年級較低，其忍受程度較高有關，與林聰德（民 74）之研究，學生對於噪音之忍受程度是以國小學生最高，其次為國中生，再其次為高中生相似；但在感覺噪音之嚴重性上則相反，以國小學感覺最為嚴重，其次為國中生，而高中生則最低，本研究亦呈現類似之現象，前面前測學生回答「上課時教室會吵」的比率為 56.3%、「學生感覺學校周圍有很多車子經過」的比率為 94.6%、「當車子經過時感覺會吵」的比率為 73.8%、但在認為車聲「會」影響其上課專心的比率則僅為 42.5%。

在問到有關「當老師在問其他小朋友問題時，聽得清楚其他小朋友回答」者前測為 72.8%，後測為 67.2%，反而在教室實施防音措施實施後，學生回答聽的清楚之比率下降，此項目在經過配對 t 檢定後並無顯著差異。由於學生回答的聲音尚受學生個人聲音音量大小、回答時使用麥克風與否，以及教室環境背景噪音音量大小之影響，而本研究並未進一步探討，因此無法推論學生為何後測回答「聽得清楚」之比率較前測為低之原因；至於老師上課時有使用麥克風的比率前測為 100%，後測為 94.0%，下降 6.0%（表 4-30），表示教師在教室防音措施實施後使用麥克風之比率有下降的情形，可能是因教室實施防音措施後較安靜之故，教師可以不常使用麥克風上課。

表 4-29 學生對教室環境噪音之感受

題目	會/有/清楚		不會/沒有/不清楚		合計	
	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)
1. 上課時你們教室會不會吵	135(56.3%)	124(49.6%)	105(43.8%)	126(50.4%)	240(100%)	250(100%)
2. 學校附近的馬路上，經常會有很多的車子經過嗎	227(94.6%)	231(92.4%)	13(5.4%)	19(7.6%)	240(100%)	250(100%)
3. 當教室外面有車子經過時，你會不會覺得很吵	177(73.8%)	146(58.4%)	63(26.3%)	104(41.6%)	240(100%)	250(100%)
4. 聽到車聲你覺得會不會讓你不能專心	102(42.5%)	75(30.0%)	138(57.5%)	175(70.0%)	240(100%)	250(100%)
5. 有沒有被外面車子或摩托車的聲音嚇到過	48(20.0%)	62(24.8%)	192(80.0%)	188(74.9%)	240(100%)	250(100%)
6. 外面車子的聲音，會不會讓你覺得不舒服	104(43.3%)	83(33.2%)	136(56.7%)	167(66.8%)	240(100%)	250(100%)
7. 外面的車子經過時，你會不會覺得耳朵有嗡嗡叫的聲音	121(50.4%)	80(32.0%)	119(49.6%)	170(68.0%)	240(100%)	250(100%)
8. 當老師在問其他小朋友問題時，你聽得清楚其他小朋友的回答	174(72.8%)	168(67.2%)	65(27.1%)	82(32.8%)	240(100%)	250(100%)

表 4-30 學生回答教師使用麥克風上課人數比率

	有		沒有		合計	
	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)	前測人數(%)	後測人數(%)
請問你們老師上課的時候有沒有用麥克風	240(100%)	235(94.0%)	0(0.0%)	15(6.0%)	240(100%)	250(100%)

貳、教室噪音防制措施實施後對學生學習相關因素影響之變化情形

研究者依學生問卷上之回答給分，每題分二個選項，答「會」或「有」的給 1，答「不會」或「沒有」的給 0，進行配對 t 檢定，此部分問題共九題。

一、教室環境噪音問題對學生學習相關因素影響之變化情形

在將前後測回答之學生配對，進行配對 t 檢定後，可發現，學生在教室防音措施實施之後，除了「有沒有被外面車子或摩托車的聲音嚇到過」之項目外(原因如前所述)，其他對於教室噪音感受前後的變化情形，後測感受會吵的平均值，皆較前測的平均值低，表示學生在防音措施實施後，對於教室環境感覺較不吵，感覺車輛也較少；其中又以「當教室外面有車子經過時，你會不會覺得很吵」，「外面車子的聲音，會不會讓你覺得不舒服」，「外面的車子經過時，你會不會覺得耳朵有嗡嗡叫的聲音」以及「請問你們老師上課的時候有沒有用麥克風」四項之平均值差異達顯著水準，表示學校教室噪音防制措施實施後，對於教室環境噪音、及學生心理、生理之感受皆有正面之影響（見表 4-31）。

表 4-31 學生對教室噪音感受前後測之變化情形

題目	前測平均值	後測平均值	pair t 值
1. 上課時你們教室會不會吵	0.5660	0.4894	1.79
2. 學校附近的馬路上，經常會有很多 的車子經過嗎	0.9528	0.9185	1.57
3. 當教室外面有車子經過時，你會不 會覺得很吵	0.7362	0.5787	4.50*
4. 聽到車聲你覺得會不會讓你不能 專心	0.4170	0.3319	1.54
5. 有沒有被外面車子或摩托車的聲 音嚇到過	0.1966	0.2436	-1.54
6. 外面車子的聲音，會不會讓你覺得 不舒服	0.4359	0.3248	2.95*
7. 外面的車子經過時，你會不會覺得 耳朵有嗡嗡叫的聲音	0.5086	0.3190	4.80*
8. 當老師在問其他小朋友問題時，你 聽得清楚其他小朋友的回答	0.7222	0.6838	0.98
9. 請問你們老師上課的時候有沒有 用麥克風	1.0000	0.9404	3.85*

