

HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析

內政部建築研究所研究報告

九十八年度

HEMS 人機介面國產化與省能策略 實驗分析

成果報告

內政部建築研究所研究報告

中華民國九十八年十二月

HEMS 人機介面國產化與省能策略實驗分析

成果報告

執行方式：補助研究 協同研究 自行研究

執行單位：中華民國建築學會

研究主持人：楊冠雄

共同主持人：

研究員：

研究助理：洪鑫英、葉琮勤、莊洵鈞、唐士傑

內政部建築研究所研究報告

中華民國九十八年十二月

目次

目次	I
表次	III
圖次	III
第一章 緒論	1
第一節 計畫緣起及國內外文獻分析	1
第二節 計畫目標及內容	3
第三節 研究方法及進度說明	6
第二章 HEMS 調控空調設備之本土化與應用分析	10
第一節 空調設備通訊協定控制介面之建置	10
第二節 空調設備基本運轉功能測試	12
第三章 HEMS 調控照明設備之本土化與應用分析	13
第一節 高效率 LED 室內照明燈具配光曲線量測	13
第二節 LED 室內照明燈具之電腦模擬分析	13
第三節 LED 照明控制系統異動	18
第四章 HEMS 系統整合與人機介面之應用	23
第一節 HEMS 系統硬體設備配置	23
第二節 HEMS 系統軟體頁面撰寫	24
第五章 台灣濕熱型氣候下 HEMS 智慧型運轉策略之建立與應用	27
第一節 智慧型空調運轉策略之建立	27
第二節 智慧型燈控運轉策略之建立	36
第六章 HEMS 系統之全尺度實驗及效益分析	39
第一節 中山大學之全尺度實驗	39
第二節 HEMS 系統成本效益分析	61

第三節 LIVING3.0 智慧化居住空間展示中心之全尺度實驗	64
第七章 先進之 AMI 運轉策略之建構與先期研究分析	71
第一節 先進讀表基礎系統 (ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE , AMI)簡介	71
第二節 需量控制策略	72
第三節 再生能源買賣電服務機制	74
第八章 結論與建議	76
第一節 結論	76
第二節 建議	78
參考文獻	79
附錄一	80
附錄二	89
附件三	98
附錄四	107

表次

表 1 設定溫度及風速最佳化之狀態	34
表 2 PMV 熱舒適運轉模式建立之規劃設計	39
表 3 依負載量調配空調機負載控制之規劃設計	39
表 4 智慧型人感區劃控制之規劃設計	39
表 5 HEMS 系統建置設備費用表 (1)	61
表 6 HEMS 系統建置設備費用表 (2)	61

圖次

圖 1 EL Quest 株式會社建構之 HEMS 系統圖	1
圖 2 日本積水房屋株式會社建構之 HEMS 基本架構圖	2
圖 3 積水房屋株式會社對於實驗住戶進行用電情形調查趨勢圖	2
圖 4 本計劃 HEMS 系統實驗印證流程圖	3
圖 5 HEMS 系統國產化與省能策略之建立架構圖	5
圖 6 東元一般窗型冷氣於台灣為極為普遍之機種，具極大之市場占有 率。選定作為本研究之主要實驗對象。同時，其變頻冷氣 MA63VC1 具備通訊協定機種，亦考量選定作為本案 HEMS 控制之實驗空調設 備之一。	7
圖 7 本案 HEMS 控制設備照明系統架構圖	8
圖 8 本案 HEMS 系統整合架構圖	8
圖 9 空調改裝圖（1）	10
圖 10 空調改裝圖（2）	11
圖 11 空調改裝圖（3）	11
圖 12 空調改裝圖（4）	12
圖 13 空調系統控制功能頁面	12
圖 14 DIALux 軟體之操作頁面	14
圖 15 可依實際情況輸入所需之地板面積及燈具種類	15
圖 16 可依實際情況排列所需之燈具位置	15
圖 17 照明燈具配置圖	16
圖 18 室內家具位置圖	17
圖 19 所建構之實際空間立體圖	17
圖 20 室內工作面之平均照度分布圖	18
圖 21 照明燈具配置圖	19

圖 22	室內家具位置圖	19
圖 23	所建構之實際空間立體圖	19
圖 24	室內工作面之平均照度分布圖	20
圖 25	新裝設之電力盤面	20
圖 26	新裝設之 DDC 控制盤	21
圖 27	新裝設之 LED 燈具	21
圖 28	新裝設之紅外線感知器	22
圖 29	新裝設之照度感知器	22
圖 30	照明系統架構圖	23
圖 31	空調系統架構圖	24
圖 32	空調系統控制頁面，具備有空調室內機狀態監看、啟停控制等功能	25
圖 33	時序控制頁面，設定監控設備之啟停時間	26
圖 34	歷史資料查詢頁面，可查詢室內溫度等歷史資料	26
圖 35	PMV 指標之冷暖等級	27
圖 36	影響 PMV 之六大參數	28
圖 37	PMV 及 PPD 之關係圖	28
圖 38	空調情境模式系統架構圖	35
圖 39	RFID 人感控制情境模式流程圖	35
圖 40	休眠情境電腦模擬圖	36
圖 41	照明區劃控制示意圖	37
圖 42	區劃照明控制之流程圖	38
圖 43	最舒適狀態與最省能狀態用電需量比較	40
圖 44	最舒適狀態與最省能狀態用電度數比較	41
圖 45	最舒適狀態單週用電需量	41

圖 46	最省能狀態單週用電需量	42
圖 47	最舒適狀態與最省能狀態單週用電度數比較	42
圖 48	依人數調配空調機負載控制之耗電量	43
圖 49	依人數調配空調機負載控制之單週耗電量	43
圖 50	使用控制策略與不使用控制策略之單週用電度數比較	44
圖 51	外氣溫度由 30 度上升至 32 度之空調耗電量	44
圖 52	外氣溫度由 30 度下降至 28 度之空調耗電量	45
圖 53	依溫度高低調配空調機負載控制單週耗電量	45
圖 54	使用控制策略與不使用控制策略之單週用電度數比較	46
圖 55	LED 燈具及 T5 燈具之耗電量比較圖	46
圖 56	LED 燈具及 T5 燈具之單週耗電量比較圖	47
圖 57	燈具休眠運轉模式電腦模擬圖	48
圖 58	燈具休眠運轉模式照度分布圖	48
圖 59	燈具休眠運轉模式前後耗電量比較圖	49
圖 60	LED 燈具及 T5 燈具休眠運轉模式之耗電量比較圖	49
圖 61	電視區區劃控制電腦模擬圖	50
圖 62	電視區區劃控制照度分布圖	51
圖 63	電視區區劃控制前後耗電量比較圖	51
圖 64	電視區區劃控制前後單週耗電量比較圖	52
圖 65	閱讀區區劃控制電腦模擬圖	52
圖 66	閱讀區區劃控制照度分布圖	53
圖 67	閱讀區區劃控制前後耗電量比較圖	53
圖 68	閱讀區區劃控制前後單週耗電量比較圖	54
圖 69	其他用途區區劃控制電腦模擬圖	54
圖 70	其他用途區區劃控制照度分布圖	55

圖 71	其他用途區區劃控制前後耗電量比較圖	55
圖 72	其他用途區區劃控制前後單週耗電量比較圖	56
圖 73	工作區 1 區劃控制電腦模擬圖	56
圖 74	工作區 1 區劃控制照度分布圖	57
圖 75	工作區 1 區劃控制前後單週耗電量比較圖	57
圖 76	工作區 2 區劃控制電腦模擬圖	58
圖 77	工作區 2 區劃控制照度分布圖	58
圖 78	工作區 2 區劃控制前後單週耗電量比較圖	59
圖 79	走道區區劃控制電腦模擬圖	59
圖 80	走道區區劃控制照度分布圖	60
圖 81	走道區區劃控制前後單週耗電量比較圖	60
圖 82	一般家庭空調單月用電度數	62
圖 83	LED 燈具與 T8 燈具單月用電度數	63
圖 84	智慧化居住空間展示中心 1 樓平面圖	64
圖 85	智慧化居住空間展示中心 2 樓平面圖	64
圖 86	東元 MS63VC1 VRV 變頻式空調機實際照片	65
圖 87	2 樓辦公室空間空調機實際安裝位置	65
圖 88	紅外線感知器於一樓展示空間安裝位置	66
圖 89	空調控制系統於二樓展示空間安裝位置	66
圖 90	展示空間室內外溫度分佈圖	67
圖 91	本團隊所建制之空調系統架構圖	67
圖 92	新設之東元變頻冷氣機	68
圖 93	新設之數位電錶及控制盤	68
圖 94	新設之紅外線感知器	68
圖 95	新設之溫度及二氧化碳感知器	69

圖 96	新設之觸控電腦	69
圖 97	紅外線人感空調控制系統之控制流程圖	70
圖 98	紅外線人感空調控制系統之監控頁面	70
圖 99	AMI 先進讀錶基礎系統之統架構圖	71
圖 100	預測明天溫度上升，空調負荷加大，電力尖峰負載之吃緊。	72
圖 101	社區資料中心透過媒體通知用戶明日用電吃緊，將有優惠電價方案，邀集有興趣之用戶參加。	72
圖 102	社區資料中心廠透過網路設定參加之用戶。	73
圖 103	用戶之空調照明等用電設備接受此智慧電表之通訊訊息，及預設之調控模式(HEMS)。	73
圖 104	於 12:30 電力尖峰負載發生，用戶端之空調機自動，升高室內設定溫度，進入送風模式或間歇空調模式(HEMS)。	74
圖 105	區域之電力尖峰負載終於被控制住，危機暫時解除。	74
圖 106	國外太陽能監控系統管理頁面	75

第一章 緒論

第一節 計畫緣起及國內外文獻分析

台灣地區自產能源十分缺乏，百分之九十七以上仰賴國外進口，而於我國之
 用電情形中，家庭及商業所消耗之電力約佔總用電百分之三十，為非工業生產中
 最主要的耗能。於現階段省能方法中，有效使用能源管理系統已被國際能源署
 IEA 視為最有效節能之方法。因此，國外先進國家如歐、美、日本等，無不大力
 推廣發展建築能源管理系統相關之技術與設備。

隨著 ICT 產業及資通訊技術之進步，目前國內家電產品皆已朝向智慧化方向
 進行，並具備微電子之控制能力，因此若能將節能策略導入其設備中，必能產生
 龐大之節約能源效果。

