

室內環境品質診斷及改善補助計畫

內政部建築研究所補助計畫成果報告

室內環境品質診斷及改善補助計畫

受委託者：財團法人中華建築中心

研究主持人：江哲銘

共同主持人：蘇慧貞

顧問：周伯丞

研究員：陳念祖

研究助理：邱瓊萱

內政部建築研究所補助計畫成果報告

中華民國九十二年十二月

中文摘要

關鍵字：室內環境品質、健康建築、專業診斷與改善體系

綠建築為 21 世紀建築發展之新趨勢，本計畫依據「綠建築推動方案」，以提昇國內室內環境品質為目標，今年為第二年之操作，其對象範圍針對「綠色廳舍暨學校改善計畫」及「中央廳舍暨院校空調改善計畫」已選出之改造案例，以健康觀點切入，補充室內環境品質的部分，待改善完成後可呈現完整的綠建築改造示範例。案例選定方式透過評審委員會審查機制，評選三個案例，進行室內環境品質的診斷與改善。

本計畫分為室內環境診斷及改善兩部分，其中診斷分為自體檢查、初勘與建築進階健康檢查三個層級，檢測項目包含室內音、光、熱、氣、電磁等環境的診斷調查，並以國內外室內環境相關基準進行評估，找出室內問題點進行改善；改善包含改善目標之確立、設計規劃、施工及複檢，最後得以確認改善之成效，整個操作過程可作為日後擴大推行之參考。

室內環境品質診斷制度之建立將來有助於台灣整體建築室內環境品質的提升與健康建築科技產業之研發，然而在擴大執行前必須先經過試行，評估後檢討，建立整體診斷及改善之流程架構，冀望未來的推動可逐步改善國內既有建築物室內環境品質，提昇國人對室內環境品質的注重，刺激建築室內環境專業診斷與改善體系的出現，營造健康舒適的使用居住環境。

Abstract

Keywords: indoor environment quality, healthy building

To give impetus to Green building has become a focal trend of architectural development for the 21st century. The main objective of this project was to improve indoor environmental quality of selected buildings, recommended by a reviewing committee, from those participating in the "Green Building Project". It is hoped that the demonstration of these renovations would better ensure a healthy living environment for all occupants involved.

The project included the diagnosis and physical improvement of the indoor environment. For diagnosis, three different stages were implemented, including self inspection, the preliminary walk-through, and the detailed inspection of the building from a healthy environment standpoint. For environmental measurements, there were components of indoor acoustics, illumination, thermal comfort, air quality and electromagnetic field. The process for conducting physical improvement started by setting the goals of improvement, and followed by planning, design, construction, and re-assessment after completion. It is also the purpose of this study to establish a reference manual for future projects of this kind..

To establish a standardized diagnosis system for indoor quality would undoubtedly contribute to a healthier living environment in Taiwan, and even further trigger the need for better technology and promotion of related industry. A thorough review of the program based on extensive experiments like this project should be the premise before a successful large-scale implementation can be expected.

目 錄

第一章 緒論

第一節	研究動機與目的.....	1
第二節	研究內容.....	3
第三節	研究方法與流程.....	7
第四節	預期研究成果與進度.....	9

第二章 室內環境品質診斷與評估方法

第一節	室內音環境.....	11
第二節	室內光環境.....	13
第三節	室內溫熱環境.....	15
第四節	室內空氣環境.....	18
第五節	室內電磁環境.....	21
第六節	其他環境因子.....	23
第七節	小結.....	26

第三章 室內環境品質初勘與案例選定

第一節	申請案例之初選.....	29
第二節	使用者問卷調查結果.....	36
第三節	初選案例之診斷與檢測.....	40
第四節	初勘綜合評比與案例選定.....	66

第四章 室內環境品質進階診斷與檢測

第一節	進階診斷與檢測.....	69
第二節	檢測結果綜合評估.....	90

第五章 室內環境品質改善設計與成效

第一節 室內環境品質改善設計規劃.....	95
第二節 室內環境品質改善前後比較與討論.....	105

第六章 後續研究建議

第一節 結論.....	123
第二節 後續研究建議.....	125

參考文獻.....	127
-----------	-----

附錄一 期末期中期初審查意見.....	131
---------------------	-----

附錄二 基本資料表.....	137
----------------	-----

附錄三 案例評選記錄.....	139
-----------------	-----

附錄四 改善設計協調會議記錄.....	141
---------------------	-----

附錄五 各國室內環境品質標準.....	145
---------------------	-----

附錄六 進階診斷實測資料.....	151
-------------------	-----

附錄七 招標公告.....	161
---------------	-----

附錄八 改善設計工程施工情形.....	167
---------------------	-----

圖目錄

圖 1-1.1 相關研究整合策略.....	2
圖 1-2.1 室內環境診斷及改善作業流程建議 (91 年度研究案)	3
圖 1-2.2 室內環境診斷與改善標準操作流程	6
圖 1-3.1 研究範圍與流程圖.....	8
圖 2-3.1 PMV-PPD 關係	17
圖 2-4.1 本研究空氣品質調查方法流程與細部說明	18
圖 2-5.1 室內電氣機器之電磁環境測定	21
圖 3-1.1 綠建築完整改造示範例	29
圖 3-2.1 北區案例空間中使用者不適症狀調查圖.....	37
圖 3-2.2 中區案例空間中使用者不適症狀調查圖.....	38
圖 3-2.3 南區案例空間中使用者不適症狀調查圖.....	38
圖 3-2.4 使用者對各環境因子重視程度雷達圖	39
圖 4-1.1 北區案例 N3 照度歷時變化	70
圖 4-1.2 北區案例事務組室內照度分佈圖.....	71
圖 4-1.3 北區案例室內溫度歷時變化.....	72
圖 4-1.4 北區案例室內濕度歷時變化.....	72
圖 4-1.5 北區案例甲醛濃度歷時變化.....	73
圖 4-1.6 北區案例 TVOC 濃度歷時變化	74
圖 4-1.7 北區案例二氧化碳濃度歷時變化.....	74
圖 4-1.8 中區案例寢室空間環境噪音歷時變化	77
圖 4-1.9 中區案例一樓北側寢室照度分佈圖	78
圖 4-1.10 中區案例寢室空間溫度歷時變化圖	79
圖 4-1.11 中區案例寢室空間濕度歷時變化圖.....	79
圖 4-1.12 中區案例寢室空間風速歷時變化圖	80
圖 4-1.13 中區案例寢室空間甲醛歷時變化圖	81
圖 4-1.14 中區案例寢室空間 TVOC 歷時變化圖	81
圖 4-1.15 中區案例寢室空間二氧化碳濃度估算	82
圖 4-1.16 天花板材發霉.....	84

圖 4-1.17 管線零亂	84
圖 4-1.18 清潔用具雜亂擺放	84
圖 4-1.19 會客室堆放雜物	84
圖 4-1.20 案例 S10 環境噪音歷時變化圖	85
圖 4-1.21 案例 S10 室內照度分佈圖	86
圖 4-1.22 案例 S10 平均溫度歷時變化圖	87
圖 4-1.23 案例 S10 相對濕度歷時變化圖	87
圖 4-1.24 案例 S10 平均風速歷時變化圖	88
圖 4-1.25 設備缺乏固定放置空間	89
圖 4-1.26 天花板水痕	89
圖 5-1.1 外氣引入系統示意圖	95
圖 5-1.2 事務組外氣引入量建議	96
圖 5-1.3 保管組組外氣引入量建議	96
圖 5-1.4 通風隔音設計改善建議圖	97
圖 5-1.5 浴廁區加設獨立排氣設備示意圖	98
圖 5-1.6 寢室區加設換氣設備示意圖	99
圖 5-1.7 自然通風改善建議示意圖	99
圖 5-1.8 自然通風改善建議示意圖	100
圖 5-1.9 室內裝修建議示意圖	101
圖 5-1.10 空調設備系統改善示意圖	101
圖 5-1.11 外氣引入量建議示意圖	102
圖 5-2.1 北區案例改善後環境噪音歷時變化	105
圖 5-2.2 北區案例改善前裸露燈管	106
圖 5-2.3 北區案例改善後防眩光格柵	106
圖 5-2.4 北區案例改善前晝光利用不利	106
圖 5-2.5 北區案例改善後半遮光捲簾	106
圖 5-2.6 北區案例改善後採氣流通透型式門片	107
圖 5-2.7 北區案例改善後採外氣引入系統與自動調控裝置	107
圖 5-2.8 北區案例事務組改善前後二氧化碳歷時變化	108
圖 5-2.9 北區案例事務組改善前後甲醛歷時變化	108

圖 5-2.10 北區案例事務組改善前後 TVOC 歷時變化	108
圖 5-2.11 改善前天花板水漬	109
圖 5-2.12 更換天花板加設光觸媒殺菌裝置	109
圖 5-2.13 交誼廳裝設防眩光燈具	111
圖 5-2.14 適當色溫之照明設計	111
圖 5-2.15 中區案例寢室加設之抽風扇	112
圖 5-2.16 主入口通氣性百頁隔間	112
圖 5-2.17 茶水間通透性隔間	112
圖 5-2.18 自然導風百頁設置	112
圖 5-2.19 中區案例寢室改善前後 TVOC 歷時變化	113
圖 5-2.20 浴廁改善前發霉天花板	114
圖 5-2.21 改善後更換天花板加裝排氣設備	114
圖 5-2.22 改善前公共空間使用率不佳，會客區堆放雜物	114
圖 5-2.23 改善後活化交誼廳及戶外空間，成為休憩交流場所	114
圖 5-2.24 管道間設置氣密窗、防振襯墊	116
圖 5-2.25 外氣引入風扇處設置吸音材	116
圖 5-2.26 南區案例改善後環境噪音歷時變化	116
圖 5-2.27 加設教室兩側間接照明	117
圖 5-2.28 黑板角度設計降低室內眩光	117
圖 5-2.29 南區案例改善前後平均溫度歷時變化	117
圖 5-2.30 南區案例改善後相對濕度歷時變化	118
圖 5-2.31 調控式外氣引入及廢氣排出 (push-pull) 裝置	118
圖 5-2.32 南區案例改善後二氧化碳濃度歷時變化	119
圖 5-2.33 加裝奈米光觸媒殺菌裝置並更換水漬天花板	119
圖 5-2.34 壓差計能即時顯示室內外之正負壓數值	120
圖 5-2.35 規劃設備放置空間後，徹底解決空間雜物堆放問題	120
圖 5-2.36 更換防塵防眩光窗簾	120
圖 5-2.37 規劃設計佈告張貼之場所	120

表目錄

表 1-1.1 綠建築推動方案重要執行目標	2
表 1-2.1 建築室內物理環境指標完整歸納	5
表 2-1.1 室內綜合評估音環境評價點	12
表 2-2.1 不同類別空間之照度基準	15
表 2-2.2 各種室間使用目的的採光所需之晝光率	15
表 2-2.3 室內綜合評估光環境評價點	15
表 2-3.1 本研究之室內溫熱環境測試儀器特性	16
表 2-3.1 熱環境心理評估尺度	17
表 2-3.3 室內綜合評估之溫熱環境評價點	18
表 2-4.1 空氣環境因子量測原理概要	19
表 2-4.2 本土辦公及公共建築室內空氣品質標準建議值	20
表 2-4.3 IEI 室內空氣品質基準	20
表 2-5.1 瑞典 VDT 施行標準與量測	21
表 2-5.2 非職業場所之一般民眾於環境中暴露各頻段非游離輻射之建議值	23
表 2-6.1 一般常用示蹤氣體與偵測範圍	24
表 2-7.1 室內環境現場量測方法與評估基準 (本研究選用)	27
表 3-1.2 「室內環境品質診斷及改善補助計畫」北區案例申請總表	31
表 3-1.3 「室內環境品質診斷及改善補助計畫」中區案例申請總表	32
表 3-1.4 「室內環境品質診斷及改善補助計畫」南區案例申請總表	33
表 3-1.5 初勘對象之區位	35
表 3-3.1 初勘量測項目因子	40
表 3-3.2 初勘實測報告 1 (案例 N1)	42
表 3-3.3 初勘實測報告 2 (案例 N3)	44
表 3-3.4 初勘實測報告 3 (案例 N4)	46
表 3-3.5 初勘實測報告 4 (案例 N5)	48

表 3-3.6 初勘實測報告 5 (案例 C2-1)	51
表 3-3.7 初勘實測報告 6 (案例 C2-2)	53
表 3-3.8 初勘實測報告 7 (案例 C4-1)	55
表 3-3.9 初勘實測報告 8 (案例 C4-2)	57
表 3-3.10 初勘實測報告 9 (案例 S5)	60
表 3-3.11 初勘實測報告 10 (案例 S8)	62
表 3-3.12 初勘實測報告 11 (案例 S10)	64
表 3-4.1 北區初勘案例需進一步診斷改善之空間與因子.....	66
表 3-4.2 中區初勘案例需進一步診斷改善之空間與因子.....	67
表 3-4.3 南區初勘案例需進一步診斷改善之空間與因子.....	67
表 3-4.4 室內環境診斷及改善案例評選表.....	68
表 4-1.1 長時間量測項目因子.....	69
表 4-2.1 綜合結果報告 1 (案例 N3)	91
表 4-2.2 綜合結果報告 2 (案例 C2-2)	92
表 4-2.3 綜合結果報告 3 (案例 S10)	93
表 5-1.1 改善設計說明及其目標	104
表 5-2.1 北區案例換氣率改善情形.....	106
表 5-2.2 中區案例改善前後風速變換情形 (自然通風型態)	111
表 5-2.3 中區案例寢室改善前後換氣率變換情形 (自然通風型態)	113
表 5-2.4 中區案例改善前後甲醛與 TVOC 變換情形 (自然通風型態)	113

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

室內環境品質問題已經成為二十一世紀探討永續建築環境時的重要課題，可從最近國際重要的永續建築國際研討會（Sustainable Building 2000）、綠建築國際研討會（Green Building 2000）、健康建築國際會議（HB2000）或是北歐所謂的「生態建築」發現，國際間近幾年所探討研究的方向，都圍繞在室內環境品質健康的議題上。若以人花費 80% 以上的時間於室內活動來看，室內環境品質影響人之健康甚巨，因此建築室內環境品質的確保是刻不容緩的。

建築物之室內環境中可能潛藏著許多危害因子，增加了居住者的健康風險，在國內大眾尚未對此方面多所認知的情況下，除急需大力教育民眾對於室內環境危害的認知，也需要建立一套完善的診斷、檢測的流程與方法，並尋求改善解決，以確保居住或使用之身心健康，免於室內環境品質不良的慢性傷害。在國內綠建築推動方案中室內環境品質也列為相當重要的一環（如表 1-1.1），同時在配合措施中並擬有辦理獎勵或補助既有建築物改善其空間室內環境品質。

92 年度綠建築推動方案中針對既有建築物之改善另有：綠色廳舍暨學校改善及中央廳舍暨院校空調改善兩個主軸，主要是針對生態節能的部分進行診斷及改善，其對象皆為中央廳舍暨院校，本計畫將整合上述計畫已選出之案例，以健康觀點切入，補充室內環境品質的部分，將可使上述改善例更加完整，另外其他相關研究，包括：綠建材標章制度與推廣、國家實驗室室內環境性能檢驗與認證等，各項配套皆有助於室內環境品質的提升（如圖 1-1.1），當建築之品質性能提升後，將可產生如房租租金得以提高、健保負擔減輕等連帶效應，而更重要的是，國人的健康得以確保、建築景氣可望回升，並能刺激更多綠色科技產業的研發。

表 1-1.1 綠建築推動方案重要執行目標

總目標	配合綠色矽島建設目標，積極推動維護生態環境之綠建築。
次目標	• 促進建築與環境共生共利，永續經營居住環境。
	• 落實建築節約能源，持續降低能源消耗及減少二氧化碳排放。
	• <u>發展室內環境品質技術，創造舒適健康室內居住環境。</u>
	• 促進建築廢棄物減量，減少環境污染與衝擊。
	• 提昇資源有效利用技術，維護生態環境之平衡。
	• 獎勵並建立綠建築市場機制，發展台灣本土亞熱帶建築新風貌。

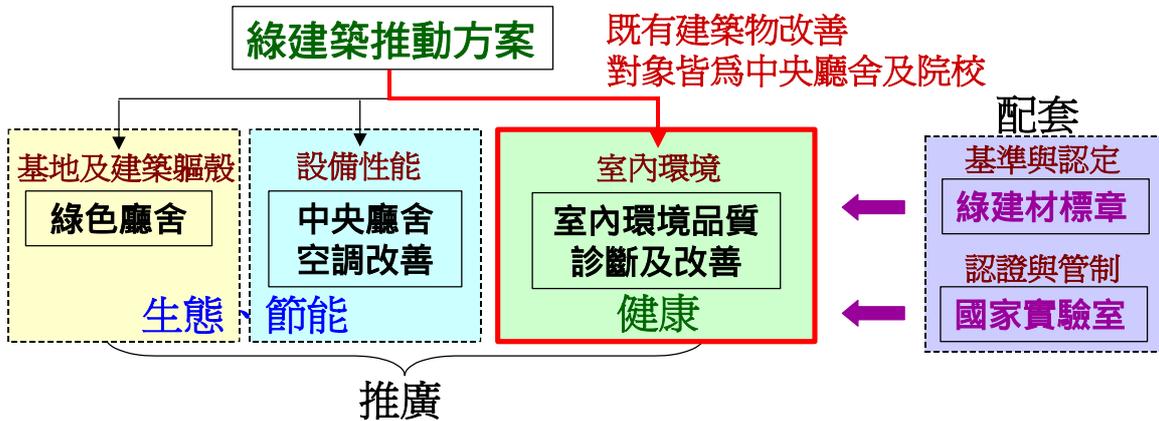


圖 1-1.1 相關研究整合策略

目前室內環境診斷與改善之相關工作已於 91 年度完成三個學校類建築空間的示範案例，包含室內音、光、熱、氣、電磁環境的診斷調查，改善設計與施工及完成後之檢討等工作，本年度將依循上一年度之研究成果，透過評審委員會審查機制，評選三個案例，進行室內環境品質的診斷與改善，作為日後擴大推行之參考。

室內環境品質診斷及改善最終之目的在於台灣整體建築室內環境獲得改善，然而在擴大執行前必須先經過試行，評估後檢討，建立整體改善架構流程，才能夠依此模式擴大推廣之，冀望未來的推動可逐步改善國內既有建築物室內環境品質，提昇國人對室內環境品質的注重，刺激建築室內環境專業診斷與改善體系的出現，營造健康舒適的使用居住環境。

第二節 研究內容

本研究配合內政部「綠建築推動方案」中配合措施第十條「獎勵或補助改善室內環境品質計畫」，利用先前研究建立之改善室內環境品質之標準操作流程，以現場量測室內環境品質狀況之方式瞭解室內環境品質不良的問題，並提出改善對策及進行實質改善工程，最終達成室內環境品質之提升並評估改善成效。

過去國內相關研究包含了內政部建研所委託之「辦公建築室內空氣品質與空調設備之診斷研究」及環保署委託關於辦公空間空氣品質調查與管制策略系列研究，針對室內空氣環境的診斷調查與改善評估，已建立相當完整的基礎資料及標準操作法。而建研所於 91 年度之委託研究案中，更將範圍擴大至針對室內音、光、溫熱、空氣、電磁等環境因子進行全面性的診斷及改善，除證明其改善成效外，並發展出一套室內環境診斷及改善可操作之流程（如圖 1-2.1），有助於政府相關單位未來執行獎勵室內環境品質改善案之參考，以逐步達成健康室內環境品質的確保，以保障全民健康。

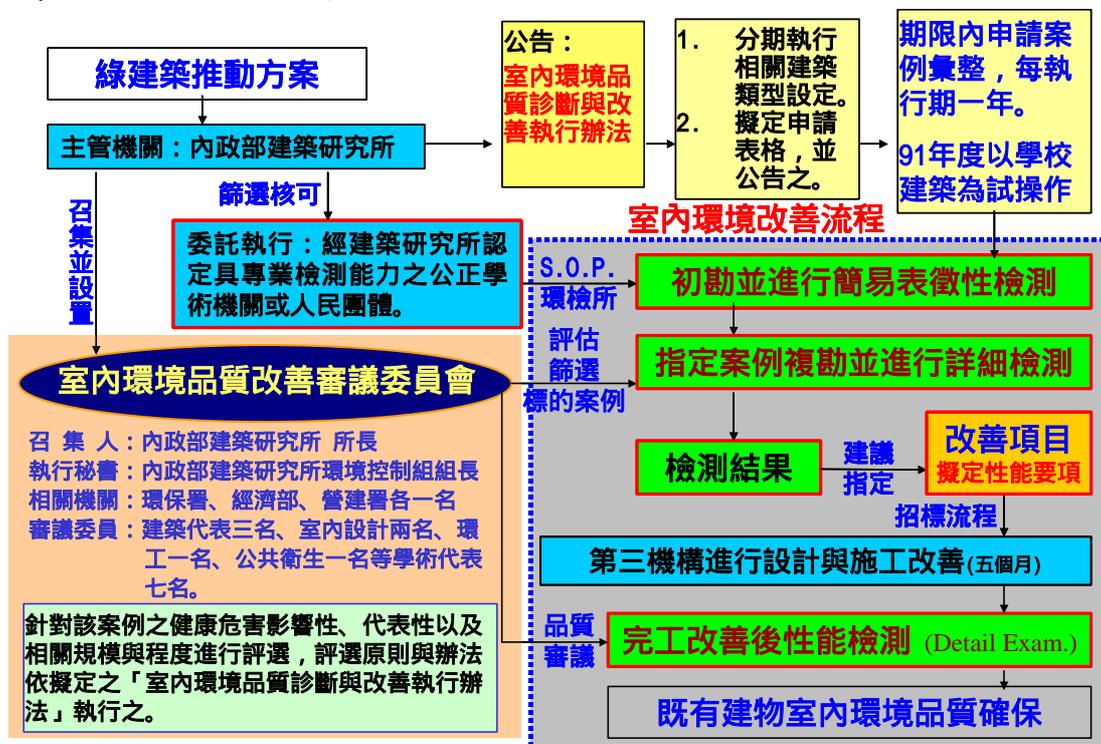


圖 1-2.1 室內環境診斷及改善作業流程建議（91 年度研究案）

本計畫即依前期研究成果加以實踐並檢討操作過程中之問題點，提出修正之建議。其內容分述如下：

(一) 選定診斷及改善案例對象

本計畫之案例對象將從已被選定為綠色廳舍或空調改善例中，徵求室內環境品質診斷及改善申請書，並透過評審委員會審查機制，初選數個改善例，經初勘後選定三個案例進行診斷及改善工作，其選擇因素包含：有明顯室內環境品質問題不良之案例、不同環境因子的改善例、執行可行性及配合度等方面，同時也與補助對象充分溝通協調，說明本操作示範例之方式、過程及其重要性。

(二) 室內環境要項之選定與實測

於實地室內綜合環境檢測前，事先進行實測計畫，綜合環境的檢測項目，大致分為音、光、溫熱、空氣、電磁等五個環境進行實際檢測，所檢測的因子以參考國外文獻與國內建築室內環境保健控制綜合指標 (Indoor Environmental Index, IEI) 所探討之室內環境因子為主，91 年度為試操作，同時考量是經濟性與時效性，檢測之因子僅以 IEI 指標(簡易級)之因子為主，92 年度將嘗試將檢測項目擴增，除 IEI 指標 (精密級) 所列之因子 (如表 1-2.1)，甚至國外關於室內環境中也相當重視之因子亦可一併考量，如：PPD、SO₂、NO₂、換氣量、空氣齡、空氣交換效率 (AEE) ... 等，並因不同使用之類型作適當的篩選，同時增加室內外量測點及量測時間，以確保實測之結果能充分反應室內環境之狀況。

另外，本年度增加室內空間與家具擺設之測繪工作，以作為爾後提出改善建議前，利用電腦數值模擬方式輔助改善設計時模型之建構，如此更能確保室內環境改善成效。

(三) 室內綜合環境分析與評估

根據實測結果，進行科學化的定量分析，並參考國外文獻與國內研究所建議之各項因子基準進行評估，挑選可行之改善項目以進行改善設計建議及工程。

表 1-2.1 建築室內物理環境指標完整歸納

評估項目	精密級		進階級		簡易級
	一般住宅	辦公空間	一般住宅	辦公空間	
音環境	TNEL ₃₀				
	TNEL _{30'}				
	L _{eqM}				
	L _{eqD}				
	L _{eq24H}				
	L ₁₀				
	L ₅₀				
	L _d				
	L _n				
	NR 曲線				
	NC 曲線				
光環境	作業面平均照度				九 十 一 年 操 作 項 目
	作業面人工光源平均照度				
	作業面均齊度				
	作業面人工光源均齊度				
	晝光率				
	窗面輝度				
	窗深方向之垂直面照度				
	燈具之不快眩光指標				
	光源之色溫度				
	光源之演色評價數				
溫熱環境	室內環境溫度				
	室內環境濕度				
	室內環境風速				
	PMV				
	作業位置垂直向溫度差				
	日射量				
	室外溫度				
	室外濕度				
	室外風速				
	空氣環境	懸浮微粒 PM _{2.5}			
懸浮微粒 PM ₁₀					
CO					
CO ₂					
甲醛					
VOCs					
O ₃					
氫氣					
細菌					
真菌					
內毒素					
過敏原					
外氣量					
局部平均空氣齡					
振動 電磁	全身振動曝露評估指標				
	極低頻電場強度				
	極低頻磁通量密度				

(四) 改善設計建議及改善工程

針對所選出欲改善的室內環境項目，利用科學化方法，如 CFD 數值模擬技術輔助，提出改善設計之建議，並以統包之方式，交由專業廠商進行細部設計及進行改善工程(整個過程符合政府採購相關規定)。

(五) 改善後複檢

改善完成後進行該項目之複檢工作，檢測是否達到健康之室內環境品質之要求，並檢討原因，此經驗可作為日後改善案例之借鏡。

(六) 結論與建議

完成室內環境品質改善例，並轉化改善例之操作經驗，修正獎勵改善室內環境品質之標準操作程序，提供政府相關單位將來擴大施行時之參考依據，未來可配合室內環境性能基準相關研究，針對改善後室內環境所達之性能加以檢驗，更可明確地將其品質予以分級，檢討改善之成效。

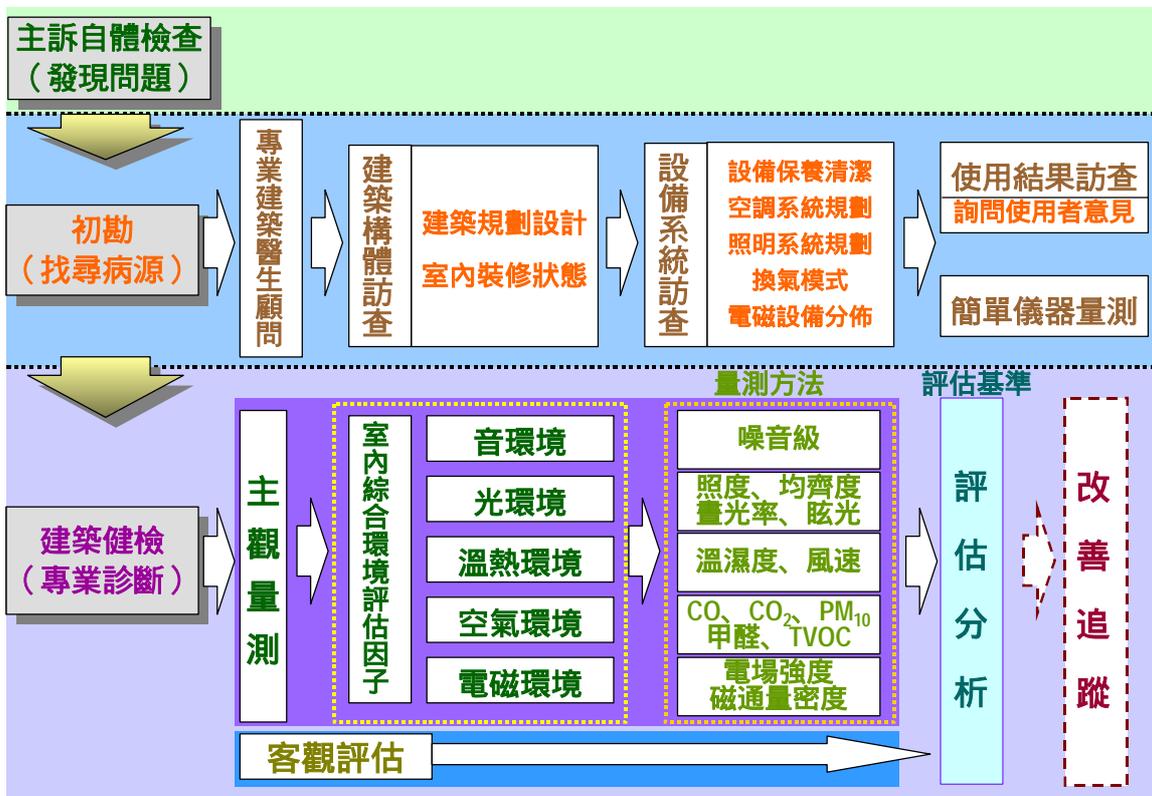


圖 1-2.2 室內環境診斷與改善標準操作流程

第三節 研究方法與流程

一、研究方法

(一) 文獻分析法

蒐集國外關於室內環境品質之相關規定與改善技術，以及室內環境相關要項之檢測方法與評估基準，歸納整理並比較差異所在，作為於台灣本土操作上之參考依據。

(二) 專家諮詢法

研究結果經過初步整理後，邀請對室內環境方面學有所長之專家學者，進行互動的交流溝通，藉由專家、學者，提出應修正及增刪之意見，作為充實、加強本研究內容之參考，並擇期辦理期中、期末簡報來說明研究案執行的成效、進度及所遭遇的問題及困難。

(三) 實測分析法

實際針對案例現場之室內音、光、熱、氣、電磁環境之品質進行定量化檢測與分析，如發現不良情形時，提出改善建議，並於改善完畢後進行複檢，驗收改善後成效。

(四) 模擬分析法

利用電腦模擬室內環境狀況，進行室內環境的分析與檢驗，如氣流場、溫度場、污染物濃度場...等，輔助改善對策之提擬，確保改善成效。

二、研究流程

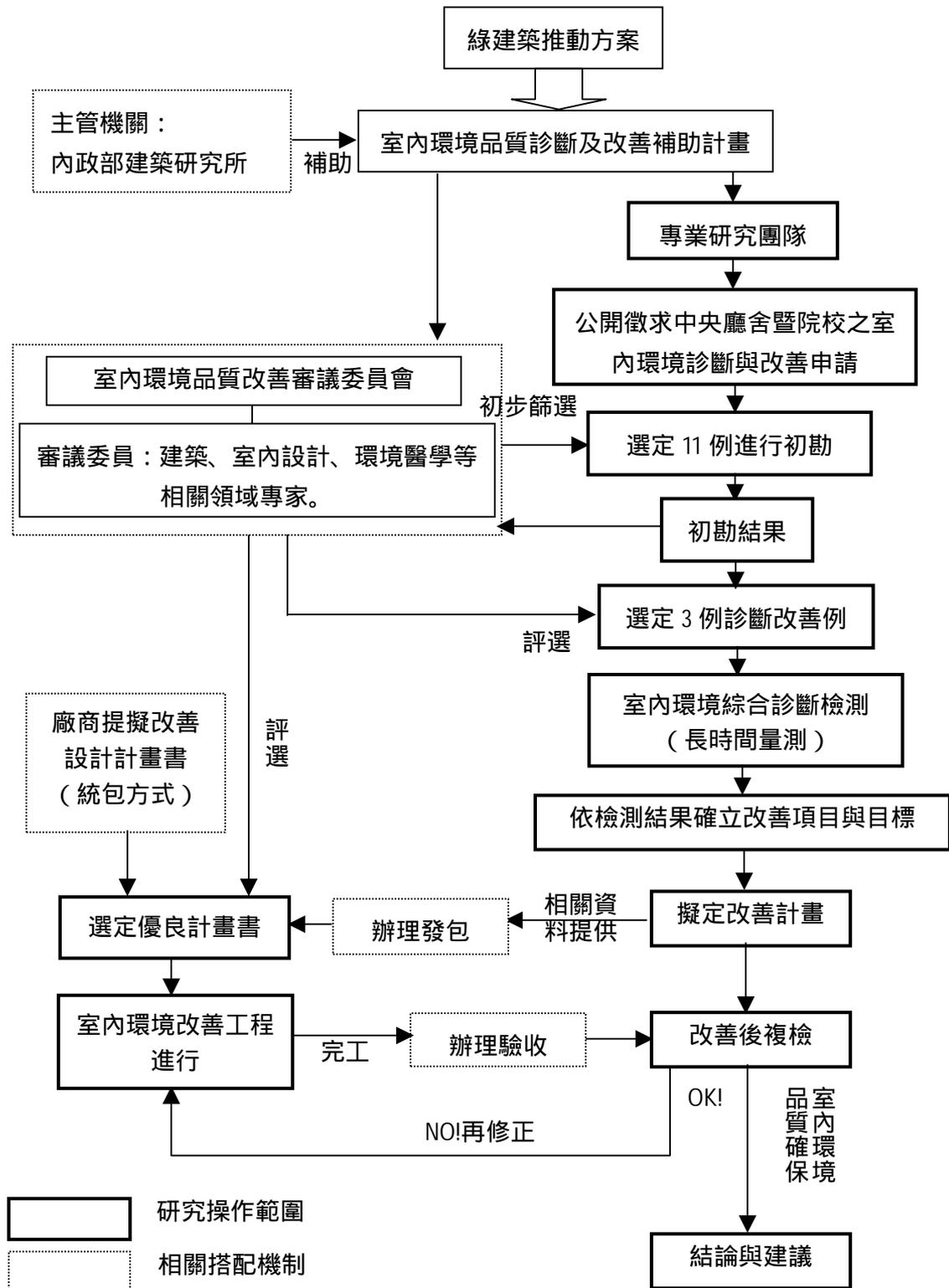


圖 1-3.1 研究範圍與流程圖

第四節 預期研究成果與進度

一、預期研究成果

(一) 對建築發展短中長期方面預期貢獻

1. 修正改善流程與評估方法：從診斷、改善設計到施工、複檢建立標準化流程，同時修正檢測評估方法。
2. 室內環境品質改善對策提擬：根據不同案例問題點，以科學化方法，提擬改善對策方案，有助於日後改善設計之參考。
3. 完成室內環境品質診斷及改善例。
4. 使綠建築推動方案更加完備。

(二) 對於經濟建設或社會發展方面預期效益

1. 由中央推向地方、公部門推向民間，以健康觀點切入，整合綠廳舍與空調改善案例，可造就國內綠建築完整改造示範例。
2. 教育大眾對室內環境品質的重視、刺激產業新生、綠營建研發利用、協助建築及室內設計廠商素質提升。
3. 刺激建築室內環境專業診斷與改善體系的出現，以建構良好完善的建築健檢醫療網絡。

第二章 室內環境品質診斷與評估方法

本年度診斷及改善主要對象為住宿、辦公、學校空間，可根據 91 年室內環境品質診斷及改善研究操作方式，室內環境品質診斷項目以室內音環境、光環境、溫熱環境、空氣環境和電磁環境之環境因子（簡易級）為主，此乃根據內政部建研所「建築室內環境保健控制綜合指標之研究」，利用專家諮詢及分析層級程序法（Analytic Hierarchy process, AHP），針對台灣地區室內環境之特徵問題點、考量室內人員健康舒適狀態之必要環境環境因子，以快速檢測所得之評估項目，依據這五類環境之環境因子進行診斷，可瞭解一般空間其室內環境大致之問題點及危害程度，適用於普遍的情況，然而對於其他未包含在內之室內環境因子，如：振動、生物性污染及各環境中更細微的檢測項目，因所需檢測時間較長、經費較高等因素，可依案例問題點之實質需求增列診斷與評估項目，至於各環境因子評估基準仍以室內環境保健控制指標（Indoor Environmental Index, IEI）所列之基準為依歸，不足之處則參考國內外相關規範，以下即分別針對各環境因子之量測與評估方法、基準說明之。

第一節 室內音環境

室內噪音現場測試方法國內尚無制式之規範，本研究之測試方法乃依據國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）於 ISO 1996(1987) 中對環境噪音相關量測之建議規範，以及中國國家標準 CNS 7183 噪音級測定方法，其相關內容詳細說明如下。

一、室內音環境之量測方法

（一）環境噪音級（Leq）量測

根據 ISO 1996 指出，最佳的室內測試位置是距離牆面 1 公尺，離地 1.2 至 1.5 公尺，且距窗 1.5 公尺處。本研究除擇一較靠近開口部之測點外，另於空間中選擇一個一般作業位置（使用頻率高之地點或具其他特殊狀況點）進行測試，以瞭解測試空間中室內音環境之分佈，並檢視其對於使用者之影響程度。

(二) 室外點量測

本研究為瞭解室內音環境與戶外環境噪音之關連性，於測試空間外離地 1.2 至 1.5 公尺高之位置，同時監測外部噪音值。透過室外噪音量度值與室內容許噪音基準之比對，以作為改善與否之判斷依據，以及日後改善工程之設計依歸。

1. 噪音評估法

對於室內一般生活噪音量值，本研究根據 IEI 之建議評估方式：住宅類空間採用 Leq24H；一般辦公空間則採用 LeqD，學校教室與一般辦公空間使用時間一致，故亦建議採用 LeqD。

2. 指示器動態特性

噪音級原則上使用噪音計指示器動態特性 (Fast)，但對音源發出音變動性不大時，例如馬達聲等，則可使用 (Slow) 之測定。

(三) 其他相關記錄

1. 測定日期、氣象狀況等。
2. 測定場所之狀況 (音源之外形尺度)。
3. 麥克風之位置 (麥克風之高度、方向、支持方法)。

二、室內音環境之評估基準

(一) 住宅類及辦公空間之評估基準

本研究參酌 IEI 所推薦之住宅及辦公空間音環境基準值作為評估準則 (如下表 2-1.1 所示)，以 60 之評價點作為最基本評估基準值。

表 2-1.1 室內綜合評估音環境評價點

音環境評價點		20	40	60	80	100
住宅類	Leq24H	> 55	> 50	> 45	> 40	
一般辦公空間	LeqD	> 59	> 56	> 53	> 50	

(二) 教室之評估基準

由於國內尚無教室室內噪音值之規範，而國外關於學校教室室內噪音評估基準差異甚多，參酌本土之研究^{註1}發現國內目前教室噪音現況約在 60 dB(A)以上，普遍偏高，因此考量基準於本土之適用性，擬以日本文部省所規定之學校教室噪音容許值為評估基準：於室中央量測關窗時應在 50 dB(A)以下，開窗則應在 55 dB(A)以下。

第二節 室內光環境

光照環境包含了自然採光及人工照明兩大部分。自然採光即自然光經過建築的開口部對室內之照明，然而，自然光往往無法提供均勻恆久的照度，更無法滿足不同空間機能之照度標準，因此人工照明設施即為不可或缺的依賴工具。本研究在室內光環境診斷方面，綜合考量室內光照環境，擬進行室內照度、眩光、均齊度及晝光率之評估與計算。其診斷量測方式與評估基準詳述如下。

一、室內光環境之量測方法

(一) 室內照度量測

本研究依 CNS 之照度標準測定方法，無特別指定作業面之高度時，以距離地板 85cm 為準（走廊、室外以地面高度計算）。

(二) 均齊度

均齊度之定義為作業面上最低照度與最高照度之比值，乃藉由室內照度量測值計算轉換而得，其所謂的作業面應除去距離周壁 1M 以內之範圍。

(三) 眩光

在視野中應避免光源輝度過高，照明器具之擴散面太大，以及窗戶等開口部之強光，否則易造成眩光傷害，其改善辦法係擴大發

^{註1} 林怡君，普通教室室內噪音之評估—以台南地區公立小學為例，1993.06。

光體的面積，或藉燈具特別構造，使人在工作中不輕易視及發光體，因此在診斷上需實地診斷照明器具是否具備防眩光設計。

(四) 晝光率

晝光率是指室內某一點之照度對應於當時室外全天空照度比值之百分率，乃是評估建築物自然採光優劣之重要指標。

(五) 其他相關記錄

1. 照明條件：光源、照明設施之規格和設計圖，及其使用時間，白晝狀況。
2. 測量條件：測量基準點位置等。
3. 環境條件：時間、天氣狀態，牆壁、天花板、地板等之表面條件（顏色、材料等）之記錄。以上各條件、空間描述由現場勘查時進行詳細記錄。

二、室內光環境之評估基準

由於各空間用途不同，工作項目亦不相同，其所需之照度也會有所差異，針對室內光環境之評估基準，室內照度參考我國國家標準 CNS(附錄二，表 1、表 2、表 3)，及日本工業標準 (JIS)^{註2} (附錄二，表 4) 規定，依本研究對象列舉其基準如表 2-2.1；晝光率評估參考日本建築學會所訂定之基準 (如表 2-2.2 所示)，根據不同空間種類或不同作業行為而有較細微之規定；辦公室或教室等希望作業面照度均勻分佈而進行全面照明時，其均齊度應達 1/3 以上，住宅均齊度應達 0.6 以上 (IEI 所推薦 60 之評價點，如表 2-2.3 所示)；眩光方面，國際照明委員會 (CIE) 有訂定眩光指數 CGI (CIE Glare Index)，英國照明學會 (IES) 採不適眩光評分 (DGR, Discomfort Glare Rating)，然而由於人員位置之多樣性，其計算方式過於複雜，故本研究於評估時直接判別空間是否易受直射日光之影響而產生眩光，及燈具是否具防眩光設計。

^{註2} 日本 JIS Z 9110-1964

表 2-2.1 不同類別空間之照度基準

建築使用類別	辦公		學校			住宅	
	製圖類	一般辦公、會議室	教室、閱覽室	電腦教室	禮堂	寫作閱讀	一般書房
照度基準 (Lux)	750	500	500	300	200	500	50

表 2-2.2 各種空間使用目的的採光所需之晝光率

作業或室之種類	基本晝光率 %
修理鐘錶.依晝光之手術室	10
長時間之縫紉.精密繪圖.精密工作	5
短時間之縫紉.長時間之閱讀.繪圖.打字.齒科診所	3
閱讀.辦公.一般診療室.普通教室	2
會議.會客室.講堂.體育館.一般病房	1.5
短時間閱讀.美術館展覽廊.圖書館書庫.車庫	1
旅館大廳.住宅餐廳.一般起居室.電影院休息室.教堂座席	0.7
一般走廊.樓梯.小型貨物倉庫	0.5
大型貨物倉庫.住宅儲藏間.壁櫥	0.2

表 2-2.3 室內綜合評估光環境評價點

光環境評價點	20	40	60	80	100
住宅均齊度	< 0.5	< 0.6	< 0.7	< 0.8	

第三節 室內溫熱環境

一、室內溫熱環境之量測方法

(一) 溫濕度、風速量測

為釐清室內溫熱舒適性等物理性因子對室內環境之影響狀態，本研究將於各量測空間進行溫度、相對濕度與風速之連續性量測，其監測高度約離地面 1.5M 高處之人體呼吸面，觀察 24 小時以上之變化，並同時具備室外採樣點，以瞭解室外溫熱環境對室內之影響狀態。本研究所採用之室內溫熱環境測試儀器特性如表 2-3.1 所示。

表 2-3.1 本研究之室內溫熱環境測試儀器特性

測定因子	測定原理		量測範圍	量測精度
溫度	電阻式	即時連續監測	-10 60	All range ± 0.5
相對濕度	電容式	即時連續監測	0.8 100%	0.8 90% $\pm 2\%$ RH 90 100% $\pm 3\%$ RH
風速	熱感應方式	即時連續監測	0.2 2.0m/s	All range ± 0.2 m/s

(二) PMV 與 PPD 量測

溫熱環境方面，除上述之測定因子外，將於空間中同時記錄 PMV 之監測值，以做為人體溫熱舒適度評估診斷之參考。所謂 PMV 指標乃是一種堪稱最完備之熱環境指標，已列入國際標準之列，為丹麥學者 P.O. Fanger 所研究；乃是將 1300 位左右的人，置於「人工控制熱環境實驗室」中進行實驗，再將心理量依氣溫、濕度、氣流、著衣量及工作強度等物理量進行統計分析，以歸納找尋出舒適與不快之範圍，所確立之 PMV 與 PPD 評估指標^{註3}。

Fanger 將 PMV 值依照人的熱感覺分成熱、暖、稍暖、無感覺、稍涼、涼、冷七個等級（如表 2-3.1），並通過大量試驗獲得感到不滿意等級的熱感覺人數佔全部人數的百分比 PPD，畫出 PMV-PPD 曲線如圖 2-3.1 所示。使用 PMV-PPD 曲線，可以獲得不同著裝，從事不同活動的人在環境中的溫熱感覺。國際標準化組織 ISO 7730

^{註3} ISO 7730, 1994

(12-15-1994) 已規定 PMV : -0.5~0.5 範圍為室內熱舒適指標。

表 2-3.1 熱環境心理評估尺度

心理感覺		PMV
冷	Cold	-3
涼	Cool	-2
稍涼	Slightly cool	-1
無感覺	Neutral	0
稍暖	Slightly warm	1
暖	Warm	2
熱	Hot	3

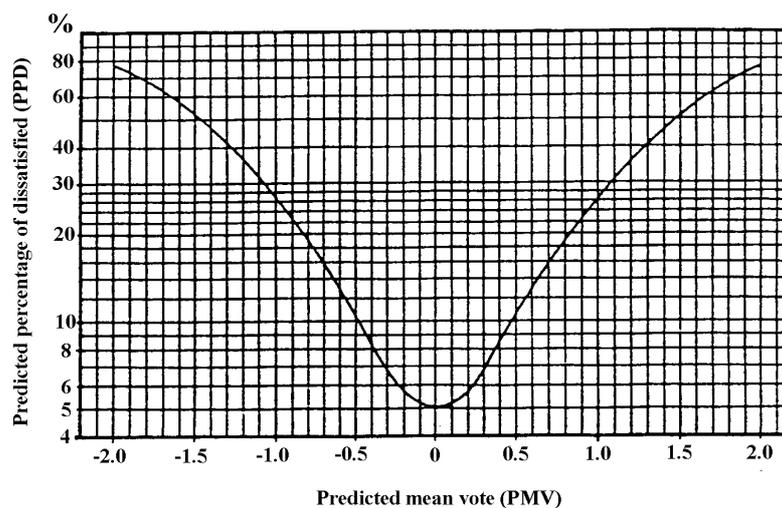


圖 2-3.1 PMV-PPD 關係

二、室內溫熱環境之評估基準

關於溫度之評估基準，本研究分為冷房及自然通風兩類加以討論，前者參酌 ASHRAE 基準以 22 27 為評估指標，自然通風則採用 PMV-C 修正值，夏季溫度應維持在 23 28 ，冬季則於 20 26 。濕度方面參考 ASHRAE、日本建築基準等，並以前期研究^{註4}所擬定之本土辦公及公

^{註4}蘇慧貞、江哲銘、李俊璋，室內空氣品質及污染源管制之法規策略分析，2001.10

共建築室內空氣品質基準為評估依據，訂定其理想濕度為 40 ~ 70%。自然通風之風速基準值亦採用本土研究需於 0.5m/s 以下，機械通風則採用 IEI 60 分之評價點 0.35m/s 為其基準。至於 PMV 方面則參照國際標準 ISO7730 之建議，將不滿意比例維持於 10% 以下，即 $-0.5 < PMV < +0.5$ 之範圍，以此作為室內熱舒適之評估指標。

表 2-3.3 室內綜合評估之溫熱環境評價點

溫熱環境評價點	20	40	60	80	100
氣流速度 (m/s)	> 0.45	> 0.35	> 0.25	> 0.15	

第四節 室內空氣環境

為瞭解國內目前各變因對室內空氣品質影響程度，本研究團隊將同時進行建築室內空氣環境實地採樣分析與資料收集工作：從建築、設備、空調機械等建築硬體與設計部分之調查 (Walk Through Investigation & Collection Information)，到實地監測、採樣與使用行為之調查 (Real Time Sampling & Investigation Analysis)，皆採用標準操作程序進行 (如圖 2-4.1 所示)，其中所包含之項目及評估基準如下所述。

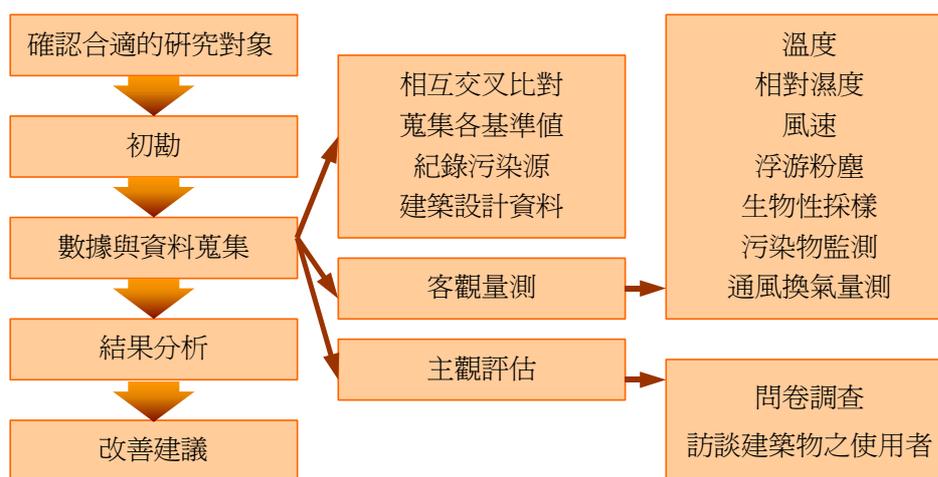


圖 2-4.1 本研究空氣品質調查方法流程與細部說明^{註5}

^{註5} Editor: K.W. Cheong, K.Y. Chong, 2001, Development and application of an indoor air quality audit to an air-conditioned building in Singapore, Building and Environment (36), p181-188。

一、室內空氣環境之量測方法

本研究為求能有效充分反應室內空氣環境對使用者之影響，其採樣高度定於離地面 1.5M 高處，相當於人體之呼吸帶。各監測因子分別詳述如下。

(一) 一般性化學性因子

擇點使用自動採樣分析儀全程監測採樣時間 (24Hr) 內 CO/CO₂ 及 PM₁₀ 之時間-濃度分布關係, 其量測原理簡述如表 2-4.1。

(二) 揮發性化學因子

擇點使用多點採樣分析儀全程監測採樣時間 (24Hr) 內甲醛及 TVOC 之時間濃度分佈關係，其量測原理簡述如表 2-4.1。

表 2-4.1 空氣環境因子量測原理概要

環境因子	CO	CO ₂	粉塵 (PM ₁₀)	甲醛	TVOC
量測原理	定電位 電解法	非分散型紅外 線吸收法	散亂光方式	光聲學紅外線光譜分析法	

(三) 其他相關記錄

4. 設備條件：空調區劃、空調設備之規格、運轉時間、外氣引入口，以及相關之維修養護狀況。
5. 測量條件：各因子之測點（包含：室內及室外），及採樣時間等之記錄。
6. 環境條件：針對建築物所在地區、交通流量、空間內之人員密度、開窗模式、炊事（或燃燒）行為、清潔劑使用、建築裝修材質、影印機（或其他事務機器）、特殊使用行為等，進行現場訪視，並記錄查核情況。

二、室內空氣環境之評估基準

空氣環境部分乃根據環保署委託研究關於本土辦公及公共建築室

內空氣品質基準之草案^{註6}，其研擬過程參酌 WHO、ASHRAE 等國外相關基準及本土辦公空間實測結果，以一般級為評估依據，所規定本土之空氣環境基準如下表 2-4.2 所示。其中一氧化碳、二氧化碳、甲醛之基準亦符合 IEI 所推薦 (PSli=100) 之基準，故此三項因子以此作為一般評估基準，本研究並參酌香港^{註7}及澳洲之二氧化碳基準，鼓勵一般建築室內環境之 CO₂ 濃度，應致力維持於 800 ppm 以下；另外 TVOC 因檢測方法與上述本土辦公空間實測方法相同，故參考其基準值 3ppm (同新加坡之基準)；粉塵之基準則限定在 150 μg/m³ 以下。

表 2-4.2 本土辦公及公共建築室內空氣品質標準建議值

空氣因子	PM10	CO	CO ₂	甲醛	TVOC
	μg/m ³	ppm	ppm	ppm	ppm
國內建議值	A : 40	A : 2	A : 600	A : 0.02	Total
A : 特優級	B : 180	B : 9	B : 1000	(8hrs)	photoionisable
B : 一般級	(24hrs-meta)		(8hrs)	B : 0.1	compounds,
				(1hr-max)	reference to
					toluene 3

表 2-4.3 IEI 室內空氣品質基準

PSli 值	評價	PM ₁₀	CO	CO ₂	甲醛	TVOC
		24 小時平均值	8 小時平均之最大值	8 小時平均值	8 小時平均值	8 小時平均值
		μg/m ³	ppm	ppm	ppm	mg/m ³
50	良好	50	4.5	600	0.016	0.1
100	普通	150	9	1000	0.1	0.3
200	不良	350	15		1.0	3.0
300	非常不良	420	30			
400	有害	500	40			
500		600	50			

^{註6} 詳見蘇慧貞、江哲銘、李俊章，室內空氣品質及污染源管制之法規策略分析，2001.10

^{註7} Hong Kong Environment Protection Department. Guidance notes for the management of indoor air quality in office and public places,2000.