* $p < 0.05$

參、學生對教室噪音防制措施實施之使用情形與評價

學生對於教室噪音防制措施實施的認知其中有 80.4%的人知道其教室有進行此項工程（見表 4-32），表示大多學生會注意到教室之變化。

表 4-32 學生對防音窗之認知

請問你知不知道你們教室裝了新的窗戶	人數	%
知道	201	80.4
不知道	32	12.8
現在才知道	15	6.0
漏答	2	0.8
合計	250	100.0

學生對於防音窗作用的認知其中有 68.8%的人知道其教室防音窗之作用為防止噪音（見表 4-33）。

表 4-33 學生對防音窗作用之認知

請問你知不知道你們新的窗戶是為防止噪音	人數	%
知道	172	68.8
不知道	44	17.6
現在才知道	31	12.4
漏答	3	1.2
合計	250	100.0

學生對於防音措施之作用的認知，其中有 69.6%的人感覺教室較實施防音措施之前較安靜，此結果與之前詢問學生有關教室是否會吵等項目，前測回答會吵之比率為 56.3%，後測為 49.6%之結果一致，表示防音措施之實施對於教室環境噪音之改善確實達到其功效（見表 4-34）。

表 4-34 學生對防音措施效果之認知

請問你有沒有感覺現在的教室比較安靜	人數	%
有	174	69.6
沒有	46	18.4
不知道	30	12.0
合計	250	100.0

至於學生對於使用防音窗之情形，其中有 4.8%的人表示每一節課都有關窗，但也有 82.4%的學生表示上課時有時候有關窗，有時候沒有關窗，12.8%的人表示從未關過（見表 4-35）。因研究者考慮學生回答之能力，因此未就關窗的時間加以深入探討，不過問卷實施當天，大多數的教室並未全關窗，如果沒有關窗，則教室防音的效果亦隨之大打折扣。

表 4-35 學生使用防音窗之情形

請問你們現在上課有沒有把窗戶關起來	人數	%
每一節課都關	12	4.8
有時候沒關	206	82.4
從來都沒關過	32	12.8
合計	250	100.0

學生認為防音措施對教室空氣品質之影響上，其中有 48.8%的人表示關窗後覺得教室較悶熱，有 26.8%的學生表示沒有感覺，這可能是因問卷施測時間為 4 月份，屬春季，因此僅部分學生感受到較悶熱（見表 4-36）。當問到學生感覺悶熱時會採取何種行動，會打開窗戶的人

佔 61.2%，會開電扇的人佔 79.2%，表示超過半數的學生在感到悶熱時，皆會開窗或開電扇，如果學生開窗則防音窗的功能即無法發揮了（見表 4-37）。

表 4-36 學生認為教室噪音防制措施對教室環境之影響

請問當你們教室窗戶關起來時你會不會覺得悶熱	人數	%
會	122	48.8
不會	61	24.4
沒有感覺	67	26.8
合計	250	100.0

表 4-37 學生感覺教室悶熱時之行為

請問當你覺得很悶或很熱時，你會怎麼做（可複選）	人數	%
打開窗戶	153	61.2
開電扇	198	79.2
不管他	71	28.4

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究結果可獲得下列之結論：

- 一、教室未實施噪音防制措施的一般鋁窗關窗時對噪音音量衰減亦有其效果，對於高頻率之音量衰減量較高。
- 二、防音措施實施後，教室內均能音量，在教室關窗後符合教育部之建議值，在頻率衰減方面則以高頻率之衰減量最高。
- 三、
 1. 教師認為影響教學之環境因素，主要為教室周圍之環境噪音；在影響教室安寧之來源方面，以交通噪音為主，其次為校內外的營建工程。
 2. 噪音問題對教師自覺性生理影響，前測以「容易感到疲勞」和「感到聽力降低」為主，後測以「感到聽力降低」為主；噪音問題對教師自覺性心理影響前後測皆以「感到煩躁不安」為主。
- 四、學生在教室噪音防制措施實施後對於教室噪音感覺較不吵，在教室環境條件方面感覺教室較悶熱。

整體上，學生有關環境噪音對學習相關因素的影響上，以「感覺耳朵有嗡嗡叫」的比率下降最多，其次為「感覺會吵」和「影響其上課專心程度」，而「被摩托車嚇到」的比率則上升。

學生在教室噪音防制措施實施之後，除「有沒有被外面車子或摩

托車的聲音嚇到過」之項目外，學生對於其他學習相關因素前後的變化情形以「當教室外面有車子經過時，你會不會覺得很吵」，「外面車子的聲音，會不會讓你覺得不舒服」，「外面的車子經過時，你會不會覺得耳朵有嗡嗡叫的聲音」以及「請問你們老師上課的時候有沒有用麥克風」四項之差異達顯著水準，表示學校教室噪音防制措施實施後，對於教室環境噪音、及學生學習相關因素皆有正面之影響。