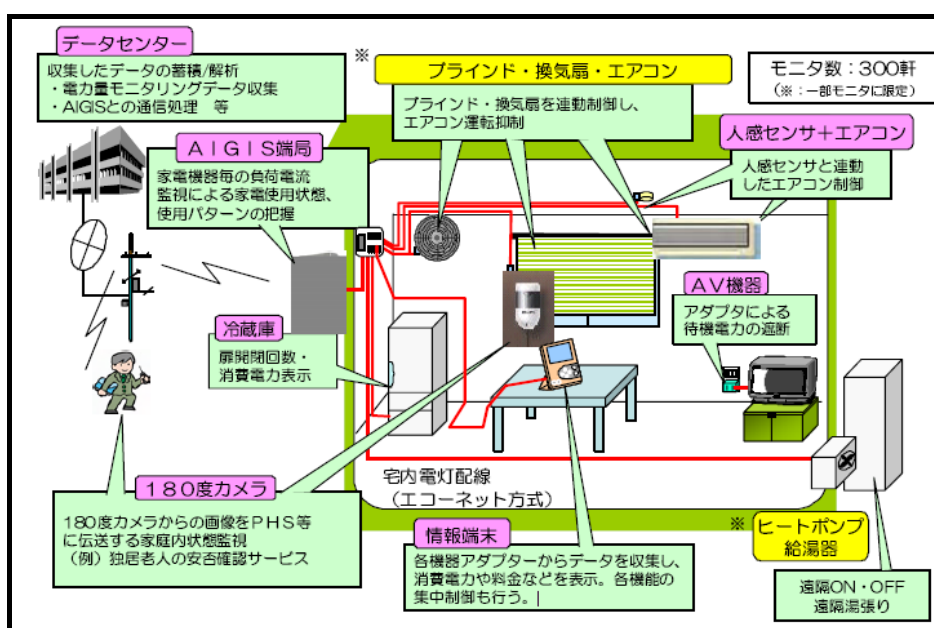


圖1 EL Quest 株式會社建構之 HEMS 系統圖

資料來源：EL Quest

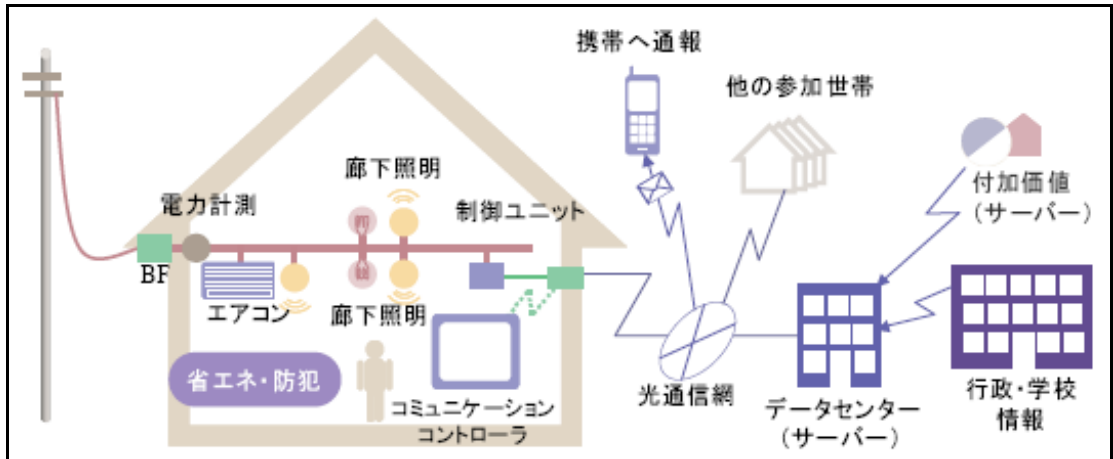


圖2 日本積水房屋株式会社建構之 HEMS 基本架構圖

資料來源：日本積水房屋

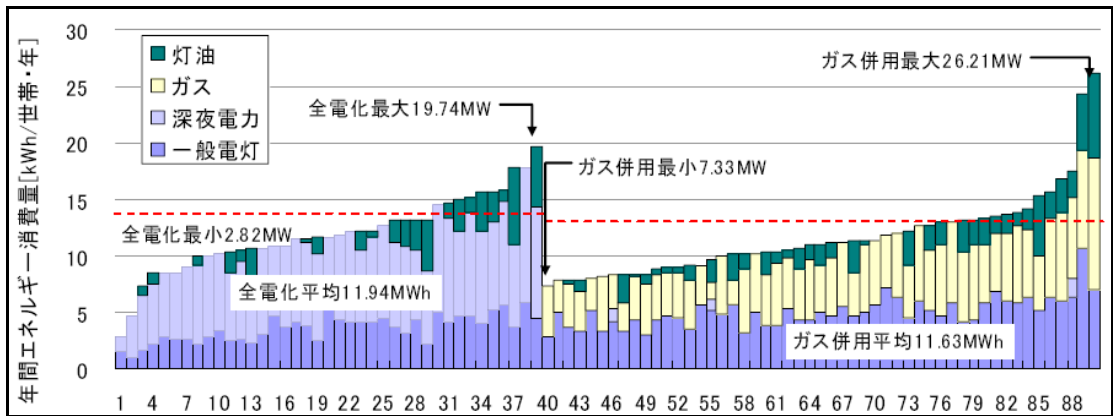


圖3 積水房屋株式会社對於實驗住戶進行用電情形調查趨勢圖

資料來源：日本積水房屋

本計畫之主旨將整合國產化空調及照明設備，進行智慧型調控，並於台灣本土化氣候條件下，開發智慧型之運轉策略以進行 HEMS 系統之省能效益評估，並經由全尺度實驗加以印證。

其中，主要之工作內容共分為五大項：

1. HEMS 調控空調設備之本土化與應用分析
2. HEMS 調控照明設備之本土化與應用分析
3. HEMS 系統整合與人機介面之應用

4. 台灣濕熱型氣候下 HEMS 智慧型運轉策略之建立與應用
5. HEMS 系統之全尺度實驗印證及效益分析

本計劃上述五大工作項目將依下圖 4 之工作流程進行 HEMS 系統最佳化系統分析

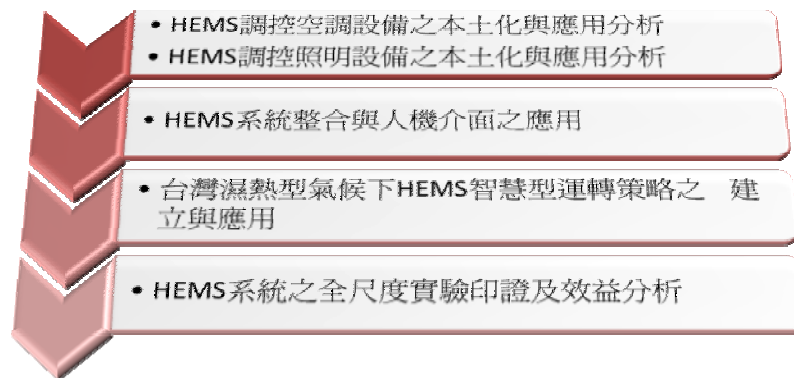


圖4 本計劃 HEMS 系統實驗印證流程圖

預期經由本計畫之執行，將因導入國產化設備使 HEMS 技術軟硬體系統整合建立一重要之里程碑，並對於大量之住宅類建築及社區進行智慧化及省能化之改善工作邁出重要的一大步。並且提出適合台灣本土氣候下之家庭居住空間的省能策略，形成深遠的影響，並成為呼應行政院科技顧問組 SRB 政策之最有力工具之一。

第二節 計畫目標及內容

本年度計畫與全程計畫目標說明：

全程計畫目標：

本全程計畫之目標為於本省之濕熱型氣候下建立 HEMS 之省能策略並進行全尺度實驗印證，後續再進行推廣應用。

本計畫之重點有三：

1. 為盡量開發適用於目前已大量普遍使用之國產家電設備，以形成設備之本土化，擴大推廣之效應。

2. 為在本省濕熱型氣候下建立之 HEMS 省能策略，使工程應用上具體可行。
3. 進行全尺度實驗印證，以確認其省能效果與經濟效益評估。

第一期計畫目標及內容：

第一期計畫之主要工作內容為，分析我國、韓國以及日本目前的 HEMS 發展現況，針對其應用技術以及推廣方式進行資料收集及研究。

並利用無線以及有線之技術分別進行居住化智慧空間的實驗印證，無線技術的部份為美國 X-10 家庭智慧控制系統以及 ZigBee 無線通訊技術的應用。有線技術的部份針對 BACnet、LonWorks 以及 Sensor-Based 的應用進行實驗。

第二期計畫目標及內容：

第二期計畫之主要工作內容為，選取目前已大量商用化之空調系統進行初步與所建立之 HEMS 節能策略整合，以評估其可行性。因此所選取為國外 LG 之變頻式空調機種，並獲得 5%~10% 之節能效益。

於照明系統方面，則為將傳統之 T9 燈管置換為 T5 燈管，並配合發展出不同之境應用，而獲得 18% 以上之節能效益。

總之，第二期計畫為著重於省能策略之建立並確認以其進行空調照明設備控制之可行性，而獲得良好之成果。然而，由於當時我國之一般居家空調及照明設備仍未能開發出可普遍化接受監控之系統，因此只能採用國外之先進國家設備。最近，隨著我國建築物節約能源觀念之普及化，及如遠雄建設等大型民間建設業開始有系統的導入 HEMS 且逐步獲得消費者之青睞與重視，而蔚為一股新的潮流。因此導致國內家電大廠如東元公司等亦開始競相投入此一領域，使一般住家之家電產品自動控制更為簡單易行，時機已逐漸成熟。

因此，第三期計畫進一步推進，將 HEMS 與國內空調及照明產品進行整合；同時持續發展居住空間智慧型省能策略之建立並加以實驗印證。

本年度(第三期)計畫之主旨與目標：

第三期計畫主要將選取國內空調知名大廠之設備，如東元冷氣等，作為 HEMS 調控之主要載具，發展人機介面，以便使第一、二期計畫之成果可以在地生根，以便對未來大量推廣應用建立重要基礎。

照明系統方面則挑選具創新性 LED 室內照明，透過全尺度實驗印證以分析其優劣點，並對其性能進行數量化之應用評估。因此，本計畫之主要工作流程可由下圖 5 所示：

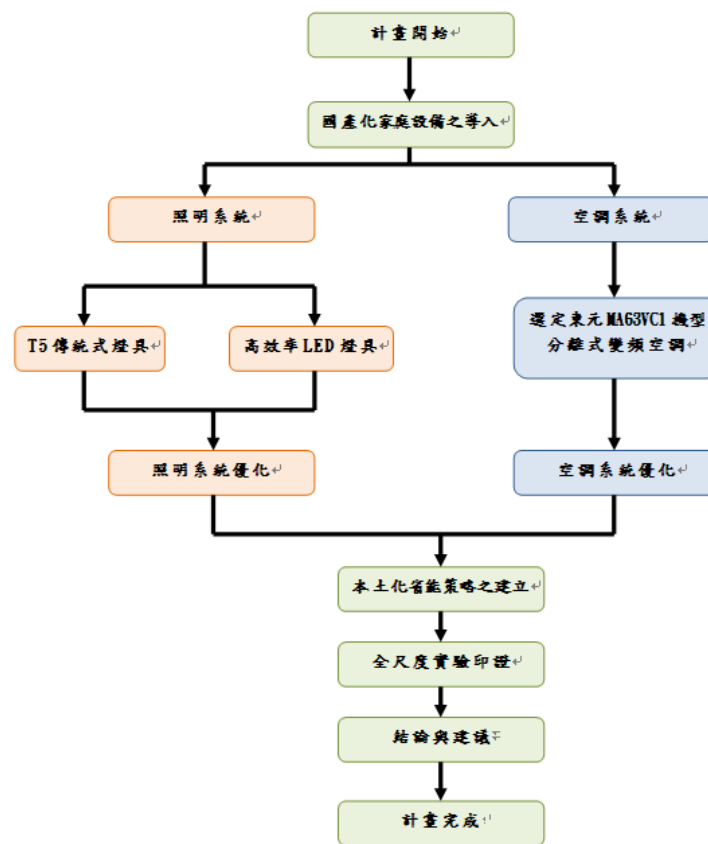


圖5 HEMS 系統國產化與省能策略之建立架構圖

第四期研究計畫目標：

第四期研究計畫將把第一、二、三年期計畫之成果加以推廣，並選取於台灣北、中、南區域不同氣候型態下之典型案例進行安裝實測；再經由網際網路之 ICT 技術之連結，以進行較大區域型 HEMS 系統實際運轉資料庫之建立，同時進行即時線上(Real time Online)之系統診斷(System Diagnostics)。本項工作之成功將具