第五節 室內電磁環境

一、室內電磁環境之量測方法

本研究根據日本建築學會之環境磁場計測技術，及瑞典國家科學院所訂定之電腦螢幕輻射安全規範 MPR 之電場測試技術，整理並列舉如下之室內電磁環境量測方式。

(一) 室內電氣機器之電磁環境測定 (Very Low Frequency, VLF)

選擇近電視、電腦等影像顯示終端機 (Video Display Terminal, VDT) 設備為採樣點。以電腦為例，將受測體之螢幕定為基準點，測試儀器於距離電腦螢幕約 30 cm 左右，考量一般使用者之暴露距離與位置，僅量測螢幕正面之電磁場 (如圖 2-5.1)，每個測試點同時測定三向度之電場及磁場強度，亦即取其均方根值。其他電器用品之監測距離，則考量人體實際操作使用設備之行為模式而作修正微調。表 2-5.1 為瑞典 VDT 之相關施行標準與量測，於歐盟等國家實行。

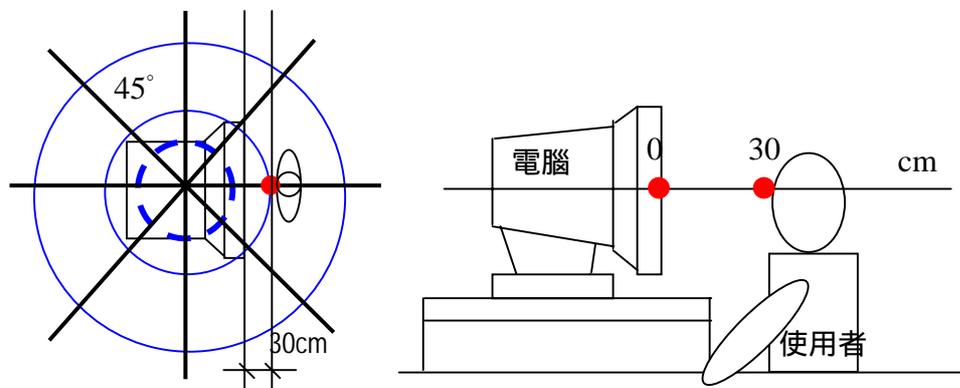


圖 2-5.1 室內電氣機器之電磁環境測定

表 2-5.1 瑞典 VDT 施行標準與量測

MPR	瑞典國家標準 (TCO)
在螢幕正前方 50cm 量測的電場輻射應 25V/m	在螢幕正前方 30cm 量測的電場輻射應 10V/m
在螢幕周圍 50cm 量測的電場輻射應 25V/m	在螢幕周圍 30cm 量測的電場輻射應 10V/m

(二) 室內一般電磁環境量測 (Extremely Low Frequency, ELF)

以非磁性體為腳架，將計測儀器固定於 1.5M 之高程面處，量測三向度之電場及磁場強度，測點的選擇以場源附近人體較易長期接近之區域為優先考量，並取該點量測之最大均方根值 (PEAK) 記錄之。

(三) 其他相關紀錄

1. 空間中人員之分佈、活動行為之模式、VDT 設備之配置。
2. 可能之室內外污染源紀錄，如變電箱、電器用品、機型等。
3. 詳細記錄量測位置，及測試過程中之其他特殊現象。

二、室內電磁環境之評估基準

我國環保署基於環境保護立場，已於九十年元月十二日依照 ICNIRP1998 年所公布之「一般民眾暴露於環境中之非游離輻射建議值」，公告為我國的「非游離輻射環境建議值」。

ICNIRP 於極低頻非游離電場、磁場 (ELF) 50—60Hz 頻率之建議值分別為 5 kV/m、100 μ T (250/f、5/f ; f=0.05kHz)，其他先進國家針對 50—60Hz 頻率之電場及磁場限制值，參看附錄二表 5、表 6；而其他頻率之限制值參考表 2-5.2 所示。

參酌上述國內外對電磁環境之相關規定，本研究即以環保署公告之我國「非游離輻射環境建議值」作為最終之評估基準。電場環境方面：本研究量測頻率波段在 10kHz—100kHz，應低於該頻率基準值 87 (V/m)；頻率波段在 50Hz—60Hz，也應低於該頻率區段中最低基準值 4170 (V/m) (60Hz)。在磁場環境方面：磁通量密度頻率波段在 12kHz—200kHz，應低於此頻率區段中最低基準值 4.6 (μ T) (200 kHz)；磁通量密度頻率波段在 50Hz—60Hz，應低於此頻率區段中最低基準值 83.3 (μ T)^{註 8}。

^{註 8} 1 微特斯拉 (μ T) = 10 毫高斯 (mG)

表 2-5.2 非職業場所之一般民眾於環境中暴露各頻段非游離輻射之建議值

頻段	電場強度 (V/m)	磁場強度 (A/m)	磁通量密度 (μ T)	功率密度 Seq (W/m)
<1Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-
1-8Hz	10,000	$3.2 \times 10 / f^2$	$4 \times 10 / f^2$	-
8-25Hz	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	-
0.025-0.8KHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0.8-3KHz	$250/f$	5	6.25	-
3-150KHz	87	5	6.25	-
0.15-1MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	-
1-10MHz	$87/f$	$0.73/f$	$0.92/f$	-
10-400MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000MHz	$1.375f$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2-300GHz	61	0.16	0.20	10

頻段：係指特定之頻率範圍。

電場強度：係指在空間某點上電場的電場強度向量大小之均方根值，以單位長度的伏特數 (V/m) 表示。

磁場強度：係指在空間某點上磁場的磁場強度向量大小之均方根值，以單位長度之安培數 (A/m) 表示。

磁通量密度：係指在空間某點上磁場的磁通量密度向量大小之均方根值，以微特斯拉 (μ T) 表示。

功率密度：係指在空間某點上等效平面電磁波輻射功率密度之均方根值，以單位面積之瓦特數 (W/m) 表示。

f：係指頻率，以表中相對應頻段之頻率單位表示。

第六節 其他環境因子

對於其他未列入檢測項目中之環境評估因子，可考量案例之問題點，規劃其他檢測項目，來進行診斷評估或改善前後檢討之依據，以瞭解案例室內問題的嚴重程度，以下列舉本研究將操作之檢測項目。

(一) 換氣率量測

當室內換氣不足時，換氣率之量測除可得知現況空氣交換之情形，亦可比對改善前後換氣之效果，以驗證改善設計成效。

1. 示蹤氣體之選定

氣體進入室內之方式來自外氣自然滲入（自然通風）與計畫之送風（機械通風），單純的機械通風，可直接量得室內之通風量值，然而在外氣自然滲入（自然通風）與多種通風開口型式時，通風之量測則較難掌握，因此利用示蹤氣體量測技術（Tracer Gas Techniques），即可測得整體建築於日常使用之換氣狀況，其利用示蹤氣體之送入，針對示蹤氣體於空間中之擴散速率、濃度增長或衰減、分佈狀態、輸氣量等進行量測，可將室內氣流與通風狀況描述清晰。

為了達成方便追蹤與量測之目的，俾使於室內有人員正常工作時能準確且安全進行示蹤氣體實際量測示蹤氣體必須具備下列之氣體與量測之特性。

- (1) 與空氣相似之密度（Similar Density to Air）
- (2) 於室內外環境中不常存在（Not Normally Present in the Atmosphere）
- (3) 不具備毒性（No Toxicity）
- (4) 不具爆炸性與可燃性（Neither be Flammable nor Explosive）
- (5) 不易被其他物質吸收或吸附（Not easily be absorbed or Sink）
- (6) 偵測與量測容易（Easily be detected at Low Concentration）
- (7) 具備可靠之低濃度量測精度（To a good order of Accuracy）

示蹤氣體之種類繁多，表 2-6.1 列舉四種一般較為常見者。

表 2-6.1 一般常用示蹤氣體與偵測範圍

示蹤氣體	危險濃度	分子量	最小可偵測濃度	量測方法
二氧化碳* CO ₂	5000 ppm	44	4000 ppm	紅外線偵測
氧化亞氮 N ₂ O	25 ppm	44	0.1 ppm	紅外線偵測
六氟化硫* SF ₆	1000 ppm	146	0.1 ppm 1.0 ppb	電子捕捉 紅外線偵測 Photo-Acoustics
氟氯化物	—	200-400	0.001 ppb	電子捕捉

2. 濃度衰減法

運用示蹤氣體評估流經建築室內空間之氣流，有三種方式可供應用：其為「濃度衰減法」(Concentration-Decay Method)、「定量釋放法」(Constant-Emission Method)與「定濃度法」(Constant-Concentration Method)，本研究擬應用濃度衰減法進行量測，敘述如下：

這是利用示蹤氣體量測空氣交換效率 (Air-Exchange Rate) 以及短時間內量測不同 ACH 值之最基本方式，此法乃將先釋放一定量之示蹤氣體，並利用風扇促使室內濃度快速均勻混和，待靜置一段時間後開啟欲探討之目標物進行通風量測，由於室內氣體之流動與稀釋帶出，室內示蹤氣體之濃度會隨之而衰減，利用計算此衰減率便可得出室內換氣量 ACH 值。其計算方式如式 2-1 所示。

$$\text{Air-exchange rate, } N = \frac{\ln C(ts) - \ln C(tf)}{\Delta t} \quad (\text{h}^{-1}) \quad \text{式 2-1}$$

$C(s)$ ：時間為 s 時的示蹤氣體初始濃度，(m^3/m^3)

$C(f)$ ：時間為 f 時的示蹤氣體濃度，(m^3/m^3)

t ：實測初始時間 - 實測結束時間 (hour)

(二) 生物性因子量測

以生物性氣膠採樣器 (Burkard 或 Andersen Samplers) 分別連接內有 Malt-Extract Agar (Difco) 和 Tryptic Soy Agar (Difco) 的培養皿，於距地面 1.2-1.5 公尺 (模擬人體呼吸帶) 處收集空氣中活性真菌及細菌總量。對兩種培養皿以 25 及 30 分別培養 2 天及 5 天後，在顯微鏡下鑑定其菌或菌種。

以 pump 連接濾紙採集匣收集空氣樣本後以 Buffer 萃取，並經 Lysate 反應，以 KLARE 系統分析後，計算細菌內毒素濃度。

第七節 小結

由於室內環境品質之影響因子繁多，其相關之量測方法與評估標準亦相當複雜，本研究以先前研究所研擬之 IEI 評估方式與評估基準為基礎，佐以國內外之相關標準量測方式、法規限制或建議值，並同時考量本土環境與氣候之特色，綜合分析比較，擬定接續操作室內環境品質量測之方法與評估基準如下（表 2-7.1 所示）。此一評估基準乃為判定該案例是否需要進行改善之依據，倘若空間中之任一環境因子符合基準值，則該項無須改善；反之，若空間中之任一環境因子不符合基準規定，則即需針對該項因子思考如何改善，以維持室內環境之品質。

表 2-7.1 室內環境現場量測方法與評估基準（本研究選用）

項目	評估因子	單位	基準值 (括號內為基準值來源)			量測方法				
1	音環境	噪音級	dB(A)	辦公	學校	住宅	ISO 1996			
				56 (IEI)	50 / 55 關窗/開窗 (日本文部省)	50 (IEI)				
2	光環境	照度	Lux	辦公	學校	住宅	CNS 5065			
				製圖 一般 750 500 (CNS)	一般 電腦 禮堂 教室 教室 500 300 200 (CNS)	寫作 一般 閱讀 臥房 500 150 (CNS、JIS)				
				均齊度	無因次	辦公		學校	住宅	CNS 5065
				1/3 (IEI)	1/3 (IEI)	0.6 (IEI)				
眩光 (照明器具)	-	是否有防眩光設計			-					
晝光率	無因次	辦公、教室	住宅		CNS 5065					
1.5 2 (JIS)	0.7 (JIS)									
3	溫熱環境	溫度	%	冷房期：22 27 (ASHRAE)		(TW-EPA) S.O.P.				
				自然通風：23 28(夏) (PMV-C)						
				20 26(冬) (PMV-C)						
濕度	%	40 70 (ASHARE)		(TW-EPA) S.O.P.						
風速	m/s	機械： 0.35 (IEI)	自然： 0.5 (TW-EPA)							
4	空氣環境	PM ₁₀	μg/m ³	150 (TW-EPA)		(TW-EPA) S.O.P.				
		CO	ppm	9 (TW-EPA)						
		CO ₂	ppm	1000 (TW-EPA)						
		甲醛	ppm	0.1 (TW-EPA)						
		TVOC	ppm	3 (TW-EPA)						
5	電磁環境	電場強度	V/m	10kHz 100kHz： 87 (環保署)		瑞典 MPR 電 場測試、日本 建築學會環境 磁場計測技術				
		磁通量 密度	μT (1000nT)	50Hz 60Hz： 4170 5000	12kHz 200kHz： 4.6 6.25 (環保署)		50Hz 60Hz： 83.3 100			

第三章 室內環境品質初勘與案例選定

室內環境品質診斷與檢測，區分為以下三個層級：

1. 主訴及自體檢定步驟
2. 建築醫生實地初勘
3. 建築進階健康檢查步驟

從自體檢定至初勘、最後為詳細的室內環境健康檢查，本計畫試以室內人員針對其所在之建築空間，主動發掘室內環境問題點，提出室內環境品質診斷申請，經建築醫生初勘初步瞭解問題後，擬定檢測計畫進行詳細檢查，最後提出診斷結果以擬定改善項目與目標。

第一節 初勘案例之選定

一、申請案例之過程

在「綠建築推動方案」中所示，本計畫為發展室內環境品質技術，創造舒適健康室內居住環境，申請改善之空間應具備改善後可提升室內環境健康品質並作為觀摩示範案例的特點；為能完整呈現綠建築改造觀摩示範之前提(參照圖 3-1.1)，本年度在申請改造之對象中僅接受於「綠色廳舍暨學校改善計畫」、「中央廳舍暨院校空調節能改善計畫」兩改善計畫中已接受補助進行改善工程之案例參與評選。所包含的申請對象如表 3-1.1 所列。

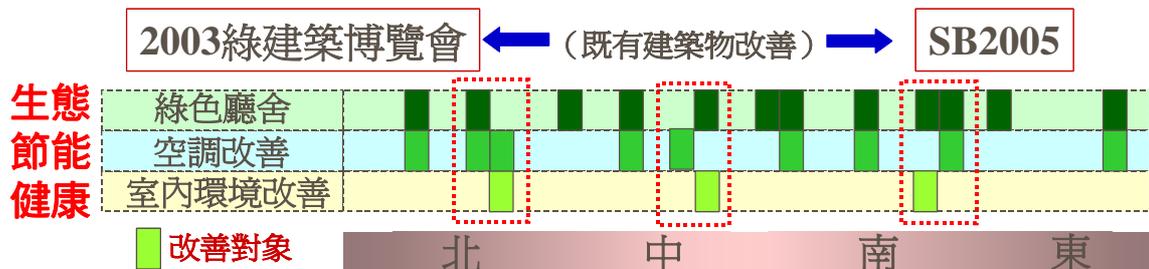


圖 3-1.1 綠建築完整改造示範例

本計畫改善申請書的擬定，主要是對申請案做初步瞭解，在第一部份，預期對申請之改善空間做基本資料之建檔，包含空間的使用性質、使用狀況、建築構造、空調系統與室內裝修材...等資料之調查；在第二部分，為使用者對室內環境不良狀況的彙整，根據其使用經驗，針對欲改善室內環境各項因子，提出問題項目之描述；第三部分，則著重在其他相關資料、圖面或照片的收集。

在「綠色廳舍暨學校改善計畫」、「中央廳舍暨院校空調節能改善計畫」兩改善計畫單位中，最後提出室內環境品質診斷及改善申請案共計二十五件，分別為北區十件，中區五件，南區十件；表 3-1.2、表 3-1.3 及表 3-1.4 即根據各申請單位提送「室內環境品質診斷及改善補助計畫」基本資料表，以地理區位分區製成之分區總表。

表 3-1.1 綠色廳舍暨學校改善、中央廳舍暨院校空調節能改善計畫獲補助

區域	NO.	中央廳舍暨院校空調節能改善計畫	92綠廳舍暨學校改善補助計畫
北	1	經濟部標準檢驗局	台北科技大學
	2	國立台北護理學院	經濟部中央地質調查所
	3	國立中正紀念堂管理處	行政院衛生署桃園醫院
	4	國家圖書館	中央聯合辦公大樓北棟管理委員會
	5	行政院經濟建設委員會	內政部營建署北區工程處
	6	國軍桃園總醫院	經濟部水利署
	7	行政院衛生署竹東醫院	內政部警政署
	8	國立藝術大學	內政部營建署
	9	行政院院本部	
中	1	行政院農委會台中區農業改良場	行政院衛生署苗栗醫院
	2	內政部營建署中區工程處	行政院國軍退除役官兵埔里榮民院
	3	行政院衛生署豐原醫院	行政院農委會特種生物研究保育中心
	4	國立花蓮師範學院	行政院衛生署花蓮醫院
	5	國立雲林科技大學	行政院退除役官兵輔導委員會鳳林榮
	6	行政院退輔會台中榮總	內政部中部辦公室
	7	內政部役政署	
南	1	國立科學工藝博物館	行政院衛生署嘉南療養院
	2	國立海洋生物博物館	國立嘉義大學
	3	國立屏東師範學院	國立高雄海洋技術學院
	4	行政院退輔會高雄榮民醫院	國立高雄大學
	5	國立高雄海洋技術學院	國立台南師範學院
	6	國立中山大學	國立高雄第一科技大學
	7	財政部高雄關稅局	國立成功大學
	8	嘉義榮民醫院	
	9	行政院衛生署新營醫院	
	10	國立屏東科技大學	

備註：本年度申請「室內環境品質診斷及改善補助計畫」之單位以灰色網底標示之

表 3-1.2 「室內環境品質診斷及改善補助計畫」北區案例申請總表

案例代號	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7-1	N7-2	N7-3	N8	N9	N10	
機關名稱	內政部營建署	國立台灣藝術大學	國立台北科技大學	內政部營建署北區工程處	內政部警政署	經濟部標準檢驗局	行政院衛生署桃園醫院	行政院衛生署桃園醫院	行政院衛生署桃園醫院	經濟部中央地質調查所	國立中正紀念堂管理處	行政院	
空間名稱	辦公廳	音樂大樓大合奏教室	行政大樓	內政部營建署中和辦公大樓	勤務指揮中心	員工餐廳、美髮部、駕駛休息室	醫療大樓廚房(油煙改善)	醫療大樓太平間(IAQ改善)	醫療大樓地下講堂	行政大樓(辦公室、實驗室)	高壓配電室 / 行政區辦公室	院會室	
樓地板面積	6,301.2 m ²	208 m ²	6,040 m ²	4,802.65 m ²	985 m ²	1,005.3 m ²			3,300 m ²	5,860 m ²	302 / 620 m ²		
使用人數	500	70	650	200	30	150	60		250	120	16 / 20	71	
樓層位置		一樓			地下一樓	地下一樓	地下一樓	地下二樓	地下一樓		一樓	二樓	
地上樓層數	8	4	10	6	4		14	14	14	6	2	4	
地下樓層數	1		1	1	1		3	3	3	1	0	1	
建築年代	1984年	1983年10月	1992年	1984年	1986年8月	1984年2月	1997年11月	1997年11月	1997年11月	1983年2月	1980年4月	1940年	
最近裝修年代	2003年			持續裝修或更新	2002年4月						2000年9月	1991年	
建築構造	RC	RC	RC	RC	RC	RC	SRC	SRC	SRC	RC	RC	RC	
空調系統		中央空調	中央空調		中央空調	個別或分離式空調	中央空調	中央空調	中央空調	中央空調	中央空調		
補充資料	無	有(平面圖、整修規範概要、工程預算書)	無		有(平面圖、水管配置圖、照片)	有(平面併風管配置圖)	有(平面併風管配置圖)	有(平面併風管配置圖)	有(平面併風管配置圖)	有(空調規範、空調系統圖)	有(平面圖、風管配置圖、空調系統圖)	無	
室內裝潢	天花板	礦纖板	吸音板		玻纖板、石膏		石膏板	石膏板	石膏板	吸音天花板	輕鋼架	礦纖板	夾板
	牆面	1:3 砂漿粉刷	吸音板		RC		RC	油漆	油漆	油漆		RC	壁布、窗簾
	隔間牆	磚牆	磚牆		磚牆		磚牆	矽酸鈣板	矽酸鈣板	矽酸鈣板		石膏板	
	地板	塑膠地板	磨石子地磚		PVC 地磚		磨石子地磚	磨石子地磚	磨石子地磚	地毯		磨石子地磚	地毯
	家具	辦公桌椅、櫃	無		OA 辦公家具		辦公、餐桌椅	美耐板材	美耐板材	木材		木材	木製家具
室內環境問題	音		隔音不佳、吸音不佳			機具噪音過大	機具噪音過大				隔音不佳、機具噪音過大、振動問題		音響分佈不均
	光					照度不足、晝光利用不足	均齊度不佳						晝光利用不足、燈具效率不佳
	溫濕			通風效率不佳	日曬嚴重、隔熱問題	通風效率不佳、濕度問題	通風效率不佳	通風效率不佳	通風效率不佳、濕度問題	通風效率不佳、濕度問題	隔熱問題		
	空氣			換氣不足、新鮮外氣不足	粉塵量過高	新鮮外氣不足、臭氣	換氣不足、新鮮外氣不足	換氣不足、新鮮外氣不足	換氣不足、新鮮外氣不足、臭氣	換氣不足、新鮮外氣不足、臭氣、生物性問題疑慮			
	電磁	電場環境問題疑慮、磁場環境問題疑慮				電場環境問題疑慮							
其他											空調設備老舊、改善自動控制系統		

表 3-1.3 「室內環境品質診斷及改善補助計畫」中區案例申請總表

案例代號	C1	C2-1	C2-2	C3	C4-1	C4-2	C5			
機關名稱	內政部營建署中區工程處	國立花蓮師範學院	國立花蓮師範學院	行政院衛生署苗栗醫院	內政部役政署	內政部役政署	行政院衛生署花蓮醫院			
空間名稱	聯合辦公廳	志清館學生宿舍	篤行樓學生宿舍	大廳及病房	第一辦公室	第二辦公室	舊門診大樓病房			
樓地板面積	5,889.2 m ²	967.6 m ²	2,819.91 m ²	3,000 m ²	1,291 m ²	817.81 m ²	480 m ²			
使用人數	150	116	326	1,500	80	43	100			
樓層位置				一、三、四、五樓						
地上樓層數	6	2	4	5	2	2	3			
地下樓層數	2	0	1	1	0	0	0			
建築年代	1993年11月	1977年1月	1983年3月	1997年11月	1979年10月	1983年9月	1908年			
最近裝修年代					2001年12月	2002年12月				
建築構造	RC	磚造、RC	RC	RC	磚造	RC	RC			
空調系統	中央空調	自然通風	自然通風	中央空調	個別或分離式空調					
補充資料	有(空調系統圖)	有(照片)	有(照片)	無	無	無	無			
室內裝潢	天花板	輕鋼架石膏板	木板	木板	輕鋼架	輕鋼架	輕鋼架			
	牆面	乳白色水泥漆	磚牆、RC	RC		RC加強磚造	RC			
	隔間牆	1/2紅磚	磚牆	空心磚牆	輕隔間	RC加強磚造	RC			
	地板	塑膠地板	磨石子地磚	磨石子地磚	塑膠地板	磨石子地磚	塑膠地板			
	家具	塑鋼類居多	木製家具	木製家具						
室內環境問題	音	隔音不佳	隔音不佳、吸音不佳	隔音不佳、吸音不佳	隔音不佳、吸音不佳	隔音不佳、吸音不佳	隔音不佳、吸音不佳	隔音不佳、振動問題		
	光	照度不足	照度不足、均齊度不佳	照度不足、均齊度不佳		照度不足、均齊度不佳、燈具效率不佳	燈具效率不佳	照度不足、燈具效率不佳		
	溫濕	日曬嚴重	日曬嚴重、隔熱問題、通風效率不佳	日曬嚴重、隔熱問題、通風效率不佳	日曬嚴重、隔熱問題			隔熱問題、通風效率不佳、濕度問題		
	空氣	粉塵量過高	換氣不足	換氣不足				換氣不足、新鮮外氣不足、臭氣		
	電磁							電場環境問題疑慮		
	其他				空調效果不佳	大門、側門擬改為電動門，以防夏季小黑蚊	大門、後門擬改為電動門，以防夏季小黑蚊			

表 3-1.4 「室內環境品質診斷及改善補助計畫」南區案例申請總表

案例代號	S1	S2	S3-1	S3-3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	
機關名稱	國立海洋生物博物館	國立中山大學	國立科學工藝博物館	國立科學工藝博物館	財政部高雄關稅局	國立高雄海洋技術學院	國立屏東師範學院	國立台南師範學院	國立高雄大學	行政院衛生署嘉南療養院	國立成功大學	
空間名稱	水族實驗大樓	圖資大樓	辦公空間	通道	與民眾洽公場所	圖書資訊館電算中心電腦教室	東校區學生宿舍地下停車場	國際會議廳	第一綜合大樓演講廳	復健病房 / 門診病房、行政辦公室	建築科技研究中心會議室	
樓地板面積	4,073 m ²	27,307.48 m ²	1,240 m ²	1,292 m ²	936.32 m ²	605 m ²	2,217 m ²	258.77 m ²	378 m ²	31,921 m ²	80.25 m ²	
使用人數	70	1,400	50	無法確定	100	220	700	79	280	900	30	
樓層位置	整棟	整棟	四樓	六樓		五樓	地下一樓	四樓	一樓		二樓	
地上樓層數	2	12			2	5	8	5	4	5(復健病房2層)	7	
地下樓層數	0	2			0	1	1	1	1	2	1	
建築年代	2001年5月	1988年11月	1997年1月	1997年1月	1974年	1989年11月	1996年12月	1991年11月	2000年9月	1996年9月	1995年	
最近裝修年代		2002年3月	1997年1月	1997年1月	1999年2月	1989年11月			2000年9月		2001年	
建築構造	RC	RC	SRC	SRC	RC	RC	RC	RC	地下層 RC, 地上層 SC	RC	RC	
空調系統	中央空調	中央空調	中央空調	中央空調	個別或分離式空調	中央空調		中央空調	個別或分離式空調		個別或分離式空調	
補充資料	有(空調系統圖)	有(空調系統圖)	有(平面圖、空調系統圖)	有(平面圖、空調系統圖)	有(平面圖)	有(問題點說明、照片、空調系統圖)	有(照片)	有(平面圖、照片、問題說明、實測值、工程估價)	有(照片說明、平面圖、空調系統圖、風管配置圖)	無	有(平面圖、問題點說明、照片)	
室內裝潢	天花板	礦纖板	石膏	矽酸鈣板、礦纖板	輕鋼架	礦纖板	輕鋼架	水泥粉刷	木架格子	石膏板噴 1"TH 高吸音纖維天花板	輕鋼架礦纖板	
	牆面	混凝土	RC	預鑄帷幕牆	預鑄帷幕牆	磚牆、水泥粉刷	水泥粉刷	水泥粉刷	木板	面層刷防霉漆	RC(部分木材)	
	隔間牆	矽酸鈣板	磚牆	石膏板牆	石膏板牆	磚牆、水泥粉刷	水泥粉刷		木板	RC	無隔間	
	地板	塑膠地板	PVC、高架地板	PVC 地磚	PVC 地磚	磨石子地磚	高架地板		方塊地毯	PVC 地磚	地毯	
	家具		木質、金屬	OA 辦公家具		辦公桌椅(鐵製)	電腦		木製	沙發觀眾椅	OA 家具	
室內環境問題	音		隔音不佳					隔音不佳 機具噪音過大	隔音不佳 飛機噪音干擾	音反射不足	機具噪音過大	
	光		照度不足 晝光利用不足 燈具效率不佳				燈具效率不佳			照度不足、均齊度不佳 晝光利用不足、眩光、燈具效率不佳	晝光利用不足	
	溫濕	日曬嚴重 隔熱問題	日曬嚴重 隔熱問題 通風效率不佳	日曬嚴重 隔熱問題	日曬嚴重 隔熱問題	日曬嚴重 隔熱問題 通風效率不佳	日曬嚴重 通風效率不佳	通風效率不佳		通風效率不佳	通風效率不佳	
	空氣	粉塵量過高	換氣不足 新鮮外氣不足			新鮮外氣不足 粉塵量過高、臭氣	換氣不足 新鮮外氣不足	換氣不足 新鮮外氣不足		粉塵量過高 化學性問題疑慮	臭氣	換氣不足、新鮮外氣不足、粉塵量過高、生物性問題疑慮
	電磁		電場環境問題疑慮									
其他								空調設備		每月固定請環保公司進行衛生消毒,但仍受蚊蟲干擾。		

二、初勘案例之評選

為評選出適合本研究操作之案例，專家委員在評選過程中，參考以下原則進行申請改善案例之初選：

1. 以室內環境之音、光、熱、氣等因子為考量，預期改善後可提升室內健康品質，並且具有改善效益最佳、最易達成兩項條件之改造案例。
2. 欲改善之建築空間最好為「綠色廳舍暨學校改善計畫」、「中央廳舍暨院校空調節能改善計畫」之案例建築或附近區域，藉以呈現完整綠建築改善成效。
3. 預期於診斷改善後，案例本身使用性質，有利於成為宣導展覽作業進行之觀摩示範例。
4. 在改善經費之限制下，應針對空間範圍過大者，實際執行之困難進行考量，並選擇特別嚴重之問題點進行改善。
5. 考量最終決選原則為北、中、南三區各取一案例進行改善之目標，綜合評選出各區較具代表性之案例。

依據上述原則，經由專家會議第一階段書面審查，評選出北、中、南三區之初勘正取及備取案例，分別為

1. 北區初勘正取案例為 N3-國立台北科技大學、N4-內政部營建署北區工程處、N5-內政部警政署，備取案例為 N1-內政部營建署。
2. 中區初勘正取案例為花蓮師範學院兩案例 C2-1、C2-2 擇一、內政部役政署兩案例 C4-1、C4-2 擇一，備取案例 C1-內政部營建署中區工程處。
3. 南區初勘正取案例為 S5-高雄海洋技術學院、S8-高雄大學、S10-成功大學，備取案例 S3-1 國立科學工藝博物館。

三、初勘目的與內容

建築室內環境品質診斷與改善的初勘目的，主要為補足在初選過程中以書面報告評斷不足之處，進行實地診斷與短時間簡易量測，同時掌握對象的基本資料、空間人員使用情形與室內環境品質狀況等，以進行初步的過濾篩選，並在專家決選改善案例時，呈現案例較為完整確實之現況資訊，此即為初勘的用意。

表 3-1.5 初勘對象之區位

代號	初勘對象	地點	區位	圖說
N1	內政部營建署第二會議室	台北市中正區	北	
N3	台北科技大學行政大樓	台北市大安區		
N4	營建署北區辦公處	台北縣中和市		
N5	警政署忠誠樓勤指中心	台北市中正區		
C2-1	花蓮師範學院篤行樓	花蓮市		
C2-2	花蓮師範學院志清樓	花蓮市	中	
C4-1	役政署第一辦公室	南投縣中興新村		
C4-2	役政署第二辦公室	南投縣中興新村		
S5	高雄海洋技術學院電算中心	高雄市楠梓區	南	
S8	高雄大學演講廳	高雄市楠梓區		
S10	成功大學建築科技中心會議室	台南市東區		

初勘之對象為北、中、南三區之八個正取案例（參照表 3-1.5），另外，進行初勘時應同時進行下列工作：

1. 為確認空間室內環境改善的可能性（瞬時簡易量測環境品質）
2. 空間與設備系統資料收集
3. 空間之使用及維護狀況
4. 室內環境品質問題來源（可能成為未來改善之處）
5. 瞭解使用者抱怨情況
6. 正式檢測時監測儀器佈點與擺放位置初估

第二節 使用者問卷調查結果

由於本計畫以健康觀點出發，室內環境之改善需回歸到確保使用者之健康，因此室內人員的使用情況、對所處室內環境的抱怨程度及因室內環境而引起之症狀，都是有必要蒐集的情報，故於初勘前擬定問卷調查表，並針對四項重點進行調查：分別為使用者基本特性、不適症狀、引發症狀之原因及室內環境因子權重。以下分項說明調查之結果。

一、基本特性

本次調查共發放 270 份問卷，回收 235 份，經刪除填答率過低及不一致者，共得有效問卷 218 份。

針對樣本特性描述，就性別結構而言，男性比例（64%）高於女性（36%）。就年齡結構而言，分佈較為平均，主要在 20-29 歲間（33.5%），其次為 40-49 歲（24.2%），20 歲以下佔 23%，在 50-59 歲（7.9%）及 59 歲以上（0.4%）的比例則較少。在抽煙情況，高達 83.1% 使用者不抽煙，目前抽煙者比例為 11.4%，已戒煙者則有 5.5%；另外，七成以上的使用者生活作息正常（77.7%）及擁有均衡的飲食（79.3%），但有高達 75% 之使用者處在壓力狀況下。

本問卷調查樣本中，受訪者皆為初勘案例空間之使用者；故本問卷之結果，對欲改善空間之各項環境因子之問題點與使用者狀況反應，具相當程度之代表性。

二、使用者不適症狀調查

此部分主要調查使用者所處之室內環境，對其生理方面所引發之症狀，在北區案例空間中，使用者多為長期辦公者，普遍有「眼睛乾癢」、「頸肩疼痛」等不適症狀；案例 N1 中，高達 41.7% 使用者反應「頭痛」的症狀；案例 N3，使用者在「不平常的疲倦」與「專注力不佳」之症狀上，皆有高達 40.7% 的比例；案例 N4，主要在「眼睛乾癢」症狀佔 43.3% 的不適比例；案例 N5，不僅在「頭暈目眩」不適症狀高達五成之反應，並且在「不平常的疲倦」、「緊張神經質」、「呼吸系統疾病」與「消

化系統疾病」上，佔三成以上之比例。(參考圖 3-2.1)

在中區案例空間，案例 C2 的空間使用性質為學生宿舍，案例 C4 則為辦公空間，綜合評比使用者在「眼睛乾癢」、「不平常的疲倦」與「專注力不佳」等不適症狀，皆具極高比例。在結果分析中，相較案例 C4，案例 C2-1 與 C2-2，空間使用者出現較高比例不適反應，尤以案例 C2-1 更有高達五成使用者反應「頭痛」的症狀。(參照圖 3-2.2)

南區案例中，使用者在「眼睛乾癢」、「不平常的疲倦」與「專注力不佳」呈現較高比例之不適反應，其中案例 S5 電腦教室中，高達六成以上具「專注力不佳」、「胸悶」、「喘不過氣」之症狀，而「眼睛乾癢」更高達 83.9%；案例 S8 之演講廳，在「眼睛乾癢」、「打噴嚏」與「專注力不佳」的項目中有約四成之比例，其他不適症狀則較少。案例 S10 會議室，近五成使用者在「眼睛乾癢」(43.5%)、「不平常的疲倦」--(43.5%)、「專注力不佳」(56.5%)與「緊張神經質」(52.2%)等症狀中，產生不適反應。(參照圖 3-2.3)

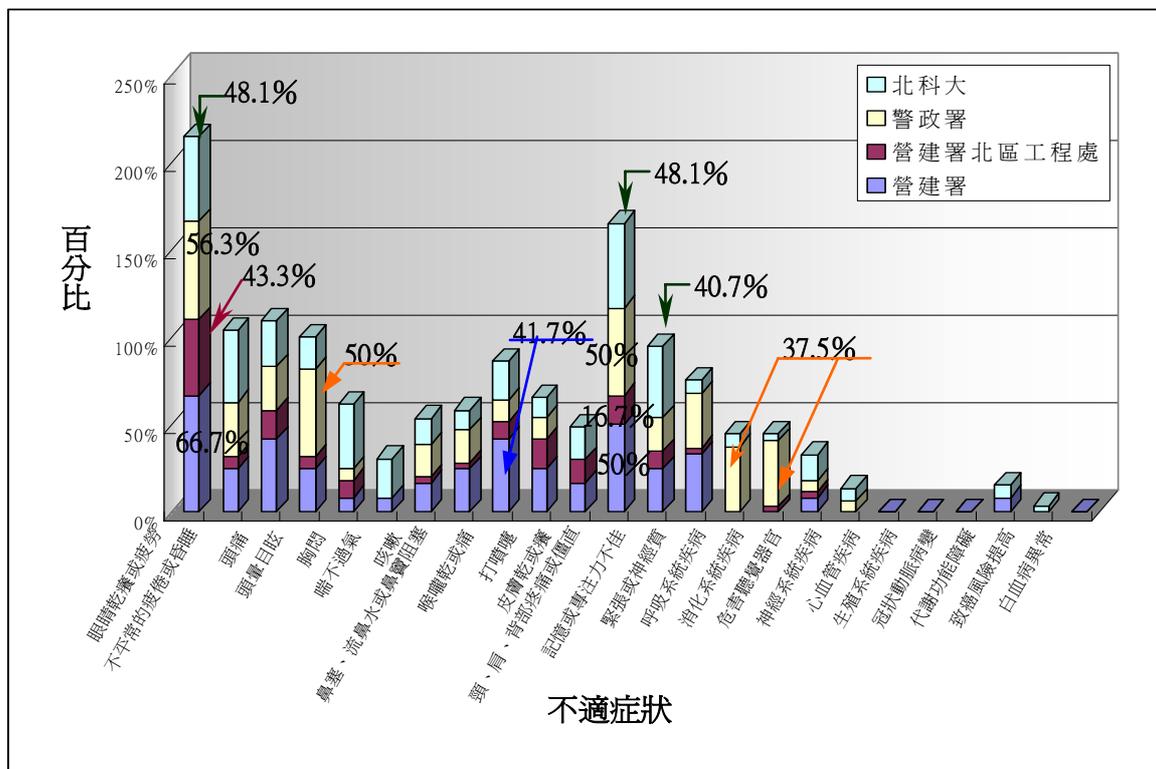


圖 3-2.1 北區案例空間中使用者不適症狀調查圖

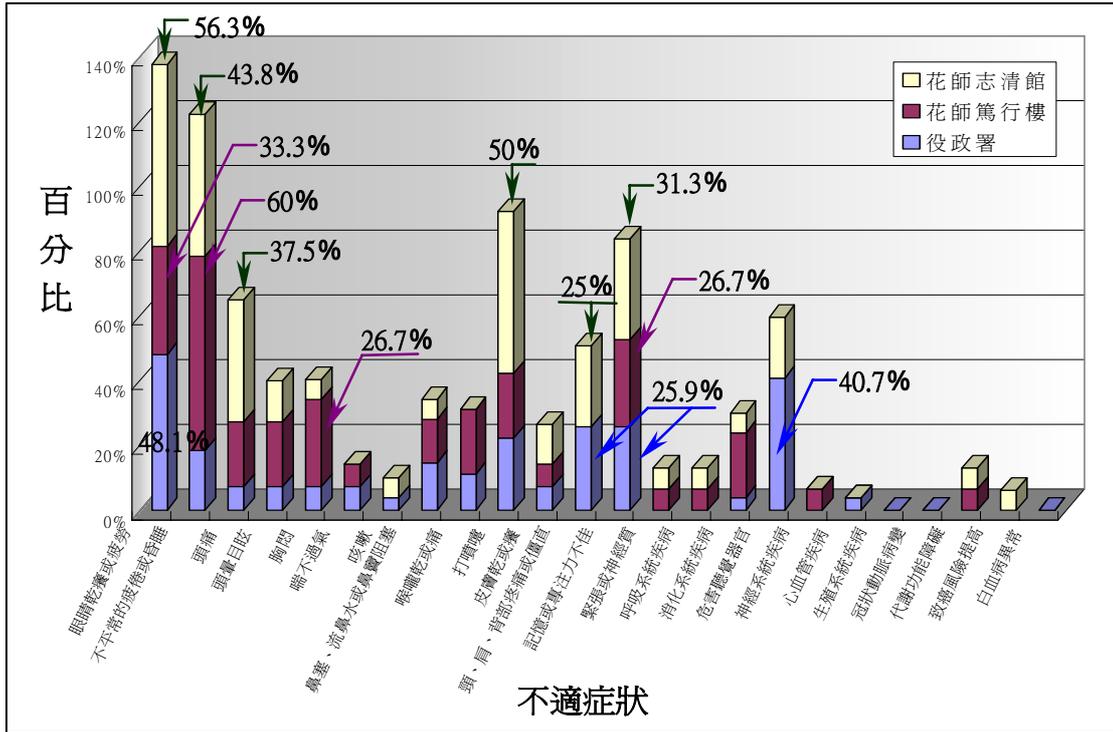


圖 3-2.2 中區案例空間中使用者不適症狀調查圖

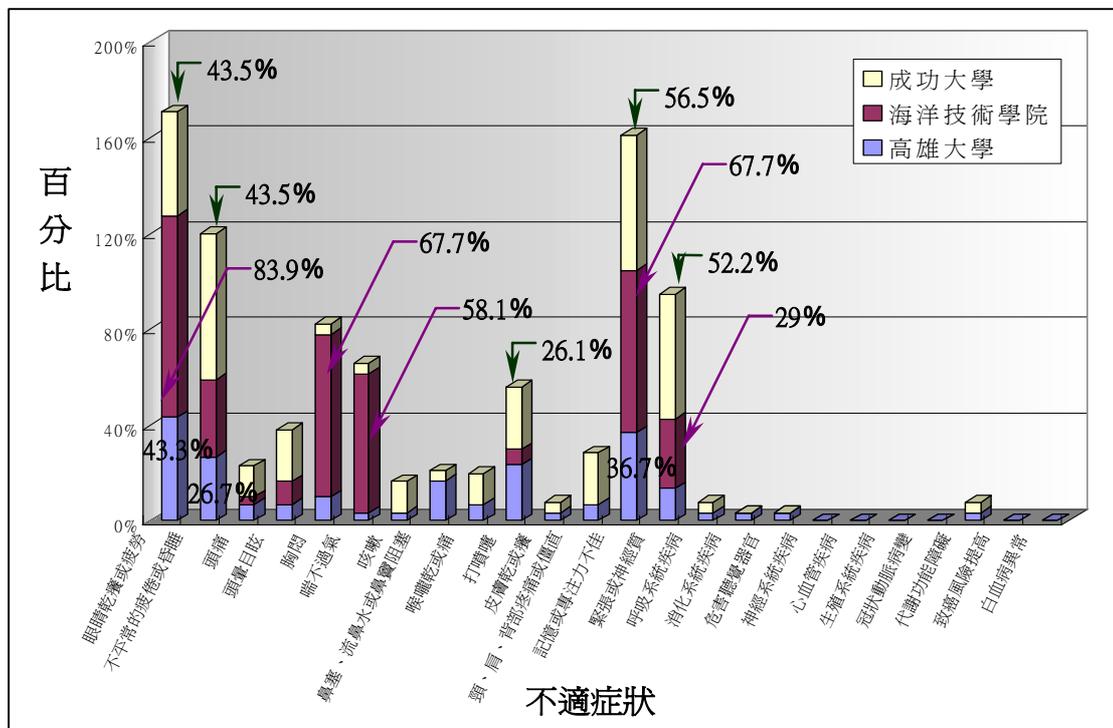


圖 3-2.3 南區案例空間中使用者不適症狀調查圖

三、室內環境問題使用者反應調查

根據各個初勘案例使用者在所處室內環境，所引發之不適症狀，由使用者自行推估可能為哪些室內環境因子所造成的。各案例詳細的調查結果參看附錄四。

四、室內環境因子比重

使用者對於室內環境項目中，對人體健康影響性之排列，以空氣環境敏感度最高（23.3%），溫熱環境次之（15%），在音環境（12.1%）與電磁環境（11.6%）中，也具相當比例之重視度。各環境因子之權重比例，與國內建築室內環境保健控制綜合指標（Indoor Environmental Index, IEI）中之專家意見進行比較，如圖 3-2.4，藍色區塊代表專家意見，紅色區塊為本次調查結果，其權重之分配大致吻合，此結果可提供案例診斷調查時，對於顯著環境因子需特別留意或增加檢測的項目。