第二節 建議

- 一、防音措施中所使用之自然通風消音箱無法發揮其空氣對流之功能，因此應使用機械抽風式通風消音箱，以加強教室內外空氣之對流，以改善教室內之空氣。
- 二、學校在實施教室防音措施時，應將通風、空氣品質列為重要考慮因素，以免在達成噪音防制效果後，卻又衍生出其他空氣品質之問題。
- 三、教室採單邊防音措施，因此可將非音源側之窗戶，包括氣窗打開，增加開窗面積。
- 四、實驗學校門口面向新生南路路段，在短距離之內就有 3 個紅綠燈號誌，校門口之紅綠燈主要以提供學生上下學之用，因此紅綠燈號誌，可僅於上下學時段使用，如此可減少車輛在行經校門口時

煞車、啟動所產生之音量。

- 五、校內工程、與學生在走廊上活動之聲音亦是一種噪音來源，學校方面盡量安排工程於假日或寒暑假進行以減少干擾師生之上課，並且應禁止學生在走廊奔跑、嬉戲等，以避免噪音。
- 六、實驗學校二年級教室之建築，走廊面向校內，未來學校建築設計應注意應將走廊設計面向校外音源，形成防音走廊。
- 七、在實驗教室面向校內之走廊有窗戶，當校內無噪音時應將窗戶打開，除有利通風之外，也避免學生在走廊上活動之聲音無法擴散，而在走廊中產生迴響。
- 八、由於噪音之感受可能尚受個人特質等主觀因素之影響，因此日後研究可於問卷中加入個人特質等相關參數，以釐清個人因素對噪音感受之影響。

參考文獻

中文部分

王世傑、陳啟光、邱桂英、郭國鑫（民 86）台北市學校噪音調查改善之研究。中華民國音響學會第十屆學術研討會論文集，363-371。

中華民國學校衛生學會主編（民 86）學校衛生工作指引。教育部印行，119。

台北市政府環境保護局（民 80）台北市學校設置防音設施成效評估研究。

台北市政府環境保護局（民 79）台北市中小學校校園噪音改善輔導計畫調查研究報告。

行政院環境保護署（民 86）環境白皮書。行政院環境保護署印行，43。

江哲銘、賴榮平（民 81）建築物外牆防音準則之研究—建築技術規則防音規範之擬議。行政院內政部建築研究所籌備處。

江武忠（民 80）航空噪音對教師生活干擾暨心理厭煩評估研究—以屏東機場為例。中國醫藥學院環境醫學研究所碩士論文。

李炳興（民 82）辦公建築室內空氣品質（CO、CO₂、PM₁₀）現場測定與評估檢討。國立成功大學建築研究所碩士論文。

吳明洋、劉俊一、余忠和、徐廷珪（民 86）高雄市交通噪音對學校教學的影響。中華民國音響學會第十屆學術研討會論文集，398-

406。

吳聰能(民 77) 噪音對人體影響之流行病學性研究—聽覺性與非聽覺性健康效應。高雄醫學院醫學研究所博士論文。

林聰德(民 74) 台北市中小學校噪音問題之研究。私立淡江大學建築研究所碩士論文。

林怡君(民 82) 普通教室室內噪音之評估—以台南地區公立小學為例。國立成功大學建築研究所碩士論文。

洪百薰

(民 74) 噪音與個人特質對國中生聽取效果之影響研究。國立台灣師範大學衛生教育研究所碩士論文。

施鴻志(民 71) 都市噪音測定及分析方法之研究—台南市噪音測定及分析實例。行政院國家科學委員會。

施鴻志(民 74) 道路交通噪音對建築物室內環境影響之研究。行政院國家科學委員會。

高慧娟(民 81) 噪音組成成分對工作表現與心臟血管功能之影響。中國醫藥學院環境醫學研究所。

徐文哲(民 81) 學校環境噪音簡易測試方法之初探以桃園中壢地區沿街國民小學為例。私立中原大學建築研究所碩士論文。

郭宏亮(民 76) 住宅及教育噪音防治對策之研究。台灣省環境保護局。

- 陳正昌 (民 80) 學校建築理論與實務專題研究。台北：台灣。
- 陳東榮 (民 82) 住宅室內空氣品質 (CO、CO₂、PM₁₀) 現場測定與評估檢討。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 陳俊銘 (民 82) 台灣地區室內空氣品質特性研究。國立中山大學環境工程研究所碩士論文。
- 陳信嘉 (民 83) 某辦公大樓室內空氣品質及病態大樓症候群之研究。國立台灣大學職業醫學與工業衛生研究所碩士論文。
- 陳律言 (民 83) 自然通風對室內空氣影響之模擬研究。國立台灣大學環境工程學研究所碩士論文。
- 黃乾全 (民 63) 台北市國民中學教室之環境衛生調查研究。台北：聯合。
- 黃乾全 (民 69) 台灣地區噪音管制實施準備計畫噪音普查報告。行政院衛生署。
- 黃乾全 (民 70) 學校噪音問題之探討。公共衛生，7(3)：356-364。
- 黃乾全 (民 71) 噪音對學生的思考作業及聽取能力之影響研究。台北：博士。
- 黃乾全、劉志堅、詹炯淵 (民 74) 高架道路噪音現況與其對沿線居民之影響調查研究報告。台北市政府環境保護局。
- 黃乾全、葉國樑、陳秋蓉 (民 74) 國人對噪音厭煩程度之調查研究報告。行政院衛生署環境保護局。