體建立一廣用之 HEMS 資訊能源管理平台，將為落實 SRB 科技顧問會議之推廣智慧居家空間政策奠定良好之基礎。

第三節 研究方法及進度說明

本年度(第三期)計畫之主旨將整合國產之空調及照明設備，開發於台灣本土化氣候條件下之智慧型運轉策略，並經由全尺度實驗加以印證。

其主要之工作內容共分為五大項：

1. HEMS 控制空調設備之本土化與應用分析

傳統之國內空調設備，如窗型或分離型冷氣機等，並無設置通訊介面，因此皆自成一獨立系統而以遙控器進行簡單之啟停操作，無法操作具體之節能模式。因此，即使有良好之智慧型運轉策略亦無法施行。

隨著國際先進國家，如歐美、日本等大型家電製造廠開始生產具通訊介面之設備，才逐步打破此一僵局。HEMS 先期研究所控制之空調設備乃選取韓國及日本產品為之，此僵局亟待進一步改善。本計畫之主要工作項目之一，即為選取國內空調設備大廠如東元公司等產品，作為實驗平台進行 HEMS 之相關實驗。利用國內電器產品品質良好且價位較為低廉之優勢，降低 HEMS 系統之建置費用，並透過大幅應用國內之產品，刺激我國智慧家電產業之發展。尤其，這些大廠皆具有龐大之國內銷售通路，因此後續具備廣大之應用潛力。



圖6 東元一般窗型冷氣於台灣為極為普遍之機種，具極大之市場占有率。選定作為本研究之主要實驗對象。同時，其變頻冷氣 MA63VC1 具備通訊協定機種，亦考量選定作為本案 HEMS 控制之實驗空調設備之一。

2. HEMS 控制照明設備之本土化與應用分析

LED 照明是新一代固態照明光源，具有節能、高效率、壽命長、綠色環保、安全性高、無熱輻射等特點。但由於其演色性不如傳統螢光燈管與白熾燈泡，及亮度過亮或散熱之問題，故鮮少人使用於室內空間。有鑑於此，本計畫將進一步研究採用高效率之 LED 照明應用於家庭室內照明之可行性。並搭配其適用之運轉策略，再經由全尺度實驗加以印證。

其具體之作法乃將傳統之燈具及先進之 LED 燈加以整合，並經由實際照度及耗電量之量測以驗證最佳之組合方式，形成照度適當，演色性仍維持良好，而具備最節約能源之 HEMS 複式(Hybrid)照明系統運轉策略。

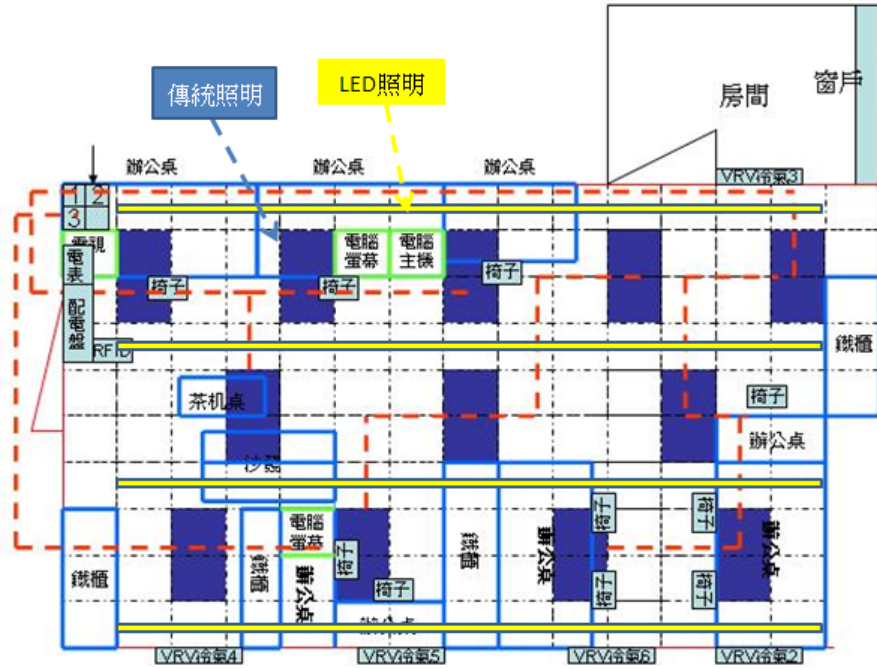


圖7 本案 HEMS 控制設備照明系統架構圖

3. HEMS 系統整合與人機介面之應用

本項工作將上述第 1，2 項工作內容加以整合，以形成一個完全國產化之空調及照明系統，再經由人性化之人機介面進行遠端遙控，並可執行智慧型運轉策略，將使得 HEMS 系統之智慧性往前跨一大步。



圖8 本案 HEMS 系統整合架構圖

4. 台灣濕熱型氣候下 HEMS 智慧型運轉策略之建立與應用

依據台灣地區之氣候型態，可建立各種本土氣候條件下可行之 HEMS 節能策略，包含：

- 隨外氣溫度調變之室內空調運轉模式 (AC Control)
 - 間歇空調(Intermittent AC)模式之建立
 - 風扇輔助之空調運轉模式與 PMV 分析
 - 隨著室內人員及負荷變動，調變送風溫度與風量之運轉模式
- HEMS 系統照明控制策略應用(Lighting Control)
 - 人員改變工作狀態與照度需求之自動調變(Lighting On demand)
 - 隨環境改變之局部照明之應用(Task Lighting)
 - 配合時序控制器：可於預定的時間自動地對照明環境作模式切換，或燈具的明滅控制，避免因忘記關燈而浪費電能。例如上班、下班、午休時間之照明自動點滅。

5. HEMS 系統之省能策略實驗印證及效益分析

上述策略將於高雄地區國立中山大學及/或實際家庭進行全尺度實驗，架設上述之 HEMS 設備。進行長時間實驗並監控其節約能源情形，透過圖表化分析加以印證各種運轉策略之節能效益，以作為後續全面推廣之重要參考依據。並建立於我國本土氣候下以國產空調照明設備之居住空間 HEMS 系統最佳運轉策略。

第二章 HEMS 調控空調設備之本土化與應用分析

為求電腦與設備端之控制連結，本計畫於此階段之重點在於找出電腦與設備間共通之通訊協定，藉此通訊協定進行連結，以建構設備間溝通之橋樑。

本計畫於此階段分為兩項工作項目，一為進行既有空調設備加裝廣用之通訊協定控制介面，二為改裝後之空調設備基本運轉功能測試，其工作內容如下所示：

第一節 空調設備通訊協定控制介面之建置

傳統之空調設備，由於並無設置任何通訊介面，無法以電腦進行控制，僅能利用既有之儀錶面板或遙控器進行調控，故常因人為之不當操作，而導致大量之耗能。

本計畫之重點在於本土氣候下節能策略之建立，並進行電腦自動化之調控。為達此一目標，需進行既有空調設備之改裝，將未具通訊協定之窗型冷氣，加裝廣用之 SAANet 及 ModBus 通訊協定控制模組，利用通訊協定控制模組與電腦進行連結，進行進一步之控制應用。其改裝之工作流程如下：

1. 拆除窗型之面板

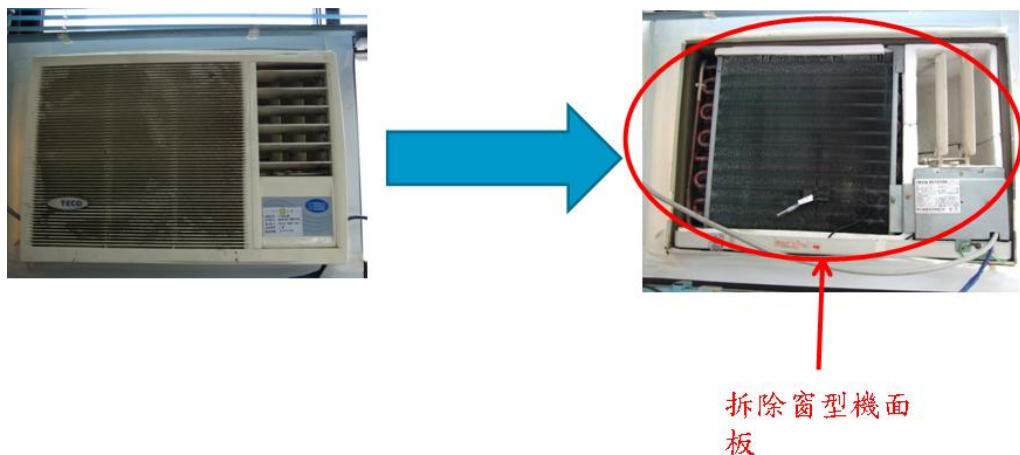


圖9 空調改裝圖 (1)

2. 加裝通訊協定控制模組

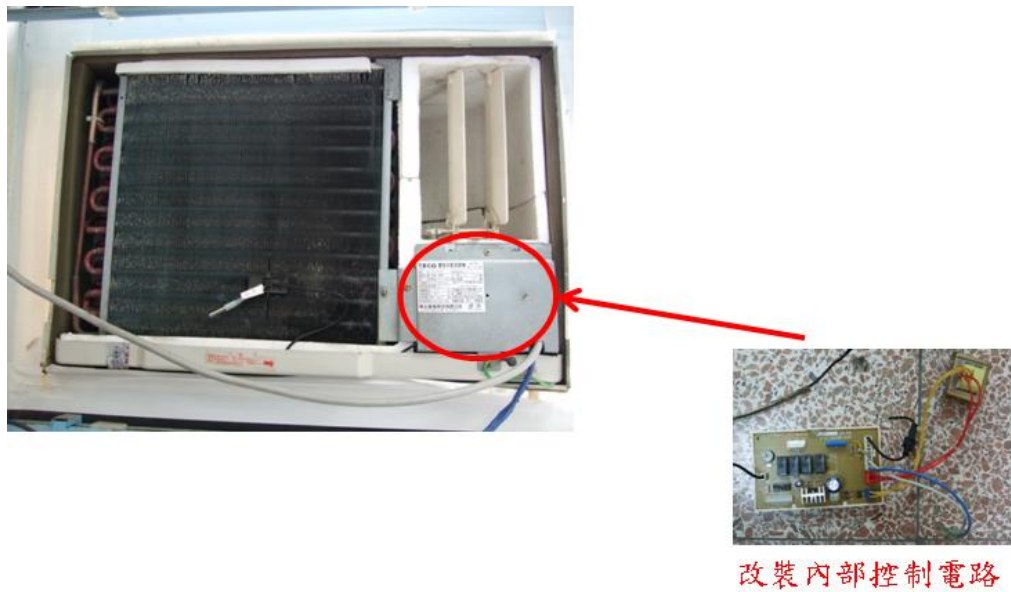


圖10 空調改裝圖 (2)

3. 置換控制面板



圖11 空調改裝圖 (3)

4. 加裝資料擷取器與單板電腦



圖12 空調改裝圖 (4)

第二節 空調設備基本運轉功能測試

改裝後之窗型機由於原有之控制板已被置換，故需進行窗型機基本功能運轉測試，如系統之開關啟停、溫度風速之設定、及運轉模式之選擇等，以確保改裝後窗型機之基本功能與原系統無異。其可控制之功能如下圖所示