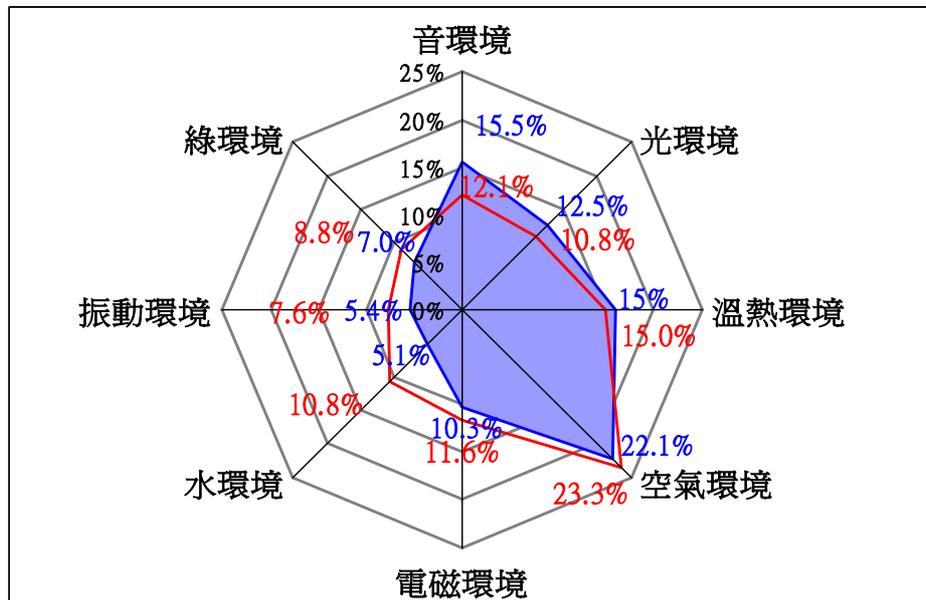


圖 3-2.4 使用者對各環境因子重視程度雷達圖

第三節 初選案例之診斷與檢測

一、初勘診斷與檢測項目

初勘時進行室內環境短時間之簡易量測，一方面可根據初步檢測的結果找尋可能之問題來源，一方面作為決選案例時之一部份依據，以評斷是否有必要需進一步診斷及改善之效益。初勘檢測時，於對象空間中選擇代表性的數個監測位置進行短時間的量測，能瞭解空間之音、光、溫熱、空氣、電磁環境的基本狀況與問題嚴重程度，所量測的因子以各環境之指標因子為主，如表 3-3.1 所列。

表 3-3.1 初勘量測項目因子

檢 測 項 目			
音環境	L_{eq}	電磁環境	電場強度
光環境	作業面照度		磁通量密度
溫熱環境	室內溫度	空氣環境	PM ₁₀
	室內相對濕度		CO
	室內風速		CO ₂

二、初勘案例之診斷檢測

(一) 北區初勘案例

案例 N1 為內政部營建署第二會議室，監測點為 A1 會議區與 A2 機械房前。本空間採中央空調，在溫熱環境上，合乎基準。而在空氣環境之量測結果，空間使用時，室內人員累積 CO₂ 濃度超過健康基準值 (1000ppm)，且由於空調配置，出風口與回風口位置過近，造成短路，導致室內換氣效率不佳。音環境狀況，在 A1 區，空調箱振動產生噪音，影響開會人員；在 A2 區，機械低頻噪音 (高出正常值 8dB)，造成干擾。在使用者疑慮之電磁環境上，經量測，下方樓層的變電室，雖具較高之電磁場強度，但經由樓版之阻絕，在此空間之數據結果顯示，此電磁環境合乎基準值。(實測結果詳如表 3-3.2)

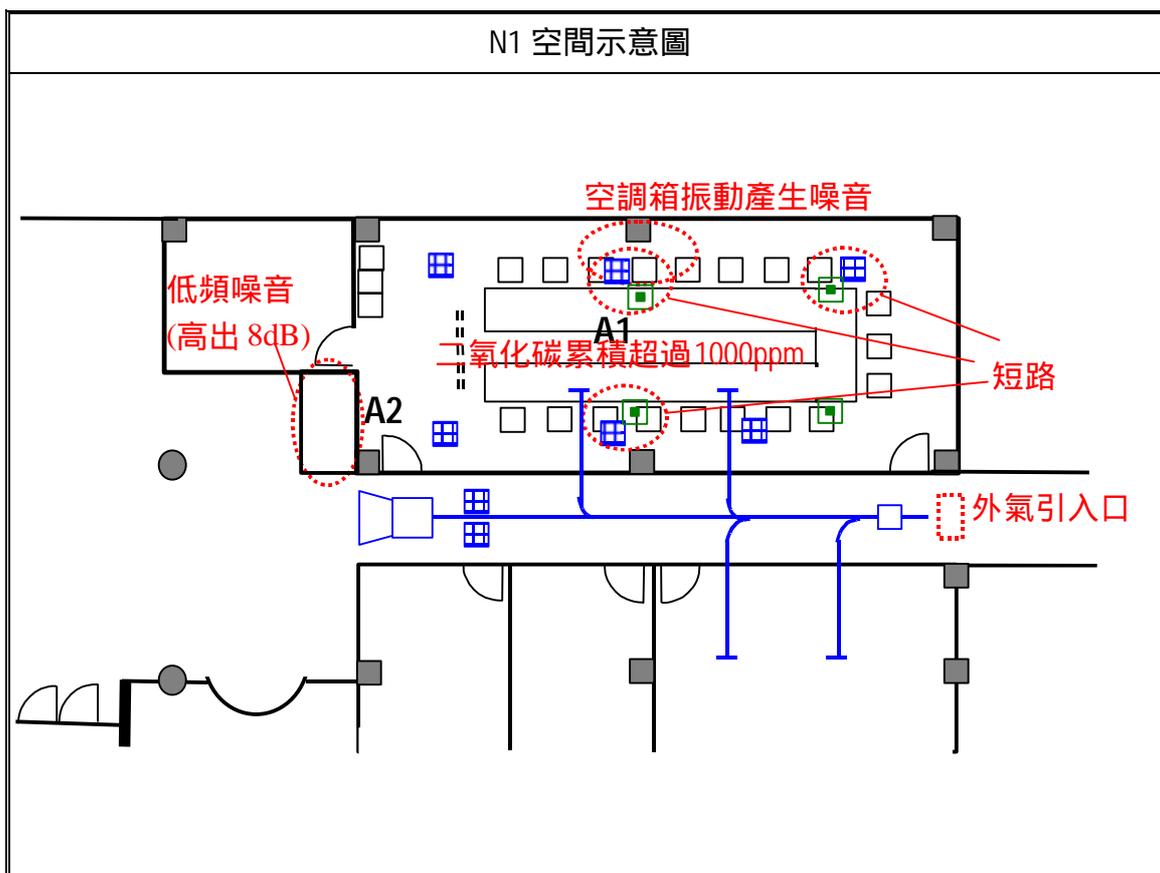
案例 N3 為台北科技大學行政大樓，使用性質為辦公空間，監測點中，除 A 區（影印室）與 C 區（會議室），其餘皆為辦公空間。在空氣環境部分，A、B 區粉塵量明顯較其他區高，推斷為室內污染源或通風效率不佳所致；C 區有換氣不足之疑慮。在光環境，B 區部分燈具裸露，造成眩光問題；D、E 兩區照度略微不足，主因為缺少晝光之利用與局部照明。音環境中，E2 區人員之談話聲為最主要之環境噪音來源。在溫熱環境與電磁環境，皆呈現良好狀態。（參表 3-3.3）

案例 N4 為內政部營建署北區工程處，使用性質為辦公空間，本案例完工年代較早，部分裝修材呈現老舊狀態，天花板脆化、污穢，粉塵量過高，天花板並有許多水痕，是生物易滋生之處；在此次初勘，選擇五個監測點進行短時間量測，分別為辦公區東側 A1 區、南側 A2 區、北側 A3 區、西側 A4 區及北側 A5 區，量測之結果詳表 3-3.4。西側辦公區，日曬嚴重，空調不足及單機組噪音過高現象。（詳表 3-3.4）

案例 N5 為內政部警政署，待改善之空間位於地下一樓，A 區為勤務中心會議室，室內廢氣主要由天花板空間（40cm）排氣至 1 樓地面，由於室內空間之空氣並非直接抽出，中間隔著一層天花板層，因此減低了抽風扇的作用；B 區為勤務指揮室，室內之照度略顯不足，應重新規劃與設置；C 區是保防室與檔案室之空間，由於兩區並無隔間，空間充滿檔案之異味，加上檔案櫃之排放密度及高度影響，導致室內通風效率不佳，空氣幾乎呈現滯留的情形；D 區為電管室，隔一條走道為機械室，機械室並無適當的排氣設施，而導致其內之設備廢氣與臭氣（化糞池及污水池），逸散至走廊及樓梯間，進而進入其他使用空間，造成使用者的抱怨。（實測結果詳如表 3-3.5）

表 3-3.2 初勘實測報告 1 (案例 N1)

案例 N1		內政部營建署			
區位		台北市中正區			
樓層		一樓			
通風模式		中央空調 (FCU) + 外氣引入系統			
監測空間		A1	第二會議室 (152m ²) 會議區		
		A2	第二會議室 (152m ²) 機械房前		
評估因子	基準值	監測點實測值		補充說明	總評
		A1	A2		
溫度	28 23	24.7	24.6	-----	
相對濕度 %	40 70	51	52	-----	
風速 m/s	0.35 (0.5)	0.15	0.12	-----	
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	<u>1133</u>	<u>1076</u>	室內開會期間人員累積 CO ₂ 濃度， 超過健康基準值 1000ppm	
一氧化碳 ppm	9	<0.05		-----	
粉塵 mg/m ³	0.15	0.007	0.013	-----	
照度 Lux	500	736	653	-----	
噪音 dB(A)	56	<u>60.8</u>	<u>61.2</u>	A1 區開會時，噪音值高達 68dB，無 人時，噪音值降至 54dB；A2 區機械 室之低頻噪音維持於 61.2dB。	
電場強度 V/m	87	3.6 (地板面)	9.4 (地板面)	-----	
		1.3 (作業面)	2.6 (作業面)	-----	
磁場強度 nT	4,600	0.07 (地板面)	0.07 (地板面)	-----	
		0.07 (作業面)	0.07 (作業面)	-----	
其他	空調系統	出風口與回風口過近，造成短路，室內換氣效率不佳。			
	空調振動	A1 區空調振動影響室內人員活動。			
註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。					



照片說明

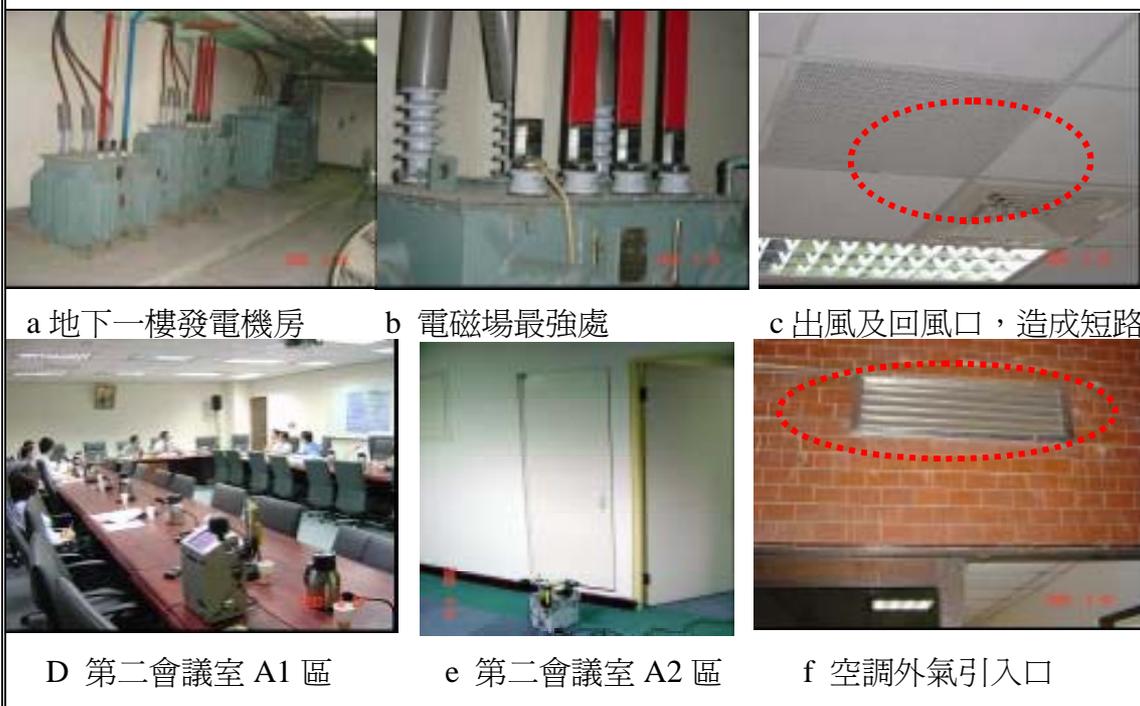


表 3-3.3 初勘實測報告 2 (案例 N3)

案例 N3	台北科技大樓之行政大樓										
區位	台北市大安區										
樓層	7F、8F										
通風模式	中央空調 (FCU) + 外氣引入系統										
空間名稱	A	影印室 (八樓) (40m ²)				D2	保管室內側 (七樓) (60m ²)				
	B	辦公區 (八樓) (112m ²)				E1	事務組西側 (七樓) (85m ²)				
	C	會議室 (八樓) (85m ²)				E2	事務組東側 (七樓) (85m ²)				
	D1	保管室外側 (七樓) (60m ²)									
評估因子	基準值	監測點實測值								補充說明	總評
		A	B	C	D1	D2	E1	E2			
溫度	28 23	27.9	27.9	27.7	26.6	25.6	26.6	27.1	-----		
相對濕度 %	40 70	61	59	53	56	62	59	58	-----		
風速 m/s	0.35 (0.5)	0.02	0.21	0.06	0.27	0.27	0.14	0.27	在 A 區與 C 區部分氣流呈現滯留狀態。		
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	443	386	405	413	400	340	347	-----		
一氧化碳 ppm	9	< 0.05								-----	
粉塵 mg/m ³	0.15	0.16	0.15	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	A、B 區粉塵量明顯較其他區高，因有室內污染源或通風效率不佳所致。		
照度 Lux	500 (150)	360	542	765	432	510	415	450	影印室以 150Lux 為基準。其他 D、E 兩區之照度略微不足，主因為缺少晝光之利用與局部照明。		
噪音 dB(A)	56	47.2	50.8	52.7	50.9	49.2	53.2	61.9	E2 區人員之談話聲為最主要之環境噪音來源。		
電場強度 V/m	87	2.12	0.77	0.25	0.26		0.22		-----		
磁場強度 nT	4,600	0.48	0.58	0.5	1.0		0.73		-----		
其他	眩光	部分燈具裸露，易產生眩光問題。									
註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。											

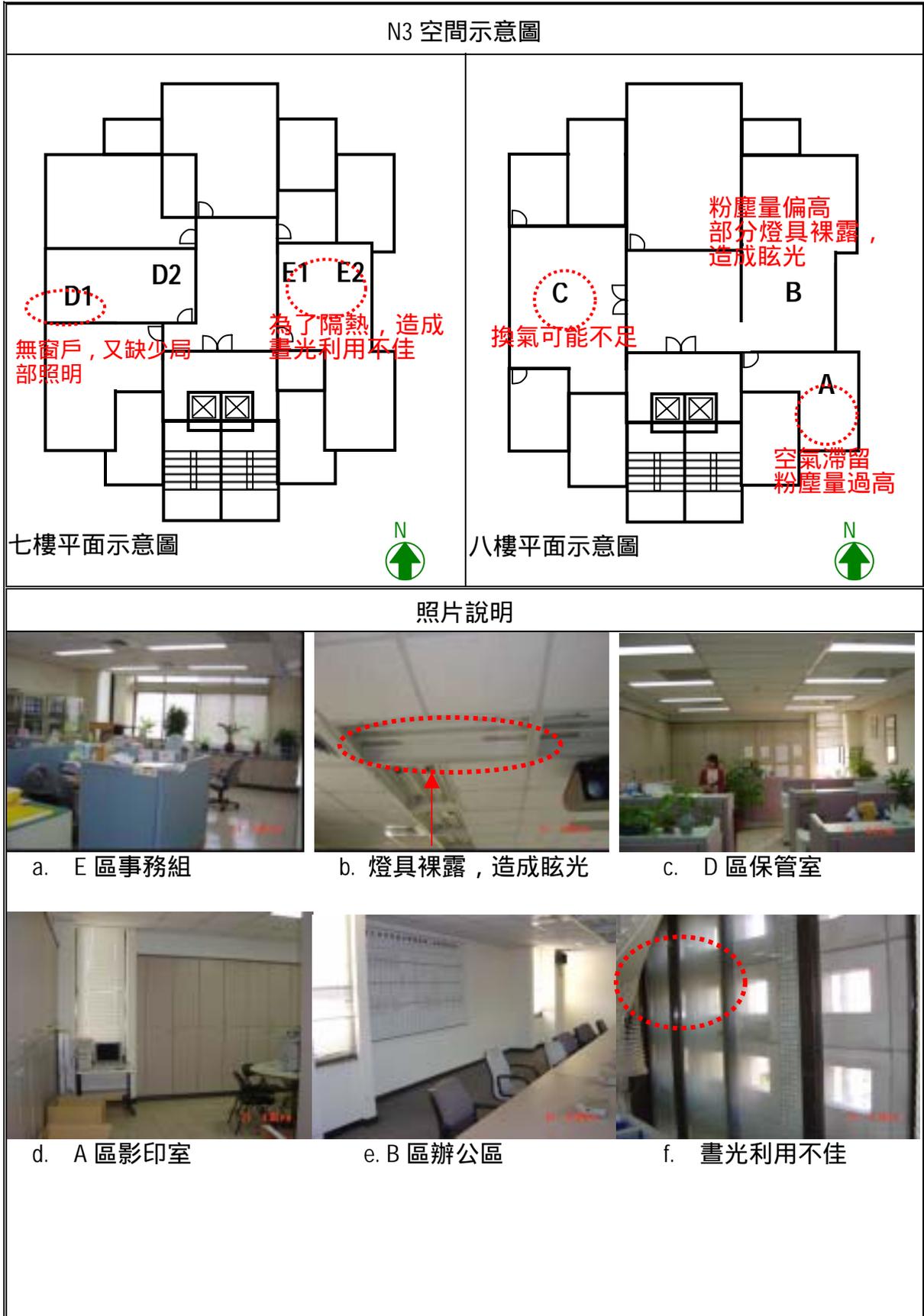
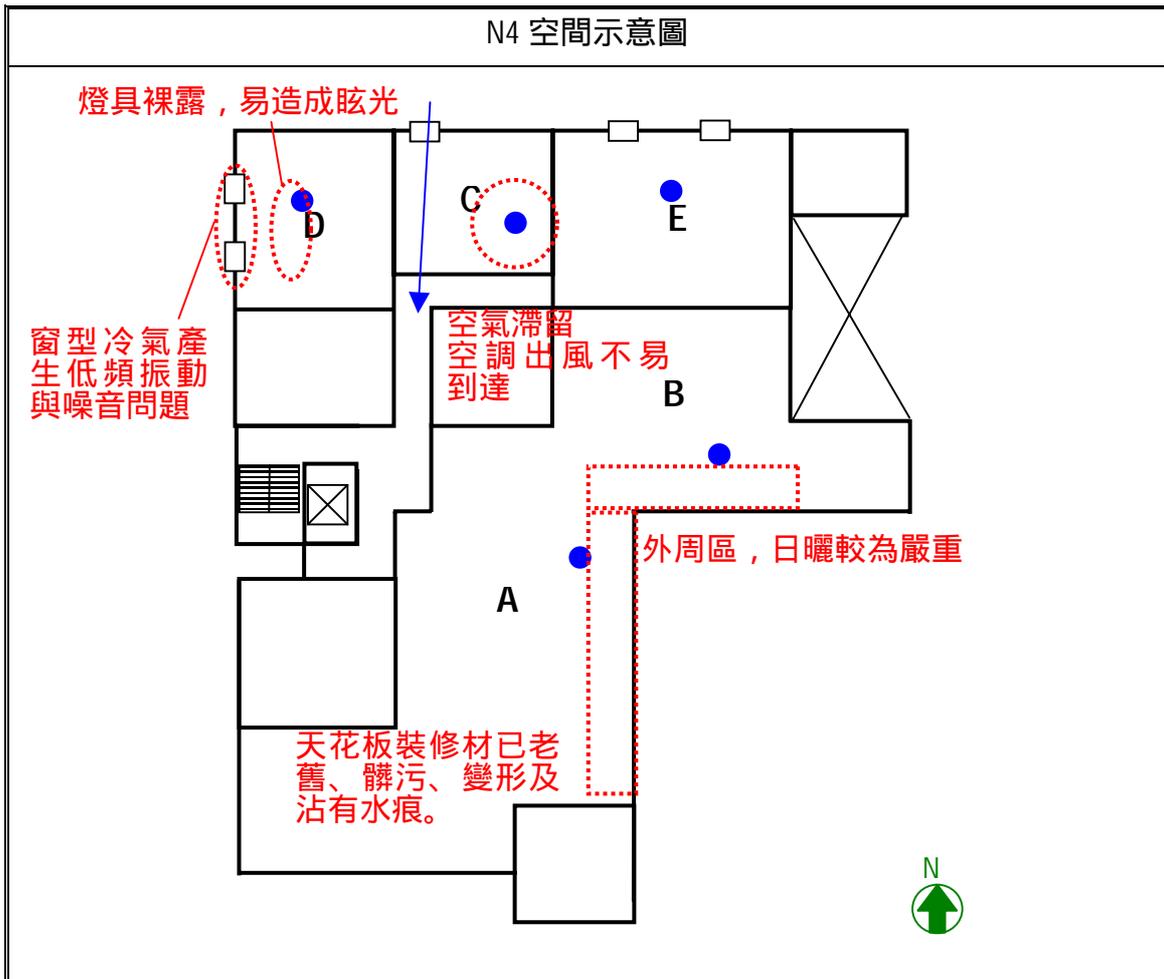


表 3-3.4 初勘實測報告 3 (案例 N4)

案例 N4	營建署北區工程處								
區位	台北縣中和市								
樓層	5F								
通風模式	中央空調 (FCU) + 窗型冷氣 + 外氣引入系統								
空間名稱	A	辦公區 (240m ²)			D	辦公區 (42m ²)			
	B	辦公區 (105m ²)			E	辦公區 (85m ²)			
	C	辦公區 (36m ²)							
評估因子	基準值		監測點實測值					補充說明	總評
			A	B	C	D	E		
溫度	28	23	<u>28.9</u>	<u>29.8</u>	<u>29.8</u>	26.6	<u>28.9</u>	因室內 (D 區除外) 除開空調外同時開窗, 因此溫度較高, 另外日曬、空調效率、出風位置等問題皆是造成室內溫度偏高之原因。	
相對濕度	%	40	70	60	56	54	46	58	-----
風速	m/s	0.35	(0.5)	0.25	0.36	<u>0.08</u>	0.33	0.16	C 區氣流流通較緩慢, 部分區域空氣滯留。
二氧化碳	ppm	1,000	(800)	460	377	373	426	321	-----
一氧化碳	ppm	9		< 0.05					-----
粉塵	mg/m ³	0.15		0.13	0.12	0.12	0.08	0.12	-----
照度	Lux	500		<u>1850</u>	<u>1352</u>	<u>1581</u>	<u>945</u>	<u>1396</u>	平均照度遠高於標準值, 室內燈具配置方式不佳, 且部分燈具裸露, 易造成眩光。
噪音	dB(A)	56		54	47	<u>56</u>	54	49	部分舊型窗型冷氣產生噪音干擾。
電場強度	V/m	87		32.9	0.1	2.3	13.8	7.0	-----
磁場強度	nT	4,600		0.4	3.4	0.3	2.9	95	-----
其他	天花板老舊	本案例完工年代較早, 天花板裝修材已老舊、髒污、變形及沾有水痕。							
	設備振動問題	舊型窗型冷氣非裝設於結構體, 亦無防振設施, 產生低頻振動與噪音問題。							
		註 1 : 實測值為初勘之平均值。 註 2 : 總評之符號「 <u> </u> 」為需改善 ; 「 <u> </u> 」為不需改善。							



照片說明



a.天花板水痕



b.天花板變形



c.燈具裸露、眩光



d.空氣滯留區



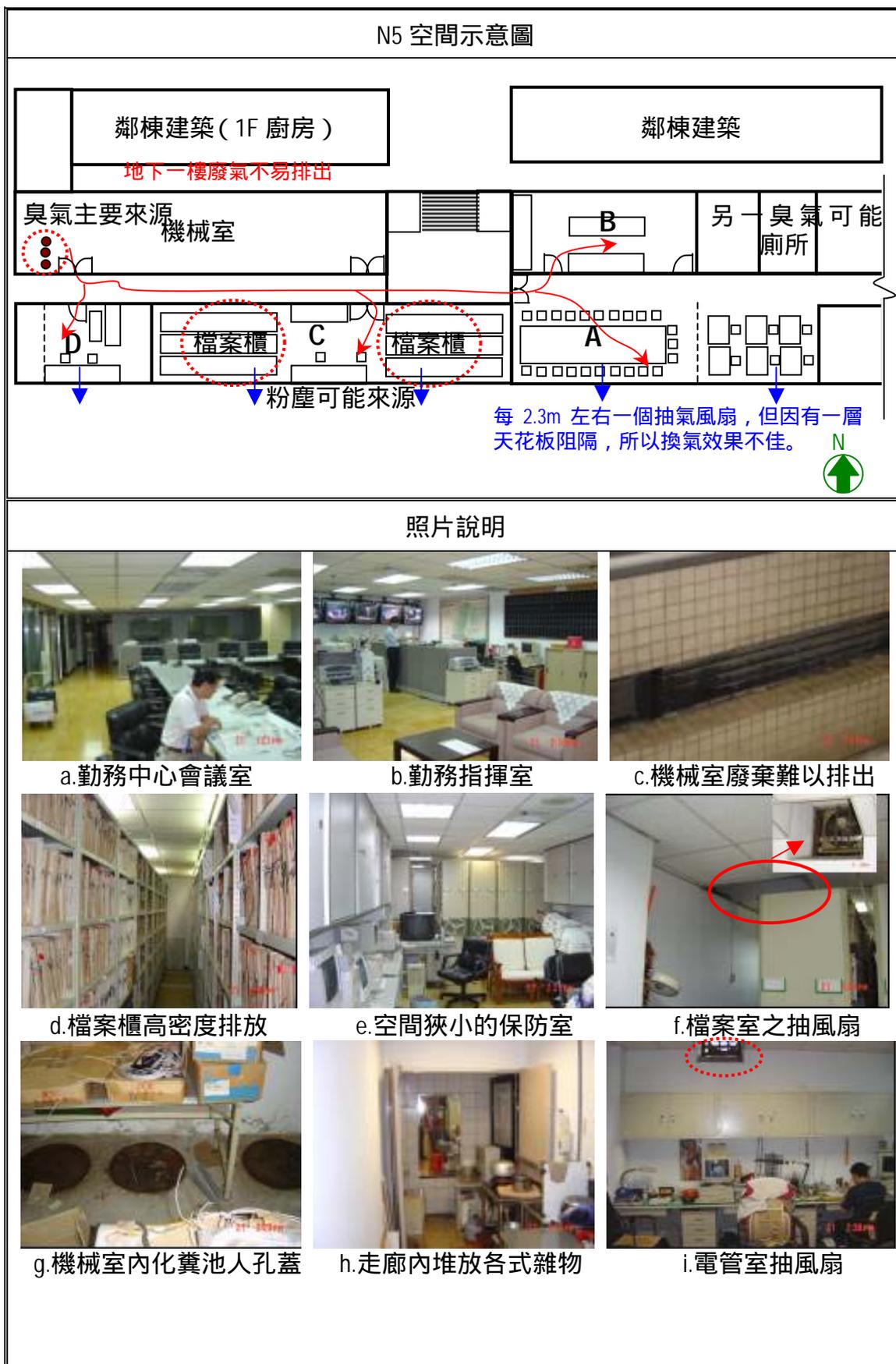
e.冷氣出風朝向門形成短路



f.窗型冷氣噪音振動問題

表 3-3.5 初勘實測報告 4 (案例 N5)

案例 N5	內政部警政署						
區位	台北市中正區						
樓層	地下一樓						
通風模式	中央空調 (FCU) + 抽風扇						
監測空間	A	勤務中心會議室 (247.5m ²)			B	勤務指揮室 (82.5 m ²)	
	C	保防室與檔案室 (94.5m ²)			D	電管室 (31.5m ²)	
評估因子	基準值	監測點實測值				補充說明	總評
		A	B	C	D		
溫度	28 23	24.3	23.1	25.4	26.9	-----	
相對濕度 %	40 70	68	69	62	65	本案例位於地下一樓，相對濕度稍稍偏高，應再增加通風。	
風速 m/s	0.35 (0.5)	0.14	0.22	0.01	0.18	C 區室內風速偏低，通風效率不佳，有空氣滯留的現象。	
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	445	437	437	487	-----	
一氧化碳 ppm	9	< 0.05				-----	
粉塵 mg/m ³	0.15	0.12	0.12	0.15	0.11	C 區由於存放許多老舊檔案文件，紙張脆化造成粉塵量偏高。	
照度 Lux	500	587	461	824	509	-----	
噪音 dB(A)	56	55.9	59.4	58.9	65.3	整體環境噪音值明顯偏高，主要為初勘當日外部之施工噪音。	
電場強度 V/m	87	0.18	0.74	0.42	0.08	-----	
磁場強度 nT	4,600	6	34.3	34.2	1.05	-----	
其他	異味、空氣滯留	C 區為保防室與檔案室，然兩者間並未做隔間，加上受到檔案櫃排放密度及高度影響，換氣效率不佳，空氣呈現滯留，空間充滿檔案之異味。					
	臭氣	D 區對門機械室之設備廢氣與臭氣 (化糞池及污水池)，由於無適當的排氣設施，以致無法排出室外，反而逸散至走廊及其他空間，造成使用者的抱怨。					
		註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。					



(二) 中區初勘案例

在中區初勘案例中，案例 C2-1 為花蓮師範學院志清樓，使用性質為學生宿舍。在換氣方式上，採用自然通風輔以風扇增加空氣循環的機會，但在室溫表現上仍明顯超過基準，極為悶熱，主因為有效通風面積太小，鄰棟阻擋氣流之進入所致，且在室內家具配置上，阻擋氣流之流通，屋頂也有嚴重的日曬問題。在光環境上，晝光利用不高，家具過高遮擋室內光源，導致室內昏暗；走廊昏暗遠低於標準值（75lux）。音環境中，由於宿舍人員密度高，室內或鄰間之人員談話聲、音響、走廊談話聲、腳步聲皆是環境音的來源。由於此建築之建造年代較為久遠，在室內牆壁有壁癌現象，浴廁之潮濕不易散出，增加壁癌發生之機率，且因浴廁之臭氣與潮濕，影響居住環境，造成使用者之不適感（參表 3-3.6）

案例 C2-2 為花蓮師範學院篤行樓，使用性質與建築物建造條件上與案例 C2-1 類同，皆為年代較久的學生宿舍。光環境中，室內照度不足、採光不佳，部分受鄰棟影響。在空氣環境，通風效果不佳，CO₂ 濃度累積過高；且因管理之關係，以電動門控管，平常關閉，阻擋一樓的通風路徑，造成室內空氣滯留情形發生；二樓通風狀況較一樓佳，但西區有較嚴重之日曬。由於浴廁臭氣、濕氣不易排除，同樣造成使用者之不適感。（參表 3-3.7）

案例 C4-1 為內政部役政署中區第一辦公室，換氣方式為自然通風輔以窗型冷氣，在室溫表現稍許超過標準，尤其二樓之溫度明顯較高。部分採自然通風之空間，較易受外環境影響，如 A 區，粉塵量偏高；影印室若不靠機械通風，粉塵量亦明顯較高。音環境中，室內人員談話聲為主要之環境噪音，三區之噪音值皆明顯偏高，且使用者反應會受到鄰間干擾。依據使用者抱怨，空間之隔音性能不佳，造成不便。此外本建物因屬公眾建築，大門均保持開啟狀態，夏季時黑蚊猖獗，極為擾人。（參照表 3-3.8）

案例 C4-2 為內政部役政署中區第二辦公室，換氣方式為自然通風輔以窗型冷氣，但在室溫表現上略微超過基準。影印室通風不佳。在音環境部分，室內人員談話聲為主要之環境噪音源，在初勘所監測之三區噪音值皆超過基準，需加強室內之吸音。（參照表 3-3.9）

表 3-3.6 初勘實測報告 5 (案例 C2-1)

案例 C2-1	花蓮師範學院志清樓					
區位	花蓮市					
樓層	1F、2F					
通風模式	自然通風+風扇					
空間名稱	A	北側宿舍(一樓)(15.5m ² /每室)				
	B	走廊(一樓)				
	C	北側宿舍(二樓)(15.5m ² /每室)				
評估因子	基準值	監測點實測值			補充說明	總評
		A	B	C		
溫度	28 23	<u>30.1</u>	<u>29.4</u>	<u>31.3</u>	換氣方式為自然通風輔以風扇增加空氣循環的機會，但在室溫表現上仍明顯超過基準，極為悶熱，主因為有效通風面積太小，鄰棟阻擋氣流之進入所致，另外室內家具擺設也阻擋了氣流之流通，屋頂也有嚴重的日曬問題。	
相對濕度	% 40 70	61	60	58	-----	
風速	m/s 0.35 (0.5)	0.38	0.36	0.12	使用風扇，室內風速因而提高。	
二氧化碳	ppm 1,000 (800)	547	354	410	-----	
一氧化碳	ppm 9	< 0.05			-----	
粉塵	mg/m ³ 0.15	0.13	0.13	0.13	-----	
照度	Lux 500 (150)	165	<u>24</u>	<u>130</u>	室內家具過高遮擋住室內外光源，另外走廊也過於昏暗。	
噪音	dB(A) 50	<u>56.8</u>	<u>57.1</u>	<u>55.1</u>	宿舍人員密度高，室內或鄰間之人員談話聲、音響、走廊談話聲、腳步聲皆是環境音的來源。	
電場強度	V/m 87	6.8	-----	0.9	-----	
磁場強度	nT 4,600	91.4	-----	1.0	-----	
其他	臭氣	浴廁之臭氣與潮濕，影響居住環境，造成使用者之不適感。				
	壁癌	浴廁之潮濕不易散出，增加壁癌發生之機率。				
註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。						

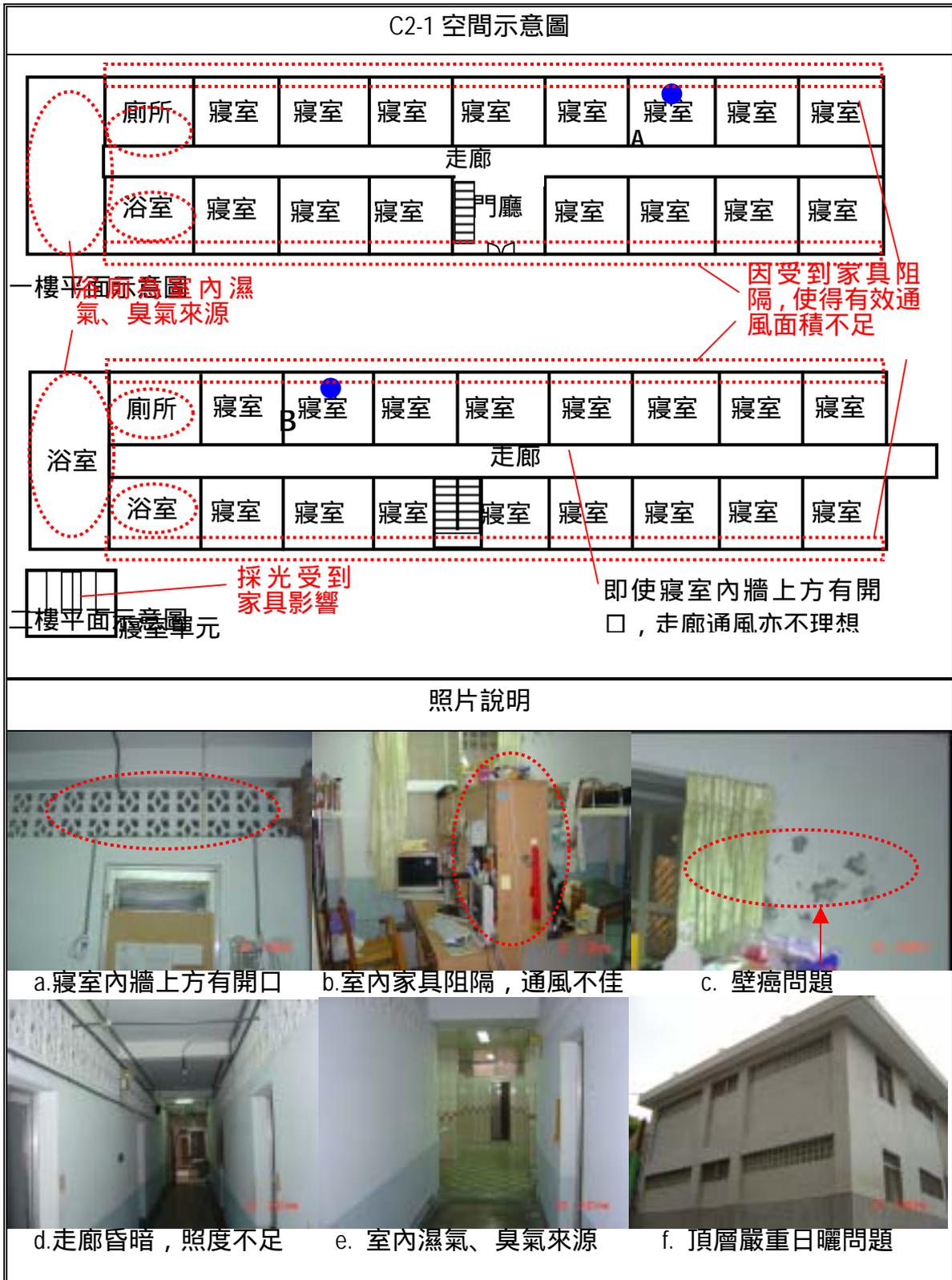


表 3-3.7 初勘實測報告 6 (案例 C2-2)

案例 C2-2		花蓮師範學院篤行樓				
區位		花蓮市				
樓層		1F、4F				
通風模式		自然通風+風扇				
空間名稱		A	北側宿舍(一樓)(15.5m ² /每室)			
		B	南側宿舍(一樓)(15.5m ² /每室)			
		C	北側宿舍(四樓)(15.5m ² /每室)			
評估因子	基準值	監測點實測值			補充說明	總評
		A	B	C		
溫度	28 23	<u>29.9</u>	<u>30.7</u>	<u>32.1</u>	換氣方式為自然通風輔以風扇增加空氣循環的機會,但在室溫表現上仍明顯超過基準,極為悶熱,主因為有效通風面積太小,鄰棟阻擋氣流之進入所致,屋頂也有嚴重的日曬問題。	
相對濕度	% 40 70	65	61	58	-----	
風速	m/s 0.35 (0.5)	0.31	0.30	0.33	使用電扇,使室內風速提高。	
二氧化碳	ppm 1,000 (800)	<u>782</u>	570	633	初勘時,室內人員數約 2 人,實際上每寢室單元住 5 人,CO ₂ 濃度值估計會超過基準值。	
一氧化碳	ppm 9	< 0.05			-----	
粉塵	mg/m ³ 0.15	<u>0.17</u>	0.13	0.11	室內牆壁有壁癌現象,粉塵濃度亦高出基準。	
照度	Lux 500 (150)	<u>135</u>	160	<u>147</u>	-----	
噪音	dB(A) 50	<u>53.8</u>	<u>55.1</u>	<u>61.4</u>	宿舍人員密度高,室內或鄰間之人員談話聲、音響、走廊談話聲、腳步聲皆是環境音的來源。	
電場強度	V/m 87	1.4	16.4	11.9	-----	
磁場強度	nT 4,600	40.9	1.4	70.9	-----	
其他	臭氣	浴廁之臭氣與潮濕,影響居住環境,造成使用者之不適感。				
		註 1: 實測值為初勘之平均值。 註 2: 總評之符號「 <u> </u> 」為需改善;「 」為不需改善。				

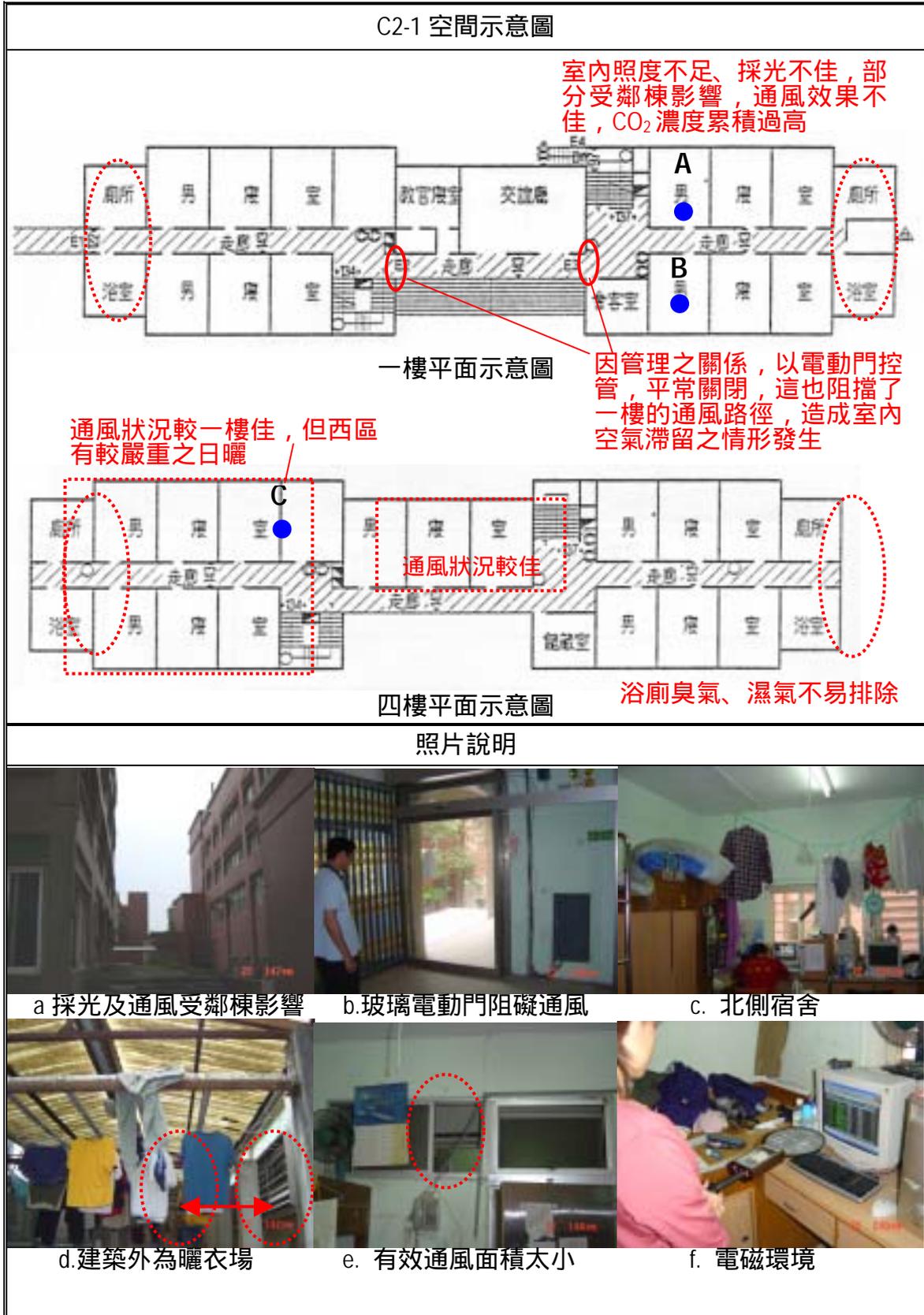


表 3-3.8 初勘實測報告 7 (案例 C4-1)

案例 C4-1		內政部役政署第一辦公室						
區位		南投縣中興新村						
樓層		1F、2F						
通風模式		自然通風+窗型冷氣						
空間名稱		A	事務科(二樓)			C1	影印室開口(一樓)	
		B	公關室(一樓)			C2	影印室中央(一樓)	
評估因子	基準值	監測點實測值				補充說明	總評	
		A	B	C1	C2			
溫度	28 23	30.7	28.2	28.5	28.1	換氣方式為自然通風輔以窗型冷氣，在室溫表現稍許超過標準，尤其二樓之溫度明顯較高。		
相對濕度	% 40 70	58	58	64	59	-----		
風速	m/s 0.35 (0.5)	0.15	0.33	0.21	0.24	-----		
二氧化碳	ppm 1,000 (800)	560	548	548	570	-----		
一氧化碳	ppm 9	< 0.05				-----		
粉塵	mg/m ³ 0.15	0.18	0.14	0.14	0.13	部分採自然通風之空間，較易受外環境影響，如 A 區，粉塵量偏高；影印室若不靠機械通風，粉塵量亦明顯較高。		
照度	Lux 500 (150)	990	835	183	173	影印室以 150Lux 為基準。		
噪音	dB(A) 56	60.6	63.7	62.5	52.7	室內人員談話聲為主要之環境噪音，三區之噪音值皆明顯偏高，且使用者反應會受到鄰間干擾。		
電場強度	V/m 87	1.0	2.3	5.8		-----		
磁場強度	nT 4,600	2.13	11	5.75		-----		
其他	隔音性	依據使用者抱怨，空間之隔音性能不佳，造成不便。						
	蚊蟲問題	建物因屬公眾建築，大門均保持開啟狀態，夏季時黑蚊猖獗，極為擾人。						
		註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。						