- 黃乾全（民 75）台北市道路沿線噪音污染調查分析研究報告。台北市政府環境保護局。
- 黃乾全（民 76）噪音對學生學習的基本能力影響之實驗研究報告。行政院衛生署環境保護局。
- 黃乾全、鄧家基、葉國樑、盧世昌（民 77）環境噪音偵測與分析研究報告。台北市政府環境保護局。
- 黃榮村、郭宏亮、吳聰能（民 77）健康國小、圳頭國小噪音防制工程防音效益評估計畫報告。桃園縣政府。
- 黃志明（民 82）國民小學普通教室內空氣品質（CO、CO₂、PM₁₀）之研究—以台南市地區公立小學為例。國立成功大學建築研究所碩士論文。
- 喻台生（民 75）航空噪音對學校師生心理影響之評估研究。台北：茂榮。
- 喻台生（民 75）機場噪音對校園環境影響之評估研究。中國文化大學實業計畫研究所博士論文。
- 喻台生（民 78）台北縣中小學校園噪音測試評估及改善工程計畫。台北縣政府。
- 董貞吟（民 77）交通噪音對學生作業表現之影響研究。國立台灣師範大學衛生教育研究所碩士論文。
- 劉貴雲（民 73）噪音對青年學生之心理、生理影響與個人特質之相關

研究。國立台灣師範大學衛生教育研究所碩士論文。

日文部分

日本文部省公告（1992）學校環境衛生基準改定。健康教室，
43(10):17-36。

守田榮（1974）騒音と騒音防止。日本：才一ム社。

英文部分

Berglund ,B., Berglund, U., & Lindvall ,T. (1984). Charac-terization of
indoor air quality and ‘sick buildings ’ . ASHRE Trans ,90:1045-
1055.

Chen,T.J.,Chen,S.S.,Hsieh,P.Y.,&Chiang,H.C.(1997)Auditory effects of
aircraft noise on people living near an airport . Archives of
Environmental Health.52(1):45-50.

Dejoy,D.M.(1983) Environmental noise and children: review of recent
finding .Journal Auditory Reserch . 23:94-181.

Dejoy,D.M.(1984)The nonauditory effects of noise : review and
perspectives for research .Journal Auditory Reserch . 24:50-123.

Goodfellow,H. (1991).Indoor air quality simulation by using computer
model..Milton Meckler,P.E (Ed.), Indoor Air Quality Design
Guidebook . (pp.135-193) . Fairmont Press,Inc.

Gunn ,D.M.(1978) A proposed theoretical framework for a comprehensive

- research program on human response to aircraft noise .Journal Auditory Reserch .18:99-113.
- Kiellberg ,A.(1990) Subjective behavioral and psychophysio-logical effet of noise .Scand Journal work Environmental Health .16:29-38.
- Knipschild ,P.(1977) Medical effects of aircraft noise . VIII . Review and literature .Int Archives Occupational Environ Health . 40:201-204.
- Melamed,S. , Froom,P., Estela,K.B., & Ribak,J. (1997) Industrial noise exposure , noise annoyance , and serum lipid levels in blue - collar workers- the CORDIS study .Archives of Environmental Health.52(4):292-298.
- NIOSH . (1987) . Guidance for indoor air quality investigation . NIOSH , Cincinnati , OH .
- Skov ,P.(1987). The sick building syndrome in the office environment : The Danish Town Hall study.Environ Int , 13, 339-349.

附錄

附錄一

問卷專家效度名單（依姓名筆畫順序排列）

- | | |
|-----|-----------------------|
| 王懋雯 | 台北市立師範學院數理教育系講師 |
| 吳聰能 | 行政院衛生署檢疫總所所長 |
| 林慧芳 | 行政院衛生署全民健康保險爭議審查委員會組長 |
| 徐淵靜 | 國立交通大學交通運輸研究所教授 |
| 黃榮村 | 國立台灣大學心理系教授 |
| 郭宏亮 | 私立高雄醫學院 教授 |
| 陳梅娥 | 台北市龍安國民小學總務主任 |
| 張啟隆 | 台北市龍安國民小學校長 |

附錄二 教師學生前測問卷

前測問卷（教師）

老師您好！

這一份問卷是希望知道您現在上課教室的環境噪音情況，以及教室環境品質（二氧化碳、溫濕度、通風），請老師依您自己的感受填寫，謝謝您的幫忙！

祝您

身體健康！

萬事如意！

國立台灣師範大學衛生教育研究所

研究生 殷蘊雯 敬上

一、基本資料：

1. 任教班級：二年__班
2. 在貴校服務年資：__年
3. 貴班目前學生人數：__人
4. 您認為最主要影響教學之環境因素為下列那一項？
 教室採光及照明 教室通風及換氣 教室周圍之環境噪音

二、噪音問題（請在下面的 空格中打勾✓）

1. 您認為您教室的環境噪音問題嚴重。
 非常同意 同意 中立意見 不同意 非常不同意
2. 您認為下列那些「噪音來源」，影響您的教室安寧（可複選）。
 交通噪音
 操場上學生活動的聲音
 隔壁教室上課之聲音（朗讀、音樂、工藝）
 校內外營建工程等
 鄰班老師使用麥克風聲
 其他_____
3. 您對上課時教室環境噪音感覺無法忍受。
 非常同意 同意 中立意見 不同意 非常不同意
4. 您上課時有無使用麥克風上課？
 有（請續答第 4-1 題） 無（請續答下面第 4-2 題）