圖13 空調系統控制功能頁面

第三章 HEMS 調控照明設備之本土化與應用分析

於九十七年度「台灣地區 HEMS 省能策略之建立及應用分析計畫」中，本團隊採用 T5 高效率燈具進行照明控制應用，節省約 30% 不等之電力，成果相當豐碩。於本年度計畫中，本團隊將採用較先進之 LED 室內照明燈具，應用於家庭照明中，在相同照度條件下，預計可較上一年度之 T5 燈具減少約 40% 以上之耗電，並經由電腦模擬分析及全尺度實驗印證此結果。

本計劃於此階段可分為兩項工作項目，一為高效率 LED 室內照明燈具配光曲線量測，二為應用此量測結果進行電腦模擬分析，其工作內容如下所示：

第一節 高效率 LED 室內照明燈具配光曲線量測

由於 LED 照明屬於較先進之照明技術，與傳統燈具之發光特性不太相同，需進行燈具之配光曲線量測，藉此了解其特性。

配光曲線之量測方法是利用配光曲線儀進行發光特性的量測，當燈具置於配光曲線儀上時，配光曲線儀會進行一圓周之掃測，量測於圓周上各點之發光強度，將此圓周上每一點之量測數據連接起來，即為此燈具之配光曲線。一般來說，配光曲線會依燈具內燈管之排列方向，而量測燈具之 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 及 $90^{\circ}\sim 270^{\circ}$ 兩個平面，藉此定義一較完整之配光曲線。

本團隊於此一階段之量測中，由於實驗室無量測配光曲線之相關儀器，故委託內政部建築研究所性能實驗中心進行相關量測，其試驗報告如附錄一所示。

第二節 LED 室內照明燈具之電腦模擬分析

DIALux 為目前市面上廣泛應用之免付費照明模擬軟體，其本身具備有操作簡單及圖形化呈現等優點。將上述之配光曲線量測結果及建築物相關資料輸入軟體內，即可準確模擬出室內照度、輝度等照明參數。其使用方法及模擬結果如下所示：

壹、軟體簡介

DIALux 軟體是由德國燈具製造工廠所投資開發的軟體，現在主要通用於歐洲國家，但由於是免付費軟體，且介面操作容易，目前有許多廠商陸續加入 DIALux 燈具資料庫的行列。

市售之燈具五花八門，每家廠商都有自己的規格，有不一樣的造型、光源與反射板，所以所呈現的光線、亮度、角度也會有所不同，所以一個好的燈具設計軟體必須具備有想當多的燈具資料庫，才能做出精準的運算。目前在歐洲的許多大廠網站上皆以提供相對應之燈具資料供人下載，而這些資料皆是各家廠商經過一定測試才可提供 DIALux 軟體做計算使用，但由於台灣燈具廠商並無此項技術，所以 DIALux 軟體燈具庫內並無由國內開發之燈具資料。

在台灣大部分的照明計算軟體皆是採用數學算式所計算出來的，其實這樣並不能讓我們了解實際的照明效果，也不精確。DIALux 這套軟體並無這樣的問題，DIALux 可依據所輸入設計圖的燈具配置，繪出空間的照度分布圖及灰階等照圖等，透過這些圖形化的呈現，可以讓我們更了解實際的結果。

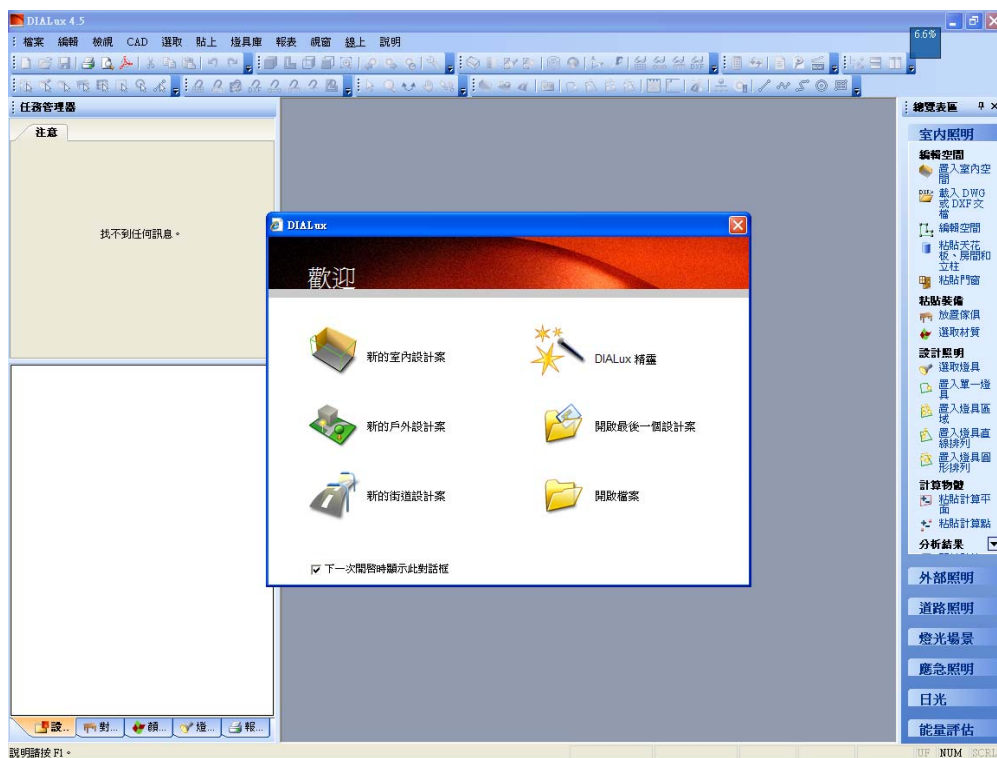


圖14 DIALux 軟體之操作頁面

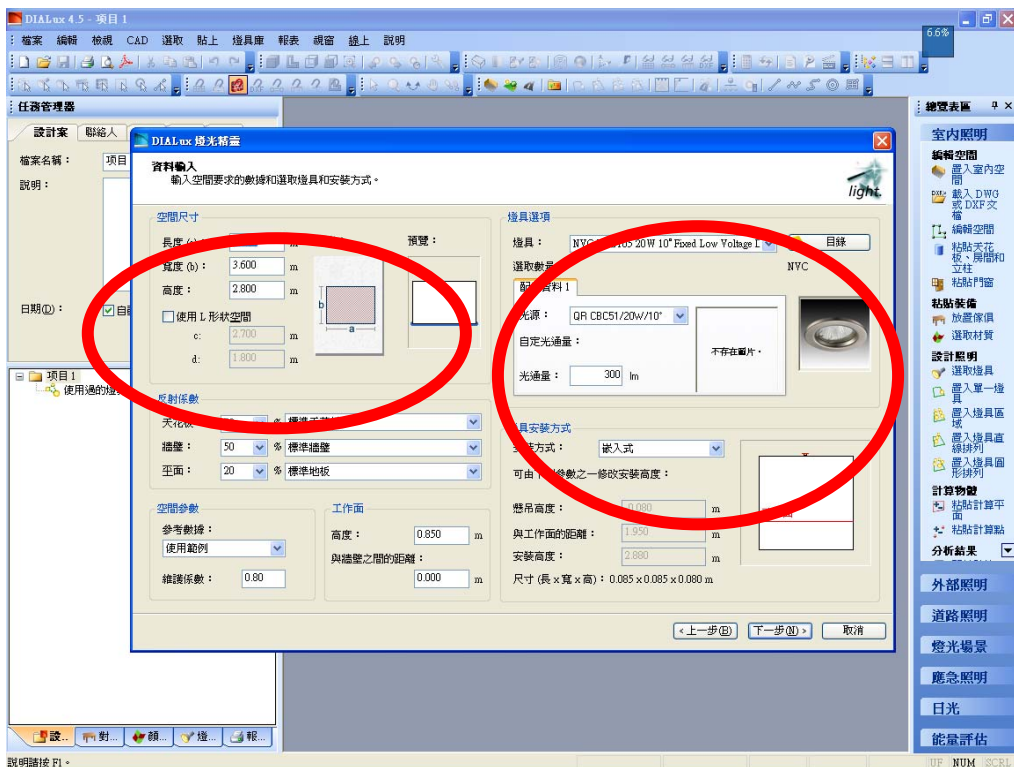


圖15 可依實際情況輸入所需之地板面積及燈具種類

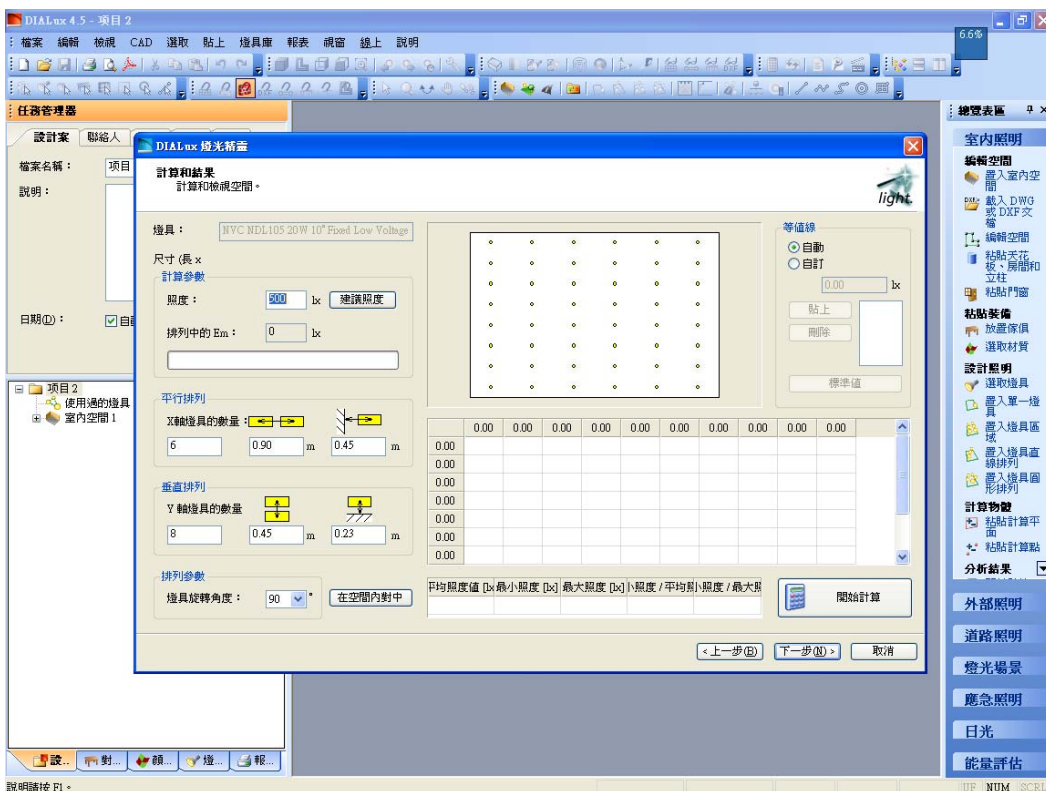


圖16 可依實際情況排列所需之燈具位置

貳、建築物介紹

本實驗居住空間之建築物居住類型空間地點位於高雄市，量測空間位於4樓層數建築物的4樓位置，為一小型實驗空間，樓地板面積為58.2 m²，居住總人數為6人，週一至週五之時段使用情形較為頻繁，於週六、周日及非辦公時段使用較少。