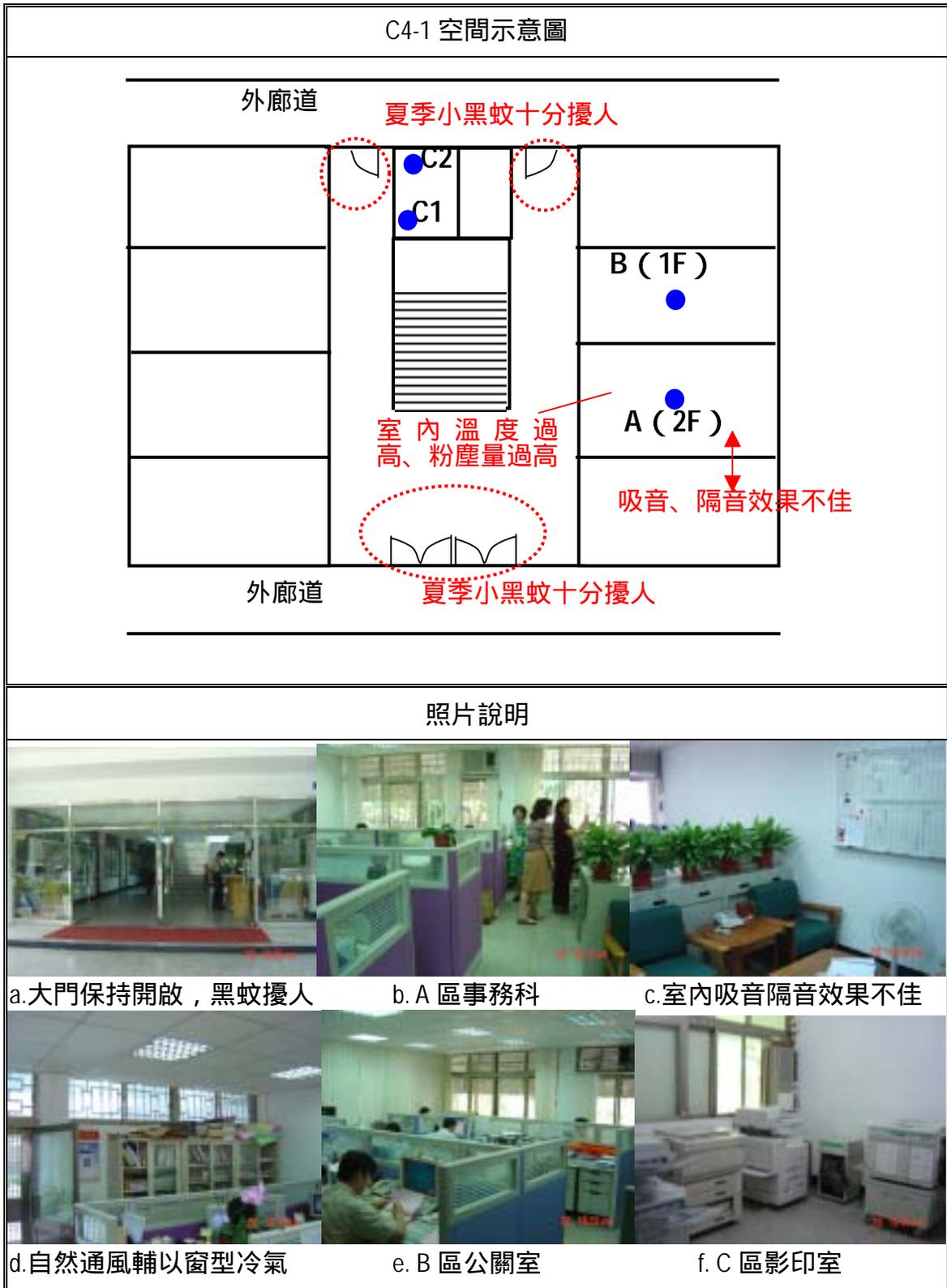


表 3-3.9 初勘實測報告 8 (案例 C4-2)

案例 C4-2		內政部役政署第二辦公室				
區位		南投縣中興新村				
樓層		1F、2F				
通風模式		自然通風+窗型冷氣				
空間名稱		A	辦公室(一樓)			
		B	辦公室(二樓)			
		C	影印室(一樓)			
評估因子	基準值	監測點實測值			補充說明	總評
		A	B	C		
溫度	28 23	<u>29.1</u>	27.8	<u>28.3</u>	換氣方式為自然通風輔以窗型冷氣,但在室溫表現上略微超過基準。	
相對濕度 %	40 70	56	62	60	-----	
風速 m/s	0.35 (0.5)	0.23	0.19	<u>0.03</u>	影印室通風不佳。	
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	503	518	493	-----	
一氧化碳 ppm	9	< 0.05			-----	
粉塵 mg/m ³	0.15	0.12	0.06	0.07	-----	
照度 Lux	500 (150)	713	900	727	-----	
噪音 dB(A)	56	<u>61.3</u>	<u>58.7</u>	<u>56.2</u>	室內人員談話聲為主要之環境噪音源,三區噪音值皆超過基準,需加強室內之吸音。	
電場強度 V/m	87	1.2	0.8	0.93	-----	
磁場強度 nT	4,600	0.85	1.38	10.26	-----	
其他	壁面裂痕	在此棟建築壁面有許多裂痕。				
		註 1: 實測值為初勘之平均值。 註 2: 總評之符號「 <u> </u> 」為需改善;「 <u> </u> 」為不需改善。				



(三) 南區初勘案例

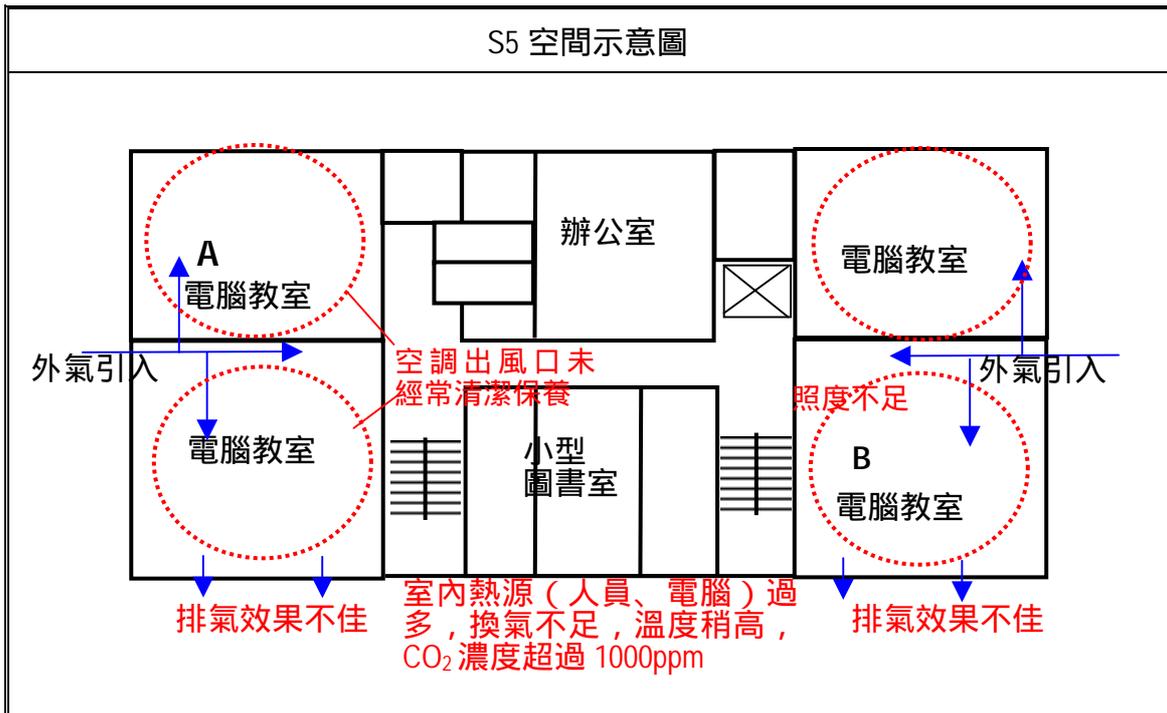
初勘案例 S5 為國立海洋技術學院，其申請改善空間的使用性質為電腦教室，此次初勘中，空氣環境，共進行開窗開空調狀態與關窗開空調狀態兩種模組之量測，結果數據顯示，由於空調效率不佳、室內熱源（人員、電腦）過多。關窗後室內 CO₂ 濃度值明顯升高，以現有空調系統檢討，為引入之新鮮外氣不足。在光環境因子檢測中，B 區空間深度大，部分區域採光較為缺乏，且燈具效率不佳，室內未達 300Lux 之基準。在音環境部分，初勘量測時為上課時間，音源主要為教師授課聲。此案例位於圖書館之上層，經由空調系統，館內藏書之不良氣味，傳至電腦教室。外氣引入方面效果不佳，此因平日使用狀況為全時使用空調，在空間人員數過多，換氣不足（排風口處受建築構造阻擋）狀況下，導致室內 CO₂ 濃度過高，學生學習效率降低。在管理維護上，空調出風口處明顯髒污，此因維護清潔時間間隔過長。在溫熱環境，由於室內熱源（人員、電腦）過多，換氣不足，溫度稍高。（參表 3-3.10）

案例 S8 為國立高雄大學之演講廳，在溫熱環境部分，室內無人員狀態下，溫度較低；室內風速偏低，有空氣滯留或換氣不足之虞。在光環境中，燈具裸露有眩光問題。在音環境，並無特別環境噪音；然而實測時有鋼琴演奏，從前後座之實測值發現，兩處聽到鋼琴聲之差異頗大，音場分佈不均；音反射效果不佳，一般常用以作為音反射之天花板，此案例中改採噴以防火披覆之方式，導致此例之天花具吸音之效果，無音反射效果；無適當之吸音材一般常用地板材質特性應為吸音材，防止步行之干擾，在此案例卻以 PVC 地磚作為地板之材質。在管理維護部分，因維護清潔時間間隔過長，空調出風口處明顯髒污。（參表 3-3.11）

案例 S10 為國立成功大學會議室，在空氣環境，其換氣方式採用窗型冷氣，量測結果，通風效率不佳，熱氣不易散出；且室內換氣不足，超過較嚴格之 CO₂ 濃度基準值 800ppm。在音環境部分，受到案例旁邊地震實驗室機具操作之影響，噪音值高出基準值。而光環境，因受鄰棟建築及空間退縮之影響，室內晝光利用不佳。在本案例中，電磁環境呈現良好狀態。（參表 3-3.12）

表 3-3.10 初勘實測報告 9 (案例 S5)

案例 S5	高雄海洋技術學院電算中心						
區位	高雄市楠梓區						
樓層	5F						
通風模式	中央空調 (FCU) + 外氣引入系統						
空間名稱	A1	電腦教室 1 (開窗開空調)					
	A2	電腦教室 1 (關窗開空調)					
	B	電腦教室 2 (關窗開空調)					
評估因子	基準值	監測點實測值			補充說明	總評	
		A1	A2	B			
溫度	28 23	28.6	29	26.9	空調效率不佳、室內熱源 (人員、電腦) 過多。		
相對濕度 %	40 70	58	55	62	-----		
風速 m/s	0.35 (0.5)	0.23	0.16	0.26	-----		
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	621	1006	1093	關窗後室內 CO ₂ 濃度值明顯升高, 以現有空調系統檢討, 為引入之新鮮外氣不足。		
一氧化碳 ppm	9	< 0.05			-----		
粉塵 mg/m ³	0.15	0.09	0.05	0.08	-----		
照度 Lux	300	538.8	455.5	230	B 區電腦教室 2 空間深度大, 部分區域採光較為缺乏, 且燈具效率不佳, 室內未達 300Lux 之基準。		
噪音 dB(A)	55(50)	54.7	55.9	55.2	初勘量測時為上課時間, 音源主要為教師授課聲。		
電場強度 V/m	87	0.53	0.13	0.34	-----		
磁場強度 nT	4,600	5.73	112.6	1.7	-----		
其他	不良氣味	此初勘案例位於圖書館之上層, 經由空調系統, 館內藏書之不良氣味, 傳至電腦教室。					
	外氣引入效果不佳	此初勘案, 平日使用狀況為全時使用空調, 由於空間人員數過多, 換氣不足 (排風口處受建築構造阻擋), 導致室內 CO ₂ 濃度過高, 學生學習效率降低。					
	空調未經常維護	空調出風口處明顯髒污, 維護清潔時間間隔過長。					
		註 1: 實測值為初勘之平均值。 註 2: 總評之符號「」為需改善; 「」為不需改善。					



照片說明



a. 電腦教室 1, 人員、電腦密集



b. 電腦教室 2, 人員、電腦密集



c. 結露造成之天花板水痕



d. 空調出風口未確實維護清潔



e. 燈具效率不佳



f. 進風口朝向出簷風難以進入

表 3-3.11 初勘實測報告 10 (案例 S8)

案例 S8	高雄大學演講廳				
區位	高雄市楠梓區				
樓層	1F				
通風模式	中央空調 (AHU)				
空間名稱	A1	觀眾席後座 (一樓)			
	A2	觀眾席前座 (一樓)			
評估因子	基準值	監測點實測值		補充說明	總評
		A1	A2		
溫度	28 23	<u>22.3</u>	<u>22.9</u>	室內無人員狀態下，溫度較低。	
相對濕度 %	40 70	66	68	-----	
風速 m/s	0.35 (0.5)	<u>0.06</u>	<u>0.09</u>	室內風速偏低，有空氣滯留或換氣不足之虞。	
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	482	464	-----	
一氧化碳 ppm	9	0.3	0.3	-----	
粉塵 mg/m ³	0.15	0.06	0.06	-----	
照度 Lux	200	<u>170</u>	368.9	-----	
噪音 dB(A)		<u>47.9</u>	<u>57.2</u>	並無特別環境噪音，然而實測時有鋼琴演奏，從前後座之實測值發現，兩處聽到鋼琴聲之差異頗大，音場分佈不均。	
電場強度 V/m	87	0.41		-----	
磁場強度 nT	4,600	0.1		-----	
其他	音反射效果不佳	一般常用以作為音反射之天花板，此案例中改採噴以防火披覆之方式，導致此例之天花具吸音之效果，無音反射效果。			
	無適當之吸音材	一般常用地板材質特性應為吸音材，防止步行之干擾，在此案例卻以 PVC 地磚作為地板之材質。			
	空調未經常維護	空調出風口處明顯髒污，維護清潔時間間隔過長。			
	眩光	燈具裸露，產生眩光問題。			
註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。					

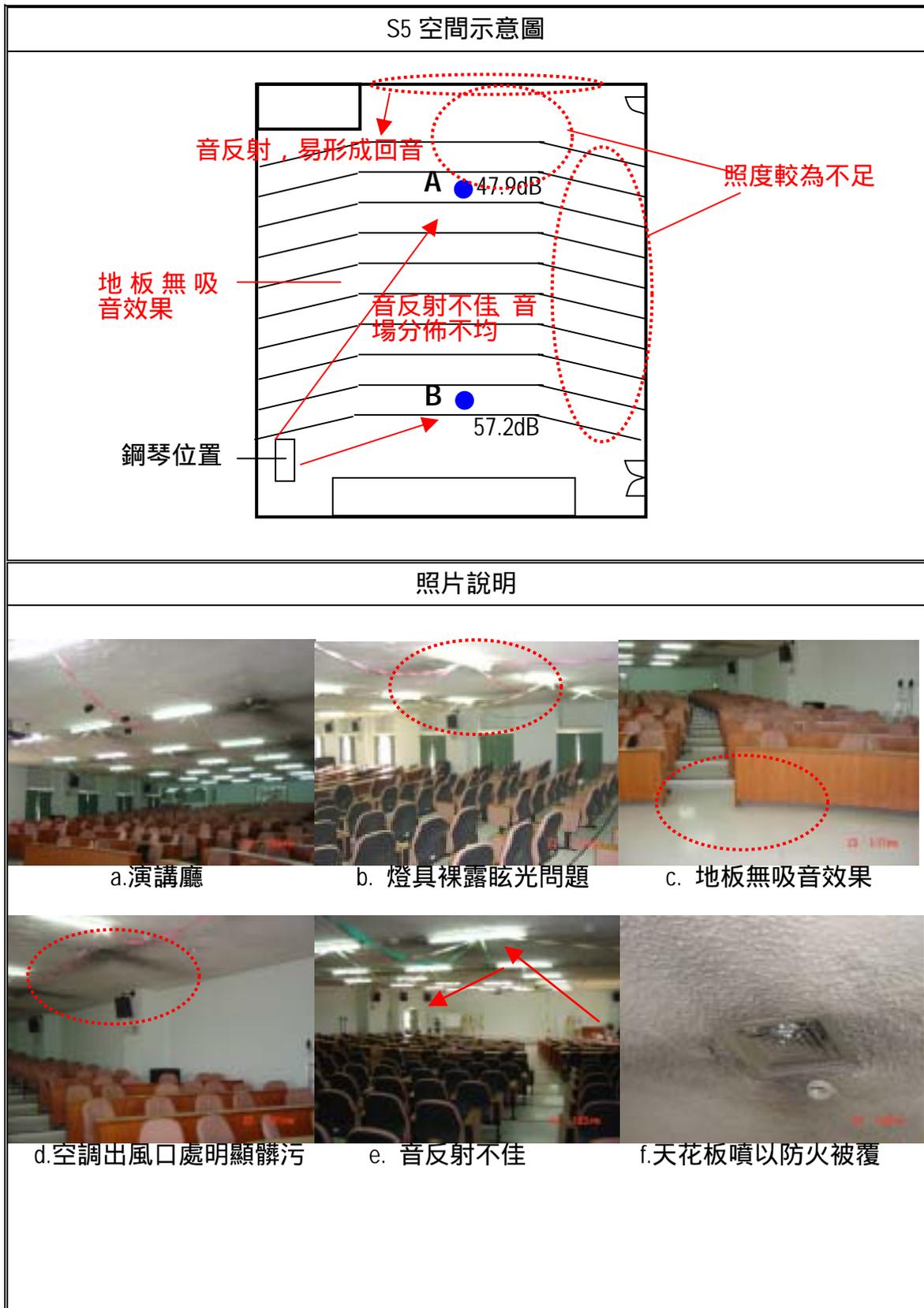


表 3-3.12 初勘實測報告 11 (案例 S10)

案例 S10		成功大學建築科技研究中心			
區位		台南市東區			
樓層		2F			
通風模式		窗型冷氣機			
空間名稱		會議室 (二樓) (74.1m ²)			
評估因子		基準值	監測點實測值	補充說明	總評
溫度		28 23	29.6	通風效率不佳，熱氣不易散出。	
相對濕度	%	40 70	56.6	-----	
風速	m/s	0.35 (0.5)	0.26	-----	
二氧化碳	ppm	1,000 (800)	860	室內換氣不足，超過較嚴格之 CO ₂ 濃度基準值 800ppm。	
一氧化碳	ppm	9	0.22	-----	
粉塵	mg/m ³	0.15	0.07	-----	
照度	Lux	500	685	-----	
噪音	dB(A)	55	69.4	受到案例旁邊地震實驗室機具操作之影響，噪音值 高出基準值。	
電場強度	V/m	87	0.55	-----	
磁場強度	nT	4,600	0.08	-----	
其他	畫光利用不佳	受鄰棟建築及空間退縮之影響，畫光利用不佳。			
		註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 + 」為需改善；「 - 」為不需改善。			
S10 空間示意圖					
<p>天花板有疑似水痕</p> <p>木質展示板</p> <p>g 地震實驗場</p> <p>h</p> <p>開窗</p> <p>東側畫光利用</p> <p>f</p> <p>使用時窗簾關上</p> <p>門關閉，換氣不足，通風效率不佳</p> <p>門打開，噪音干擾粉塵量大，需控制正負壓狀況</p> <p>室內人數 30~35 人</p> <p>a</p> <p>b</p> <p>開窗，北側畫光利用不足</p> <p>e</p> <p>白板</p> <p>投影幕</p> <p>室內淨高 235cm</p> <p>窗型冷氣</p> <p>麥克風設備</p> <p>窗型冷氣</p> <p>N</p>					

照片說明



a.高密度座位配置



b.天花板水痕黴污



c.地震實驗室—環境噪音



d.建築物退縮，晝光利用不良



e.單側裝置窗型冷氣、出風不均



f.燈具配置與點滅控制不佳

第四節 初勘綜合評比與案例選定

一、初勘綜合評比

根據上述初勘結果，對於各空間室內環境因子之現況，已有整體之瞭解與實測數據參考，試將各案例於各環境因子（包括：音、光、熱、氣、電磁及其他問題）之狀況彙整成表 3-4.1、3-4.2、3-4.3，對於問題較嚴重，急需改善之因子以「」作記，其他可改善因子以「✓」作記，可同時呈現北、中、南各區案例之室內環境的整體表現，以提供改善案例決選之評估依據之一。

表 3-4.1 北區初勘案例需進一步診斷改善之空間與因子

空間 編號	案例 名稱	需進一步診斷及改善部分													
		照度	溫度	相對 濕度	風速	噪音	粉塵	一氧 化碳	二氧 化碳	電磁	其他				
											臭氣	振動	眩光	老舊	
A	N4		✓												✓
B		✓													✓
C						✓									✓
D		✓										✓			✓
E		✓	✓												✓
A	N5					✓					✓				
B						✓					✓				
C						✓	✓								
D															
A	N3						✓								
B							✓						✓		
C															
D		✓													
E		✓				✓									
A1	N1														
A2															

註一：急需改善之項目以「」作記
 註二：其他環境因子待正式實測時進行檢測

表 3-4.2 中區初勘案例需進一步診斷改善之空間與因子

空間 編號	案例 名稱	需進一步診斷及改善部分												
		照度	溫度	相對 濕度	風速	噪音	粉塵	一氧 化碳	二氧 化碳	電磁	其他			
											臭氣	壁面	蚊蟲	
A	C4-1													
B			✓											
C			✓											
D			✓											
A	C4-2		✓			✓								
B						✓						✓		
C			✓			✓								
A	C2-1					✓					✓			
B						✓			✓		✓			
C											✓			
A	C2-2					✓					✓	✓		
B						✓					✓			
C						✓					✓	✓		

註一：急需改善之項目以 作記
 註二：其他環境因子待正式實測時進行檢測

表 3-4.3 南區初勘案例需進一步診斷改善之空間與因子

空間 編號	案例 編號	需進一步診斷及改善部分													
		照度	溫度	相對 濕度	風速	噪音	粉塵	一氧 化碳	二氧 化碳	電磁	其他				
											臭氣	外氣	維護	音	光
A	S5		✓								✓				
B		✓									✓				
A & B	S8				✓										
A	S10								✓						

註一：急需改善之項目以 作記
 註二：其他環境因子待正式實測時進行檢測

二、案例選定

本計畫補助室內環境診斷及改善之案例的選定，由室內環境品質改善審議委員會進行評選，委員會之成員由機關、學者、業界代表共同組成，其評選之依據，參考本計畫於案例初選時所建議之原則 (p.35)，加上初勘後各案例室內環境評估之結果，更可提供量化的室內環境參考值，以公平、公開之原則，評選出各區具代表性之診斷改善示範例。

經由上述室內環境品質改善審議委員會之機制，評選出北、中、南三區之決選案例，分別為北區正取案例 N3-國立台北科技大學、中區正取案例 C2-2 花蓮師範學院篤行樓、南區正取案例 S10-成功大學；因此即以此三個案例，進行長時間之室內環境品質診斷監測及日後改善工作。

表 3-4.4 為決選會議中採用之室內環境診斷及改善案例評選表，其針對本計畫之目的與功能性及案例之特性與問題，以不同角度來進行評分。

表 3-4.4 室內環境診斷及改善案例評選表

考量原點	內容	考量項目參考	配分	給分
1.計畫目的	在綠建築推動方案下追求之室內健康環境	<ul style="list-style-type: none"> 與健康因子有關的改善 改善重點避免與「綠色廳舍暨學校改善計畫」及「中央廳舍暨院校空調節能改善計畫」之項目重疊 	10	
2.計畫功能性	配合綠建築博覽會	<ul style="list-style-type: none"> 是否適合作為室內環境改善參觀點 案例之交通可及性 案例使用性質是否具備教育示範之功能 	20	
3.案例特性	案例基本特性與配合度	<ul style="list-style-type: none"> 承辦單位之配合度與意願 優先考量年代較久之建築案例 空間規模是否符合計畫經費之範圍 	20	
4.案例問題	案例初勘結果	<ul style="list-style-type: none"> 考量案例室內環境問題 (包含：音、光、熱、氣、電磁等環境因子) 之嚴重程度或多樣性 預期改善成效與可行性 	50	

第四章 室內環境品質進階診斷與檢測

第一節 進階診斷與檢測

針對上一章所選定室內環境環境品質診斷案例，於各案例空間中擇定數個代表性測點進行長時間的進階環境診斷與檢測，並配合現場環境觀察與記錄，交叉比對分析各案例空間之相關環境因子逐時變化情形；再藉由先前所擬定之各項評估基準，評定其嚴重性與否，進而選定欲進行改善設計之環境因子，研擬改善設計建議。進階診斷所進行檢測之環境因子如下表 4-1.1 所列，除了音、光、溫熱、空氣、電磁各環境外，另增加生物性因子的檢測，以供日後比對改善成效之用。

表 4-1.1 長時間量測項目因子

檢 測 項 目			
音環境	LeqD	空氣環境	PM ₁₀ 、CO、CO ₂ 、甲醛、TVOC
光環境	照度、均齊度、眩光、晝光率	電磁環境	電場強度、磁通量密度
溫熱環境	溫度、RH、風速	其他	換氣率、生物性、美觀

各案例對象空間之不同檢測項目長時間量測結果分別陳述如下。

一、北區案例 N3（國立台北科技大學行政大樓）量測結果

案例 N3 為台北科技大學行政大樓七、八樓，監測空間包括七樓事務組、保管組、總務長室與八樓秘書室，共四個空間。此案例之東側立面開口部採用格柵式遮陽內部剝落損壞（事務組與秘書室），室內裝設有水平百葉簾，西側保管組空間僅一推射窗，各空間之帶狀內隔間窗皆裝設水平百葉簾。此四個空間之使用性質為辦公空間，其平面概況、實測點規劃及其他相關資料可參照表 4-2.1。以下將各環境因子之量測結果分項說明之。

（一）環境噪音

此案例雖位於台北市區道路旁，戶外之環境噪音較高，但在經距離衰減與隔屏處理後，已不影響室內之音環境。根據基準要求，

辦公空間之環境噪音值應維持在 56dB(A)以下，此案例中，人員之談話聲為最主要之環境噪音來源，在各空間之室內日間實測平均值中，僅總務長室為 56.7dB(A)，略微超出基準值，整體狀況良好，故此一環境因子無須進行改善。

(二) 光環境

各空間進行光環境綜合檢測時，一方面進行作業面照度固定點的長時間監測，一方面配合晝光利用之計算，進行室內空間主要人員活動區域之移動點的照度量測。室內開口部的狀況：東側百葉簾為關閉狀態，西側之百葉簾則為開啟狀態，此為一般辦公使用的狀況，另外，量測時室內全面開啟人工照明。

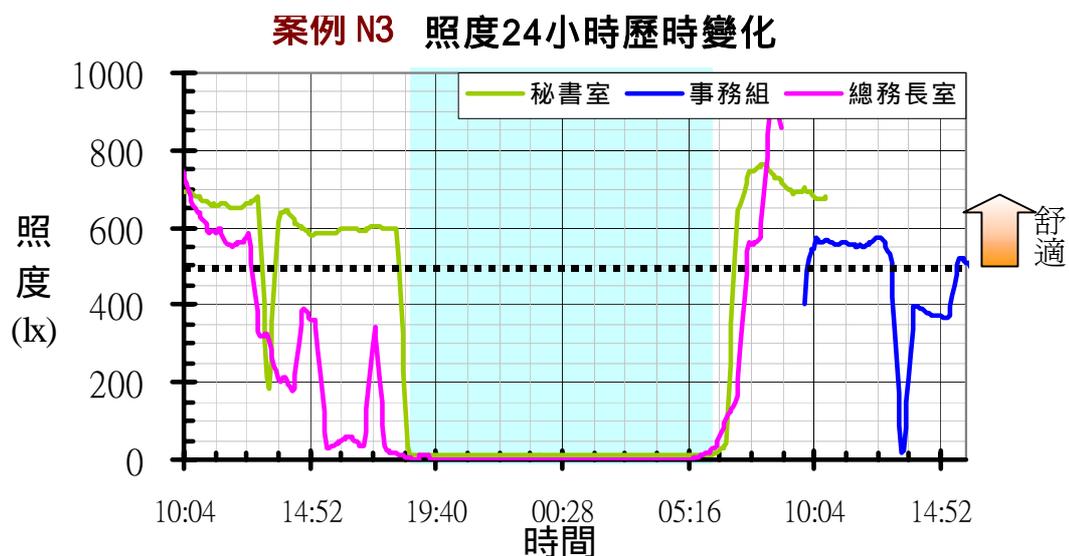


圖 4-1.1 北區案例 N3 照度歷時變化

從固定點的長時間監測資料 (如圖 4-1.1) 可看出：各空間之室內日間實測平均照度值，在辦公期間，可維持在 500Lux 之基準以上；而在移動點的照度量測資料更能瞭解室內空間中的照度分佈的大致情形，顯示事務組、總務長室與秘書室皆有照度分佈不均問題，如圖 4-1.2。

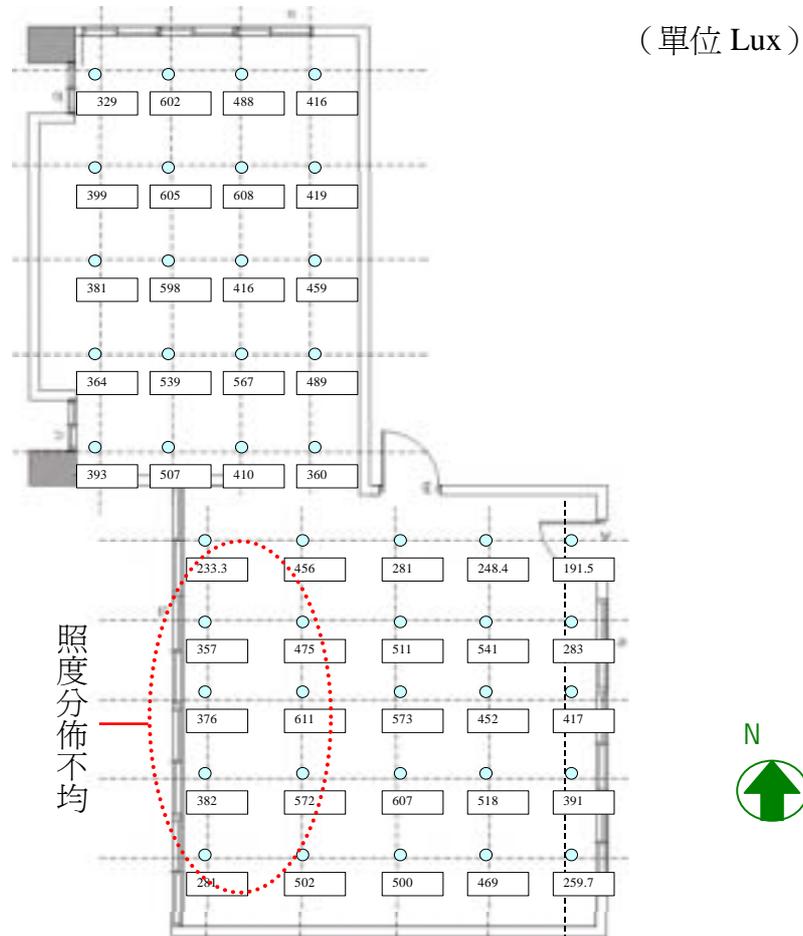
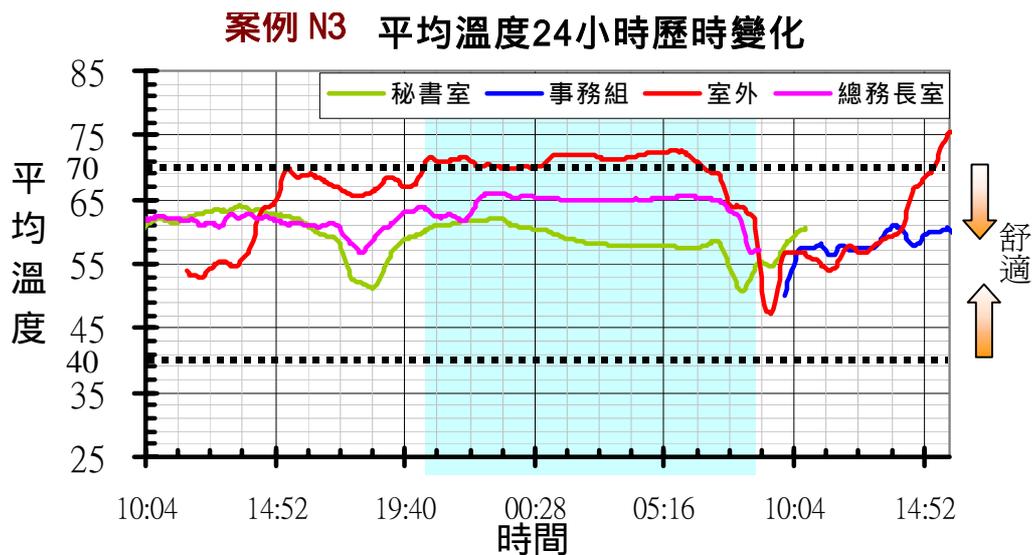
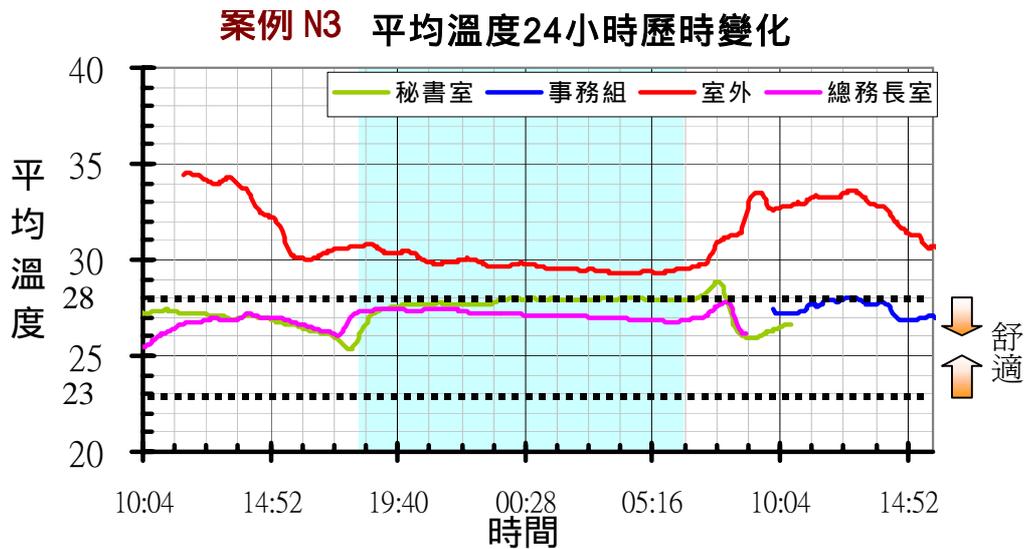


圖 4-1.2 北區案例事務組室內照度分佈圖
(東側百葉窗簾關閉、室內採人工照明狀態)

綜合初勘與實際檢測後的結果，使用人工光源時，因其燈具無防眩光設計，仍有眩光的問題發生；此外，室內照度分佈不均，僅保管組之均齊度維持在 1/3 以上，其餘空間皆不符合基準值，後天燈具配置不良，未能有效利用，以上皆是需要改進之處；至於晝光利用的部分，為阻隔東西向直射日光之不舒適性，大量使用百葉簾，導致晝光利用不足，然因使用性質的關係，若在節能的考量要增加晝光率，需特別注意防眩光及利用間接引入日光的方式來達成。

(三) 溫熱環境



案例 N3 溫熱環境檢測進行時，東西側窗戶全面關閉，隔間門為一般使用狀況，空調於辦公期間維持開啟之狀態。

室內溫度於空調開啟後逐漸降至 28 以下，屬於舒適狀態，如圖 4-1.3，且室內相對濕度均維持在 40 70% 之範圍內，如圖 4-1.4，各空間之溫熱狀況良好，無須改善。

室內平均風速雖皆於 0.35m/s 以下，但空間內部分氣流呈現

滯留狀態，尤以七樓事務組因空間形狀較不規則，不利於空氣流通，應增加空間中氣流之流動，以有效通風排除室內污染物。

(四) 空氣環境

案例 N3 空氣環境檢測進行時，東西側窗戶全面關閉，隔間門為一般使用狀況，空調於辦公期間維持開啟之狀態。

室內粉塵量遠低於基準值 $0.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，同時亦低於室外粉塵量值；一氧化碳濃度量測值亦遠低於評估基準 9ppm ，尤其在空調開啟後，室內粉塵量及一氧化碳之量測值皆近於零，故無需改善。

室內之甲醛濃度則不然，由圖 4-1.5 得知，甲醛濃度在夜間空調關閉狀態，濃度累積至 0.9ppm ，辦公期間雖開啟空調，但其八小時甲醛濃度平均值仍達 0.74ppm ，相較於基準濃度(0.1ppm)而言偏高。由於溫度、相對濕度及換氣量將同時影響室內甲醛之逸散^{註9}，故應加強強制性機械換氣之手法，以提供適量之新鮮外氣，同時兼具控制室內溫濕度之效益，進而降低室內甲醛濃度之累積。

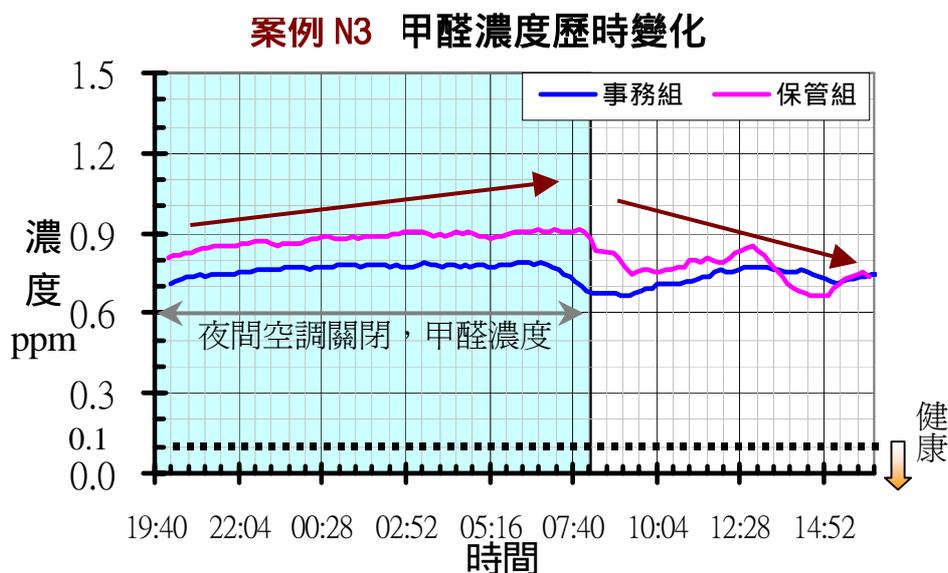


圖 4-1.5 北區案例甲醛濃度歷時變化

^{註9} 室內空氣污染，賴耿揚

室內 TVOC 濃度與甲醛濃度之衰減類同，於夜間空調關閉狀態，濃度累積，辦公期間開啟空調時逸散，但因外氣引入不足，室內 TVOC 日間八小時平均濃度值達到 13.1 ppm，遠高於基準值（3 ppm）。詳細歷時濃度變化可參考圖 4-1.6。

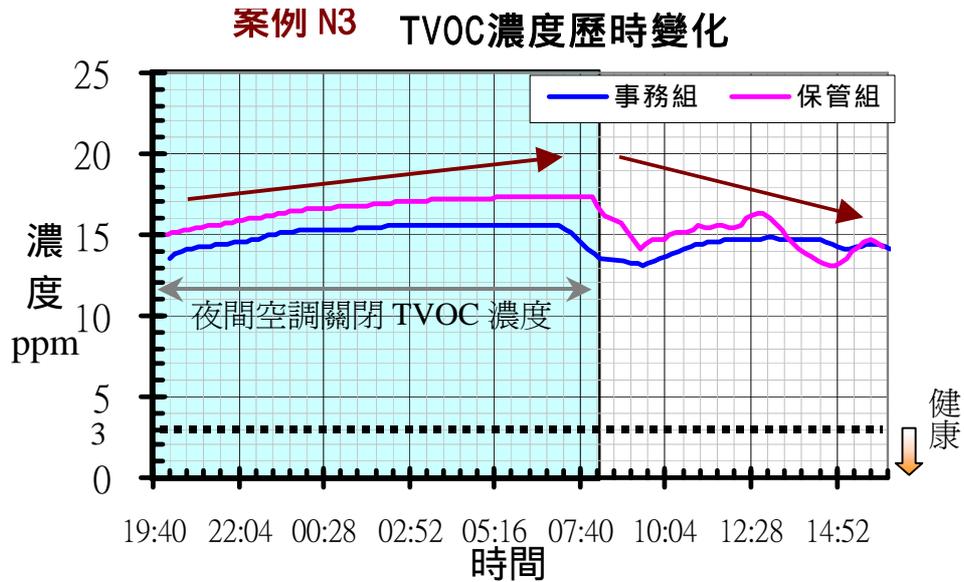


圖 4-1.6 北區案例 TVOC 濃度歷時變化

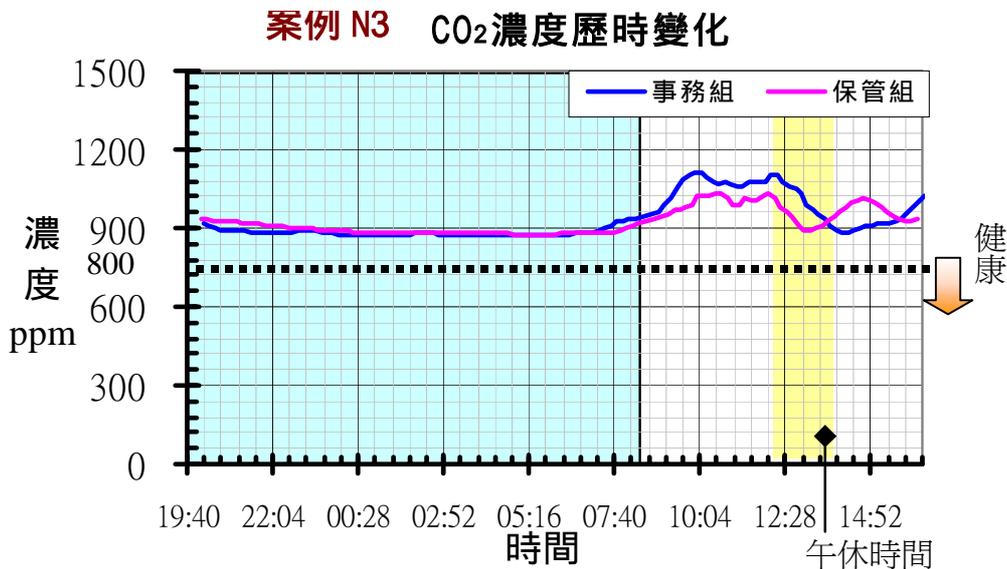


圖 4-1.7 北區案例二氧化碳濃度歷時變化

室內二氧化碳評估方面，長時間監測結果顯示，二氧化碳濃度由於日間空調系統換氣不足，無法將日間人員產生之污染物作有效移除，於空調關閉後夜間累積於空間中之二氧化碳（約 900 ppm），與隔日人員辦公時排放之二氧化碳一同累加，導至室內濃度居高不下（參圖 4-1.7）；實測期間七樓事務組人員共 12 名，保管組人員共 6 名，二氧化碳濃度最高約達 1,100ppm，明顯超過 1,000ppm 之基準值，顯示換氣及外氣引入不足，應立即加強室內空調系統之效率。

（五）電磁環境

案例 N3 之電磁環境量測主要以電腦螢幕前方所在位置作為量測點，其中在電場環境方面：量測頻率波段在 10kHz ~ 100kHz，其室內測點值介於 0.22 ~ 4.53 (V/m)，遠低於該頻率基準值 87 (V/m)；頻率波段在 50Hz ~ 60Hz，其室內測點值介於 1.78 ~ 33.5 (V/m)，也遠低於該頻率區段中最低基準值 4170 (V/m) (60Hz)。在磁場環境方面：磁通量密度頻率波段在 12kHz ~ 200kHz，其室內測點值介於 0.48 ~ 23.9 (nT)，與此頻率區段中最低基準值 4600 (nT) (200 kHz) 相距甚遠；磁通量密度頻率波段在 50Hz ~ 60Hz，其室內測點值介於 13.8 ~ 199 (nT)，也與此頻率區段中最低基準值 83333 (nT) 相距甚遠。

綜合來看案例中之電磁環境，因電磁波隨距離衰減迅速，其值皆在遠低於環保署所公布的基準值，目前安全無虞，然而使用者於使用時仍需與電腦機組保持一段安全距離，以減少電磁波對人體的危害。

（六）生物性環境

依據香港、新加坡、WHO 及美國 ACGIH 的建議值，一般建築室內環境中微生物細菌(bacteria)及真菌(fungi)的總濃度應維持在 1000CFU/m³ 以內，該室內環境較不會對於人體健康有所危害。整體

而言，案例 N3 室內各採樣點之真菌濃度均高於 1000CFU/m³，其中真菌菌屬中包含有 Penicillium、Alternaria、及 Fusarium 等本身屬性為較強之致敏菌種，對於過敏性體質的族群有較直接的潛在危害。另外，對於體質較差易感受性較高的族群如老年人或幼兒亦有一些伺機性感染的疑慮。此案例中室內真菌濃度在出風口採樣點為基準值之兩倍，在室內中央濃度則降至基準值之 1.5 倍，回風口採樣點之值則降回正常值，其可能的來源由室內與室外濃度比值看來，推測主要來自於室內污染源，應特別對空調系統之風管作進一步釐清是否有室內污染源的存在。

針對牆壁、天花板、各類建築裝潢及傢俱上之霉斑或積水、漏水的痕跡，應加強清潔出風口及風管，清潔或更換空調機組濾網。

二、中區案例 C2-2（花蓮師範學院篤行樓）量測結果

在中區案例 C2-2，為花蓮師範學院篤行樓一樓東側與交誼廳，為年代較久之建築物。在換氣方式上，採用自然通風輔以風扇增加空氣循環的機會，在立面開口部全面採用防颱百葉形式，主入口以電動門控管，平常關閉。此案例包含宿舍空間與交誼使用之公共空間，其平面概況、實測點規劃及其他相關資料可參照表 4-2.2 所列。以下將各環境因子之量測結果分項說明之。

（一）環境噪音

根據基準要求，住宅類之環境噪音值應維持在 50dB(A)以下，監測空間之室內 24 小時實測平均值超過基準值，其歷時變化如圖 4-1.8 所示，此案例中因宿舍人員密度高，其主要環境音的來源為室內或鄰間之人員談話聲、音響、走廊談話聲、腳步聲。學校方面近期在宿舍周邊進行建築施工，故外部環境噪音值增加導致此室內環境噪音值偏高。而在工程完工後，室內之環境噪音值將降至容許範圍內。