- 4-1. 您使用麥克風上課是因為 (可複選)
- 環境太吵
 - 說話較省力
 - 保護喉嚨
 - 使學生聽得更清楚
 - 其他_____

- 4-2. 您未使用麥克風上課是因為 (可複選)
- 環境安靜
 - 太麻煩
 - 本身音量夠大
 - 怕傷害學童耳朵
 - 其他_____

5. 您上課時受到噪音影響，感覺授課費力。
 非常同意 同意 中立意見 不同意 非常不同意
6. 您覺得您的教學效果會受到噪音影響。
 非常同意 同意 中立意見 不同意 非常不同意
7. 您認為學校環境噪音對您自己身體的影響程度。

	5	4	3	2	1
	總	經	偶	很	不
	是	常	而	少	會
(1) 容易感到疲勞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2) 感到聽力降低	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3) 感到耳鳴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 感到頭暈	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 感到頭痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 感到肌肉緊張	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7) 感到心跳加快	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8) 感到食慾不振	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9) 感到胃不舒服	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(10) 其他_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. 您認為學校環境噪音對您自己情緒的影響程度。

	5	4	3	2	1
	總	經	偶	很	不
	是	常	而	少	會
(1) 感到無法專心	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2) 感到煩躁不安	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3) 感到有壓力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4) 感到容易發怒	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5) 感到焦慮	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6) 其他_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

前測問卷（學生）

親愛的小朋友：

您們好！

這一份問卷是希望知道你們現在上課的教室會不會吵、教室裡的空氣好不好，請小朋友依你自己的感覺填寫，謝謝你們的幫忙！

祝你們

健康、快樂！

國立台灣師範大學衛生教育研究所

研究生 殷蘊雯 敬上

一、基本資料：

1. 班級：二年__班
2. 性別：男 女
3. 座號：__號
4. 座位：__列__排（從教室門口算起為第一列）

二、請選擇你所要的一個答案，並在下面的□空格中打勾✓

1. 你覺得上課時你們教室會不會吵
會 不會
2. 你覺得學校附近的馬路上，經常會有很多的車子經過嗎？
會 不會
3. 當教室外面有車子經過時，你會不會覺得很吵
會 不會
4. 請問你們老師上課的時候有沒有用麥克風
有（請回答下面 4-1） 沒有（請回答下面 4-2）
4-1. 當老師用麥克風上課時，你聽得清楚老師在說什麼嗎？
聽得清楚 聽不清楚
4-2. 當老師沒有用麥克風上課時，你聽得清楚老師在說什麼嗎？
聽得清楚 聽不清楚
5. 當老師在問小朋友問題時，你聽得清楚其他小朋友的回答嗎？
聽得清楚 聽不清楚
6. 上課時教室外面有車子經過時，聽到車聲你覺得會不會讓你不能專心？
會 不會
7. 上課時你有沒有被外面車子或摩托車的聲音嚇到過？
有 沒有

8. 上課時你覺得外面車子的聲音，會不會讓你覺得不舒服？

會不舒服 不會不舒服

9. 你覺得外面的車子經過時，你會不會覺得耳朵有嗡嗡叫的聲音？

會 不會

附錄三 教師學生後測問卷

後測問卷增加部分題目 (教師)

四、請問您對目前防音教室的使用情形及評價

- | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 總 | 經 | 偶 | 很 | 不 |
| | 是 | 常 | 而 | 少 | 會 |
| (1)請問您上課時會將窗戶關上? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (2)請問當您關窗後會感覺悶嗎? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (3)請問當您關窗後會感覺熱嗎? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (4)請問當您關窗後會感覺通風不良嗎? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

五、請問您對現在防音教室的評價。

- | | 優—————→劣 | | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| (1)防止校外噪音的效果 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (2)通風換氣情形 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (3)室溫 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (4)教室照明 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

六、請問當你覺得很悶熱的時候，你會怎麼做？(可複選)