參、模擬與分析

開啟一個新的設計案，將實驗空間的室內條件、燈具種類及擺設位置、家具種類及擺設位置輸入軟體，繪製出實驗空間之立體圖，並進行相關模擬。

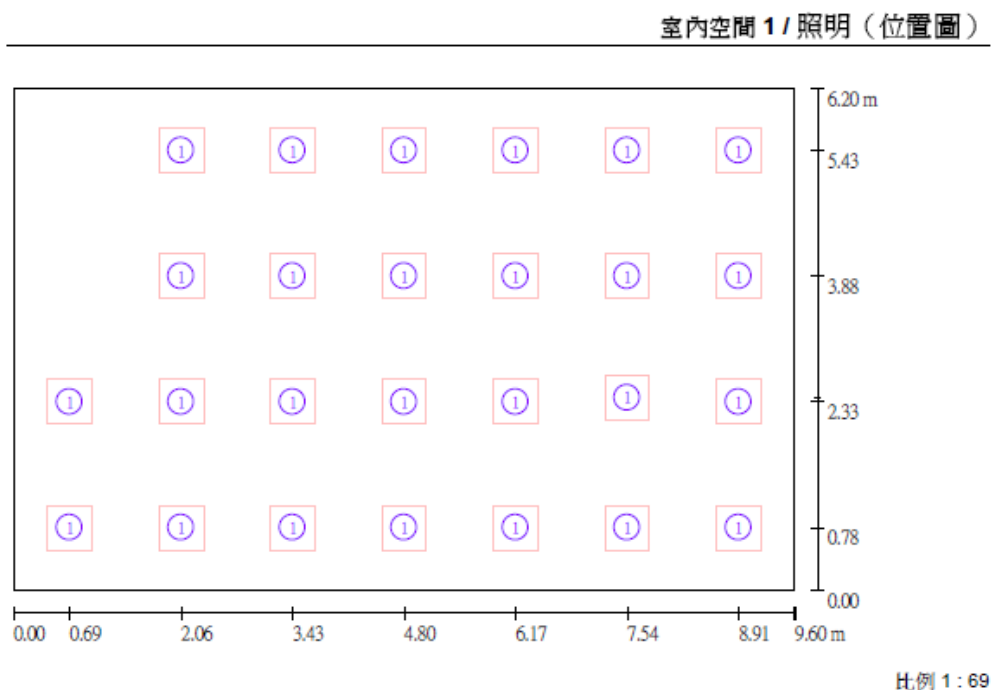
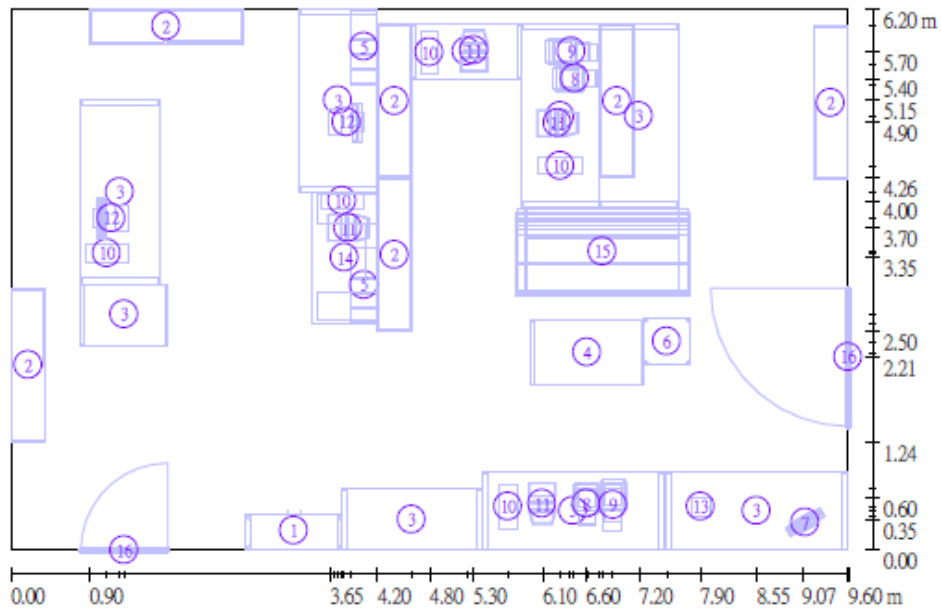


圖17 照明燈具配置圖

室內空間 1 / 對象 (位置圖)



比例 1 : 69

圖18 室內家具位置圖

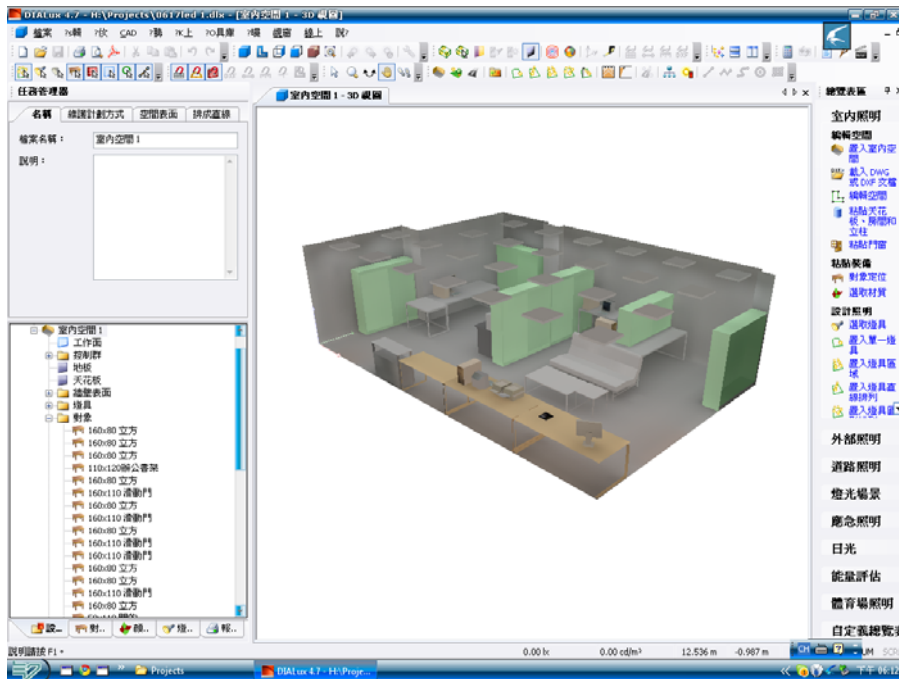


圖19 所建構之實際空間立體圖

上圖為所建構之實際空間立體圖。由於光線是直線進行的，任何的家具或遮蔽物都有可能遮蔽光的行進，造成模擬上的誤差，而繪製出空間的立體圖來進行

模擬，可以使模擬結果更接近實際的照明情況，減少模擬的不可靠性。其模擬結果如下所示：

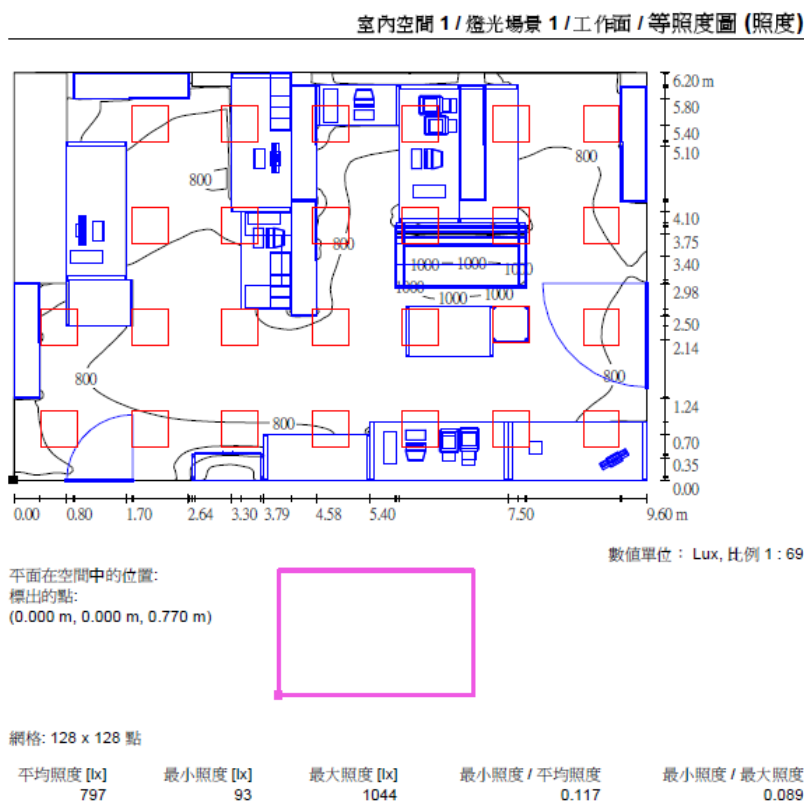


圖20 室內工作面之平均照度分布圖

第三節 LED 照明控制系統異動

於本研究期末階段，由於學校內部實驗室搬遷，故將原先設置之 LED 燈具，改建置於另一間實驗空間，其建置工作內容及模擬結果如下所示：

壹、建築物介紹

本實驗居住空間之建築物居住類型空間地點位於高雄市，量測空間位於 4 樓層數建築物的 4 樓位置，為一小型實驗空間，樓地板面積為 36.8m²，居住總人數為 3 人，週一至週五之時段使用情形較為頻繁，於週六、周日及非辦公時段使用較少。