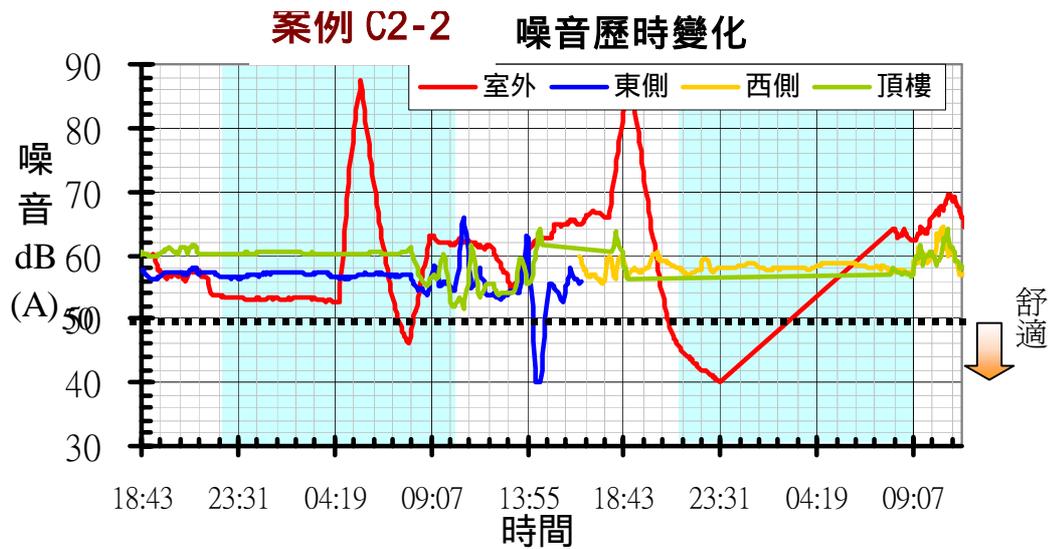


圖 4-1.8 中區案例寢室空間環境噪音歷時變化

(二) 光環境

案例 C2-2 於光環境綜合檢測時，室內開口部的狀況：南北側外百葉半開啟狀態，此為一般使用時的狀況；從固定點的長時間監測資料可看出：各空間之室內作業面實測平均照度值，除一樓北側寢室未達基準(僅具 113Lux)，其餘勉強維持在 150Lux 之基準以上；此棟建築物方位開口為南北向，依照常理室內照度分佈較不因太陽移動而有明顯變異，故白天室內照度狀況應分佈相當一致，但從移動點的照度量測資料顯示(圖 4-1.9)，北側一樓寢室室內照度分佈不均，乃因開口部臨接曬衣場，遮檔入射晝光，而造成均齊度僅達 0.15 遠低於 1/3 的基準值。

而在一樓走廊部分，白天如不依靠人工照明，照度值將低於基準值(150Lux)。在室內家具遮檔室外光源，寢室內閱讀區雖藉由局部照明輔助，仍無法達至作業面照度基準(500Lux)。宿舍內燈具老舊待修，且產生眩光。

若考量日常使用的節能性，藉由燈具點滅適當地輔助自然光，應是最好的對應方法。開口部的防颱百葉簾，雖不能完全遮擋日照反光，但已具阻斷日光直射，晝光利用率較低；在綜合初勘與實際檢測後的結果，權衡其必要性，故不將此項目因子列為改善項目之一，改善之重點將著重在更新高效率防眩光設計並建議於閱讀區加設適當局部照明設計，同時嘗試因應不同使用空間，選用適當色溫之照明設計，以達到舒適健康之光環境。

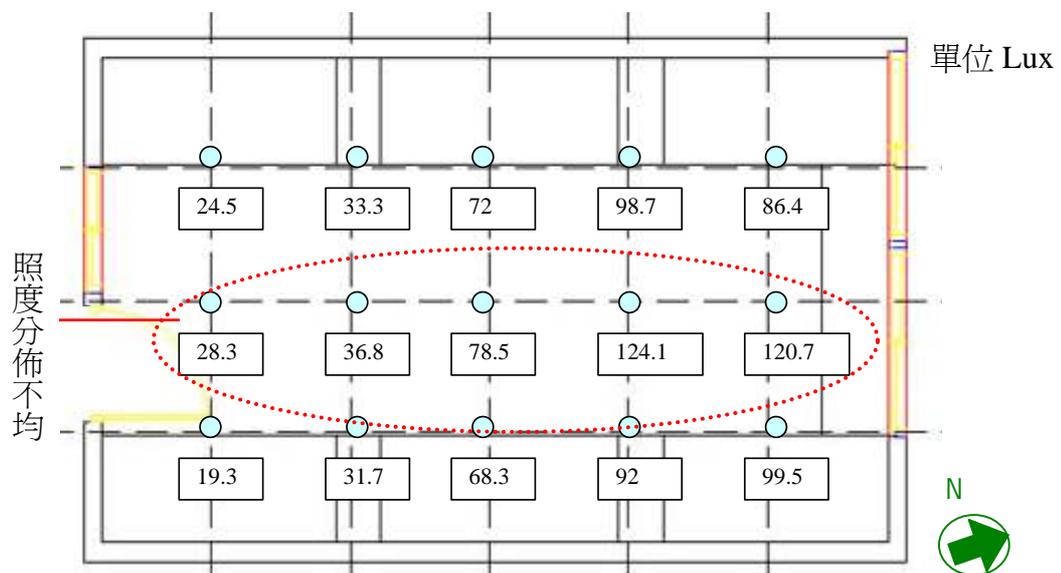


圖 4-1.9 中區案例一樓北側寢室照度分佈圖

(三) 溫熱環境

案例 C2-2 於溫熱環境綜合檢測時，室內開口部的狀況：南北側外百葉半開啟狀態，通風方式，採用自然通風輔以風扇，此為一般使用時的狀況。在各空間的量測值顯示，室溫明顯超過基準值 28 (如圖 4-1.10)，極為悶熱，主因為室內有效通風面積太小，且南側之鄰棟與北側之曬衣場阻擋氣流之進入所致，屋頂層也具嚴重的日曬問題。整體看來，平均室內溫較室外溫高約 1-3 度，可知室內之溫度狀況極不舒適。

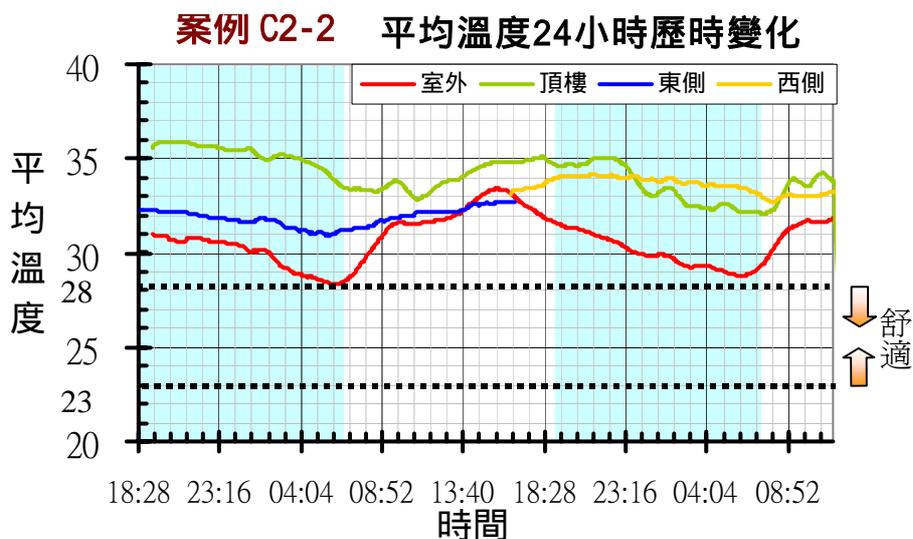


圖 4-1.10 中區案例寢室空間溫度歷時變化圖

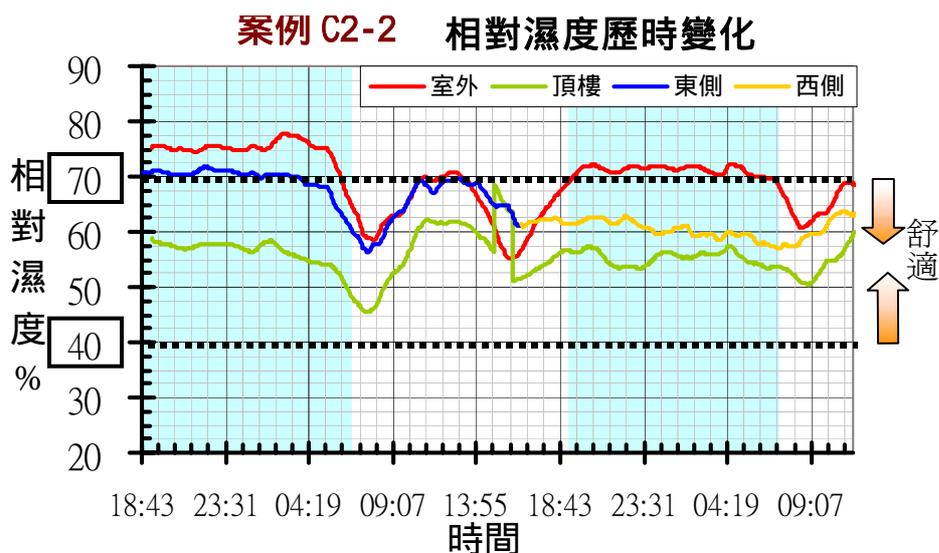


圖 4-1.11 中區案例寢室空間濕度歷時變化圖

室內相對濕度雖維持在 40 ~ 70% 之舒適範圍內如圖 4-1.11，但應針對廁所、浴室濕度偏高，濕氣與臭氣迴流至走廊，所造成之壁癌、人員之不適與室內視覺不美觀進行改善。

室內風速歷時變化情形如圖 4-1.12，平均風速皆於 0.35m/s 以下，但當開啟吊掛式風扇以混和均勻空氣，卻造成風速提高，人員略微不適現象。

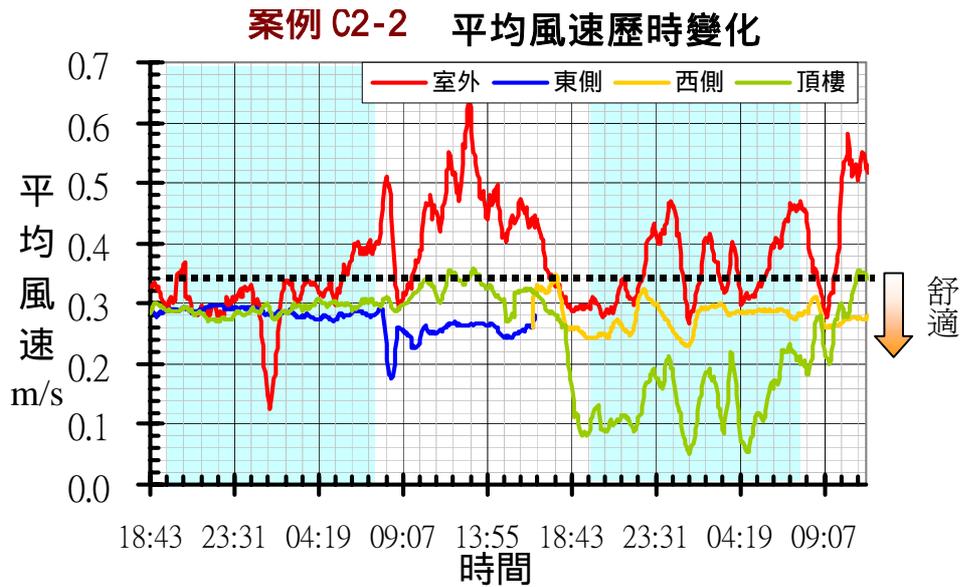


圖 4-1.12 中區案例寢室空間風速歷時變化圖

(四) 空氣環境

案例 C2-2 於溫熱環境綜合檢測時，室內開口部的狀況：南北側外百葉半開啟狀態，通風方式，採用自然通風輔以風扇，此為一般使用時的狀況。

室內粉塵量遠低於基準值 $0.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，同時亦低於室外粉塵量值；一氧化碳濃度量測值亦遠低於評估基準 9ppm ，尤其在空調開啟後，室內粉塵量及一氧化碳之量測值皆幾近於零，整體狀況相當良好。

室內之甲醛及揮發性有機物 (TVOC) 濃度則不然，由圖 4-1.13 與圖 4-1.14 得知，此案例空間中之甲醛之八小時平均濃度為 0.9ppm ，相較於基準濃度 (0.1ppm) 而言偏高；而揮發性有機物 (TVOC) 八小時平均濃度，為 10.7ppm 遠較基準直之 3ppm 為高。判斷為室內人員個人清潔物品，造成室內甲醛與揮發性有機物濃度遠超過健康基準值。建議應採取有效通風換氣設計規劃，以達到較佳之溫度、相對濕度及換氣量，進而降低室內甲醛與揮發性有機物之逸散量。

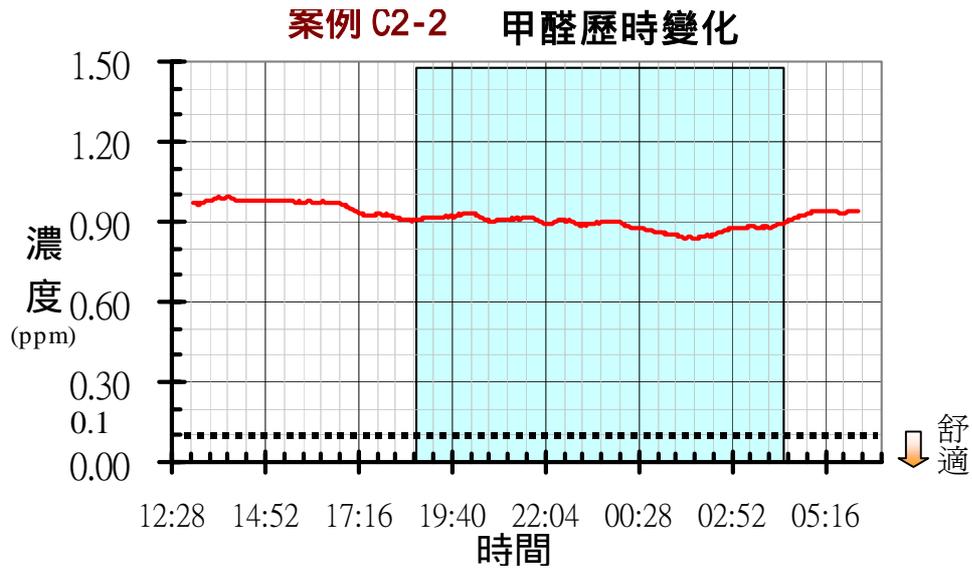


圖 4-1.13 中區案例寢室空間甲醛歷時變化圖

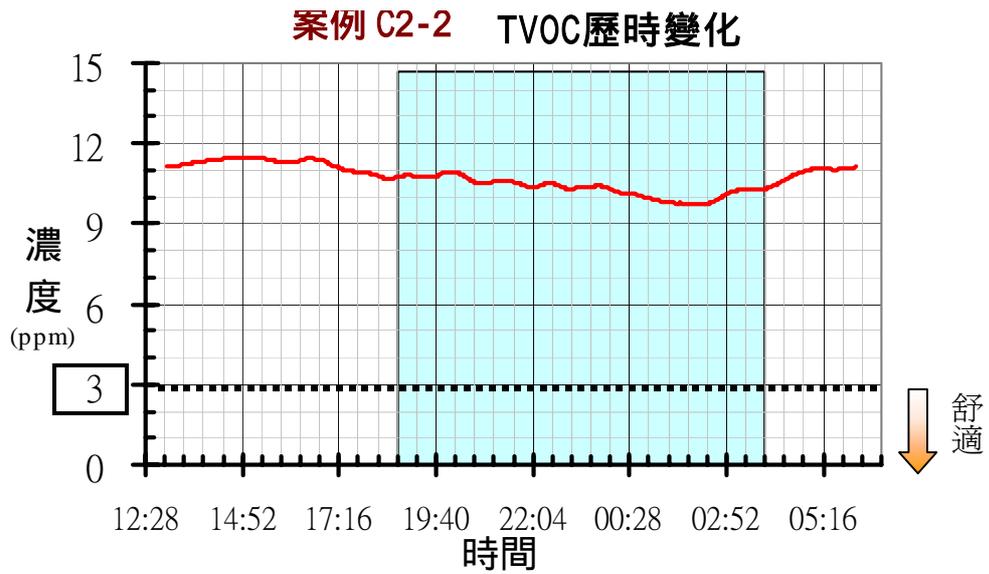


圖 4-1.14 中區案例寢室空間 TVOC 歷時變化圖

此案例，室內二氧化碳評估方面，由於長時間實測進行時正值暑假期間，故無法直接藉由實測值反應一般使用情形之二氧化碳濃度變化，故以圖 4-1.15 表示，當寢室內無外氣引入換氣，若以 mass-balance model 估計室內容納 5 人時，經過一小時後，二氧化碳濃度將可能達到 1180ppm 超過基準值 (1000ppm)，此換氣率不佳之

問題，主因為案例 C2-2 之宿舍電動門入口為一樓主要空氣入口，基於管理安全，在關閉後，造成一樓室內氣流進出嚴重減少，且因周遭建物與室內家具配置，影響換氣效率偏低。再者，一樓東側走廊兩端極為封閉，通風換氣不佳，廁所、浴室僅靠高氣窗通風，效果不佳，並且有臭氣回流之現象。此案例空間換氣不足之問題極為嚴重，應立即規劃設計外氣引入，以減少室內二氧化碳濃度之累積，避免危害健康。

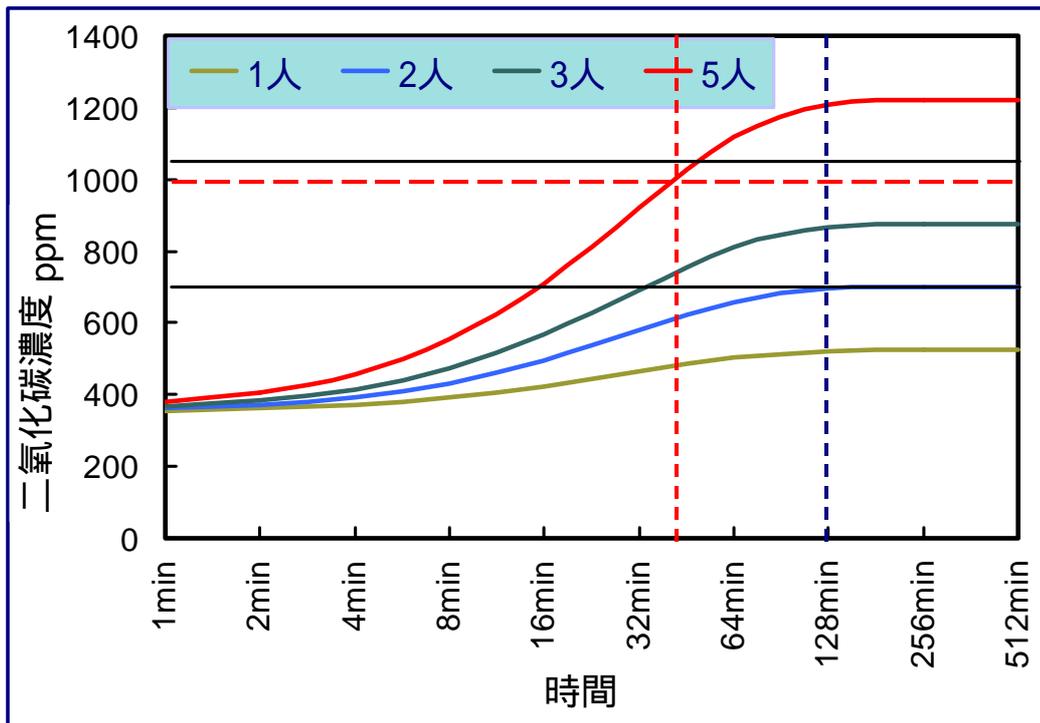


圖 4-1.15 中區案例寢室空間二氧化碳濃度估算

(五) 電磁環境

綜合來看次案例空間內雖擺設多台電腦設備，且室內亦具產生電磁波之電器用品，然而經由實測值顯示，其值皆在遠低於環保署所公布的基準值，目前安全無虞，只是使用者於使用時仍需與電腦機組保持一段安全距離，以減少電磁波對人體的危害。

(六) 生物性環境

一般建築室內環境中微生物細菌(bacteria)及真菌(fungi)的總濃度，依據香港、新加坡、WHO 及美國 ACGIH 的建議值應維持在 1000CFU/m³ 以內，該室內環境較不會對於人體健康有所危害。整體而言，此案例中室內各採樣點之真菌濃度均高於 1000CFU/m³，其中真菌菌屬中包含有 Penicillium、Alternaria、及 Fusarium 等本身屬性為較強之致敏菌種，對於過敏性體質的族群有較直接的潛在危害。另外，對於體質較差易感受性較高的族群如老年人或幼兒亦有一些伺機性感染的疑慮。而室內細菌濃度以一樓北側寢室採樣點偏高，其可能的來源由室內/室外濃度比值看來，推測一半來自於室外濃度的貢獻一半主要來自於室內污染源。

在四樓的空間需進一步釐清是否有 Penicillium 及 Alternaria 污染源的存在(I/O ratio>>1)，應檢查牆壁、天花板、各類建築裝潢及傢俱上是否有霉斑或積水、漏水的痕跡，並進一步清潔或更換以嘗試移除污染源並降低室內濃度。

(七) 美觀

1. 浴廁牆體有壁癌產生，部分天花板材有明顯水痕甚至發霉之現象，如圖 4-1.16 所示，建築物因濕氣過重所導致之環境問題，非但會影響建築構造物及視覺美觀性，亦可能造成生物性污染源的滋生。
2. 宿舍內並無妥善規劃清潔用具與管線空間，管線零亂，清潔用具雜亂擺放，如圖 4-1.17、4-1.18，影響整體美觀與清潔。
3. 交誼廳裝潢設備簡陋，設計不佳，鮮少學生使用；會客室淪為雜物堆放之所，如圖 4-1.19。



圖 4-1.16 天花板材發霉



圖 4-1.17 管線零亂



圖 4-1.18 清潔用具雜亂擺放



圖 4-1.19 會客室堆放雜物

三、 南區案例 S10（國立成功大學建築科技研究中心）量測結果

案例 S10 為國立成功大學建築科技研究中心會議室，南側為地震實驗室其機具操作造成環境噪音與振動，東側臨接藝術學院，西側為樓梯梯間，會議室之北側為裝設有窗簾的帶狀開窗，並設有兩台窗型冷氣。此會議室空間平日為演講及一般授課使用，其平面概況、實測點規劃及其他相關資料可參照表 4-2.3，以下將各環境因子之量測結果分項說明之。

(一) 環境噪音

案例 S10 環境噪音檢測進行時，保持一般使用狀態，大門關閉，北側窗半開，至實測結束。根據基準要求，學校教室關窗狀態下之環境噪音值應維持在 50dB(A)以下，案例 S10 室內日間實測平均值約為 45.8 dB(A)左右，如圖 4-1.20 所示，較上述基準為低，整體而言狀況良好。需注意使用者有所抱怨，地震實驗場之機具振動噪音，經由管道間傳至室內，且窗型冷氣造成室內持續性低頻噪音干擾，故建議改善設計時，應由地震實驗場之振動源與音源進行隔音及隔振處理，以有效隔離、減低噪音音源之傳輸，並且窗型冷氣做維修保養。

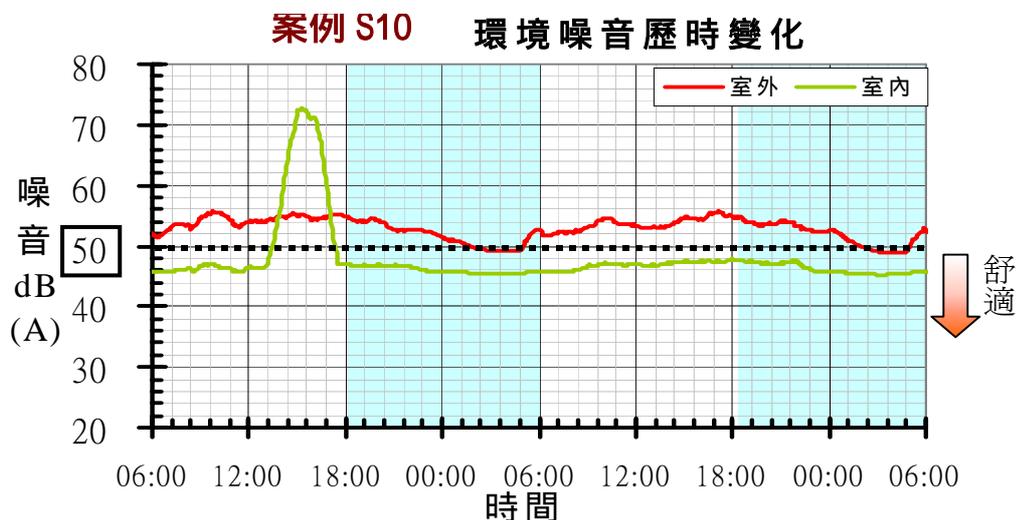


圖 4-1.20 案例 S10 環境噪音歷時變化圖

(二) 光環境

案例 S10 於光環境綜合檢測時，室內開口部的狀況為北側窗簾開啟，此為一般上課使用時的狀況。從固定點的長時間監測資料可看出：空間內之室內作業面實測平均照度值 990 Lux，在基準值 500Lux 基準以上；但經由使用者有所抱怨，在使用空間期間易疲勞、不適，推斷原因有二，一為燈具效率不佳，以燈具數量計算公式 $N=(A \times D \times E) / (U \times F)$ 推算，在燈具數量比較理論值中，此空間實際採用 36 根燈管導致照明效率不佳，(最佳照明效率為 28 根燈管)，其二為均齊度不佳，從移動點的照度量測資料顯示(圖 4-1.21)，受

鄰棟建築及空間退縮之影響，室內照度分佈狀況不均，晝光利用不佳，造成均齊度僅達 0.23 低於 1/3 的基準值。

此案例空間附帶有單槍投影之教學用途，依其教學性質，室內照度需求本可低於一般教室 500Lux 的需求，綜合初勘與實際檢測後的結果，權衡其必要性，建議若要對此種用途空間之室內光環境作更進一步改良規劃，應著重針對燈具之區劃配置，在晝光利用上也應儘量以漫射間接引入的方式來達成。

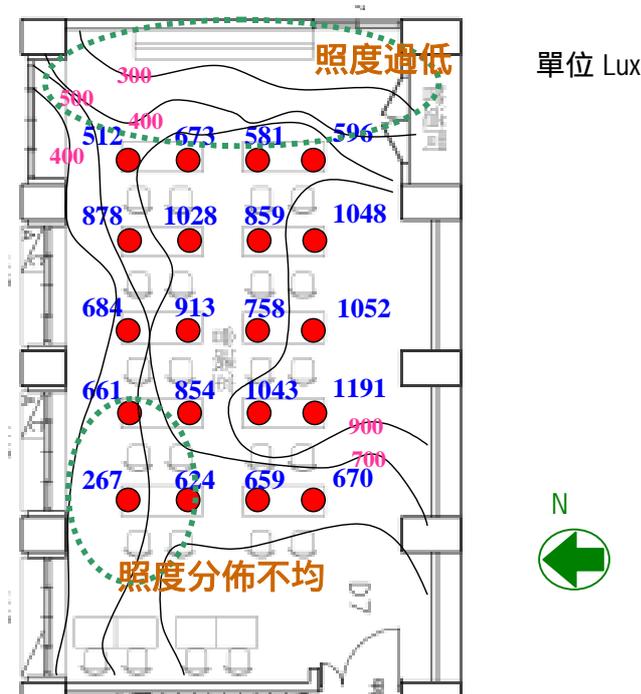


圖 4-1.21 案例 S10 室內照度分佈圖

(三) 溫熱環境

案例 S10 於溫熱環境綜合檢測時，室內開口部的狀況：北側北側窗簾與窗戶接開啟，此為一般上課使用時的狀況。通風方式，採用自然通風。在各空間的量測值顯示，室溫略微超過基準值 28（如圖 4-1.22），經由使用者抱怨，室內主要之溫熱問題乃由於窗型冷氣裝設於單側，造成部分區域過冷，部分區域過熱，空氣混合不均之現象，溫熱環境不舒適；同時通風路徑不佳，熱氣不易散出。

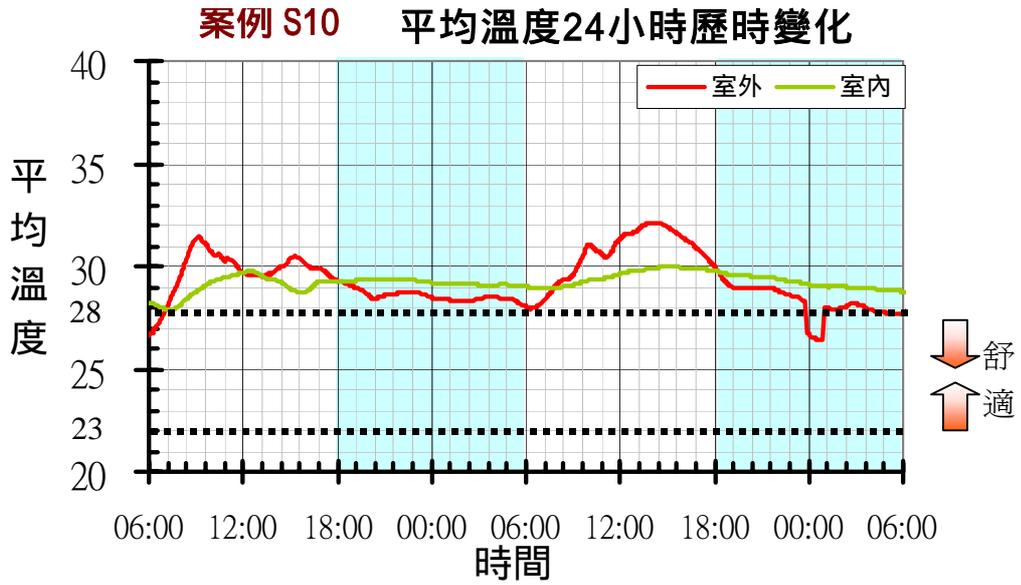


圖 4-1.22 案例 S10 平均溫度歷時變化圖

室內相對濕度均維持在 40 ~ 70% 之範圍內，如圖 4-1.23，空間內之濕度狀況良好，無須改善。室內平均風速雖皆於 0.35m/s 以下，如圖 4-1.24，但空間內空間中風速不均，部分區域氣流呈現滯留狀態，無法達到有效通風換氣。

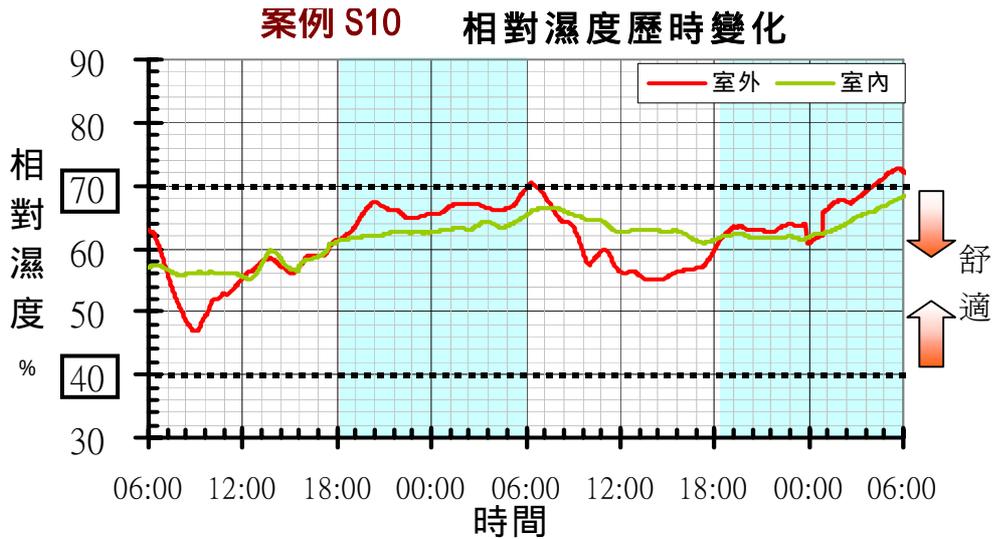
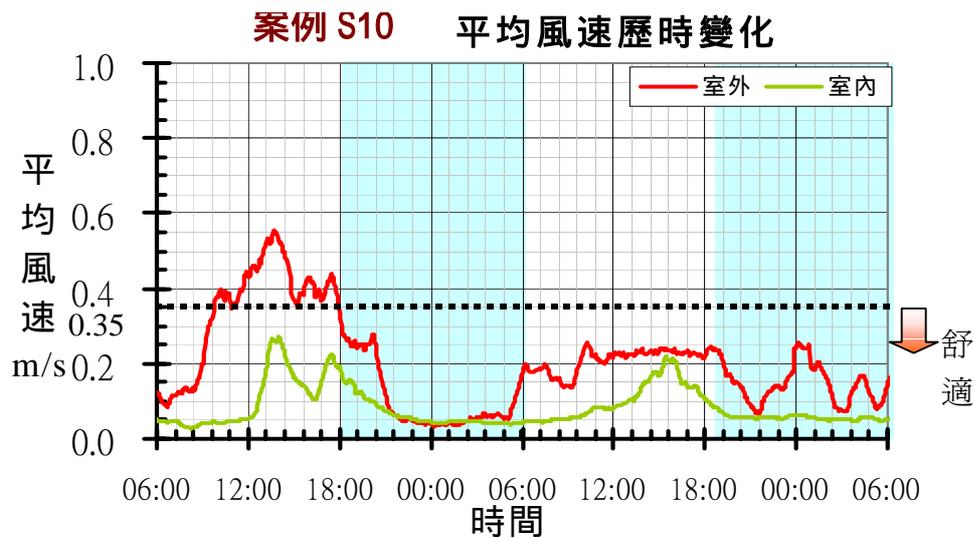


圖 4-1.23 案例 S10 相對濕度歷時變化圖



(四) 空氣環境

案例 S10 於空氣環境綜合檢測時，室內開口部的狀況：北側窗簾與窗戶接開啟，採用自然通風方式，此為一般上課使用時的狀況。室內粉塵量遠低於基準值 $0.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，同時亦低於室外粉塵量值；一氧化碳濃度量測值亦遠低於評估基準 9ppm ，室內粉塵量及一氧化碳之量測值皆幾近於零，狀況良好，無需改善。室內甲醛日間八小時平均濃度值為 0.11ppm ，其值與基準濃度 (0.1ppm) 相距不大為各案例中狀況較好的，而室內 TVOC 日間八小時平均濃度值為 2.3ppm ，也在基準濃度值 3ppm 範圍之內，屬正常情況。室內二氧化碳方面，室內約 15 人時，50 分鐘後即累積至 1025ppm ，而一般情況約 30 人使用時狀況會更糟，此數據表示其新鮮換氣仍顯不足問題，應增加外氣引入系統，以減少室內二氧化碳濃度。

(五) 電磁環境

案例 S10 中室內之電器用品為單槍投影及音響設備，經儀器之量測結果，其電場與磁通量密度均低，較無電磁波的問題。

(六) 生物性環境

依據香港、新加坡、WHO 及美國 ACGIH 的建議值，一般建築室內環境中微生物細菌(bacteria)及真菌(fungi)的總濃度應維持在 1000CFU/m³ 以內，該室內環境較不會對於人體健康有所危害。整體而言，此空間室內之細菌總濃度為香港健康建議值之 2.5 倍，判定室內具有細菌滋生源，對於使用者具潛在危害。應對室內裝修材或傢俱進行清潔或更換，並將影響視覺美觀，且易滋生生物性有害物之天花板水痕予以更換。

(七) 美觀

1. 空間內擴音設備線路缺乏固定放置空間，造成線路零亂，如圖 4-1.25 所示，影響整體美觀與清潔。
2. 部分天花板材有明顯水痕如圖 4-1.26 非但影響建築構造物及視覺美觀性，亦可能造成生物性污染源的滋生，故應立即予以更換。



圖 4-1.25 設備缺乏固定放置空間



圖 4-1.26 天花板水痕

第二節 檢測結果綜合評估

綜合上述討論內容，將各案例空間之各項室內環境因子之初勘瞬時量測與進階長時間實測結果，輔以現況環境之概要描述說明如表 4-2.1 4-2.3 所示。並標示欲進行改善之因子，於下一章節研擬其改善設計之建議。其中列表內之「實測值」乃是指長時間實測之平均值，「 \max 」「 \min 」為實測期間之最大最小值；符號「 Δ 」為預定進行改善設計之因子，「--」則為不改善之因子。

表 4-2.1 綜合結果報告 1 (案例 N3)

案例 N3	台北科技大樓之行政大樓													空間示意圖		
區位	台北市大安區															
樓層	7F、8F															
通風模式	中央空調 (FCU) + 外氣引入系統															
空間名稱	A	影印室 (八樓) (40m ²)					D2	保管室內側 (七樓) (60m ²)					E1			事務組西側 (七樓) (85m ²)
	B	秘書室 (八樓) (112m ²)					E2	事務組東側 (七樓) (85m ²)								
	C	會議室 (八樓) (85m ²)					F	總務長室 (七樓) (25.6 m ²)								
	D1	保管室外側 (七樓) (60m ²)														
評估因子	基準值	初勘監測點實測值						監測點實測值				補充說明	總評			
		A	B	C	D1	D2	E1	E2	B	D	E	F				
溫度	28 23	27.9	27.9	27.7	26.6	25.6	26.6	27.1	27.3	29.4	27.7	26.8	-----			
相對濕度	% 40 70	61	59	53	56	62	59	58	62	58	58.5	61.7	-----			
風速	m/s 0.35 (0.5)	0.02	0.21	0.06	0.27	0.27	0.14	0.27	0.14	0.27	0.07	0.05	在 A、C、E、F 部分區域空氣滯留, E 區之空間形狀較不規則, 導致空間空氣混合不均。			
二氧化碳	ppm 1,000 (800)	443	386	405	413	400	340	347	510	960	997	695	D 區與 F 區 CO ₂ 濃度經時間累積超過健康基準值。			
一氧化碳	ppm 9	< 0.05											-----			
TVOC	ppm 3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	13.1	14.4	13.5	TVOC 值高於標準值。			
甲醛	ppm 0.1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.62	0.74	0.64	甲醛濃度超過基準值。			
換氣率	ACH	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.68	2.76	1.27	-----	B 區、D 區與 E 區換氣效率不佳			
粉塵	mg/m ³ 0.15	0.16	0.15	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0	0.02	0.02	0	在初勘時, 因 SARS 關係, 空間採自然通風, 導致 A、B 區粉塵量明顯較高; 在正式實測時, 空間恢復機械通風模式, 故粉塵量已降低。			
照度	Lux 500 (150)	360	542	765	432	510	415	450	668	565	469	614	影印室以 150Lux 為基準。其他 D、E 兩區之照度略微不足; 為阻隔日射之不舒適性, 開口部採用百葉簾, 導致晝光利用不佳。			
均齊度	< 1/3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.22	0.38	0.31	0.15	室內照度分佈不均, 均齊度不佳			
噪音	dB(A) 56	47.2	50.8	52.7	50.9	49.2	53.2	61.9	54.1	51.3	53.4	56.7	E2 區與 F 區人員之談話聲為最主要之環境噪音來源。			
電場強度	V/m 87	2.12	0.77	0.25	0.26	0.22	4.53	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
磁場強度	nT 4,600	0.48	0.58	0.5	1.0	0.73	23.9	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
其他	生物性因子	室內之真菌濃度遠高於健康建議值, 其中包含數種屬性較強之致敏菌種, 對於過敏性體質的族群有較直接的潛在危害。研判有害之菌屬來自於空調系統, 應對空調系統進行移除污染源已降低降低空調污染物濃度。														
	眩光	部分燈具裸露, 易產生眩光問題, 在 F 區, 晝光引入不佳, 導致人員不適。														
註 1: 實測值為初勘之平均值。 註 2: 總評之符號「 」為需改善; 「 」為不需改善。																
照片說明																

表 4-2.2 綜合結果報告 2 (案例 C2-2)

案例 C2-2		花蓮師範學院篤行樓								空間示意圖	
區位	花蓮市										
樓層	1F、4F										
通風模式	自然通風+風扇										
空間名稱	A	東(北)側宿舍(一樓)(20m ² /每室) 109室				C	西(北)側宿舍(四樓)(20m ² /每室) 406室				
	B	東(南)側宿舍(一樓)(20m ² /每室) 108室				D	西(北)側宿舍(一樓)(20m ² /每室) 107室				
評估因子	基準值	初勘監測點實測值			監測點實測值				補充說明	總評	
		A	B	C	A	B	C	D			
溫度	28 23	29.9	30.7	32.1	31.9	-----	34.1	33.6	換氣方式為自然通風輔以風扇增加空氣循環的機會,但在室溫表現上仍明顯超過基準,極為悶熱,主因為有效通風面積太小,鄰棟阻擋氣流之進入所致,屋頂也有嚴重的日曬問題。		
相對濕度 %	40 70	65	61	58	64.5	-----	55.8	60.6	-----		
風速 m/s	0.35 (0.5)	0.31	0.30	0.33	0.27	-----	0.25	0.28	為達空氣混和均勻而開啟吊掛式風扇,造成風速提高,人員略微不適現象。		
二氧化碳 ppm	1,000 (800)	782	570	633	741	747	819	679	初勘時,室內人員數約 2 人,實際上每寢室單元住 5 人,CO ₂ 濃度值估計會超過基準值,以現況之通風換氣方式(窗戶與風扇同時開啟),每寢室單元住 5 人,經一個小時後,室內 CO ₂ 累積濃度將超過 1118ppm。		
一氧化碳 ppm	9	< 0.05							-----		
TVOC ppm	3	-----	-----	-----	2	1.97	18.7	10.7	室內人員使用個人清潔物品,造成 C 區與 D 區室內揮發性有機物濃度遠超過健康基準值。		
甲醛 ppm	0.1	-----	-----	-----	0.01	0.01	0.9	0.9	甲醛濃度超過基準值。		
換氣率 ACH		-----	-----	-----	2.3	4.5	8.3	-----	A 區與 B 區換氣效率偏低,判斷為因周遭建物與室內家具配置影響。		
粉塵 mg/m ³	0.15	0.17	0.13	0.11	0.005	-----	0	0.001	需注意室內牆壁有壁癌現象。		
照度 Lux	500 (150)	135	160	147	176	230	197	113	室內家具遮擋室外光源,寢室內閱讀區雖藉由局部照明輔助,仍未達作業面照度基準。且室內燈具產生眩光。		
均齊度	< 1/3	-----	-----	-----	0.35	0.15	0.38	-----	室內照度分佈狀況不均		
噪音 dB(A)	50	53.8	55.1	61.4	56.2	-----	51	58.3	宿舍人員密度高,室內或鄰間之人員談話聲、音響、走廊談話聲、腳步聲皆是環境音的來源。		
電場強度 V/m	87	1.4	16.4	11.9					-----		
磁場強度 nT	4,600	40.9	1.4	70.9					-----		
其他	生物性因子	室內之真菌濃度均高於健康建議值,其中包含數種屬性較強之致敏菌種,對於過敏性體質的族群有較直接的潛在危害。									
	臭氣	浴廁之臭氣與潮濕,影響居住環境,造成使用者之不適感。									
	管理維護	電動門之入口為宿舍主要空氣入口,關閉後,造成氣流進出嚴重減少,且由於室內曬衣行為,造成通風效率不佳,應予管理。									
		註 1: 實測值為初勘之平均值。 註 2: 總評之符號「 ● 」為需改善;「 ● 」為不需改善。									

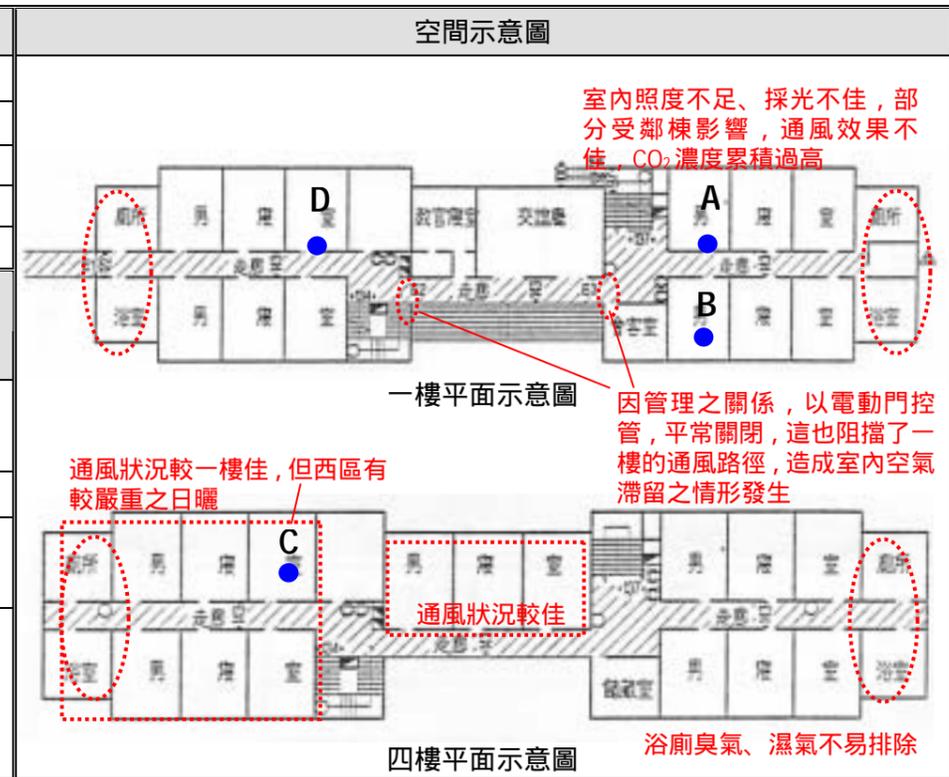
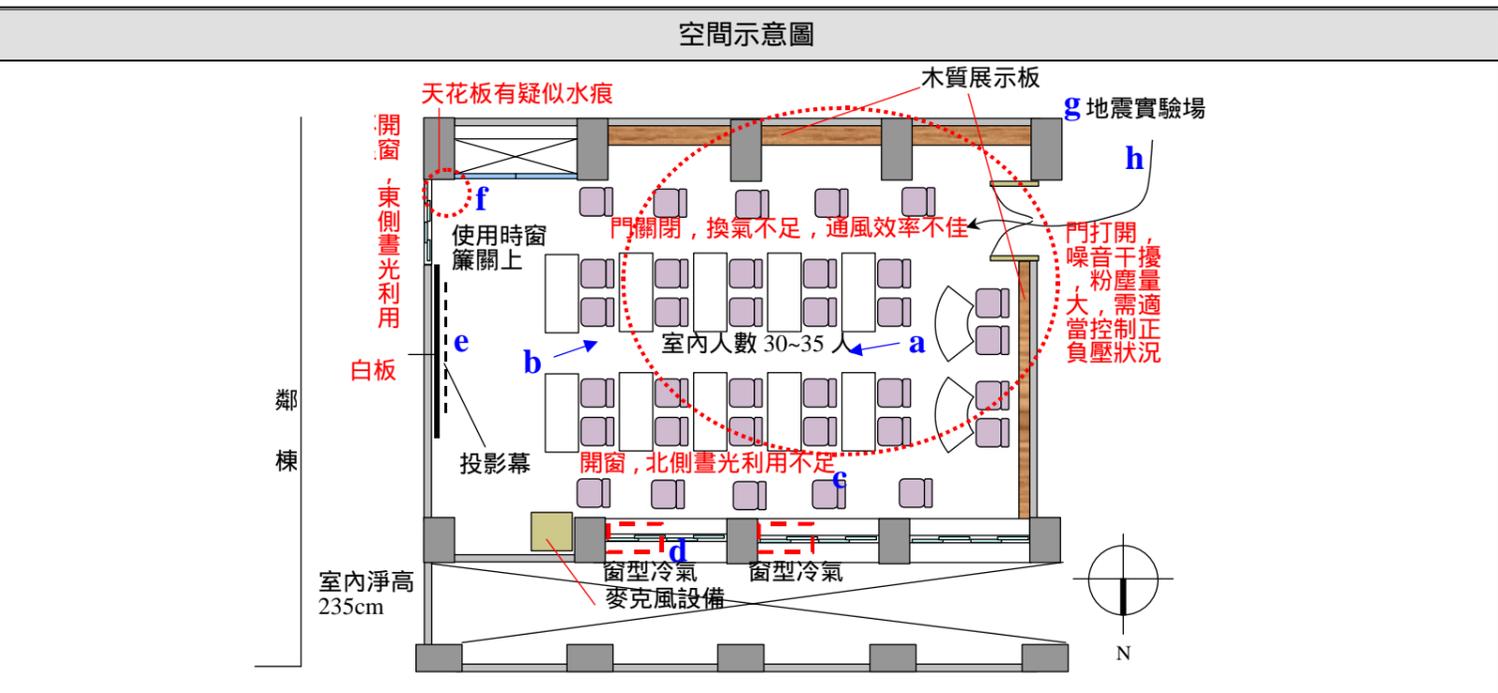