打開窗戶 開電扇 其他_____

七、請問您對防音工程教室是否有其他方面的意見或建議：

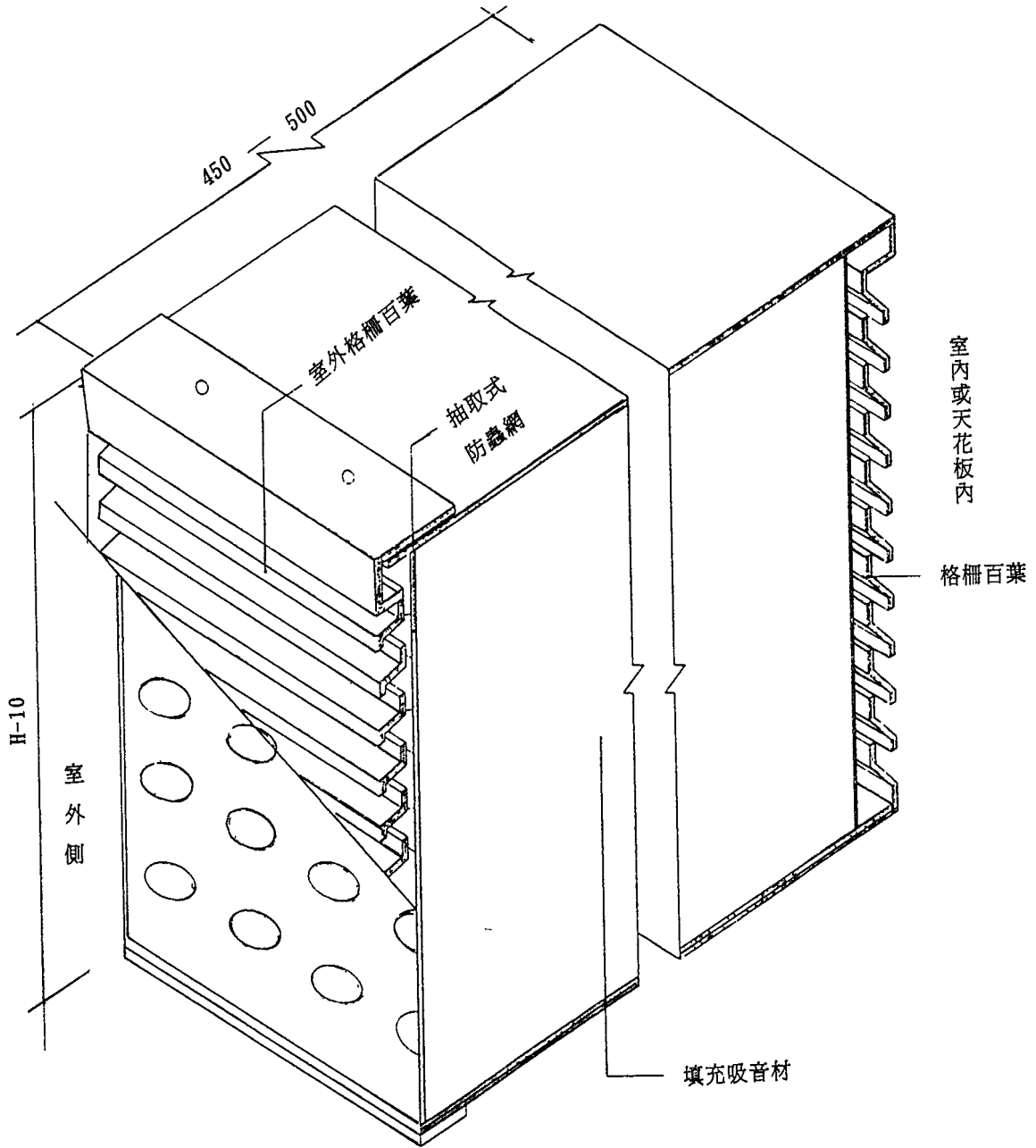
(例如：使用的方便性、對學生學習的效果、學習情緒之影響.....等等)

敬請老師提供您寶貴的意見。

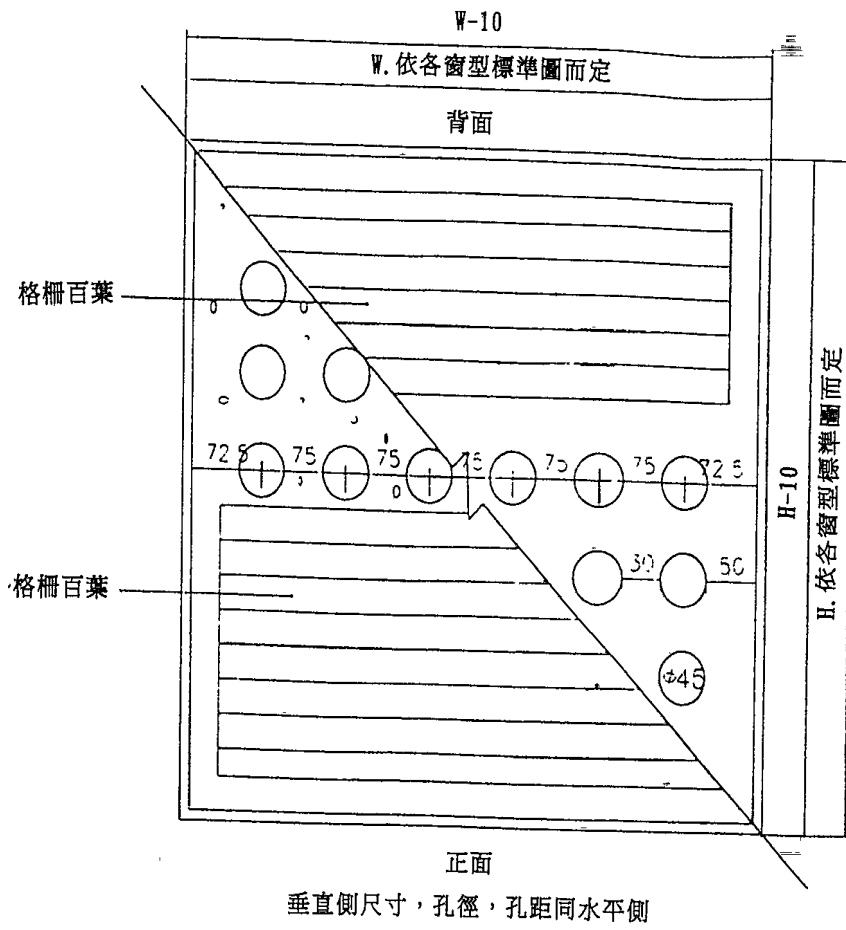
後測問卷增加題目部分 (學生)