貳、電腦模擬分析

下圖為本研究運用模擬軟體進行電腦模擬分析，模擬建置後之照明效果，其模擬結果如下圖所示：

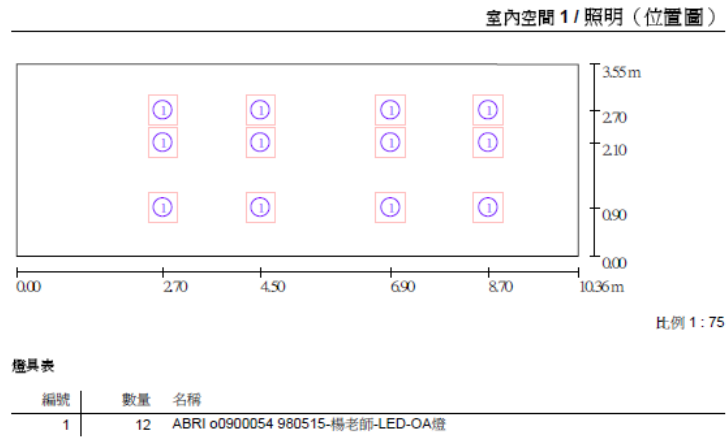


圖21 照明燈具配置圖

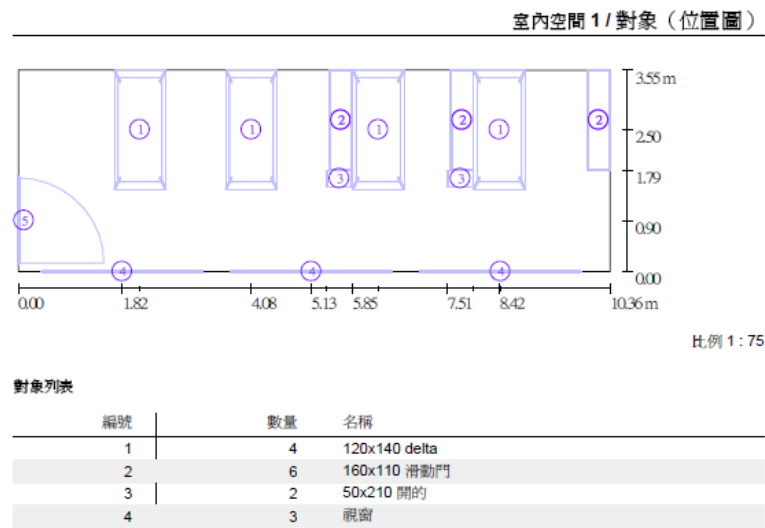


圖22 室內家具位置圖

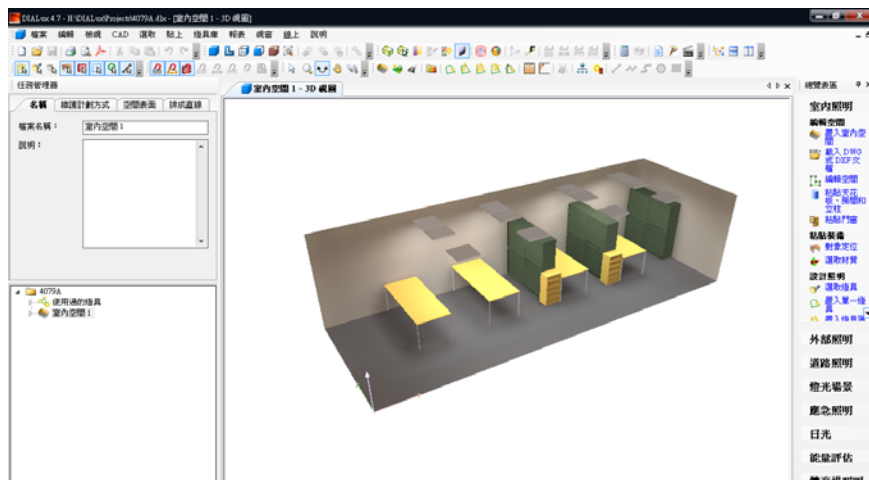


圖23 所建構之實際空間立體圖

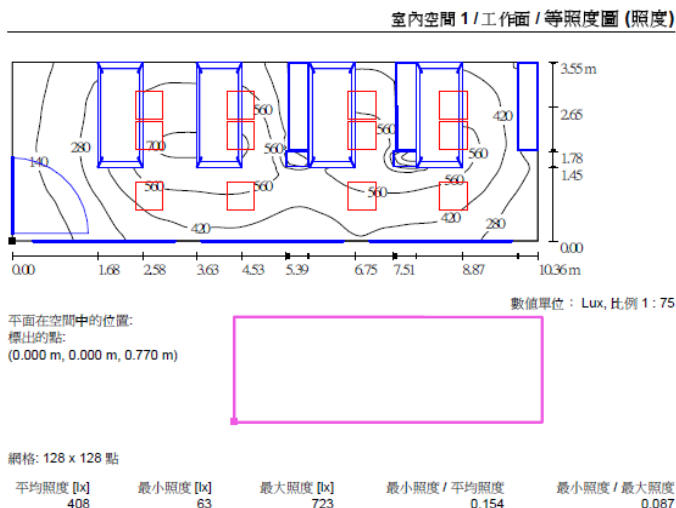


圖24 室內工作面之平均照度分布圖

參、LED 照明控制系統之建置

由於此實驗空間內部電力線路混亂，且舊有燈具區劃控制設計不良，造成控制及電力量測上的困難，因此進行了以下改善項目：

- 電力重新佈線，並加裝總控電盤



圖25 新裝設之電力盤面

- 加裝數位電錶，及 DDC 控制盤



圖26 新裝設之 DDC 控制盤

- 加裝 LED 燈具



圖27 新裝設之 LED 燈具

- 加裝紅外線感知器及照度感知器



圖28 新裝設之紅外線感知器



圖29 新裝設之照度感知器

第四章 HEMS 系統整合與人機介面之應用

HEMS 的應用範圍，包含建築物的自然通風、空調及照明系統控制、光電動力的發電等新技術，而各設備所需之控制參數是相當多且複雜，因此，如何設計一較友善之控制頁面供使用者操作使用，是此階段的目標所在。

本計畫於此階段可分為兩項工作項目，一為 HEMS 系統硬體設備配置，二為 HEMS 系統軟體頁面撰寫，其工作內容如下所示：

第一節 HEMS 系統硬體設備配置

本計畫於 HEMS 系統硬體配置可分為照明及空調系統兩大架構，期架構說明如下所示：

1. 照明系統部分：由於照明系統本身並無通訊協定之問題，只需輸出入簡單之 0V~10V 及 4mA ~20mA 等 I/O 訊號即可進行控制應用，但由於電腦本身無法提供上述之訊號，因此，必需加裝一 DDC 控制模組作為訊號輸出介面，以便進行控制，其架構示意圖如下所示：



圖30 照明系統架構圖

2. 空調系統部分：本團隊所用之空調系統採用 ModBus 協定，且採用 RS485 通訊埠口進行連結，因此，必須加裝一具備 ModBus 協定及 RS485 通訊埠口之單板電腦，作為空調系統之 Gateway 與電腦進行溝通連結，以進行後續之控制應用，其架構示意圖如下所示：

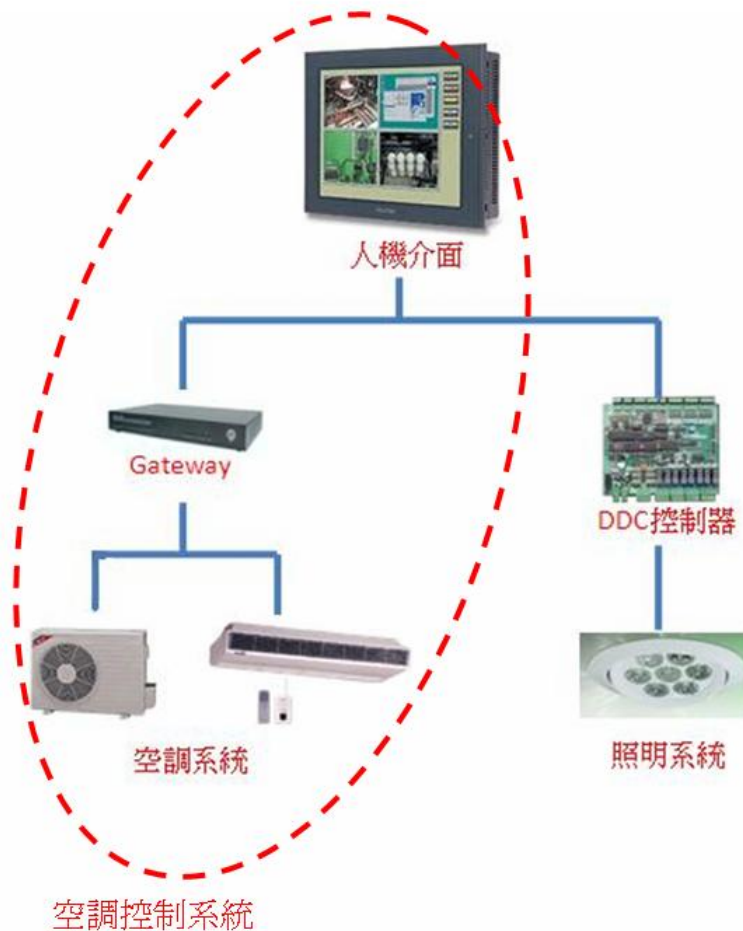


圖31 空調系統架構圖

第二節 HEMS 系統軟體頁面撰寫

本團隊目前所建構之 HEMS 系統控制頁面具備控制、紀錄兩大功能，其簡介如下所示：

壹、系統架構說明：

此 HEMS 系統大致可分成三個軟體的劃分：

- 一、空調系統啟停控制軟體，並可進行溫度、風速、運轉模式等參數設定。

二、建築電力監測軟體，紀錄耗能歷史資料及曲線圖。

貳、特色：

一、系統支援遠端網路連線，可隨時藉由網路功能進行室內空調之開關、調整及時程控制。

二、電力需量分析軟體可按月作用電比例分析和電度之查詢，每日用電度數亦可查詢，並記錄當日最高用電需量。

三、自動化的空調避免無謂的能源浪費。

參、HEMS 系統控制頁面介紹：

1. 空調監控頁面



圖32 空調系統控制頁面，具備有空調室內機狀態監看、啟停控制等功能

2. 時序控制頁面

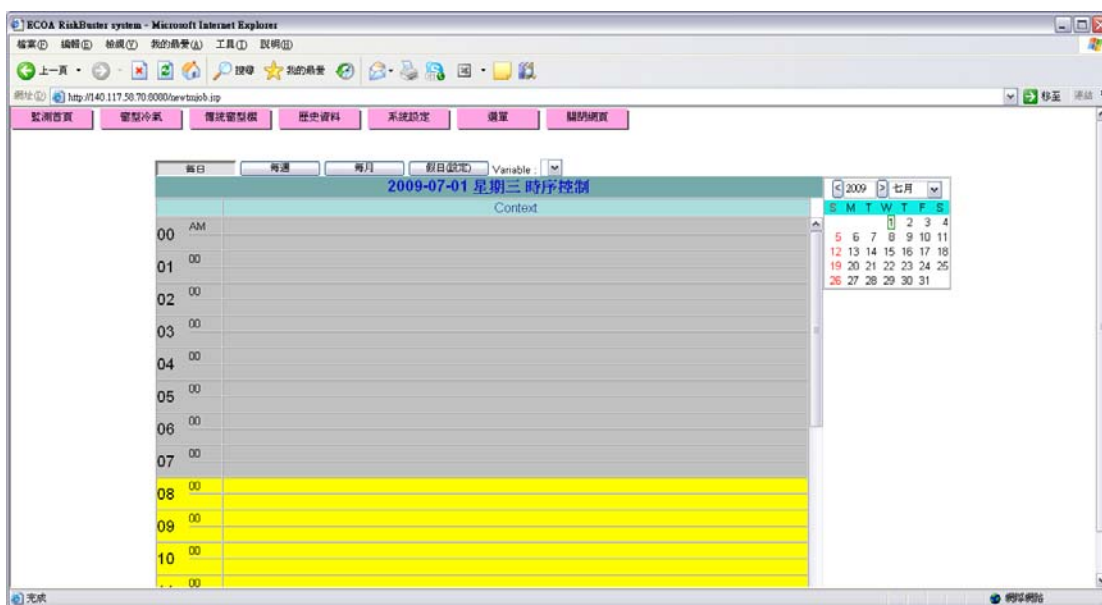


圖33 時序控制頁面，設定監控設備之啟停時間

3. 歷史資料頁面

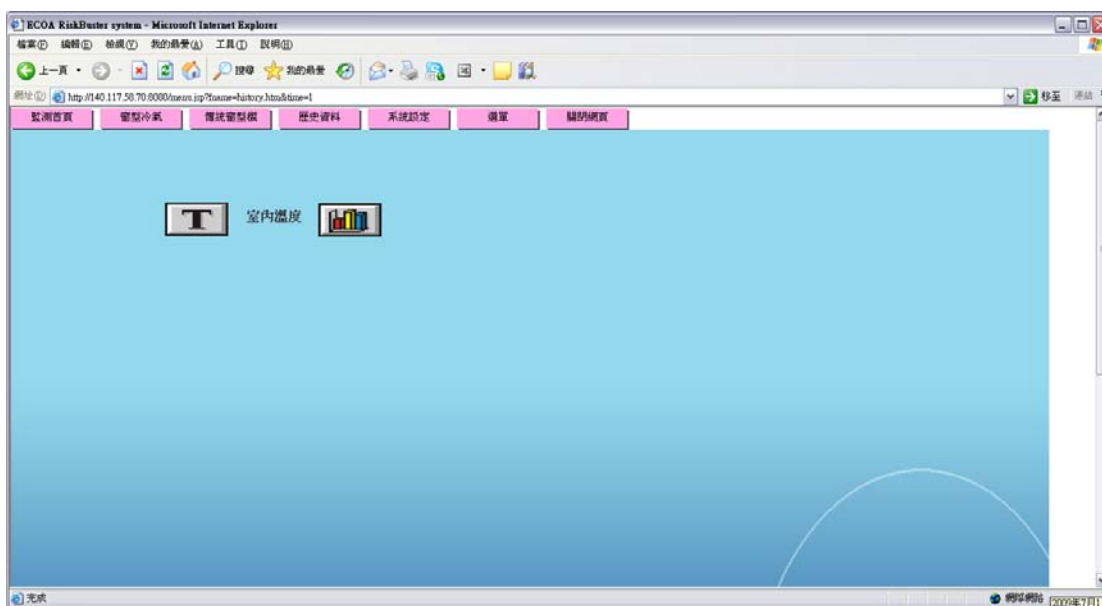


圖34 歷史資料查詢頁面，可查詢室內溫度等歷史資料

第五章 台灣濕熱型氣候下 HEMS 智慧型運轉策略之建立與應用

HEMS 系統於國外施行多年，其運轉策略之應用皆獲得不錯之成效，但由於台灣地區屬於高熱高濕型之氣候，並不適用國外所建立之運轉策略，且此氣候環境對於空調設備易造成極大之負荷，因此，如何建立一適合台灣之智慧型運轉策略，為此階段的最大目標所在。