表 4-2.3 綜合結果報告 3 (案例 S10)

案例 S10		成功大學建築科技研究中心			
區位	台南市東區				
樓層	2F				
通風模式	窗型冷氣機				
空間名稱	會議室 (二樓) (74.1m ²)				
評估因子	基準值	監測點實測值		補充說明	總評
		初勘	監測		
溫度	28 23	29.6	28	通風效率不佳，熱氣不易散出。	
相對濕度	% 40 70	56.6	57	-----	
風速	m/s 0.35 (0.5)	0.26	0.05	-----	
二氧化碳	ppm 1,000 (800)	860	692	兩次實測分別為有使用者與無使用者兩種情境，會議室 CO ₂ 平均濃度在空間中 15 人經 50 分鐘後將累積至 1025ppm。	
一氧化碳	ppm 9	0.22	0	-----	
TVOC	ppm 3	-----	2.3	-----	
甲醛	ppm 0.1	-----	0.11	甲醛濃度略高標準值。	
換氣率	ACH	-----	2.53	冷氣機直接送風，造成空間中出風不均，空氣無法混和均勻造成滯留區域，無法達到有效通風換氣。	
粉塵	mg/m ³ 0.15	0.07	0.05	-----	
照度	Lux 500	685	990	-----	
均齊度	< 1/3	-----	0.23	室內照度分佈狀況不均	
噪音	dB(A) 55	69.4	45.8	受到案例旁邊地震實驗室機具操作之影響，噪音值高出基準值，若將大門關上，則將有換氣效率不佳，與窗型冷氣造成室內持續性低頻噪音干擾。	
電場強度	V/m 87	0.55	-----	-----	
磁場強度	nT 4,600	0.08	-----	-----	
其他	畫光利用	受鄰棟建築及空間退縮之影響，室內照度分佈狀況不均，畫光利用不佳。			
	生物性因子	室內之細菌總濃度為香港健康建議值 2.5 倍，判定室內具有細菌滋生源，對於使用者具潛在危害。應對室內裝修材進行移除污染源動作。			
	管理維護	擴音電腦設備線路凌亂糾結。			×
	水環境	天花板水痕影響視覺美觀，且易滋生生物性有害物。			
		註 1：實測值為初勘之平均值。 註 2：總評之符號「 <u> </u> 」為需改善；「 <u> </u> 」為不需改善。			



第五章 室內環境品質改善設計與成效

本階段將針對診斷結果進行改善建議之研擬。然而，由於室內環境品質改善設計規劃並非僅有唯一設計方式，本研究於補助經費許可範圍內，綜合本團隊既有專業知識及使用者之反應與需求，提出可行性高且效益佳之建議案如下。

第一節 室內環境品質改善設計規劃

一、北區改善設計案例

(一) 外氣引入系統工程

1. 改善空間：保管組、事務組
2. 工程項目內容：

(1) 適量增設獨立外氣引入系統，移除室內熱能與廢氣。

(如圖 5-1.1)

(2) 外氣引入與排氣位置避免過近，以確保外氣新鮮度。

(3) 外氣引入系統應裝設清淨與防蟲裝置，方便更換維護。

(4) 七樓事務組外氣量應增加 10.5CMM，七樓保管組外氣量應增加 6.8CMM。(如圖 5-1.2、圖 5-1.3)



圖 5-1.1 外氣引入系統示意圖

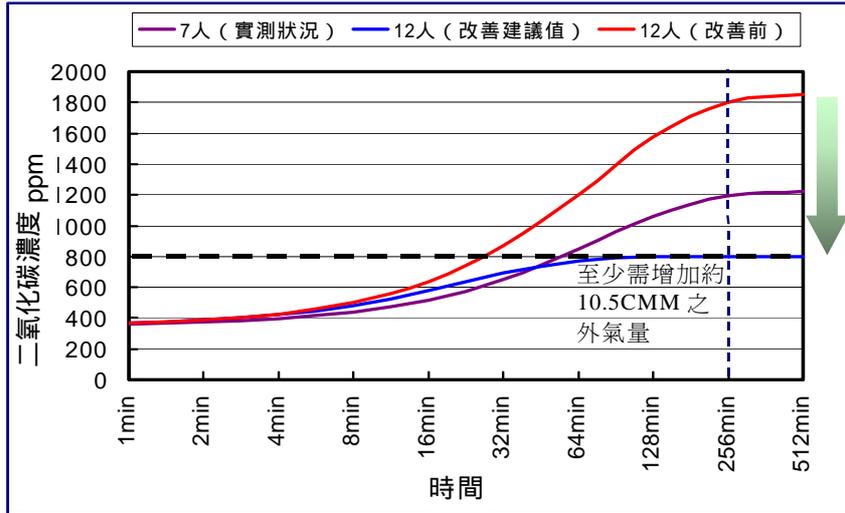


圖 5-1.2 事務組外氣引入量建議

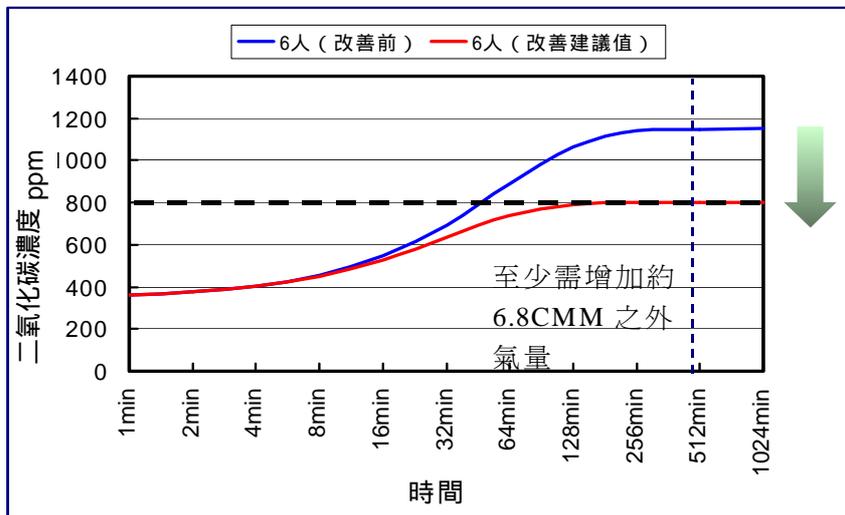


圖 5-1.3 保管組外氣引入量建議

(二) 通風換氣改善工程

1. 改善空間：秘書室、保管組、事務組
2. 工程項目內容：

(1) 室內隔間改為氣流通透型式，以增加空氣流通率，且兼顧獨立空間視聽之私密性。(圖 5-1.4)

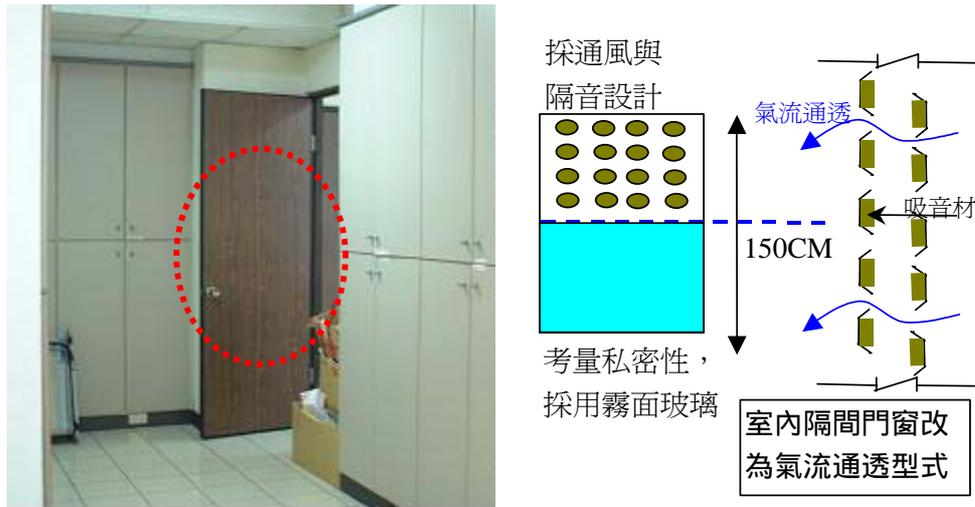


圖 5-1.4 通風隔音設計改善建議圖

(三) 空調系統改善工程

- 1.改善空間：影印室、秘書室、保管組、事務組、總務長室
- 2.工程項目內容：
 - (1) 更換空調系統過濾材。
 - (2) 空調箱、出風口等處進行清潔與維修。
 - (3) 空調出風加設殺菌裝置。
 - (4) 加強空調系統之保溫處理，防止結露現象。

(四) 室內裝修改善工程 A

- 1.改善空間：秘書室、保管組、事務組
- 2.工程項目內容：
 - (1) 外側窗採可透光捲簾以增加晝光利用率,同時能達到防塵防眩光之目的。

(五) 室內裝修改善工程 B

- 1.改善空間：影印室、秘書室、保管組、事務組、總務長室
- 2.工程項目內容：

- (1) 更換室內天花板。
- (2) 材料需符合防火法規相關規定。
- (3) 選用含低 TVOC 之建材。

(六) 燈具照明改善工程

1.改善空間：影印室、秘書室、保管組、事務組、總務長室

2.工程項目內容：

- (1) 更新防眩光設計之燈具。
- (2) 燈具區劃配置及點滅裝置平行開窗面。

二、中區改善設計案例

(一) 機械換氣系統工程

1.改善空間：浴廁區、寢室區

2.工程項目內容：

- (1) 浴廁區加設獨立排氣設備，並確保足夠排氣量，避免臭氣迴流寢室區。(圖 5-1.5)
- (2) 廁所區排氣量應大於 2.4CMM，浴室區排氣量應大於 8CMM。
- (3) 寢室區加設適當換氣設備。(圖 5-1.6)
- (4) 採用之換氣設備應盡量避免產生噪音及振動問題。



圖 5-1.5 浴廁區加設獨立排氣設備示意圖

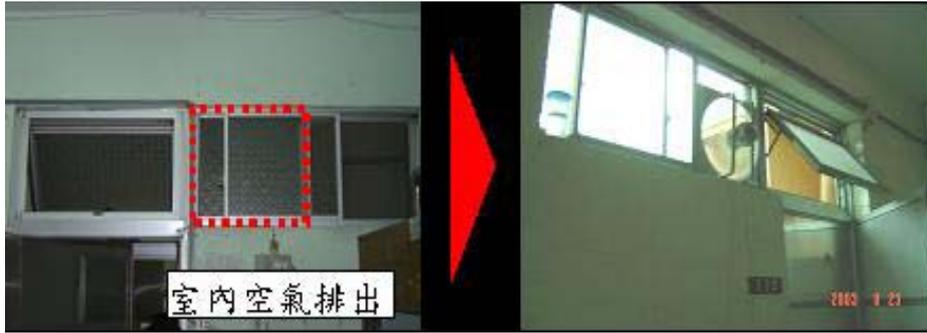


圖 5-1.6 寢室區加設換氣設備示意圖

(二) 自然通風改善工程

1. 改善空間：交誼廳、會客室、走廊區、茶水間

2. 工程項目內容：

- (1) 改善一樓東側入口處全封閉電動門,使之兼具自然通風、防颱、防盜功能。(圖 5-1.7)
- (2) 會客室提供舒適使用電話之空間,導入自然通風。
- (3) 增加一樓東側茶水間氣流通透性。(圖 5-1.8)

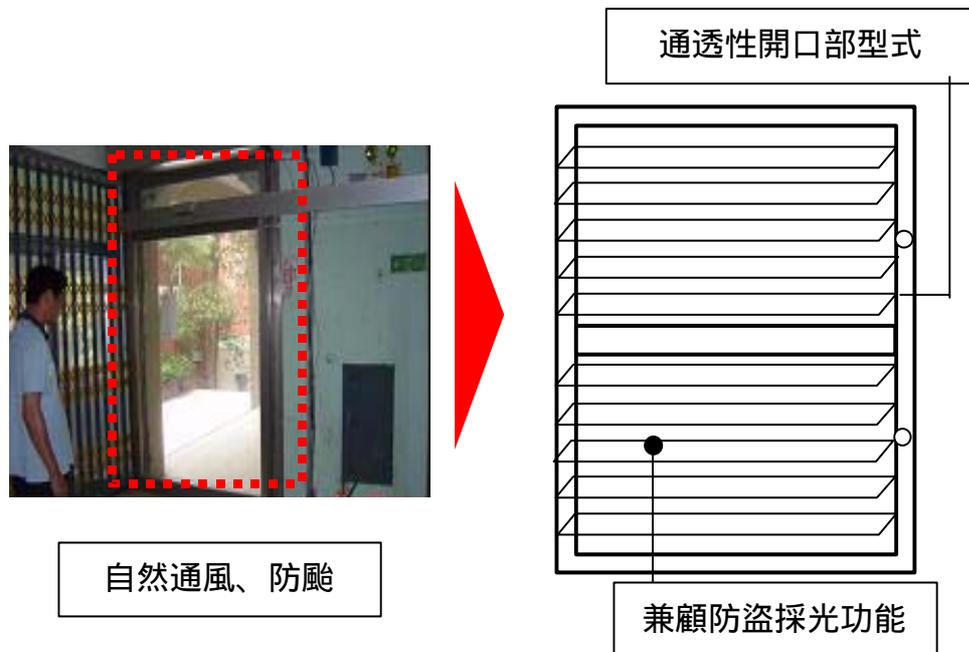


圖 5-1.7 自然通風改善建議示意圖

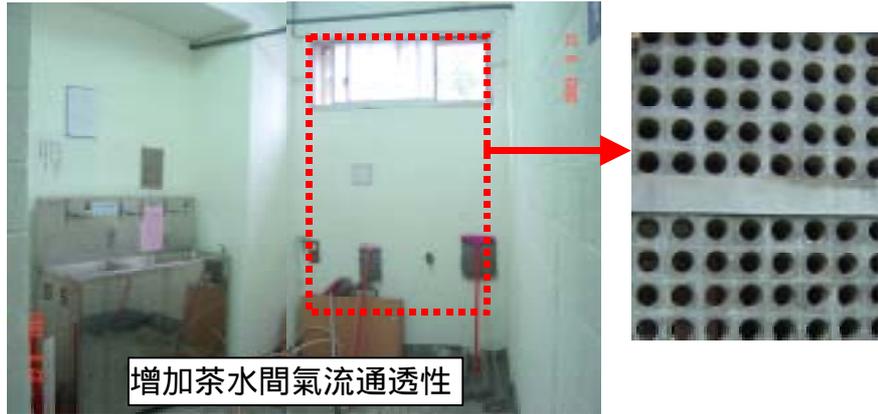


圖 5-1.8 自然通風改善建議示意圖

- (4) 變換交誼廳開口部型式，以增加有效通風面積，同時能確保遮陽、採光與防盜功能。
- (5) 交誼廳開口部應兼顧私密性與使用便利性。

(三) 燈具照明改善工程

- 1.改善空間：交誼廳、會客室、走廊區、茶水間、浴廁區
- 2.工程項目內容：
 - (1) 因應不同使用空間，規劃適當色溫之照明設計，同時適當選用高效率防眩光之燈具。
 - (2) 交誼廳利用間接照明達到室內之舒適健康照明環境。

(四) 室內裝修改善工程

- 1.改善空間：交誼廳、會客室、走廊區、茶水間、浴廁區
- 2.工程項目內容：
 - (1) 清除壁癌，重新塗裝牆面天花，以符合原來款式為原則，鄰近浴廁區應具防潮功能。
 - (2) 空間內電管及水管作視覺美觀處理。
 - (3) 交誼廳需規劃網路設備收納空間；茶水間規劃掃除用具收納

空間。(圖 5-1.9)

- (4) 交誼廳除牆面天花及地板重新塗裝,並適當配置反射材與吸音材,提供室內舒適均勻音場。

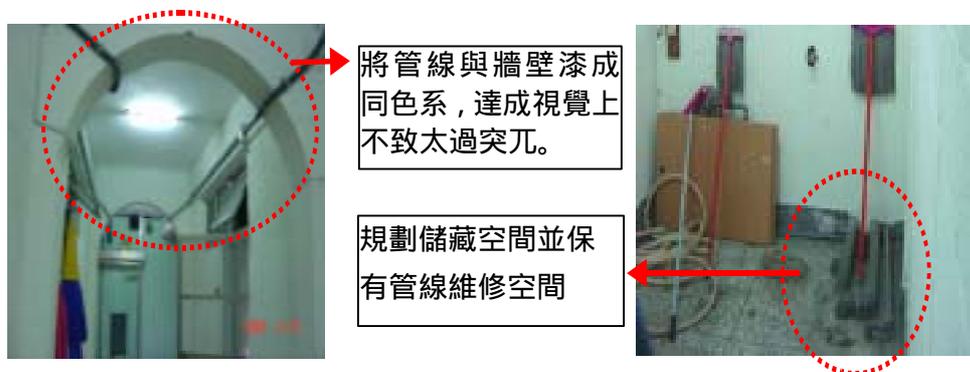


圖 5-1.9 室內裝修建議示意圖

三、南區改善設計案例

(一) 空調設備系統改善工程

1. 採分離式冷氣,選擇適當位置放置室外機,同時需有遮雨、防音等配套設計。
2. 空調出風口配置平均,並達到出風均勻。
3. 出風口位置避免風擊,且出回風位置避免配置過近。
4. 此空間作為正負壓示範空間,需裝設壓差計,能即時顯示正負壓數值,以瞭解室內狀況。(圖 5-1.10)

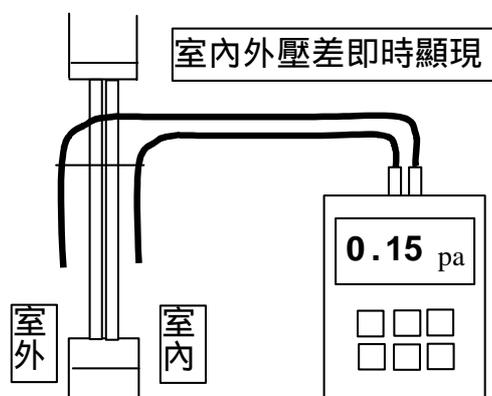


圖 5-1.10 空調設備系統改善示意圖

5. 空調出風加設殺菌裝置。

(二) 外氣引入及排氣系統工程

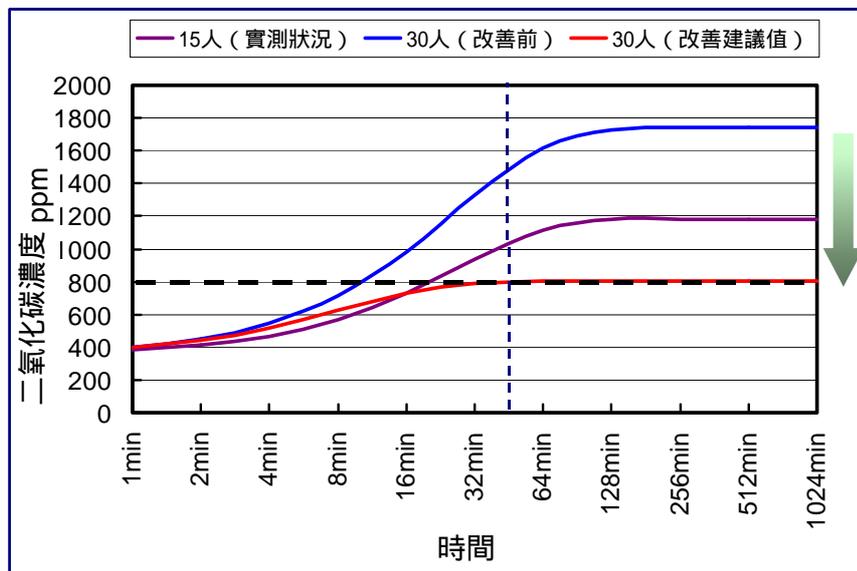
1. 裝設外氣引入及排氣裝置，其換氣量至少需能達到 17CMM。(圖 5-1.11)
2. 外氣引入與室內空氣排出位置避免過近。
3. 外氣引入系統應裝設清淨與防蟲裝置。

(三) 燈具照明改善工程

1. 防眩光設計之燈具照明，配置及點滅方式需平行主要開窗面，並作適當的區劃。

(三) 室內表裝改修工程

1. 天花板更新。
2. 更換防塵防眩光窗簾。
3. 進行室內清潔工作。



設定 30 人使用時，室內 CO₂ 濃度維持 800ppm 以內，需增加外氣量至少 17CMM。

圖 5-1.11 外氣引入量建議示意圖

四、改善設計目標

下表 5-1.1 綜合以上三個案例之改善設計說明，分別陳述其改善目標因子、改善後預期成果。

表 5-1.1 改善設計說明及其目標

案例	改善方法	改善內容	目標因子					預期目標
			音	光	熱	氣	電磁	
北區 案例 N3	外氣引入 系統工程	增設獨立外氣系統						確保足夠新鮮外氣量
		外氣系統清潔維護。						安全衛生之事內環境
	通風換氣 改善工程	設氣流通透室內隔間						增加通風面積
		裝設外側百葉氣窗						增加室內換氣率
	空調系統 改善工程	更換空調系統過濾材。						確保空氣之清淨
		空調系統之清潔與維修						安全衛生之事內環境
		空調出風加設殺菌裝置						宜除風管內真菌污染源
		加強空調系統之保溫處理						增加空調系統之效率
	室內裝修 改善工程	外側窗採透光捲簾增加晝光利用						改善對比眩光
		更換室內天花板						安全衛生且兼顧美觀
選用含低 TVOC 之建材							減低 TVOC 對人體之危害	
燈具照明 改善工程	更新防眩光設計之燈具						改善炫光問題	
	燈具區劃配置及點滅裝置						增加室內均齊度與節能	
中區 案例 C2- 2	機械換氣 系統工程	加設浴廁獨立排氣設備						有效移除污染物
		寢室區加設適當換氣設備						達到室內有效通風換氣
	自然通風 改善工程	改善東側入口封閉電動門						TVOC 濃度 < 3ppm
		導入自然通風至會客室						甲醛濃度 < 0.1 ppm 下
		增加一樓東側氣流通透性						改善室內悶熱問題
		變換交誼廳開口部型式						增加室內換氣量
	燈具照明 改善工程	規劃適當色溫之照明設計						達到健康之光環境
		選用高效率防眩光之燈具						維持視覺之舒適性
	室內裝修 改善工程	利用間接照明						改善對比眩光
		清除壁癌，重新塗裝牆面天花						安全衛生之健康室內環境
室內管線作視覺美觀處理							兼顧空間使用與視覺美觀	
		規劃設與器材備收納空間					兼顧空間使用與視覺美觀	
		適當配置反射材與吸音材					達到健康舒適之音場環境	
南區 案例 S10	空調系統 改善工程	採分離式冷氣						熱：28 23
		空調出風口配置平均						提高室內空氣混和率
		出回風位置避免配置過近						確保有效通風換氣路徑
		出風口位置避免風擊						舒適健康之室內環境
		空調出風加設殺菌裝置						安全衛生之健康室內環境
			作為正負壓示範空間					達到改善案之示範功能
	外氣引入 及排氣系 統工程	裝設外氣引入及排氣裝置						外氣引入量 > 17CMM
		外氣引入與廢氣排出位置避免過近						確保室內新鮮外氣
	燈具照明 改善工程	更新防眩光設計之燈具						改善炫光問題
		燈具區劃配置及點滅裝置						增加室內均齊度與節能
室內表裝 改善工程	天花板更新						安全衛生且兼顧美觀	
	更換防塵防眩光窗簾						安全衛生之健康室內環境	
	進行室內清潔工作						安全衛生之健康室內環境	

第二節 室內環境品質改善前後比較與討論

一、北區案例 N3 改善前後比較與討論

(一) 環境噪音

圖 5-2.1 顯示北區案例各空間之外氣引入與廢氣排出的裝設，並未影響室內的音環境，辦公期間室內噪音值相當接近基準值 56 dB(A)。

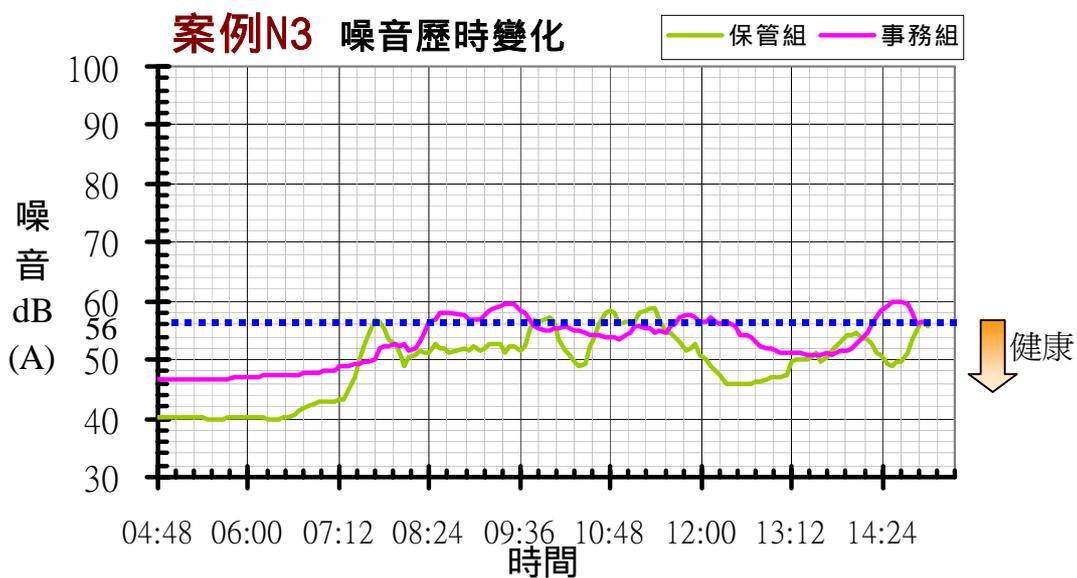


圖 5-2.1 北區案例改善後環境噪音歷時變化

(二) 光環境

改善前，案例室內照度分佈不均且有眩光問題，經由燈具照明改善工程以燈具區劃配置及點滅裝置平行開窗面之手法後，室內均齊度已達基準值 1/3 以上（如事務組已提升至 0.47）。並藉由更新防眩光設計之燈具（如圖 5-2.2 及圖 5-2.3）與半遮光捲簾裝設之手法（如圖 5-2.4 及圖 5-2.5），在防眩光及利用間接引入日光的方式上，達成在節能的考量下增加晝光率。



圖 5-2.2 北區案例改善前裸露燈管



圖 5-2.3 北區案例改善後防眩光格柵



圖 5-2.4 北區案例改善前晝光利用不利



圖 5-2.5 北區案例改善後半遮光捲簾

(三) 空氣環境

本案例改善前辦公期間，因空調系統換氣不足，以事務組為例室內換氣率僅 1.27ACH，無法將日間人員產生之污染物作有效移除，於空調關閉後夜間累積於空間中之二氧化碳，與隔日人員辦公時排放之二氧化碳一同累加，導至室內濃度居高不下。在改善設計中，採取依空間使用人員數，適當增加外氣引入系統與廢氣排出系統，改善後，事務組之室內換氣率增加至 2.7 ACH，確實有效提高室內換氣率。改善前後換氣率情形如下表 5-2.1 所示。

表 5-2.1 北區案例換氣率改善情形

關窗+空調開啟		換氣率	改善成效
事務組	改善前	1.27ACH	增加 1.43ACH
	改善後	2.7ACH	
保管組	改善前	2.76ACH	增加 0.74ACH
	改善後	3.5ACH	

為避免室內污染物（二氧化碳、甲醛及揮發性有機物 TVOC 濃度）過度累積以致影響健康，此案例搭配提升室內換氣率，在通風換氣改善工程中，以氣流通透型式門片，增加夜間通氣性（圖 5-2.6）；由改善後實測值知，室內二氧化碳之濃度累積值降低約 500ppm（圖 5-2.8）；甲醛方面，改善後較改善前低，其日間八小時濃度平均值已能達到 0.1ppm 之基準要求（圖 5-2.9）；同時在揮發性有機物 TVOC 日間八小時濃度平均值，明顯減低 13.7ppm（圖 5-2.10），遠低於健康基準（3 ppm），此一改善成果已能有效減低室內污染物之濃度累積，建議使用者可藉由操作使用方式確保室內空氣品質，如圖 5-2.7 所示，以自動調控裝置適時增減外氣引入與廢棄排出量。



圖 5-2.6 北區案例改善後採氣流通透型式門片



圖 5-2.7 北區案例改善後採外氣引入系統與自動調控裝置

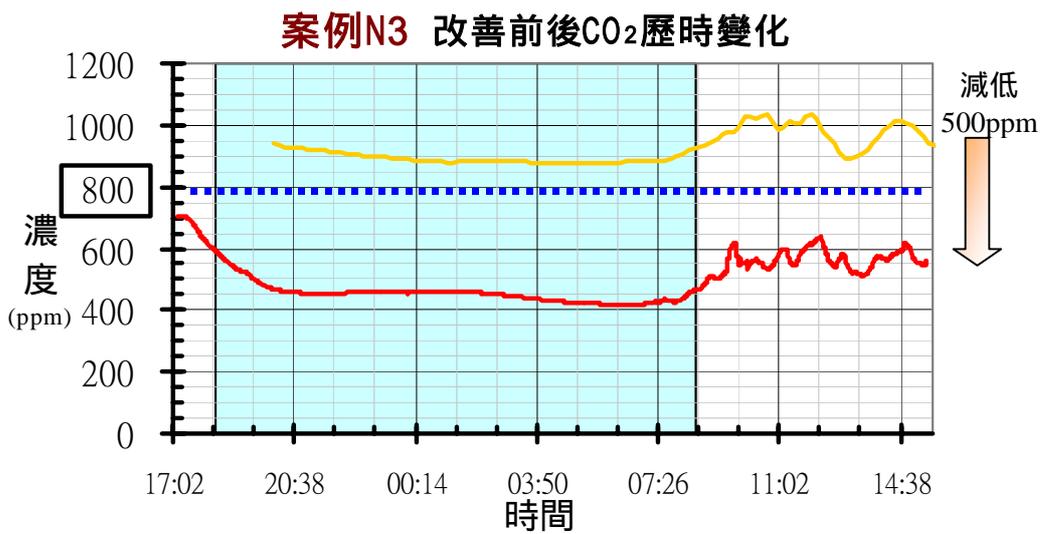


圖 5-2.8 北區案例事務組改善前後二氧化碳歷時變化

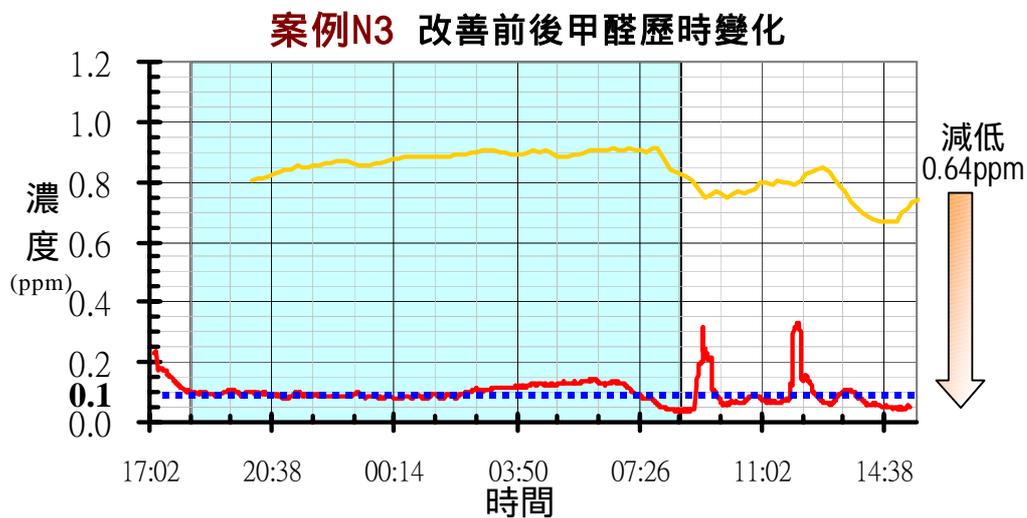


圖 5-2.9 北區案例事務組改善前後甲醛歷時變化

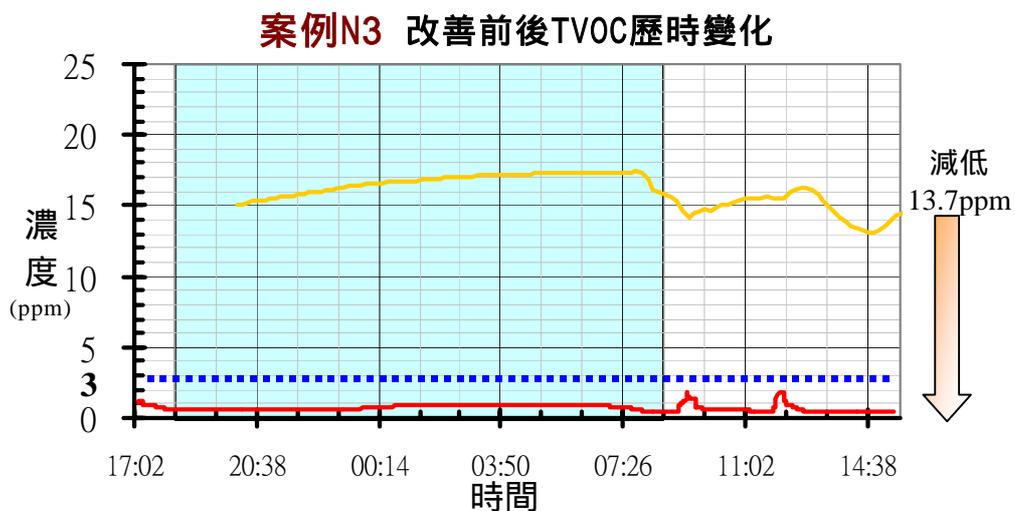


圖 5-2.10 北區案例事務組改善前後 TVOC 歷時變化

(四) 生物性環境

在北區案例之生物性危害上，改善手法採用更換水漬天花板、風管與濾網並全面清理出回風口，同時在空調出風處加裝殺菌系統（圖 5-2.11、圖 5-2.12）。經過改善之後，改善案例空間之平均真菌濃度降至建議值之下，顯示改善後室內空氣品質具提升效果；且改善案例空間之平均細菌濃度可達到在世界衛生組織（WHO）及香港所規範之 1000 CFU/m³ 之建議標準值。



圖 5-2.11 改善前天花板水漬



圖 5-2.12 更換天花板加設光觸媒殺菌裝置

綜觀北區案例，可歸納「都會辦公型」空間其室內環境問題普遍存在的一些共通性，在改善成效與改善後未來使用操作應注意事項。

音環境：可利用隔音手法，達到兼顧空間私密性與改善成效。

光環境：藉由燈具防眩光設計與點滅平行窗面區劃，在普遍眩光、均齊度問題上皆有良好的改善效果，並可視案例條件適度增加晝光利用的設計。

溫熱環境：利用台灣亞熱帶氣候季節特性，在辦公空調系統可適時運用外氣引入系統以達到健康省能之成效。

空氣環境：需給予足夠的換氣。以都會辦公型空調系統，應考量空間使用人員數，給予適當的外氣引入與廢氣排出，並可搭配空間內氣流通透型式，如氣窗、通透性隔間窗及隔間門，增加空間內之通氣性，以有效減低室內污染物之濃度累積。

電磁環境：普遍正常，但仍需注意操作電腦時與螢幕保持適當距離，及盡量避免長時間使用。

生物性環境：應特別注意檢查在牆壁、天花板、各類建築裝潢及傢俱上是否有霉斑或積水、漏水的痕跡，同時空調之出風口及風管應定期進行清潔或更換空調機組濾網，以避免污染源的產生。

二、中區案例 C2-2 改善前後比較與討論

(一) 光環境

室內光環境方面，將老舊待修之燈具重新裝設，適當選用高效率防眩光之燈具，並因應不同使用空間，規劃適當色溫之照明設計，在避免眩光之不適感、同時能提升宿舍之整體光環境舒適度。如圖 5-2.13、5-2.14 所示。



圖 5-2.13 交誼廳裝設防眩光燈具



圖 5-2.14 適當色溫之照明設計

(二) 溫熱環境

溫熱環境方面，改善後之室內溫度量測值皆於 23-28 間屬舒適範圍內，然由於改善前後實測之外氣條件不同，無法皆由數值比較其改善程度，但可知藉由主入口與茶水間開口型式之變換，增加有效通風面積，確保室內通風路徑之流暢，已可有效排除室內熱量。浴廁濕氣與臭氣部分，因導正通風路徑降低迴流產生，由濕度與風速之改善後實測值可明顯看出，藉由風速提高室內通風路徑之暢通，有效將室內熱源與濕氣帶出，達到舒適健康之溫熱環境。改善前後風速變換情形如下表 5-2.2 所示

表 5-2.2 中區案例改善前後風速變換情形（自然通風型態）

	空間	外氣值	量測值	補充說明
改善前	走廊	0.38 m/s	0.12 m/s	室內通風狀況不佳
改善後	茶水間	0.29m/s	0.23m/s	改善後室內風速之狀態鄰近室外風速，可確實有效將熱與濕氣移至室外。。
	走廊	0.51m/s	0.35 m/s	
	寢室	0.28 m/s	0.23 m/s	

(三) 空氣環境

在空氣環境方面，藉由寢室加設之抽風扇（圖 5-2.15）主入口與茶水間通氣性隔間（圖 5-2.16、5-2.17）及自然導風片之設置（圖 5-2.18），在空氣環境達到明顯之改善效果；以換氣率之變化為例，本案例於自然通風輔以吊扇運轉之狀態下，寢室之換氣率由改善前之 2.3 ACH 提升至 10.23 ACH（表 5-2.3）；此一改善成果將能有助於降低室內二氧化碳之濃度累積值。同時在揮發性有機物質（TVOC）濃度方面，改善後實測值較改善前降低 8.09ppm（圖 5-2.19），且其濃度平均值已遠低於 3ppm 之基準要求；甲醛方面，改善後實測值亦較改善前低，故所增加之換氣率，已能有效減低室內污染物濃度之濃度累積。改善前後甲醛與 TVOC 變換情形如下表 5-2.4 所示。



圖 5-2.15 中區案例寢室加設之抽風扇



圖 5-2.16 主入口通氣性百頁隔間



圖 5-2.17 茶水間通透性隔間



圖 5-2.18 自然導風百頁設置

表 5-2.3 中區案例寢室改善前後換氣率變換情形（自然通風型態）

自然通風		換氣率	改善成效
寢室	改善前	2.3ACH	增加 7.9ACH
	改善後	10.23ACH	

表 5-2.4 中區案例改善前後甲醛與 TVOC 變換情形（自然通風型態）

環境因子		基準值	改善前	改善後	改善成效
空氣	甲醛	0.1ppm(8HR平均)	0.9	0.55	減低0.35ppm
	TVOC	3ppm(8HR平均)	10.07	1.98	減低8.09ppm

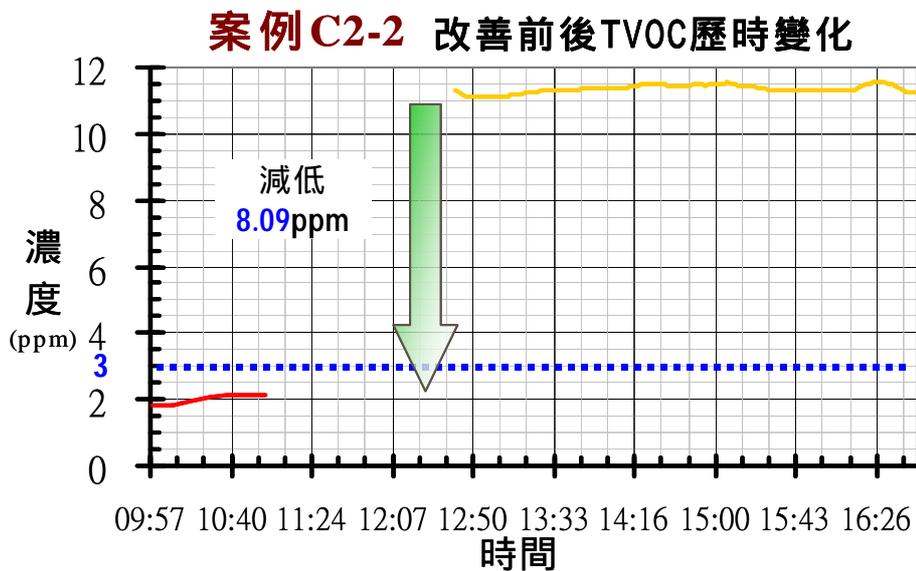


圖 5-2.19 中區案例寢室改善前後 TVOC 歷時變化

(四) 生物性環境

在中區案例，藉由清除壁癌、更換浴廁發霉天花及加設浴廁獨立排氣設備（圖 5-2.20、圖 5-2.21），達到足夠排氣量，並以通風改善手法避免臭氣迴流降低濕氣與細菌之滋生；改善後，室內平均細菌濃度自改善前之 522-4262 CFU/m³ 降至 0-96CFU/m³，在室內細菌與室外比值（I/O ratio）也自改善前之 1-8.17 降為 0.29-1，判斷改善後活性細菌濃度有明顯的降低，改善成效相當顯著。



圖 5-2.20 浴廁改善前發霉天花板



圖 5-2.21 改善後更換天花板加裝排氣設備

(五) 其他

改善後，徹底改善宿舍內管線零亂，空間雜物堆放問題（圖 5-2.22）；並藉由交誼廳與戶外空間設計手法，活化交誼廳及戶外空間（圖 5-2.23），確實在學生之使用交流空間與舒適健康環境營造上有明顯之成效。



圖 5-2.22 改善前公共空間使用率不佳，會客區堆放雜物



圖 5-2.23 改善後活化交誼廳及戶外空間，成為休憩交流場所

綜觀中區案例，可歸納「自然通風型」空間其室內環境問題普遍存在的一些共通性，在改善成效與改善後未來使用操作應注意事項。

音環境：可依空間使用特性，適當配置反射材與吸音材，提供室內舒適均勻音場，並可利用環境特性，適時引入自然音景，營造健康音環境。

光環境：因應不同使用空間，規劃適當色溫之照明設計，同時適當選用高效率防眩光之燈具以解決眩光、均齊度問題。在交誼空間可利用間接照明，並利用環境條件，適度增加晝光利用的設計，以達到室內之舒適健康照明環境。

溫熱環境：藉由開口型式之變換、有效通風面積增加，引入自然外氣，確保室內通風路徑之流暢，提高室內風速並有效排除室內熱量與濕氣。在開口部設計，應兼顧私密性與使用便利性，且考量台灣亞熱帶氣候季節特性，在遮陽、採光、防雨與防盜功能上應同時確保。

空氣環境：在自然通風手法上，可設置自然導風片、通透性隔間與規劃有效通風路徑，提供舒適健康的空氣環境。改善原則，應以確保室內足夠換氣量為前提，以自然通風手法為主適時搭配機械換氣方式。

電磁環境：普遍正常，但仍需注意操作電腦時與螢幕保持適當距離，及盡量避免長時間使用。

生物性環境：應注意室內濕度之控制，可藉由通風與採光手法，達到降低濕度與細菌滋生之問題。定期檢查在牆壁、天花板、各類建築裝潢及傢俱上是否有霉斑或積水、漏水的痕跡，並進行清除改善。

其他：以自然通風型為例，應積極利用案例特性，融合外環境優勢，創造半戶外之轉換場所，提升室內環境品質，符合使用者生理、心理皆健康舒適的室內環境。

三、南區案例 S-10 改善前後比較與討論

(二) 環境噪音

在振動噪音之改善規劃設計，乃於既有管道間設置氣密窗隔音，並於管道間外層加作防振襯墊（圖 5-2.24、5-2.25），以確實隔離、降低噪音音源之傳輸；在持續性低頻噪音方面，改善後，空間採分離式冷氣裝置，在外氣引入風扇處設置吸音材，經實測值顯示室內噪音平均值為 49dB(A)，較改善前低，證實空調的改裝並未影響室內的音環境，並且維持在學校教室關窗狀態下環境噪音值 50dB(A) 以下之基準要求（如圖 5-2.26 所示）。



圖 5-2.24 管道間設置氣密窗、防振襯墊 圖 5-2.25 外氣引入風扇處設置吸音材

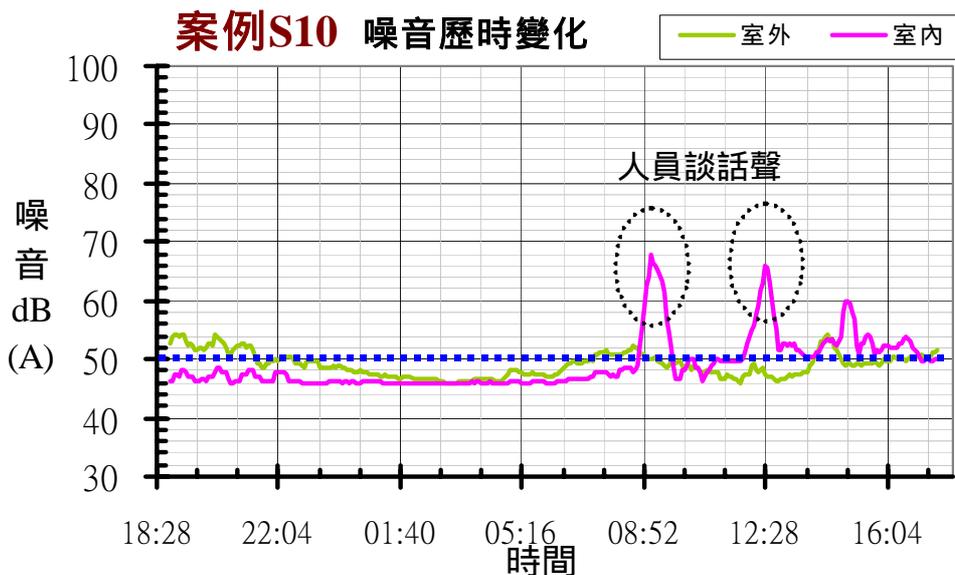


圖 5-2.26 南區案例改善後環境噪音歷時變化

(二) 光環境

針對此案例教學性質之考量，藉由加設教室兩側間接照明（圖 5-2.27），確保投影教學之照明環境，並改良黑板設計以達到降低室內眩光之目的（圖 5-2.28），同時進行燈具點滅平行窗面區劃；經改善後顯示，室內照度分佈狀況已獲改善，均齊度可達基準值 1/3 以上，達到兼顧空間使用性與舒適照明環境之目的。



圖 5-2.27 加設教室兩側間接照明



圖 5-2.28 黑板角度設計降低室內眩光

(三) 溫熱環境

在改善手法上，以分離式冷氣裝置均勻配置出回風口，解決原有單側窗型冷氣冷熱不均、空氣滯留之不舒適現象，並考量天花板高度較低，出風採側吹方式避免風擊現象產生；由圖 5-2.29