16. 請問你知不知道你們教室裝了新的窗戶。
知道 不知道 現在才知道
17. 請問你知不知道新的窗戶是為了要防止噪音。
知道 不知道 現在才知道
18. 請問你有沒有感覺現在的教室比較安靜。
有比較安靜 沒有比較安靜 不知道
19. 請問你們現在上課的時候，有沒有把窗戶關起來？
每一節課都關起來 有時候沒關 從來都沒關過
20. 請問當你們教室窗戶關起來的時候，你會不會覺得很悶熱？
會 不會 沒有感覺
21. 請問當你覺得很悶或者很熱的時候，你會怎麼做？(可複選)
打開窗戶 開電扇 不管他

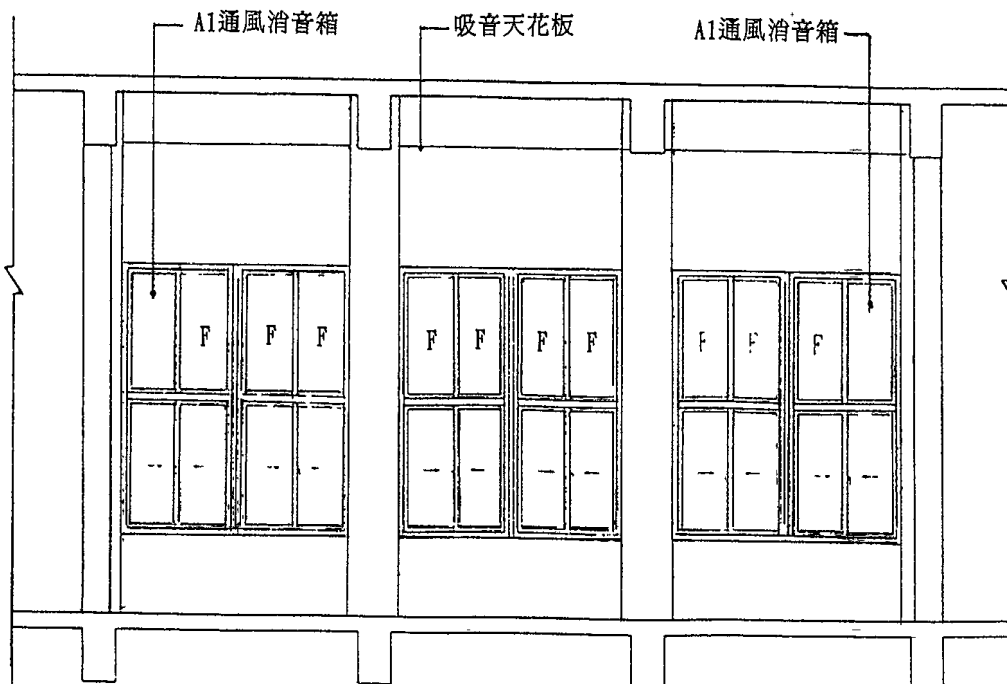