本計畫於此 HEMS 智慧型運轉策略之建立與應用可分為兩大方向，一為濕熱型氣候下智慧型空調運轉策略之建立，二為隨人員變動智慧型燈控運轉策略之建立，其所建立之策略內容如下所示：

第一節 智慧型空調運轉策略之建立

壹、PMV 熱舒適運轉模式之建立

在 70 年代初期 Nevins 等人針對 1600 名大專學生調查，將溫度、濕度、性別、熱暴露長度與舒適度之間建立其相關性。該調查將冷暖分為七個等級，被調查者則依照主觀感覺選擇在當下環境中的冷暖等級，並可得到一平均值，此即為 PMV (Predicted Mean Vote) 指標。



圖35 PMV 指標之冷暖等級

Fanger 更進一步研究將熱舒適度建立一套完整的理論模式，明確指出熱舒適度是受到溫度、濕度、風速、平均熱輻射溫度、人體著衣量及人體活動量等六大參數所影響，並找出其關係式。其中評估方法包含有預測平均投票數 (PMV) 及不滿意百分率 (PPD; Predicted Percentage of Dissatisfied)。此模式為國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 之熱舒適評估指標。

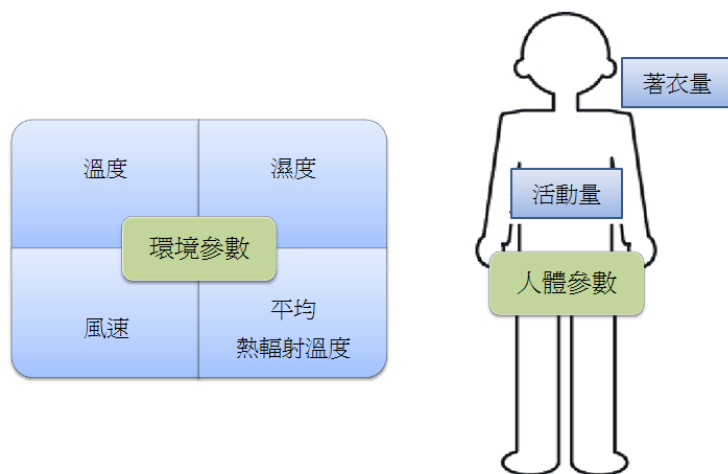


圖36 影響 PMV 之六大參數

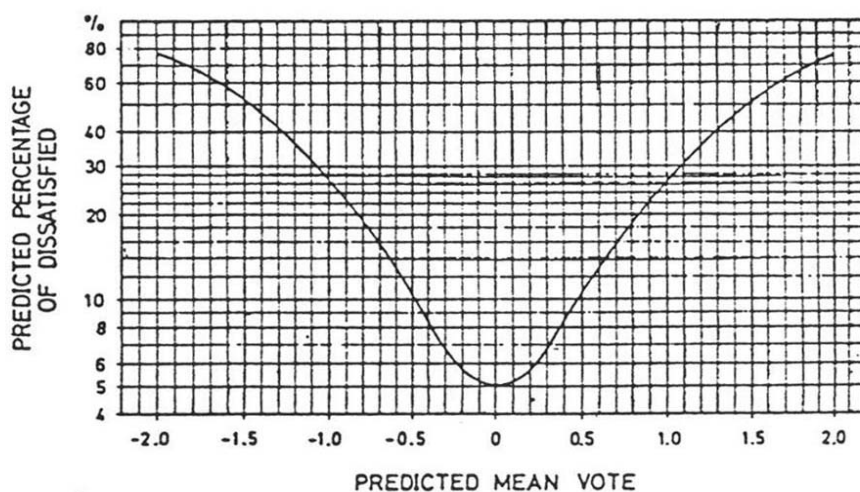


圖37 PMV 及 PPD 之關係圖

Fanger 的理論模式係建立於人體生理與能量傳輸關係。據此觀點，人體只有在與外界的熱量進出達到平衡才會感到舒適。當熱量無法達到平衡時即形成熱負荷，此熱負荷與人體及其周圍環境的熱交換關係為：

$$\begin{aligned} L_d &= H - E_d - E_{sw} - E_{re} - S - R - C \\ &= H - E_d - E_{sw} - E_{re} - S - K \end{aligned} \quad (1)$$

其中 L_d 為熱負荷， H 為人體內部產生的熱量， E_d 為皮膚表面水蒸氣擴散所損失的熱量， E_{sw} 為皮膚表面水份蒸發所損失的熱量， E_{re} 為呼吸作用的潛熱損失， S 為呼吸作用的顯熱損失， K 為人體經由衣服傳導至外界的熱量， R 為衣著表面輻射熱傳損失， C 為衣著表面對流熱傳損失。上式顯示，假設衣著不積存熱量，由人體透過衣著傳導出的熱量（ K ）亦等於衣著表面經由對流與輻射（ $R + C$ ）對環境所傳遞的熱量。亦即：

$$K = R + C \quad (2)$$

其中各個進出熱源的計算方法如下：

人體內部產熱量 H：

人體由於新陳代謝會產生熱量（ M ），此熱量主要是用來維持身體的溫度（ H ），另一部份則做為人體活動時的動力來源（ W ）：

$$M = H + W \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-1})$$

若定義熱效率

$$\eta = \frac{W}{M} \quad (\text{A-2})$$

可得：

$$H = M(1 - \eta) \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-3})$$

皮膚表面水蒸氣擴散所損失的熱量 E_d ：

此熱量損失與皮膚溫度飽和水蒸氣壓與周圍空氣水蒸氣分壓間的差值成比例關係，經過化簡可得：

$$E_d = 0.35 A_{Du} (1.92 t_s - 25.3 - p_a) \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-4})$$

其中 A_{Du} 為人體表面積 (m^2)， p_a 為大氣中水蒸氣分壓 (mmHg)， t_s 為皮膚表面平均溫度 ($^{\circ}\text{C}$)，根據實驗：

$$t_s = 35.7 - 0.032 \frac{H}{A_{Du}} (^{\circ}\text{C}) \quad (\text{A-5})$$

皮膚表面水份蒸發熱量損失 E_{sw} ：

根據實驗，此熱量損失為：

$$E_{sw} = 0.42 A_{Du} \left(\frac{H}{A_{Du}} - 50 \right) \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-6})$$

呼吸作用的潛熱損失 E_{re} ：

此熱量損失是呼吸量與空氣進出水蒸氣含量差值的函數，化簡後可以得：

$$S = 0.0014 M (34 - t_a) \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-8})$$

其中 t_a 為大氣平均溫度 ($^{\circ}\text{C}$)。

人體經由衣物傳導至外界的熱量 K ：

皮膚傳至衣物表面熱量的計算需考慮皮膚與衣物間的熱對流、熱輻射效應以及衣物本身的熱傳導，因此頗為複雜。Gagge et al. 提出以下的關係式：

$$K = A_{Du} \frac{t_s - t_{cl}}{0.18 I_{cl}} \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-9})$$

其中 t_{cl} 為衣物表面之平均溫度 ($^{\circ}\text{C}$)，

$$I_{cl} = \frac{R_{cl}}{0.18} (\text{clo}) \quad (\text{A-10})$$

其中 R_{cl} 為皮膚至衣物表面間的總體熱阻， $1 \text{ clo} = 0.18 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2\cdot\text{hr}/\text{Kcal}$ 。

輻射熱傳損失 R：

人體與周圍環境間會進行輻射熱交換，其熱交換量與人體及周圍物體的溫度以及相對應的幾何形狀有關，可以下式表示：

$$R = 3.4 \times 10^{-8} A_{Du} f_{cl} \left[(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-11})$$

其中 f_{cl} 為人體衣物表面積與皮膚表面積之比， t_{mrt} 為平均輻射溫度 (mean radiant temperature)。

對流熱傳損失 C：

衣物表面的對流熱傳損失可由下式得到：

$$C = A_{Du} f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \quad (\text{Kcal/hr}) \quad (\text{A-12})$$

其中對流熱傳係數

$$h_c = \max[2.05(t_{cl} - t_a)^{0.25}, 10.4\sqrt{V}] \quad (\text{Kcal/hr}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}) \quad (\text{A-13})$$

其中 V 為風速 (m/s)。

熱平衡方程式：

將式 (A-3) 至 (A-12) 代入式 (1) 第一行中可得：

$$\begin{aligned}
 L_d = & \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 0.35 \left[43 - 0.061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] \\
 & - 0.42 \left[\frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 50 \right] - 0.0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) \\
 & - 0.0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) \\
 & - 3.4 \times 10^{-8} f_{cl} \left[(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] \\
 & + f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a)
 \end{aligned}
 \tag{A-14}$$

又根據式 (2) 可得

$$\begin{aligned}
 t_{cl} = & 35.7 - 0.032 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 0.18 I_{cl} \left\{ \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) \right. \\
 & - 0.35 \left[43 - 0.061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] - 0.42 \left[\frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 50 \right] \left. (^\circ\text{C}) \right. \\
 & \left. 0.0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) - 0.0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) \right\}
 \end{aligned}
 \tag{A-15}$$

式 (A-14) 與 (A-15) 所包含的變數計有：

- (1) 與衣物有關的函數 (I_{cl} 、 f_{cl})。
- (2) 與人體活動程度有關的函數 (M/A_{Du} 、 η)。
- (3) 與環境有關的變數 (V 、 t_a 、 p_a 、 t_{mrt})。

若一狀況之各變數恰好使式 (A-14) 中之 $L_d = 0$ ，則此狀況就能提供人體最佳的舒適性。Fanger 由實驗得到身體熱負荷與人體活動量的關係，並導出計算 PMV 值的完整公式：

$$PMV = \left[0.352e^{-0.042(M/A_{Du})} + 0.032 \right] L_d \quad (3)$$

將式 (A-14) 代入上式可得：

$$\begin{aligned} PMV = & \left[0.352e^{-0.042(M/A_{Du})} + 0.032 \right] \left\{ \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) \right. \\ & - 0.35 \left[43 - 0.061 \frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - p_a \right] \\ & - 0.42 \left[\frac{M}{A_{Du}}(1-\eta) - 50 \right] \\ & 0.0023 \frac{M}{A_{Du}}(44 - p_a) - 0.0014 \frac{M}{A_{Du}}(34 - t_a) \\ & \left. - 34 \times 10^{-8} f_{cl} \left[(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \right\} \end{aligned}$$