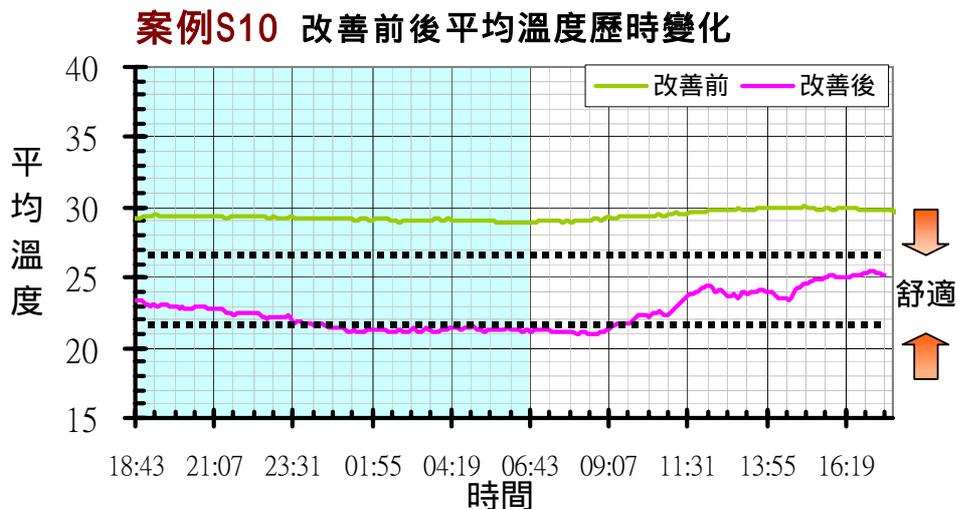


圖 5-2.29 南區案例改善前後平均溫度歷時變化

可看出，改善後室內溫度可穩定維持於舒適範圍。而改善後室內濕度狀況，亦不受外氣濕度變化影響，同樣維持於舒適範圍 40%~70% 間（圖 5-2.30）。以改善之成效來看，室內環境已能獲有效控制，整體溫熱環境改善情況良好。

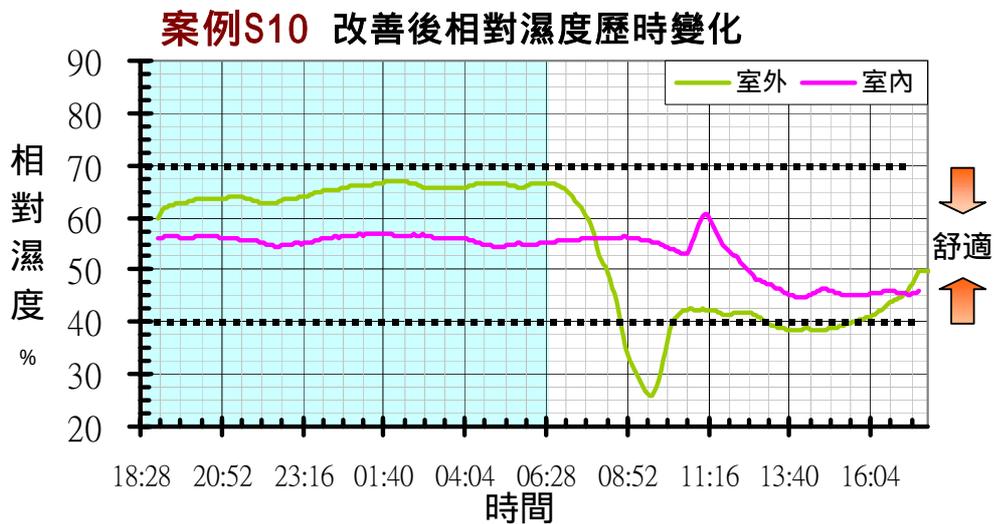


圖 5-2.30 南區案例改善後相對濕度歷時變化

(四) 空氣環境

為解決換氣不足導致室內二氧化碳濃度累積，採用調控式外氣引入及廢氣排出（push-pull）裝置（圖 5-2.31），依空間使用人數適度提供新鮮外氣及加強廢氣之排出，經改善後室內二氧化碳濃度已可達到舒適健康範圍（圖 5-2.32）。



圖 5-2.31 調控式外氣引入及廢氣排出（push-pull）裝置

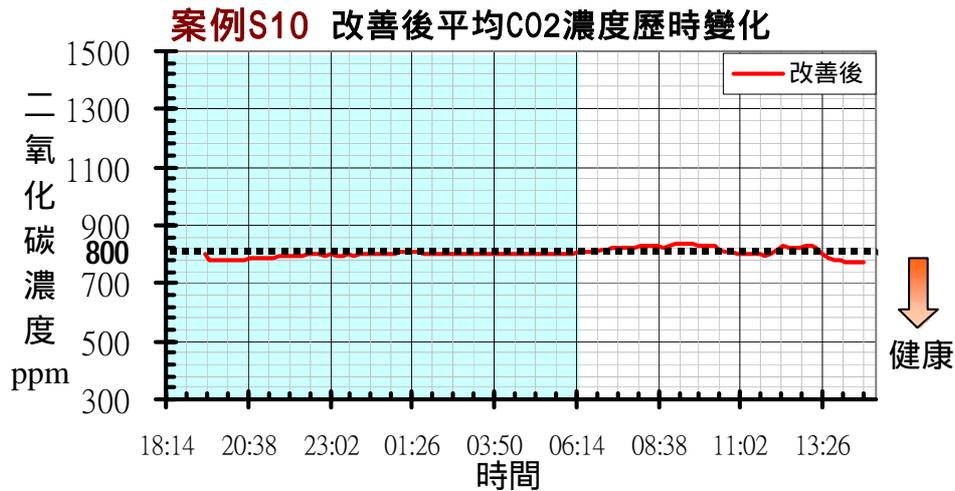


圖 5-2.32 南區案例改善後二氧化碳濃度歷時變化

(五) 生物性環境

Aspergillus 與 Penicillium 兩菌屬為目前已知與伺機性感染、引發過敏性反應以及可能產生各類不同危害之黴菌毒素，因而被列為一般室內環境中危險性較高之菌屬。改善前室內危險性較高之菌屬 Aspergillus 與 Penicillium 明顯高於 WHO 一般建議之 100 CFU/m³，而且在室內之 I/O ratio 大於 1，顯示空間內受到污染；經過出風口加裝奈米光觸媒殺菌裝置及更換水漬天花板後（圖 5-2.33），觀察真菌之平均濃度，這兩種菌株平均濃度有明顯的降低，印證改善成效。針對此空間作為正負壓示範空間，故改善規劃中裝設壓差計及調控式外氣引入及廢氣排出（push-pull）裝置，搭配空調調控使用，壓差計能即時顯示室內外之正負壓數值（圖 5-2.34），清楚瞭解室內正負壓狀況，達到教學示範之效果。

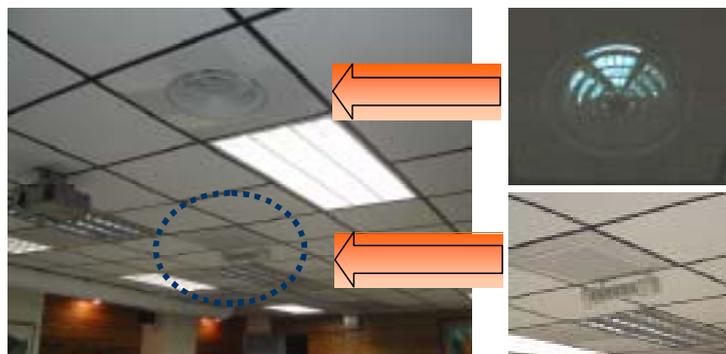


圖 5-2.33 加裝奈米光觸媒殺菌裝置並更換水漬天花板

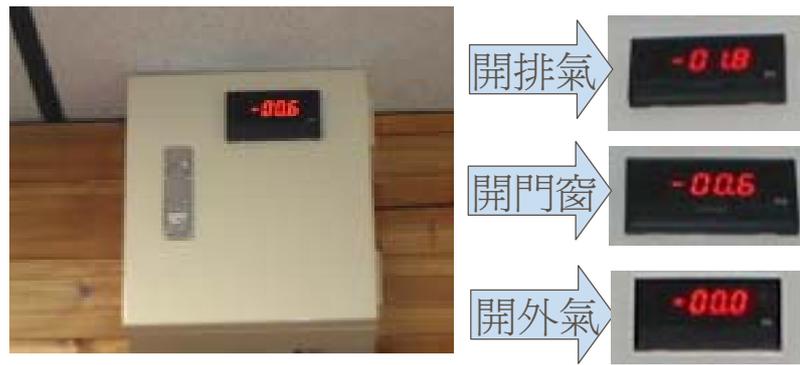


圖 5-2.34 壓差計能即時顯示室內外之正負壓數值

(六) 其他

在空間之舒適美觀方面，更換防塵防眩光窗簾、規劃設備放置空間，並且於入口處規劃設計佈告張貼之場所(圖 5-2.35、圖 5-2.36、圖 5-2.37)；改善後，徹底解決空間雜物堆放問題並塑造出舒適健康之學習環境。



圖 5-2.35 規劃設備放置空間後，徹底解決空間雜物堆放問題



圖 5-2.36 更換防塵防眩光窗簾



圖 5-2.37 規劃設計佈告張貼之場所

以南區案例 S10 歸納空間本身室內環境問題特性，藉由改善手法改造成為「正負壓教學示範空間」，在此提供在改善成效與改善後未來使用操作應注意事項。

音環境：外環境所造成之振動噪音，在改善規劃設計上，應針對噪音及振動源進行隔音及隔振處理，以有效隔離、減低噪音音源及振動源之傳輸，適度加設吸音材、防振襯墊與氣密窗；在持續性低頻噪音處理，應針對設備進行定期維修保養，以降低不舒適感。

光環境：針對教室設置兩側間接照明、黑板防眩光設計及對燈具之區劃配置，可確保投影教學之照明環境，並達到降低室內眩光之目的；建議未來此使用用途空間，在晝光利用的設計應儘量以漫射間接引入，達到兼顧空間使用性與舒適照明環境之目的。

溫熱環境：在改善手法上，以均勻配置出回風口，解決室內冷熱不均、空氣滯留之不舒適現象，並應考量室內人員之舒適性，採側吹方式出風、適當出風口位置或減低出風風速，以避免風擊現象產生。

空氣環境：健康空氣環境應具備足夠換氣量，而正負壓空間規劃設計上，更應注意空間氣密度以求確實達到空間正負壓之效果，建議採取調控式外氣引入及廢氣排出（push-pull）裝置，增加室內空氣環境彈性調控機能。

生物性環境：以空調設備控制室內溫濕度以抑制細菌滋生，並同時應定期檢查牆壁、天花板、各類建築裝潢及傢俱上是否有霉斑或積水、漏水的痕跡，並進行清除改善。

第六章 結論與建議

第一節 結論

91 年度國內首次針對建築整體室內環境品質進行綜合的調查與檢測，共計完成 3 個學校教室用途的診斷及改善操作例，本年度在案利挑選上，結合同時接獲「綠色廳舍暨學校改善計畫」或「中央廳舍暨院校空調節能改善計畫」補助之案例，以達完整呈現綠建築示範效果；在研究方法上，沿用去年標準化「建築醫生」三階段診斷流程（參考首張圖 1-2.2），在檢測項目中，因應各案例室內環境問題，酌增部分檢測項目，輔助判斷室內環境之問題；同時在行政程序方面亦做了些調整，無論在案例選定（包含初勘和最後決選案例）與廠商投標計畫書評選上，都以專家委員評選方式來進行，以達客觀及公平性，並檢討此一流程之可行性；在研究過程中，也保留更多機會與使用單位、設計單位溝通協調，目的在確保經改善後之室內環境品質，及後續使用維護上的檢討。

本年度最後選定的三個案例，分別位於台灣的北、中、南三區，其氣候特徵各異，可作為各區域氣候下之室內環境改善操作之示範，另外依各案例室內環境問題特徵，分別有其訴求示範的主題。

以北區為例，其特徵為台北都會中學區內之辦公空間，台北盆地聚熱潮濕，其主要空間開窗面以東西向為主，易有日照眩光之情形發生，雖有建築壁體之遮陽處理，但深度不夠，效果不佳，另因其辦公性質，日間靠空調系統換氣，夜間則整棟關閉管制，建築物無通氣性，造成空氣品質之不良。此案例之改善重點著重在光和空氣兩方面：在光的處理上，利用半透光材質將直射強光轉換成均勻柔和的自然光源，增加自然晝光之利用也消除眩光之影響，輔以適當之人工照明方式；空氣品質方面，增加外氣引入，以加強室內換氣，更換透氣型室內開窗與門片，增加夜間氣流通透，可使室內持續揮發的有機化學污染物質予以排出。

中區案例位於東半部人口密度較低的市區，大氣環境污染也較少，是自然通風型的改善示範例，此案例為學校宿舍，原空間基於宿舍

管理之考量，於一樓出入口處，同時也時通風換氣的主要出入予以封閉，造成內部空間潮濕、換氣不易，嚴重影響居住品質，故通風換氣之改善為其首要改善重點；而另外的改善重點亦包含活化閒置不用之公共空間，藉由自然的建築與環境改善手法，如遮陽及開口部形式之變換，增加其空間機能性與居住者使用意願。

南區案例為學校會議空間，其空間使用頻繁，人員密度高，故亦有嚴重之通風換氣問題，加上機械通風設備配置不佳，造成室內溫度分佈不均，感覺不適。此外，由於如：SARS 或其他生物性議題日益受到重視，同時對於人類威脅遽增，此案例亦有示範正負壓狀態之教學功能，室內裝有監測室內外壓差之數位顯示計，可示範室內不同壓力狀態，搭配奈米紫外線殺菌燈之最新產品，減少室內微生物對人體健康危害的可能。

本年度計畫中，亦針對所有初勘案例之空間使用者，進行問卷訪查，調查其於空間之使用情況、健康情形及對室內各環境之重視程度經歸納整理後發現，對於室內環境的重視程度，與專家學者的意見大致吻合，首重空氣環境、其次為溫熱環境、再其次為音環境；而室內主要環境問題發生頻率，依序在空氣環境、溫熱環境、光環境方面，常見的問題點為新鮮外氣不足、換氣不足、通風效率不佳、晝光不足等，一般使用者最常出現的症狀則為眼睛乾癢或疲勞，記憶或專注力不佳，不平常的疲倦或昏睡，頸、肩、背部疼痛或僵直等。

唯有將診斷出的問題，付諸實際的改善，才能真正對使用者的健康具實質的幫助。然而目前關於健康室內環境方面之產業設備的研發仍明顯不足，許多室內環境之改善設計需求，未必有此一技術或產品將之實現，應該是目前室內環境改善面臨之最大問題，這有待學術與產業之結合，將此一追求健康之觀念導入生產線，未來才能跟得上時代潮流與市場需求，另外設計、施工技術人員及一般民眾也有必要再教育，使此一注重室內環境品質之觀念得以普及化，成為一般人的普遍常識，在人人追求健康舒適生活環境之需求下，逐步改善生活環境的品質。

第二節 後續研究建議

(一) 修正國內舊有建築物室內環境品質診斷評估要項與基準。

不同建築類別所存在的室內環境問題可能不同，不同使用性質的空間，其評估的基準也將會不一樣，因此，該根據個別案例適用之室內環境基準來評估室內環境健康與否，方能準確判斷是否需加以改善，目前國內可供使用之評估基準相當混雜，未來應該加以整合，方能提出較完整的綜合評估項目與客觀基準。

(二) 精進室內環境品質診斷及改善施行之制度化辦法。

在未來要擴大執行前，必先具備一套有系統的制度化辦法，才能使此一改善工作得以持續進行，隨著操作經驗的累積將能逐步修正，使之更為精進完善。

(三) 建立專業室內環境品質診斷及改善作業操作流程。

本研究乃首次進行室內綜合環境診斷及改善的操作，其過程中有需檢討的地方，都需在爾後的研究中加以改進，因此建立專業的操作方法論也將列為後續重要課題。

(四) 持續推廣室內環境品質診斷及改善案例的進行。

室內環境診斷及改善是需要產、官、學、民眾各界的相互配合，如何宣導其重要性，整合資源與人力，使之持續推廣，才能真正獲得實質成效。

參考文獻

中文部分

1. 江哲銘等，辦公空間通風效果與污染物濃度之研究-以台灣商業辦公大樓為例 A Study on the Relation of Ventilation to Pollutant in Commercial Office Spaces of Taiwan，中華民國建築學會 第十三屆建築研究成果發表會論文集，CD-ROM，高雄，台灣，2001。
2. 江哲銘 賴啟銘 周伯丞 李彥頤，綠建築室內環境指標之研究 A Study on the Indoor Environment Index (IEI) for labelling Green Building in Taiwan，”第十二屆建築研究成果發表會論文集”，中華民國建築學會，Ref. No. 256，台北，台灣，2000。
3. 蘇慧貞、江哲銘、李俊璋，高雄市辦公大樓之室內空氣品質調查與健康危害之評估，高雄市環保局，2000。
4. 江哲銘、邵文政、賴啟銘、李彥頤、周伯丞，室內建材揮發性有機化合物之逸散種類與特性，第二屆 中華民國室內設計學術研討會論文集，pp.263-268，高雄，台灣，2000。
5. 江哲銘、李彥頤、周伯丞、邵文政，辦公空間室內裝修對空氣品質影響，第二屆 中華民國室內設計學術研討會論文集，pp.257-262，高雄，台灣，2000。
6. 蘇慧貞、江哲銘、李俊璋，室內空氣品質標準與管制策略之研究，行政院環保署，2000.8。
7. 蘇慧貞、江哲銘、李俊璋，室內空氣品質標準草案及管制策略探討，行政院環保署，1999。
8. 江哲銘，建築室內環境保健控制綜合指標之研究，內政部建築研究所，1999。
9. 江哲銘，住宅室內通風效率實測評估法研究，國科會研究報告 (NSC88-2211-E-006-047)，1999。

10. 江哲銘，住宅室內空氣年齡指標與換氣效率性能檢測法評估研究，國科會研究報告 (NSC86-2621-E-006-003)，1997。
11. 江哲銘，建築技術規則有關通風條文增修訂之研究，內政部建築研究所，1997。
12. 環境工學教科書研究會，環境工學教科書，彰國社，1996。
13. 周鼎金，建築物理，茂榮圖書有限公司，1996。
14. 陳啟中編著，建築物理概論，詹氏書局，1996。
15. 林憲德，現代人類的居住環境，胡氏書局，1994。
16. 江哲銘，建築物噪音與振動，胡氏圖書，1993。
17. 江哲銘等，住宅室內空氣環境使用後評估，中華民國建築學會學術研究成果發表會論文集，1993。
18. 營建雜誌社，建築技術規則，1992。
19. 江哲銘、林俊興等，住居空間物理環境基準之研究 (室內品質量測法初探)，中華民國建築學會第四屆建築學術研究發表會論文集，1991。
20. 天笠啟祐著，葉小燕譯，電磁波的夢魘，1997。

外文部分

1. ICNIRP Statement, General Approach to Protection Against Non-Ionizing Radiation, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2002.
2. Che-Ming Chiang, Yen-Yi Li, Development of sustainable building and healthy life based on diversity of ecology, climate and geography in Taiwan, 2001 International Symposium on Sustainable Building and Environment, pp117-145, Taipei, TAIWAN, 2001.
3. CM Lai, CM Chiang, A Study on the Comprehensive Indicator of Indoor Environment Assessment for Occupants' Health in Taiwan, Building and

- Environment, Vol. 37, No.4, pp.387-392, 2001.
4. F. M. Lin, C. M. Chiang, and S. F. Chen, Prediction and Reduction Evaluation of Floor Vibration Induced by Foot Steps, Building Acoustics Vol. 8, No. 2., 2001.
 5. 國土交通省住宅局，必攜「住宅の品質確保の促進等に関する法律」改訂版 2001，創樹社，Japan，2001。
 6. International Conference Sustainable Building 2000 Proceedings, Maastricht, Netherlands. 2000.
 7. Seppänen O, Tuomainen M, Säteri J. Healthy Buildings 2000: Workshop Summaries. Espoo, Finland. 2000.
 8. Healthy Building 2000 Proceedings, International Conference on Healthy Building, Espoo, Finland. 2000.
 9. Che-Ming Chiang, Po-Cheng Chou, Chi-Ming Lai, A Methodology to Access the Indoor Environment in Care Centers for Senior Citizens, Building and Environment Vol. 36, No. 4., 2000.
 10. 高木任之，建築基準法性能規定を みこなすコツ，學藝出版社，2000.11。
 11. O'Reilly JT, Hagan P, Gots R, Hedege A. Keeping Buildings Healthy: How to monitor and prevent indoor environmental problems. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 1998.
 12. Ventilation for Acceptable Air Quality, ASHARE Standard 62-1998, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning and Sanitary Engineers Inc., Atlanta: 1998.
 13. Marie Hult, Assessment of indoor environment in existing buildings, Green Building Challenge '98, Vol. 2, pp.139-146, 1998.10., Sweden. 1998.
 14. 田邊新一，室内化學污染シックハウス常識と対策，株式會社講談社，Japan，1998。
 15. 日本建築學會，環境磁場の計測技術，1998。

16. Air Quality and Human Health-Indoor Air Quality, State of the Environment Reporting, Environment Australia, Australia, 1997.
17. Hiroyoshi Otsuki, 電磁波白書, ツク株式会社, Japan, 1997.05.
18. 天笠啟祐, 電磁波汚染, 1997.04.
19. 松岡 理, 電磁場の健康影響, 1997.03.
20. 能登春男, 住まいの複合汚染, 厚德社株式会社, Japan, 1996.
21. 日本建設省建築研究所, 室内環境評價法, 1994.
22. Etkin DS. Ceilings/Walls & IAQ: Health impacts, prevention & mitigation. Cutter Information Corp. Arlington, U.S.A. 1994.
23. 大野秀夫、越哲美、土川忠浩、松原齋樹、伊藤尚寛, 快適環境的科學, 1993.06.
24. Etkin DS. Office furnishings/equipment & IAQ: Health impacts, prevention & mitigation. Cutter Information Corp. Arlington, U.S.A. 1992.
25. 志賀 健、宮本博司、上野照剛編著, 磁場の生体への影響, 人間科學全書 ビュ - シ - ズ 1, Japan, 1991.
26. 長谷川 伸、杉浦 行、岡村万春夫、黒沼 弘, 電磁波障害, 1991.

附錄一 期末期中期初審查意見

一、 期末審查意見

委員	審查意見	回應
王總幹事榮吉	此計畫應結合綠建材標章推廣，並訂定公平公開的補助辦法	此補助案與綠建材標章推廣同屬綠建築推動方案，朝此方向努力。
何研究員明勛	建議將診斷評估之原則方法及改善之方法，彙整編輯出版為教育推廣教材	成果報告已列出。
段教授葉芳	建議表列環境影響因子，並上網公告研究案改善結果改善方法	成果報告已列出。
莊組長素琴	<p>1. 有關室內環境診斷與改善工作，今年延續 91 年之成果、經驗，結合「綠色廳舍暨學校改善計畫」、「中央廳舍暨院校空調節能改善計畫」等補助案例，增加部份檢測項目及專家委員評選方式，期能在既有建築物室內環境問題上作更深入的判斷及改進，這種作法及研究方向是非常正確的。故本案再透過案例診斷，建立改善之體系及機制時，應特別考量區域之特性及環境因子。另外使用者之參與、討論是必要的，經過與設計者的協調</p>	<p>1. 92 年度補助案依此原則進行，並呈現北、中、南三區不同區域特性改善示範案例。</p> <p>2. 依委員建議考量朝此方向努力。</p>

	<p>溝通，才能作出符合該棟建築物之改善措施。</p> <p>2. 事後的改善恐遠不如事前之詳盡規劃，所以從本案改善之經驗及元素，可歸納出建築物在設計時未能考慮之因素；藉由本案之改善經驗驗證其最佳設計方式，以提供建築師未來規劃之參考。</p>	
陳工程師元貞	<p>本案選定之室內環境品質診斷及改善案例，其執行之作法及審查結果符合研究目標。</p>	<p>於成果報告中說明。</p>
陳組長文卿	<p>1. 改善所使用的材料應盡量使用綠建材，且其接受申請之方式在程序上應盡量達公開的要求。</p> <p>2. 建議所完成改善案例應加強示範推廣，以利其他建物參考改善。</p> <p>3. 未來若本工作持續推動，建議受補助對象應有若干比例的經費配合；若涉及建物使用人管理不善者，應請其自行改善。</p>	<p>1. 已朝此方向努力。</p> <p>2. 已在各案例所在位址設置解說展示版，同時結合 91 年度與 92 年度共六例改善示範案，將於綠建築博覽會進行展覽。</p> <p>3. 依委員建議考量。</p>
張理事長弘憲 (吳建築師世欽代)	<p>建築物室內環境品質診斷檢測之項目如音、光、熱、氣、電磁等建議製定簡化手冊，提供業界參考。</p>	<p>依委員建議考量。</p>

二、 期中審查意見

委員	審查意見	回應
王總幹 事榮吉	所提及之「綠建築博覽會」 其舉辦之相關內容為何？	報告書中已有提及。
王簡任 技正榮 進	未來執行可否朝新建預先執 行改造方向（重新規劃）？	此一套建築醫生診斷系統乃適用 於既有建築物之診斷調查，新建建 物另由其他方式。
何研究 員明勛	1.能否藉由此計畫建立化學 性檢測方法與標準。 2.改善後複檢是否考慮其他 因子？	1. 朝此方向努力。然本研究重點 乃在於室內環境之診斷及改 善，工作內容繁多，檢測方法 可供參考並於日後轉化為標準 方法。 2. 複檢乃用於比對改善前後狀 況，故與診斷時相同但會額外 考量改善後是否衍生其他問 題。
周教授 鼎金	1. 診斷之正確性如何？儀 器是否經過校正？ 2. 每案之經費其所涵蓋改 善之範圍是否適當，應思 考成效來進行。	1. 檢測儀器皆有定期保養維修 實測前，且檢測前儀器皆經過 校正，正確性無慮。 2. 依委員建議考量之。
陳組長 文卿	能否補充改善經費與成效之 關係？	將於最終的期末報告中列表說明 之。
鄭教授 政利	表 3-1.1 受中央廳舍暨院校節 能改善計畫補助之案例中， 漏了豐原醫院。	已更正。

<p>段教授 葉芳</p>	<p>1. 建築環境品質是否應回歸設計階段著手？ 2. 改善案例是否成為示範點，其教育意義如何？</p>	<p>1. 既有建築比例比新建建物高，故其品質亦需確保，本研究成果可供新建建物設計之參考。 2. 各改善案例即為一真實存在的室內環境改善示範例，另製作改善過程與方法展示說明板及成果專輯加強教育與宣導功能。</p>
<p>鄭委員 朝陽</p>	<p>室內環境品質之改善能否設立網頁加強宣導？</p>	<p>本年度未編入此一經費，於未來執行考量之。</p>

三、 期初審查意見

委員	審查意見	回應
呂處長鴻光 (簡科長慧貞代)	<ul style="list-style-type: none"> ■本計畫進行採樣分析時應明確說明，或可建立一標準程序(S.O.P.) ■協助擬訂未來推動室內環境改善辦法或準則 	<ul style="list-style-type: none"> ■依據環保署室內空氣品質相關研究建立之S.O.P.進行操作 ■於期末報告提出建議
莊組長素琴 (馮技正本全代)	<ul style="list-style-type: none"> ■檢視評斷要項及基準以簡單明瞭、可行性高為最後目標 ■完成後能廣泛推廣以為示範 	<ul style="list-style-type: none"> ■朝此方向努力
李教授家偉	<ul style="list-style-type: none"> ■以中央廳舍為優先，診斷項目建議增加石綿及臭氧 	<ul style="list-style-type: none"> ■初勘後詳細診斷時加入
林教授慶元	<ul style="list-style-type: none"> ■本計畫改善案例應及早選定以利時程控制 	<ul style="list-style-type: none"> ■列有計畫進度，依進度執行並朝此方向努力
陳工程師元貞	<ul style="list-style-type: none"> ■檢測與分析方法之簡化流程建議執行方法確認，以明確其數據準確度 	<ul style="list-style-type: none"> ■檢測與分析方法依國內外標準方法
段教授葉芳	<ul style="list-style-type: none"> ■應適用於一般建築之應用推廣，並可加強示範案例之宣導 	<ul style="list-style-type: none"> ■預計製作成果專輯、海報並配合綠建築博覽會活動
陳組長瑞鈴	<ul style="list-style-type: none"> ■去年改善之三個案例，改善後之效果請一併納入本計畫之效益分析 ■建議就「綠色廳舍暨學校改善」及「中央廳舍暨院校空調節能改善」計畫所選定之中央廳舍挑選案例改善，以擴大其執行成效 	<ul style="list-style-type: none"> ■去年報告書即針對改善成效進行檢討，今年操作亦將同步比對去年案例 ■遵照辦理

附錄二 「室內環境品質診斷及改善計畫」基本資料表

機關名稱：_____

機關首長：_____

本機關承辦單位：_____

聯絡人：_____

聯絡方式：電話：_____ 手機：_____ 傳真：_____

待改善空間基本資料描述

待改善空間名稱或使用性質：_____

待改善空間樓地板面積：_____米²

空間平均使用人數：_____人

空間所在建築物名稱與樓層位置：_____樓

地上_____層，地下_____層

建築完工年代：_____年_____月；最近一次室內裝修時間：_____年_____月

建築主要構造：木造 磚造 RC SC SRC 其他

待改善空間空調系統：中央空調（請附系統圖） 個別或分離式空調（有搭配風管系統請附系統圖）

室內裝潢建材：

天花板	牆面	隔間牆	地板	家具

欲改善室內環境項目

環境項目	問題描述
音環境	隔音不佳 吸音不加 機具噪音過大 音反射不足 振動問題
光環境	照度不足 均齊度不佳 晝光利用不足 眩光 燈具效率不佳
溫濕環境	日曬嚴重 隔熱問題 通風效率不佳 風擊 濕度問題
空氣環境	換氣不足 新鮮外氣不足 粉塵量過高 臭氣 化學性問題疑慮 生物性問題疑慮
電磁環境	電場環境問題疑慮 磁場環境問題疑慮
其他	

P.S

(1)其他有助於評選之資料、圖面或照片請儘量附上，以利審查，本表不敷使用時請自行影印或另提資料。

(2)本計畫聯絡人：中華建築中心 盤莉娟小姐

電話：(02)86676398-118 傳真：(02)86676397

附錄三 案例評選記錄

一、初選評選表

「室內環境品質診斷及改善計畫」案例初選評選表 92.5.16

北區

案例代號	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7-1	N7-2	N7-3	N8	N9	N10
勾選處	備取		正取	正取	正取							

中區

案例代號	C1	C2-1	C2-2	C3	C4-1	C4-2	C5
勾選處	備取	正取			正取		

南區

案例代號	S1	S2	S3-1	S3-2	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
勾選處			備取			正取			正取		正取

江哲銘
王二
廖松夏
顧啟光
林芳銘
王

二、診斷及改善案例決選會議會議記錄

周伯丞委員：

1. 案例選擇是否該考量案例地點與其微氣候之關係，如北區濕度大，選擇濕度問題進行改善、中部可做一些自然通風的設計改善，南部案例則可作晝光利用之改善，如此較能反映其建築設計與其地域及氣候之對應。
2. 考慮備案，如選定之案例其負責之單位無法配合時，可以備案頂替。
3. 評選表建議加入意見欄與簽名。

邵文政委員：

今年室內環境品質診斷及改善案例，考量經費及配合綠建築博覽會，各案例為北中南各區之示範參觀點，因此在案例選擇上具有任務導向，然而部分案例室內環境問題亦相當嚴重，急待改善，建議將這些未選上之案例，納入明年評選案例之中。

王 為委員：

室內環境診斷及改善案例之選擇應考量改善之可行性與成效，以及參觀之可及性。

林芳銘委員：

如案例對象本身已有針對室內環境品質改善規劃經費配合的話，其改善成效將更為顯著。

李委員俊璋：(書面審查)

會議結論：

綜合統計各案例評分票選結果，其票數如下表，最後選定 92 年度室內環境診斷及改善案例北、中、南區各一例，北區為案例 N3；中區為案例 C2-2；南區為案例 S10。各區備取案例為北區 N5；中區 C4-1；南區 S8。

案例	N1	N3	N4	N5	C2-1	C2-2	C4-1	C4-2	S5	S8	S10
票數	0	4	0	1	0	4	1	0	0	1	4

附錄四 改善設計協調會議記錄

一、北區改善設計工程協調會議

開會事由：「室內環境品質診斷及改善補助計畫」--北區改善工程協調

開會時間：中華民國九十二年九月二十五日 星期四 中午十時整

開會地點：台北科技大學七樓營繕組（台北市忠孝東路三段一號）

出席人員：台北科技大學事務組	施水標	組長
台北科技大學保管組	蕭珍珍	小姐
台北科技大學營繕組	連豐盛	技士
國立成功大學建築系	陳念祖	先生
國立成功大學建築系	邱瓊萱	小姐
財團法人中華建築中心	莊燦年	先生

會議記錄：

施水標組長：

1. 東側外牆之隔柵遮陽因年代老舊，呈現剝落現象，建議配套處理。
2. 天花板因風管保溫不佳，以致天花板水漬問題無法解決，請一併考慮。

蕭珍珍小姐：

1. 建議計畫執行期間，以公文行訊息之傳達。
2. 改善工程進行時，應注意以不影響人員正常辦公為原則。
3. 改善設計工程，應注意本棟大樓立面之整體美觀。

連豐盛技士：

1. 在空調系統進行外氣入口之調查，已確保新鮮外氣之來源。
2. 本行政大樓之空調系統定期保養不包括風管系統之處理。

會議結論：

- (一) 計畫執行期間，訊息之傳達以公文行之。
- (二) 改善工程，以不破壞大樓立面，不影響人員正常辦公為原則。
- (三) 空調風管應加強保溫處理，以解決天花板水漬問題。

散會：(中午十二時整)

三、 南區改善設計工程協調會議

開會事由：「室內環境品質診斷及改善補助計畫」--南區改善工程協調

開會時間：中華民國九十二年十一月六日 星期四 中午十二時整

開會地點：成功大學建築系建築科技研究中心二樓會議室

台南市大學路一號

主 持 人：國立成功大學建築系教授 江哲銘 教授

出席委員：國立成功大學建築系教授 張嘉祥 教授

國立成功大學建築系教授 黃 斌 教授

列席人員：國立成功大學建築系 陳念祖 先生

國立成功大學建築系 邱瓊萱 小姐

會議記錄：

江哲銘教授：

改善原則應兼顧改善空間之使用性與便利性，各示範案例新增之設備應由各補助單位進行財產列管，以便日後維修管理。

張嘉祥教授：

改善空間原有設備在更換後，應盡可能再利用、避免浪費。

黃斌教授：

在改善同時應考量案例之立面造型，施工建材尺寸大小，以配合施工現場之動線進行規劃，且改善新增之設備與建材在色彩配置上應力求協調一致。南區案例之噪音振動問題，應由噪音源做控制處理，並在各管道間做隔音處理。在照明控制上，應將晝光利用與照明配置一同規劃。

會議結論：

- (一) 各補助單位應對其示範案例新增之設備進行財產列管，以便日後維修管理。
- (二) 各改善案例汰換之設備應作再利用再使用，以達到永續建築之原意。
- (三) 各示範案例改善應對各案進行設計調整以達到較佳之設計改善目標。

散會：(下午二時整)

附錄五

一、中國國家標準 CNS (照明標準)

表 1 辦公室室內照明基準

照 度 Lux	場 所 (1)		作 業
2000	—		—
1500	辦公室 (a) (2), 營業所, 設計室, 製圖室, 正門大廳 (日間) (3)		○設計, ○製圖, ○打字, ○計算, ○打卡
1000	—	辦公室 (b), 主管室, 會議室, 印刷室, 總機室, 電子計算機室, 控制室, 診療室, ○電氣機械室等之配電盤及計器盤, ○服務台	—
750	禮堂, 會客室, 大廳, 餐廳, 廚房, 娛樂室, 休息室, 警衛室, 電梯走道		
500	—	書庫, 會客室, 電氣室, 教室, 機械室, 電梯, 雜務室	—
300	禮堂, 會客室, 大廳, 餐廳, 廚房, 娛樂室, 休息室, 警衛室, 電梯走道		
200	—	盟洗室, 茶水間, 浴室, 走廊, 樓梯, 廁所	—
150	飲茶室, 休息室, 值夜室, 更衣室, 倉庫, 入口 (靠車處)		
100	飲茶室, 休息室, 值夜室, 更衣室, 倉庫, 入口 (靠車處)	—	—
75	飲茶室, 休息室, 值夜室, 更衣室, 倉庫, 入口 (靠車處)	—	
50	安 全 梯		—
30	安 全 梯		—

註：(1) 關於室內停車場請參照附表10。

(2) 辦公室如做精細工作，且日間因光線之影響而室外明亮，室內黑暗之感覺希望能選擇 a 之標準。

(3) 為避免日間已適應屋外數萬 Lux 的自然光，自進入屋內正門大廳時呈現昏暗之情形，正門大廳照度應予提高，正門大廳日夜間照度可分階段點減調光。

備考：有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

表 2 學校室內照明基準

照度 Lux	場 所 (室 內)		作 業
1500	——	——	——
1000		製圖教室，	○精密製圖， ○精密實驗，
750	教室，實驗室，實習工場， 研究室，圖書閱覽室，書庫，	縫紉教室，	○縫紉， ○打鍵工作， ○圖書閱覽， ○精密工作， ○工藝美術製作，
500		辦公室，教職員休息室，會議室， 保健室，餐廳，廚房，配膳室，	電腦教室
300	廣播室，印刷室，總機室， 守衛室，室內運動場	大教室， 禮堂， 貯櫃室， 休息室， 樓梯間， 走廊， 電梯走道， 廁所， 值班室， 工友室， 天橋	
200			
150	——		
100	倉庫，車庫		
75			
50	安全梯		
30			

- 備考：1. 如屬視力、聽力不良之兒童、學生使用之教室、實驗、實習工廠時，可將照度提高上述所定基準值兩倍（其原因係因聽力不良之兒童，必靠看別人口唇之動作去判斷別人所說的詞句）。
2. “○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

表 3 住宅室內照明基準

照度 Lux	起居間	書房	兒童 作業室	客廳	廚房	臥房	家事室 工作室	浴室 更衣室	洗手 間	走廊 樓梯	儲衣 室	玄關 (內廳)	門·玄關 (外邊)	車庫	庭園
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1500	○手藝	—	—	—	—	—	○手工藝	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	○縫紉	—	—	—	—	—	○縫紉	—	—	—	—	—	—	—	—
750	—	○寫作	○作業	—	—	—	○縫衣機	—	—	—	—	—	—	—	—
500	○閱讀 ○化妝(10) ○電話(14)	○閱讀	○閱讀	—	—	○看書	○工作	—	—	—	○鏡子	—	○閱讀	—	—
300	—	—	—	—	○餐桌 ○調理	○化妝	—	○修臉(10) ○化妝(10) ○洗臉	—	—	—	○裝飾 燈	○檢查	—	—
200	○閱讀 ○娛樂(13)	—	○遊戲	○桌前(12) ○沙發	○水洗槽	—	○洗衣	—	—	—	—	—	—	—	○宴會 ○晚餐
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

註：(12) 對全般照明照度另作局部性的提高照明設備使室內照明不流於平凡而富有變化為目的。

(13) 趣味性讀書當作娛樂看待。

(14) 其他場所也准用。

備考：1. 各類場所依其用途全般照明及局部照明能併用較妥。

2. 居住間、客廳、臥房等最好有可調光設施。

3. 有“○”記號之場所，可用局部照明取得該照度。

二、日本工業標準 JIS (照明標準)

表 4 JIS 之照明基準

照度級	照度 Lux	事務所、辦公室	醫院、保健室	學校	住宅	旅館	餐廳	公共會館	美術館 博物館
2000	3000 1500	玄關	眼科室.機能檢驗室						
1000	1500 700	辦公室.事務所.營業室.設計室.製圖室	手術室	製圖室.電算機室		櫃臺		特別展示室	金.石雕刻.模型
500	700 300	辦公室.職員室.會議室.集會室.印刷室.電器室	診察室.急診室.分娩室.護士室.解剖室.藥局.	教室.實習工廠.研究室.閱覽室.書庫.教職員室.會議室	書房.讀書室	停車場.玄關.會記室.卸貨台.洗面鏡.行李寄放處	集會室.餐桌	宴會場.圖書閱覽室.大會議室.玄關	雕刻.西洋繪畫
200	300 150	書庫.金庫.教室.電梯	X光室.物療室.麻醉室.恢復室.藥品室.病房.	餐廳.廚房.印刷室.守衛室.廣播室.室內運動場	臥房.起居室	辦公室.餐廳.廚房.大廳	玄關.等待室.可房.廚房.洗臉間	結婚禮堂.餐廳.教室.集會堂	公益品.一般陳列品.集會室.廁所.教室
100	150 70	咖啡廳.休息室.值夜室.更衣室.停車場	停車場.眼科暗房.病棟走廊.內視鏡檢驗室	走廊.倉庫	客廳	娛樂室.客房.走廊.樓梯.庭園	走廊.樓梯	沙龍.大廳.走廊.樓梯	標本室.餐廳.咖啡室.走廊
50	70 30	緊急電梯.屋內車庫	動物室.暗房	車庫.緊急樓梯	臥房.浴室	緊急樓梯.走廊		雜物除放場所	儲藏倉庫
20	30 15			戶外運動場	玄關	監視室			放映室
10	15 7				庭園	放映室			
0.5 5	7 0.3		深夜病房及走廊	夜間道路	住宅綠地	觀眾席			

三、各國電磁環境基準

表 5 先進國家對於 50/60 Hz 電場限制之推薦值

國家/機構	限制值(kV/m)		
	職業人員		一般民眾
國際輻射保護協會 (IRPA/INIRC/WHO)	全天	10	5
	數小時	30	10
日本	連續暴露	10	5
	短時間暴露	30	10
波蘭	連續暴露	15	(家中、醫院、學校) 1
	2 小時	20	(其他) 10
蘇聯	8 小時	5	—
	半小時	20	—
英國國家輻射保護局(NRPB)	12.3		12.3
美國政府工衛學者聯盟(ACGIH)	25		—
捷克	15		—
德國	20.7		20.7
澳洲	同 IRPA		同 IRPA

表 6 先進國家對於 50/60 Hz 磁場限制之推薦值

國家/機構	限制值(mG)		
	職業人員		一般民眾
國際輻射保護協會 (IRPA/INIRC/WHO)	全天	5,000	1,000
	數小時	50,000	10,000
日本	連續暴露	50,000	2,000
	短時間暴露	100,000	10,000
蘇聯	8 小時	18,000	—
	1 小時	75,000	—
英國國家輻射保護局(NRPB)	20,000		20,000
美國政府工衛學者聯盟(ACGIH)	10,000		—
德國	50,000		50,000
澳洲	同 IRPA		同 IRPA