附錄四 通風消音箱詳圖

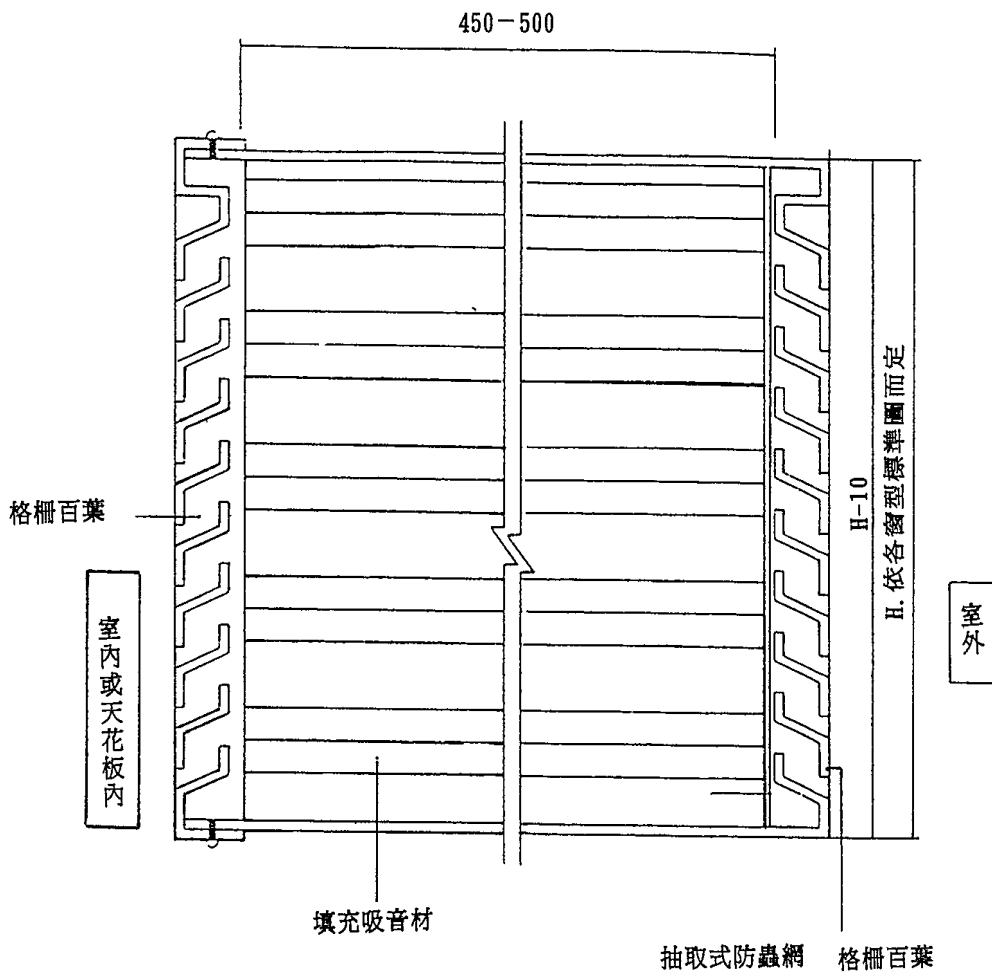


通風消音箱詳細圖



通風消音箱正背面圖

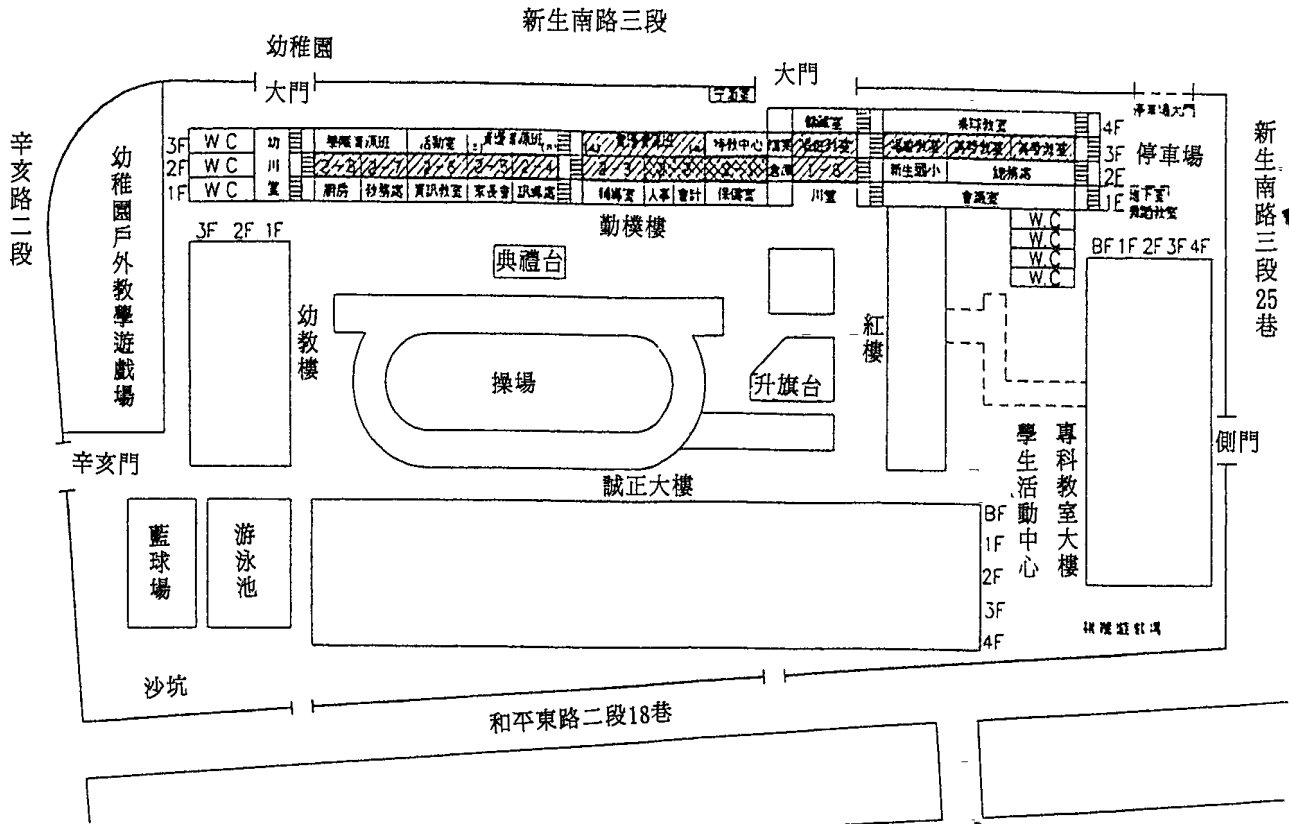




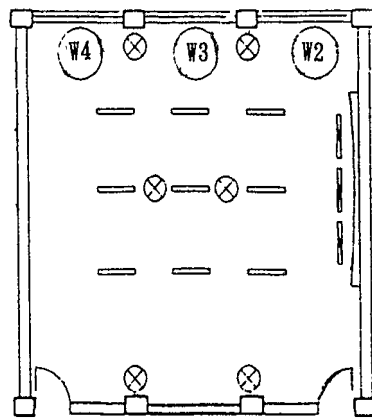
通風消音箱側立面圖

(引自喻台生建築事務所工程設計圖)

附錄五 學校教室位置及教室內電扇位置圖



二年八班教室



走廊



註：⊗：電扇 □：燈具 W：防音窗位置 ≡：走廊窗戶

(引自喻台生建築事務所工程設計圖)