附錄六 進階診斷實測資料

■ 北區改善案例 N-3

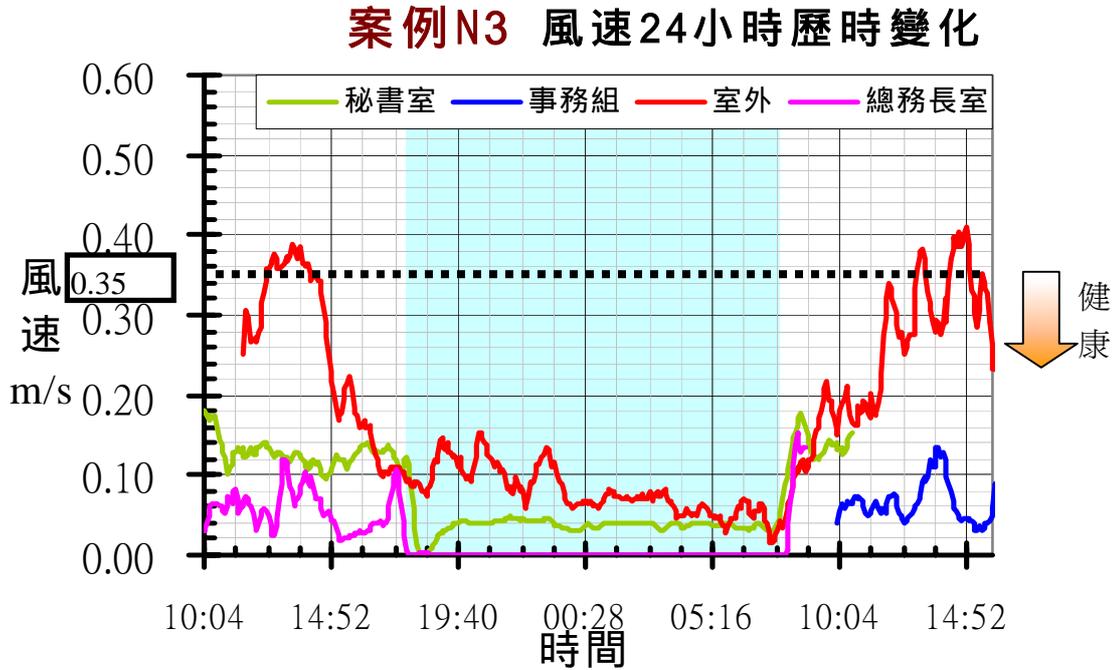


圖 1 北區案例風速歷時變化圖

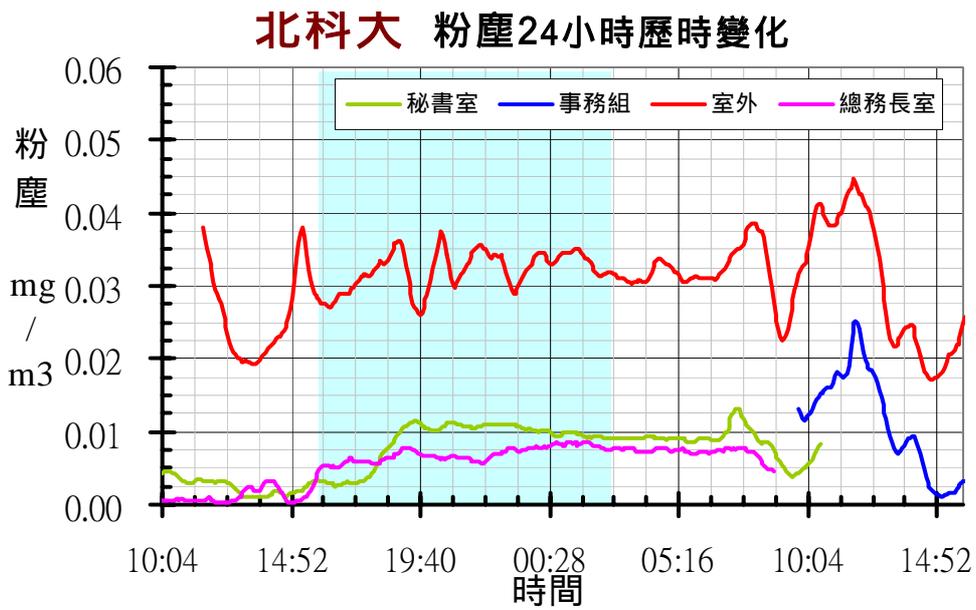


圖 2 北區案例粉塵歷時變化圖

案例 N3 噪音 24 小時歷時變化

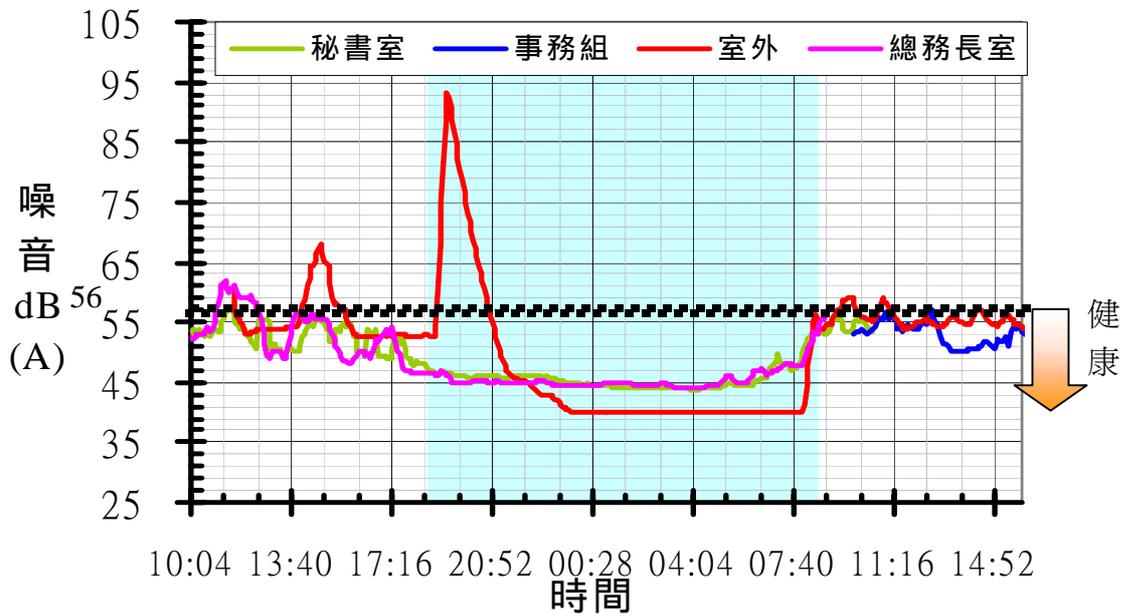


圖 3 北區案例噪音歷時變化圖

案例 N3 照度 24 小時歷時變化

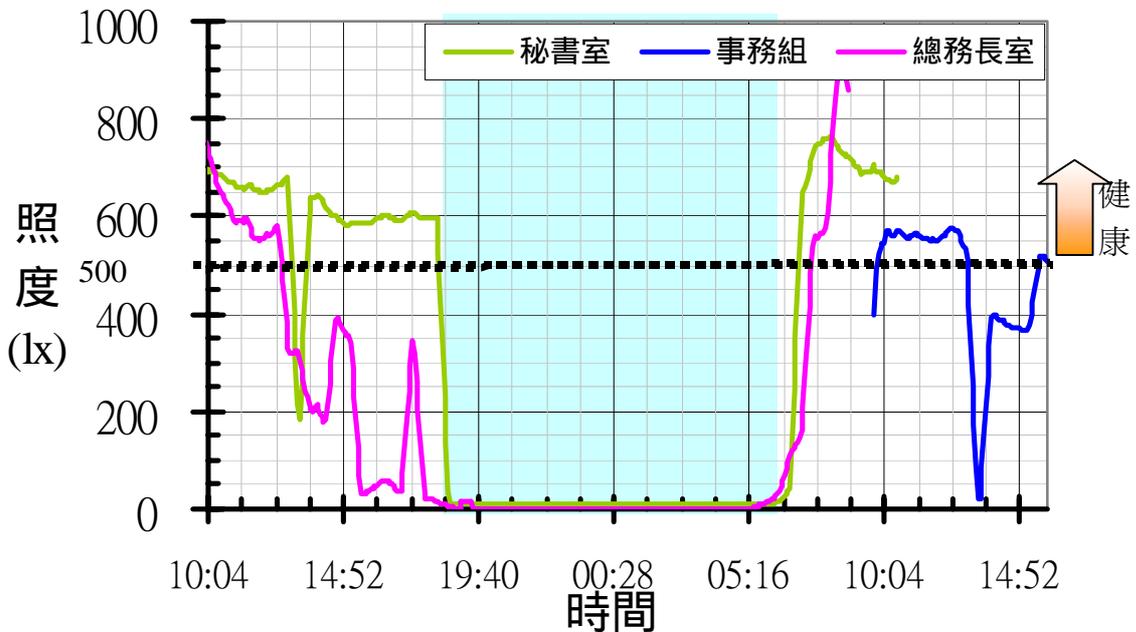


圖 4 北區案例照度歷時變化圖

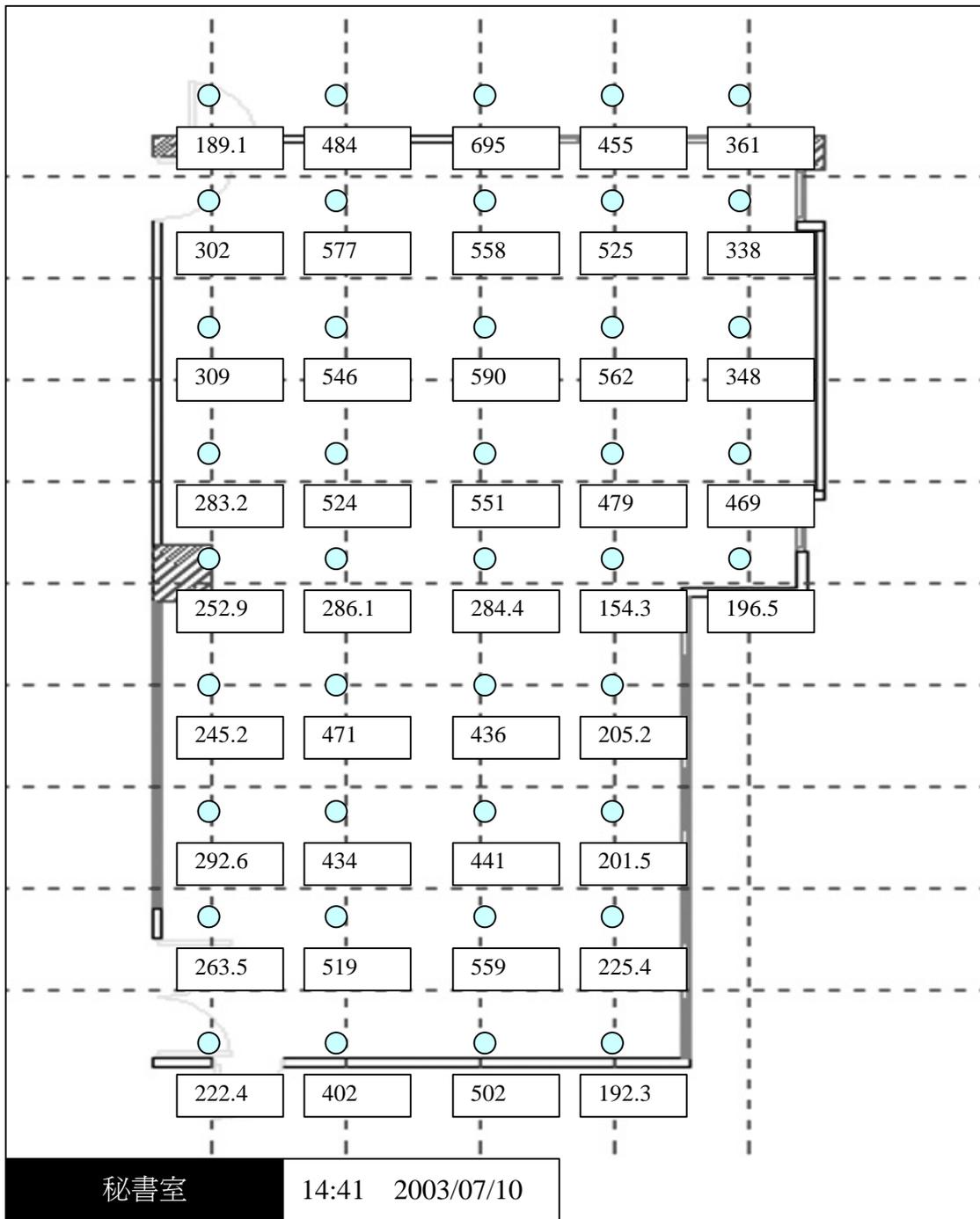


圖 5 北區案例 8 樓秘書室照度分布圖

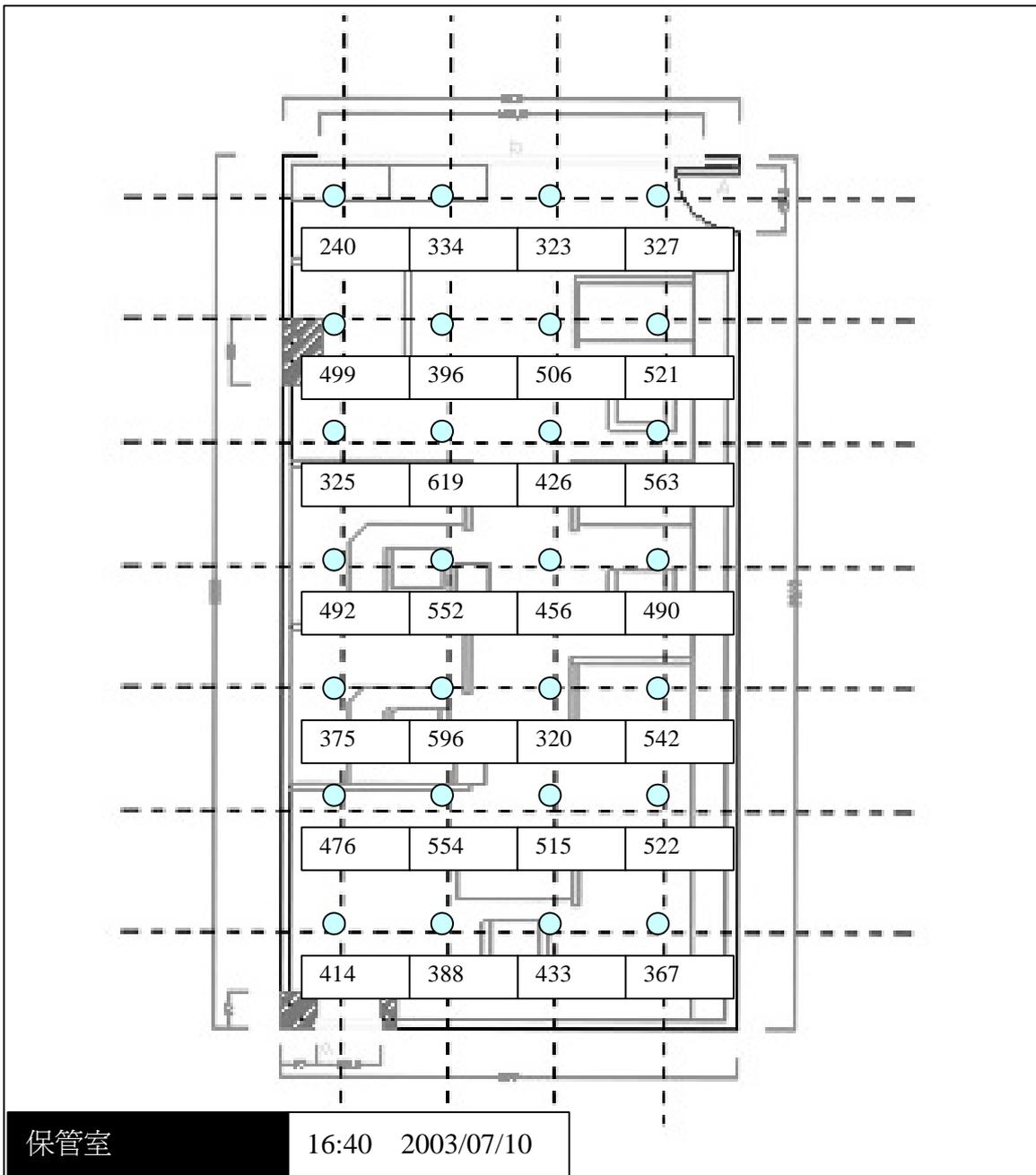


圖 6 北區案例 7 樓保管組照度分布圖

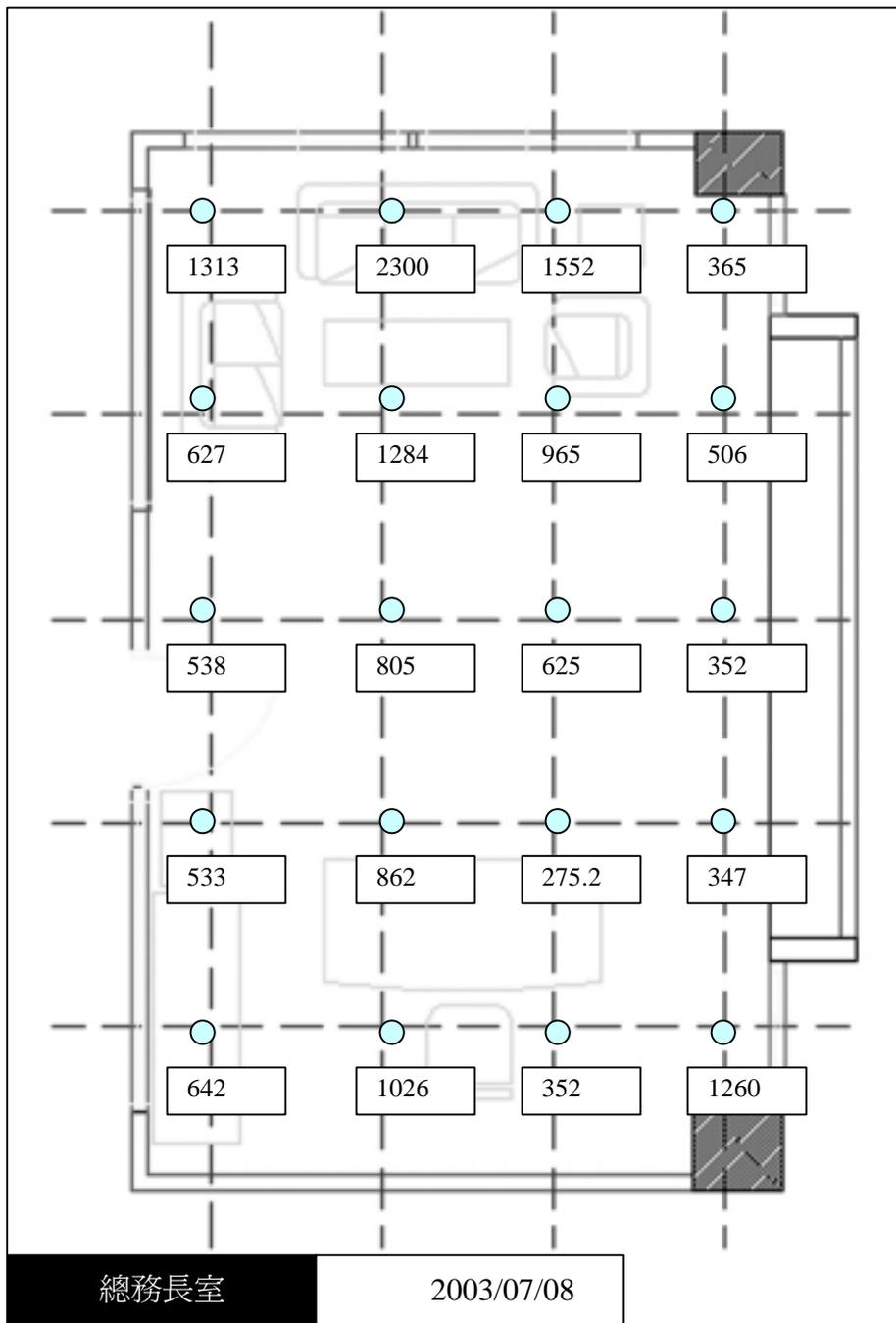


圖 7 北區案例 7 樓總務長室照度分布圖

■ 中區改善案例 C2-2

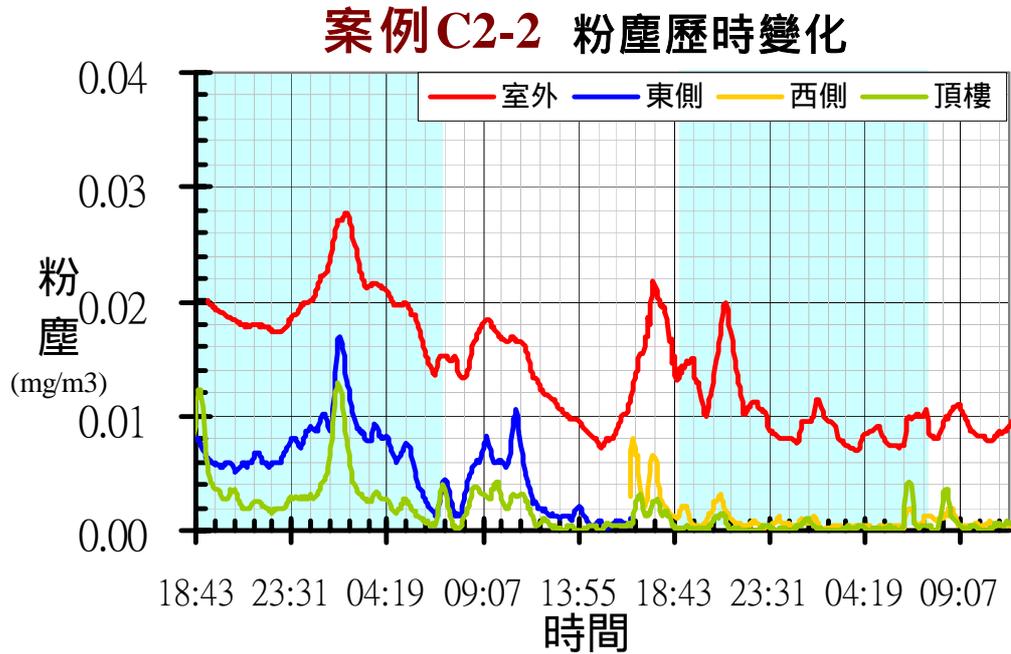


圖 8 中區案例粉塵歷時變化圖

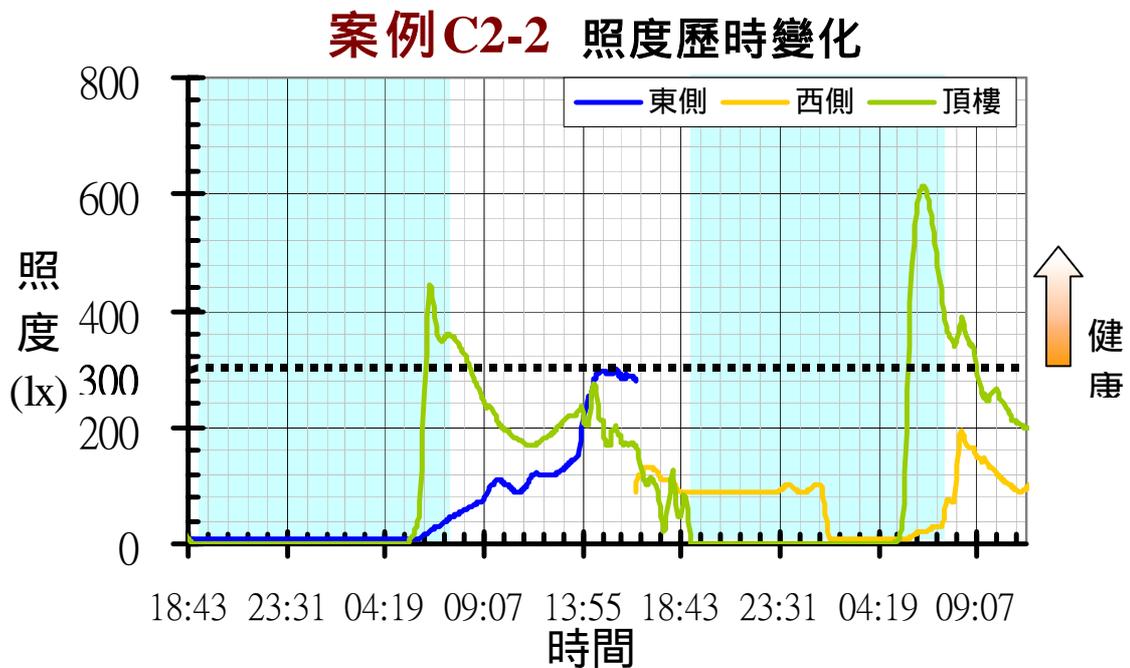


圖 9 中區案例照度歷時變化圖

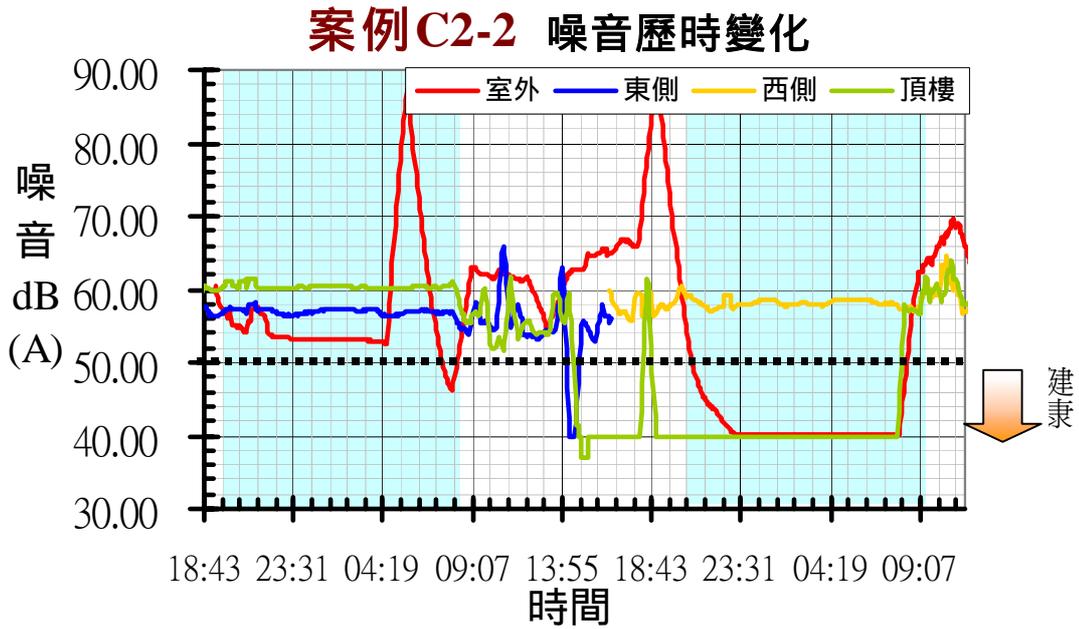


圖 10 中區案例環境噪音歷時變化圖

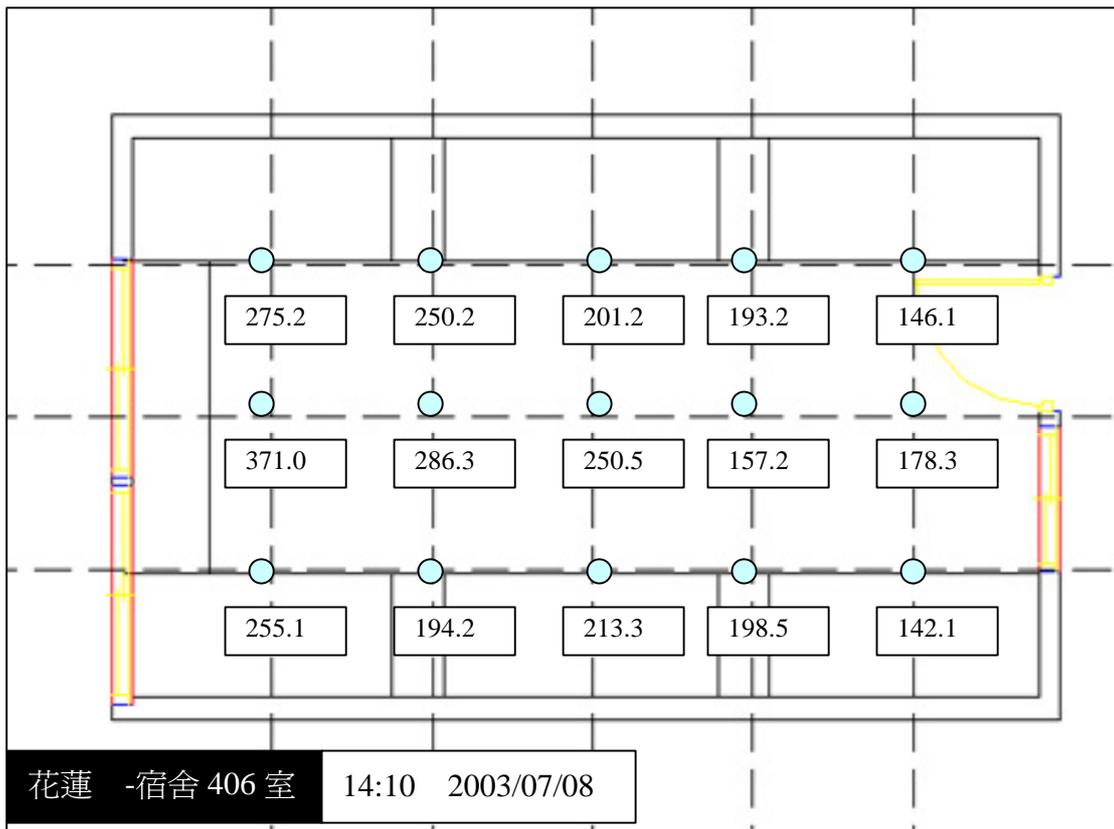


圖 11 中區案例四樓 406 寢室照度分布圖

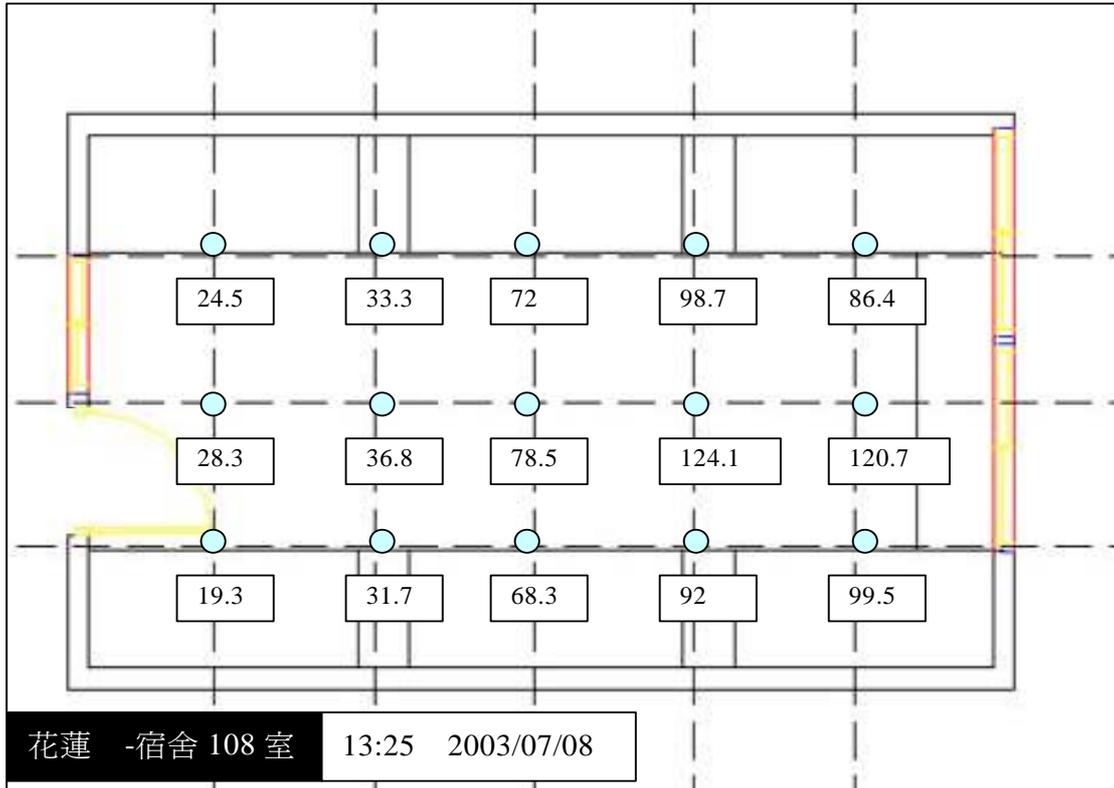


圖 12 中區案例一樓 108 寢室照度分布圖

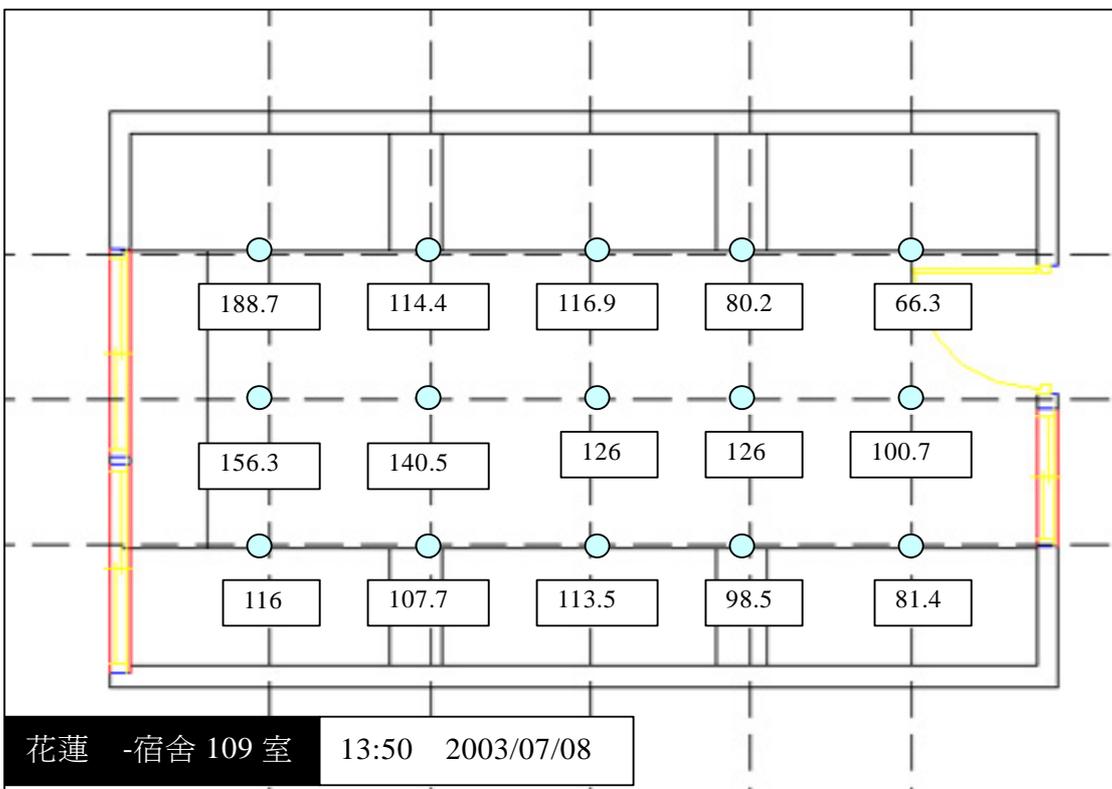


圖 13 中區案例一樓 109 寢室照度分布圖

■ 南區改善案例 S10

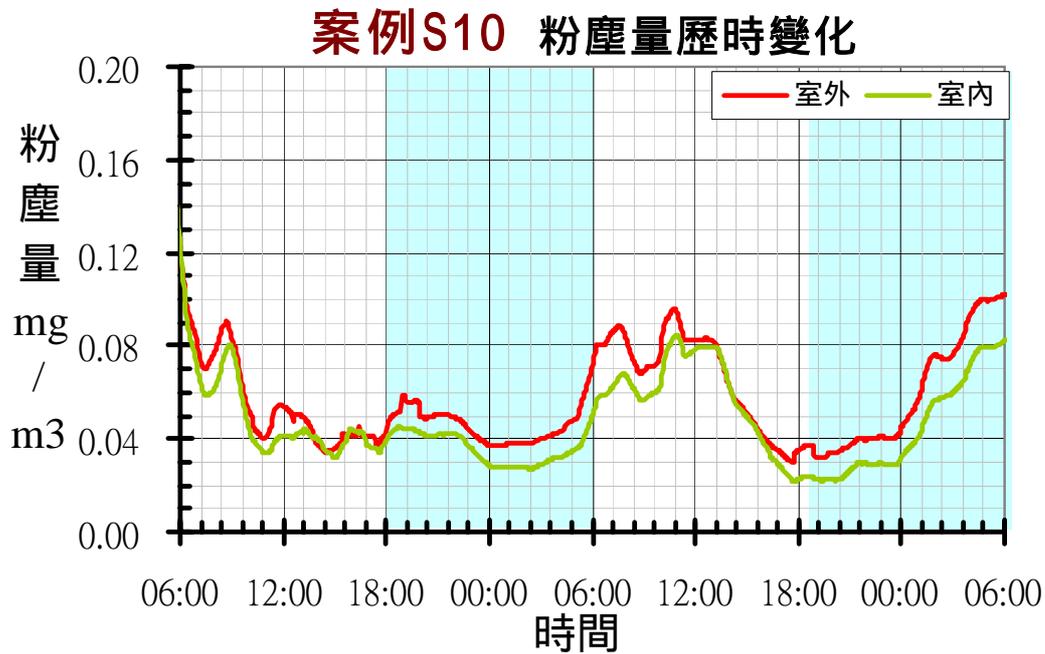


圖 14 南區案例粉塵量歷時變化圖

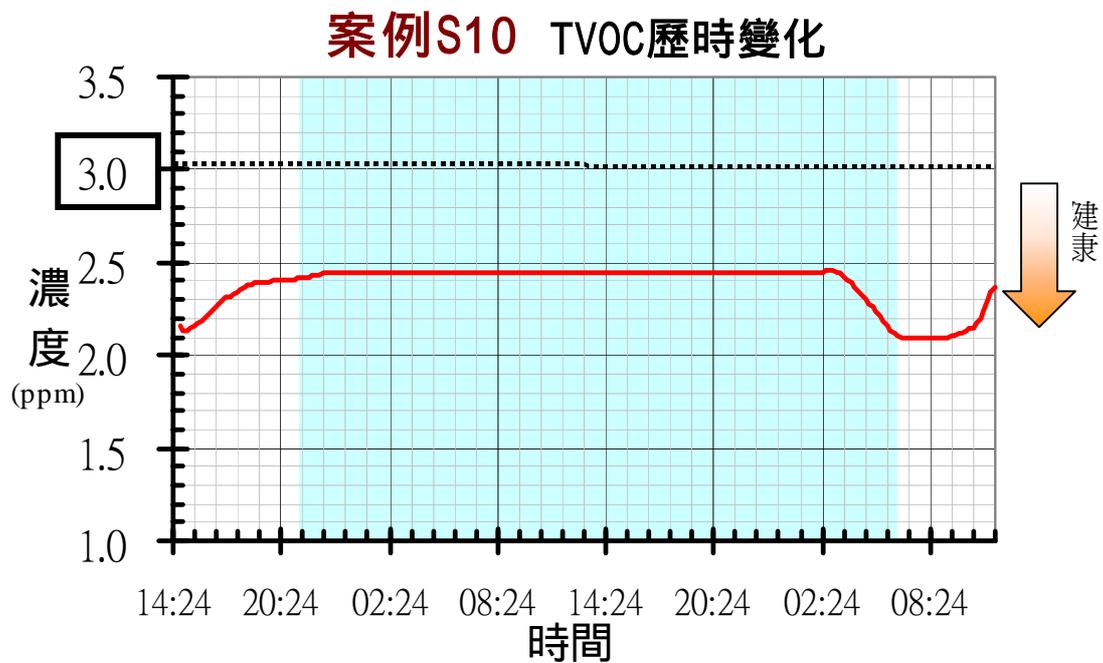


圖 15 南區案例 TVOC 濃度值歷時變化圖

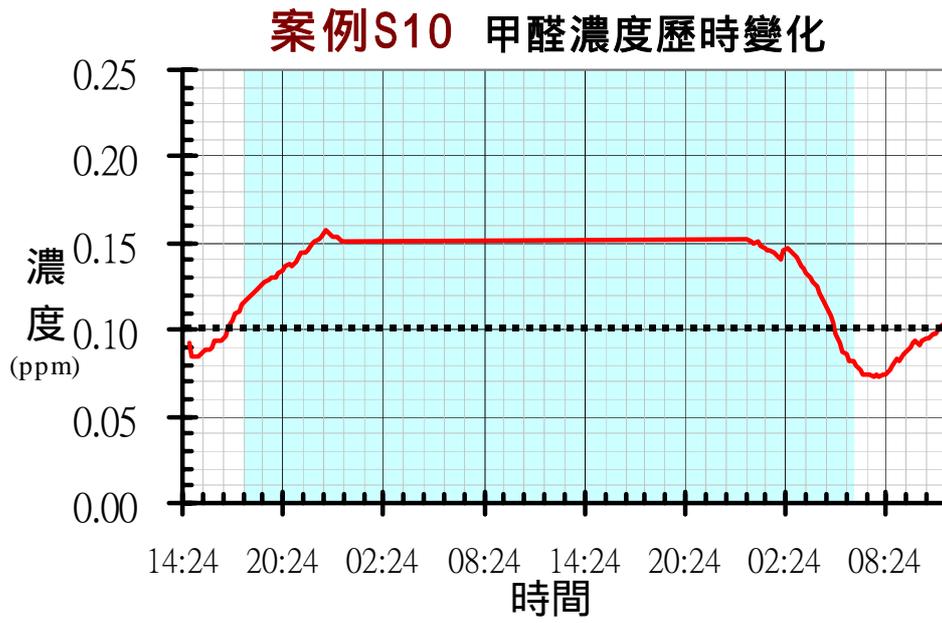


圖 16 南區案例甲醛濃度值歷時變化圖

附錄七

■ 招標公告

財團法人中華建築中心
九十二年度室內環境品質改善設計工程-南區

[案號] 92IEQ003

[機關代碼] 10.1.1.19.33.11.41 第 01 次公告

[招標機關] 財團法人中華建築中心

[招標機關地址] 台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓

[工程計畫編號] 92IEQ003

[中文標的名稱及數量摘要] 九十二年度室內環境品質改善設計工程-南區

[標的分類] 2K0 設備的修改服務

[補充說明]

[採購金額級距] 未達公告金額

[依據法條] 採購法第 22 條第 1 項第 9 款

[是否屬特殊採購] 否

[是否屬共同供應契約採購] 否

[是否提供電子領標] 否

[是否提供電子投標] 否

[是否屬公共工程實施技師簽證範圍] 否

[招標狀態] 第一次限制性招標

[是否適用條約或協定之採購] 否

[聯絡人(或單位)] 盤小姐

[電話] 02-8667-6398-118

[預算金額] 新台幣 950000 元

[領標及投標期限] 即日起至 92 年 10 月 27 日 12 時 00 分

[採行協商措施] 否

[開標日期] 92 年 10 月 27 日 15 時 00 分

[開標地點] 台北縣新店市民權路 88-3 號 7 樓財團法人中華建築中心會議室

[履約地點] 台南市(非原住民地區)

[履約期限] 民國 92 年 11 月 27 日前

[財物採購性質] 01 非屬財物之工程或勞務

[未來增購權利] 無

[收受投標文件地點] 截止日前郵寄或親送至本中心

[押標金額度] 無

[決標方式]非複數決標：訂有底價最有利標(準用)得標

[附加說明]

[廠商資格摘要]：具備符合室內裝修管理辦法相關規定之專業營造或室內裝修廠商或與本案有關依法登記合格廠商。

[招標文件領取方式及地點]：

(1)面購：請於上班時間(週一～週五 09:00~12:00,13:30~17:30)內至本中心服務台(台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓)以現金新台幣叁佰元不具名購領。

(2)郵購：請將郵政匯票(招標文件工本費，抬頭：財團法人中華建築中心)、限時掛號回件郵票 72 元(多退少補)及大型回件信封(預先書妥收件人姓名、地址)一併裝封，於領標期限前(以投信郵戳為憑)寄至「台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓」『財團法人中華建築中心收』(封面須書明購領之標第名稱或案號)，否則不予受理，並請自行估計郵遞時間，如延誤投標時效，本中心概不負責。

[招標文件售價]：招標文件工本費新台幣 200 元整(無論得標與否，概不退還)。

[收受投標文件地點]：(1)郵遞：以限時掛號以上方式郵寄台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓。(2)專人送達：本中心服務台(上班時間)。

[決標方式]：本案採企劃書審核方式，本中心就提供之企劃書廠商評選，擇最符合需求者進行議價。

[其它]：餘詳投標須知、投標須知補充說明及採購契約書等招標文件。

■ 招標公告

財團法人中華建築中心

九十二年度室內環境品質改善設計工程-中區

[案號] 92IEQ002 [機關代碼] 10.1.1.19.33.11.41 第 01 次公告

[招標機關] 財團法人中華建築中心

[招標機關地址] 台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓

[工程計畫編號] 92IEQ002

[中文標的名稱及數量摘要] 九十二年度室內環境品質改善設計工程-中區

[標的分類] 2K0 設備的修改服務

[補充說明]

[採購金額級距] 未達公告金額

[依據法條] 採購法第 22 條第 1 項第 9 款

[是否屬特殊採購] 否

[是否屬共同供應契約採購] 否

[是否提供電子領標] 否

[是否提供電子投標] 否

[是否屬公共工程實施技師簽證範圍] 否

[招標狀態] 第一次限制性招標

[是否適用條約或協定之採購] 否

[聯絡人(或單位)] 盤小姐

[電話] 02-8667-6398-118

[預算金額] 新台幣 950000 元

[執行現況] 已決標

[領標及投標期限] 即日起至 92 年 10 月 27 日 12 時 00 分

[採行協商措施] 否

[開標日期] 92 年 10 月 27 日 15 時 00 分

[開標地點] 台北縣新店市民權路 88-3 號 7 樓 財團法人中華建築中心會議室

[投標文字] 中文

[履約地點] 花蓮縣花蓮市(原住民地區)

[履約期限] 民國 92 年 11 月 27 日前

[財物採購性質] 01 非屬財物之工程或勞務

[未來增購權利] 無

[收受投標文件地點] 截止日前郵寄或親送至本中心

[押標金額度] 無

[決標方式]非複數決標：訂有底價最有利標(準用)得標

[附加說明]

[廠商資格摘要]：

- 1.具備符合室內裝修管理辦法相關規定之專業營造或室內裝修廠商或與本案有關依法登記合格廠商。
- 2.投標廠商資格應符合原住民族工作權保障法第十一條規定辦理。
- 3.具上述資格之原住民個人、機構、法人或團體（依據原住民族工作權保障法第十三及條施行細則第九條規定辦理）。

[招標文件領取方式及地點]：

- (1)面購：請於上班時間(週一～週五 09:00~12:00,13:30~17:30)內至本中心服務台(台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓)以現金新台幣叁佰元不具名購領。
- (2)郵購：請將郵政匯票(招標文件工本費，抬頭：財團法人中華建築中心)、限時掛號回件郵票 72 元(多退少補)及大型回件信封(預先書妥收件人姓名、地址)一併裝封，於領標期限前(以投信郵戳為憑)寄至「台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓」『財團法人中華建築中心收』(封面須書明購領之標第名稱或案號)，否則不予受理，並請自行估計郵遞時間，如延誤投標時效，本中心概不負責。

[招標文件售價]：招標文件工本費新台幣 200 元整(無論得標與否，概不退還)。

[收受投標文件地點]：(1)郵遞：以限時掛號以上方式郵寄台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓。(2)專人送達：本中心服務台(上班時間)。

[決標方式]：本案採企劃書審核方式，本中心就提供之企劃書廠商評選，擇最符合需求者進行議價。

[其它]：

- 1.本次招標開放原住民及非原住民廠商投標，因此決標程序將分兩階段辦理；第一階段就參加投標之原住民廠商辦理，若無法決標則於本中心作成紀錄後當場將改就全部投標廠商辦理。
- 2.若投標廠商具原住民族工作權保障法之原住民機構、法人或團體資格，請檢附目的事業主管機關出具三個月有效之原住民機構、法人或團體之證明文件影本，若未檢附者視為非原住民廠商。
- 3.餘詳投標須知、投標須知補充說明及採購契約書等招標文件。

■ 招標公告

財團法人中華建築中心

九十二年度室內環境品質改善設計工程-北區

[案號] 92IEQ001 [機關代碼] 10.1.1.19.33.11.41 第 01 次公告

[招標機關] 財團法人中華建築中心

[招標機關地址] 台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓

[工程計畫編號] 92IEQW001

[中文標的名稱及數量摘要] 九十二年度室內環境品質改善設計工程-北區

[標的分類] 2K0 設備的修改服務

[補充說明]

[採購金額級距] 未達公告金額

[依據法條] 採購法第 22 條第 1 項第 9 款

[是否屬特殊採購] 否

[是否屬共同供應契約採購] 否

[是否提供電子領標] 否

[是否提供電子投標] 否

[是否屬公共工程實施技師簽證範圍] 否

[招標狀態] 第一次限制性招標

[是否適用條約或協定之採購] 否

[聯絡人(或單位)] 盤小姐

[電話] 02-8667-6398-118

[預算金額] 新台幣 950000 元

[執行現況] 已決標

[領標及投標期限] 即日起至 92 年 10 月 27 日 12 時 00 分

[採行協商措施] 否

[開標日期] 92 年 10 月 27 日 15 時 00 分

[開標地點] 台北縣新店市民權路 88-3 號 7 樓 財團法人中華建築中心會議室

[投標文字] 中文

[履約地點] 台北市(非原住民地區)

[履約期限] 民國 92 年 11 月 27 日前

[財物採購性質] 01 非屬財物之工程或勞務

[未來增購權利] 無

[收受投標文件地點] 截止日前郵寄或親送至本中心

[押標金額度] 無

[決標方式]非複數決標：訂有底價最有利標(準用)得標

[附加說明]

[廠商資格摘要]：具備符合室內裝修管理辦法相關規定之專業營造或室內裝修廠商或與本案有關依法登記合格廠商。

[招標文件領取方式及地點]：

(1)面購：

請於上班時間(週一～週五 09:00~12:00,13:30~17:30)內至本中心服務台(台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓)以現金新台幣叁佰元不具名購領。

(2)郵購：請將郵政匯票(招標文件工本費，抬頭：財團法人中華建築中心)、限時掛號回件郵票 72 元(多退少補)及大型回件信封(預先書妥收件人姓名、地址)一併裝封，於領標期限前(以投信郵戳為憑)寄至「台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓」『財團法人中華建築中心收』(封面須書明購領之標第名稱或案號)，否則不予受理，並請自行估計郵遞時間，如延誤投標時效，本中心概不負責。

[招標文件售價]：

招標文件工本費新台幣 200 元整(無論得標與否，概不退還)。

[收受投標文件地點]：(1)郵遞：以限時掛號以上方式郵寄台北縣新店市民權路 88-3 號 4 樓。(2)專人送達：本中心服務台(上班時間)。

[決標方式]：本案採企劃書審核方式，本中心就提供之企劃書廠商評選，擇最符合需求者進行議價。

[其它]：餘詳投標須知、投標須知補充說明及採購契約書等招標文件。

附錄八 改善設計工程施工情形

一、中區案例 C2-2



浴廁天花施工前



浴廁天花施工後



篤行樓入口處施工前



篤行樓入口處架設鋼架



篤行樓入口處施工前

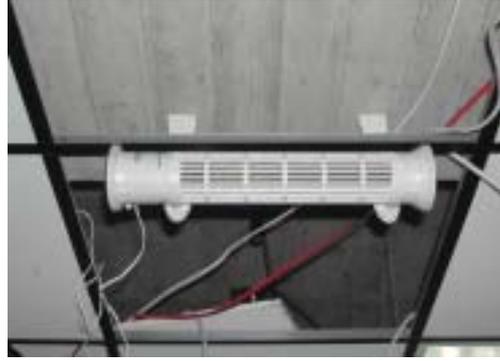


篤行樓入口處架設鋼架

二、南區案例 S10



外氣引入系統之裝設



奈米殺菌器裝設



木工進場施作



分離式空調之出回風系統裝設

室內環境品質診斷及改善補助計畫

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://abri.gov.tw>

出版年月：九十二年十二月

版(刷)次：

工本費：

GPN：1009204510

ISBN：957-01-5943-X

GPN : 1009204510

ISBN : 957-01-5943-X

室內環境品質診斷及改善補助計畫成果報告

內政部建築研究所