至此已有一完整之 PMV 值計算方法，若可以得到式 (3) 中之變數值，即可得到在某一狀況下的 PMV 值，可依此瞭解在此一狀況下人體的熱舒適性，並可利用不同的方法（改變衣著量、調整風溫、風速等）加以改善，以達到舒適的目的。

但對於台灣濕熱型氣候而言，上述 Fanger 所提出之 PMV 理論並不完全適用。因此為求實驗之準確性，必須將六大參數因子所構成之 PMV 公式加以修正及簡化，使其適合材用。此稱為熱調適行為之熱舒適模式，其修正之公式及參數如下所示：下表則為利用修正後之 PMV 公式所計算出之最佳化溫度及風速。

$$APD(T_i, \phi_j, v_k, \Delta T_l) = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + ab_{ij} + ac_{ik} + ad_{il}$$

上式為 PMV 修正簡化後所導出之不滿意度公式即 APD 公式，其中 μ 為平均值、 a_i 溫度的影響參數、 b_j 濕度的影響參數、 c_k 風速的影響參數、 d_l 平均輻射溫度的影響參數、 ab_{ij} 溫度與濕度交互作用的影響參數、 ac_{ik} 溫度與風速交互作

用的影響參數、 ad_{il} 溫度與平均輻射溫度交互作用的影響參數。下表則為利用修正後之 PMV 公式所計算出之最佳化溫度及風速：

表1 設定溫度及風速最佳化之狀態

	溫度 °C	風速 m/s
省能	25	0.2
舒適	25	0.5
省能	26	0.2
舒適	26	0.5
省能	27	0.3
舒適	27	0.8
省能	28	0.3
舒適	28	0.8

貳、依負荷量調配空調機負載之情境模式應用

此運轉策略是利用空調室內機並搭配 RFID 進行控制，利用 RFID 來偵測進入實驗空間之人員數量，人員數多時，空調負荷變大，提高室內機之風速，降低其設定溫度；反之，空調負荷減少，降低室內機之風速，升高其設定溫度，藉此達到室外機加卸載之功能。

此外，此模式還可利用溫度 sensor 感測室外溫度之高低來進行空調機負載量之調配。

其系統架構及控制流程如下圖所示：



圖38 空調情境模式系統架構圖

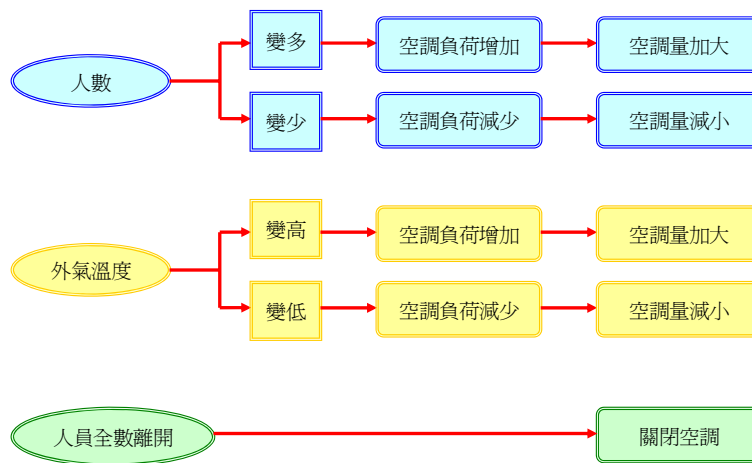


圖39 RFID 人感控制情境模式流程圖

第二節 智慧型燈控運轉策略之建立

壹、燈具休眠運轉模式之建立

照明燈具在不使用時，將燈具關閉是最為省能之方法，但對於家庭走道或時常有人經過之區域，此種方式可能會造成一些危險發生。舉例說明：今天使用者於出門前將室內所有燈具關閉，當回家時打開門所見到必定是一片昏暗的空間，而使用者必須在此昏暗空間摸索，找出開關來啟動燈具，但他在摸索中可能會踢到家具或被家具絆倒等等。且出門前將燈具全數關閉易吸引宵小入侵。

因此，基於以上之考量，本團隊控制照明燈具在不使用時，能調光至低照度的狀態下運轉，且人在此低照度環境還進下一然可分辨家中物品之擺設，避免上述之危險。而出門時運轉此模式，由於室內尚有為若燈光，故可避免吸引宵小入侵。休眠運轉模式之電腦模擬圖，如下圖所示：

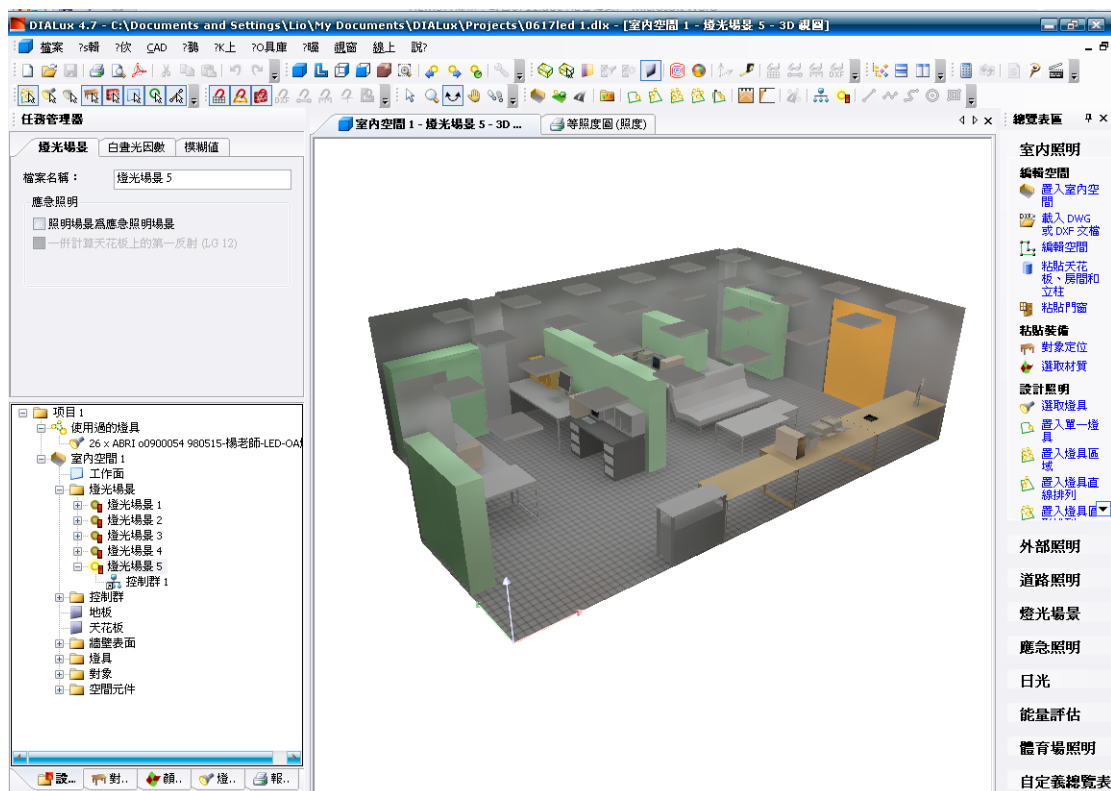


圖40 休眠情境電腦模擬圖

貳、智慧型人感區劃控制之建立

傳統照明設計時，常以施工方便為考量，故在設計上常忽略區劃之概念，同一空間常只設置一區劃，所以當使用者於此空間的某處角落做事時，也必須開啟所有燈具，造成多餘之耗能。

區劃控制之設計主要是以空間各區域功能性而定，如下圖所示，假設 A、B、C 三區分別為三種不同功能性之區域，如電視區、閱讀區等等，那在設計上就應設計出三個區劃，以避免當只有單一區域在使用時，全區域都需開啟燈具所造成之耗能問題。但傳統區域控制之開關往往都只裝設在同一位置，這也是傳統區域控制之詬病，因為此種開關設計方式易造成使用者使用上之不便，導致使用者使用意願下降，一樣採取全區域照明燈具開啟之方式，而喪失區域控制之意義。

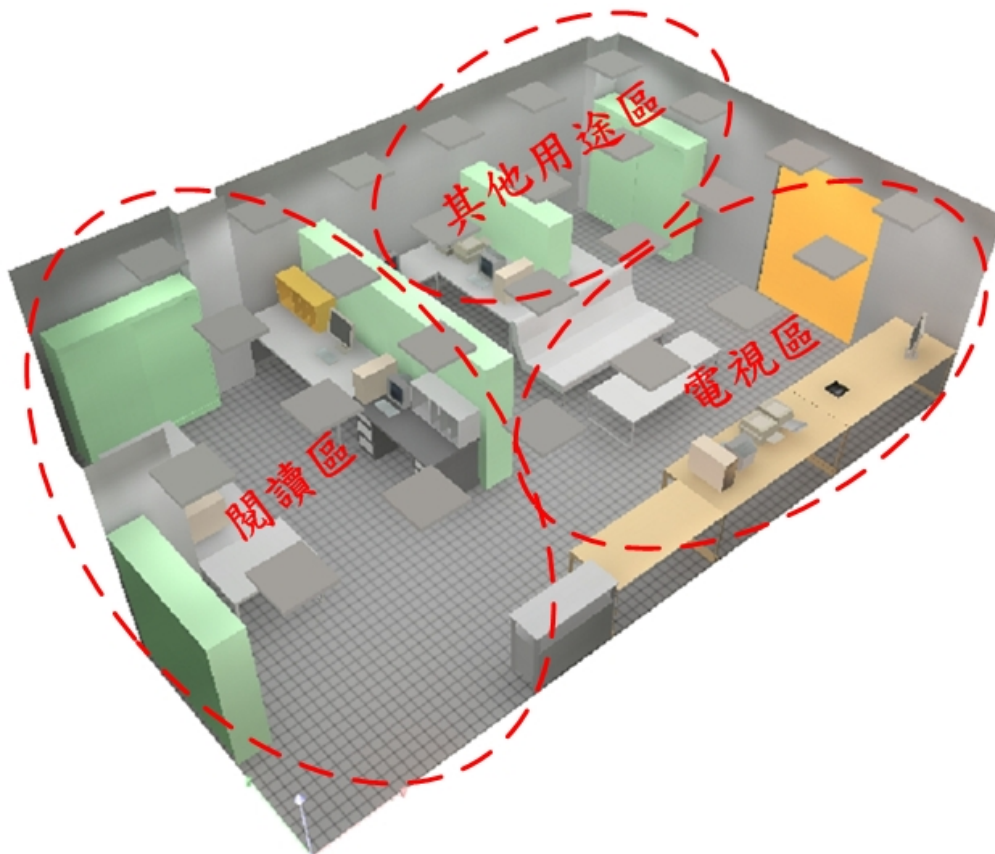


圖41 照明區劃控制示意圖

本團隊採取較人性化之區劃控制技術，利用區域人感 sensor 代替傳統開關設計，當人員進入此區域時，則開啟此區域之燈光，反之則關閉，利用控制此一方式來增加區域控制之方便性。此區劃控制之控制流程，如下圖所示：

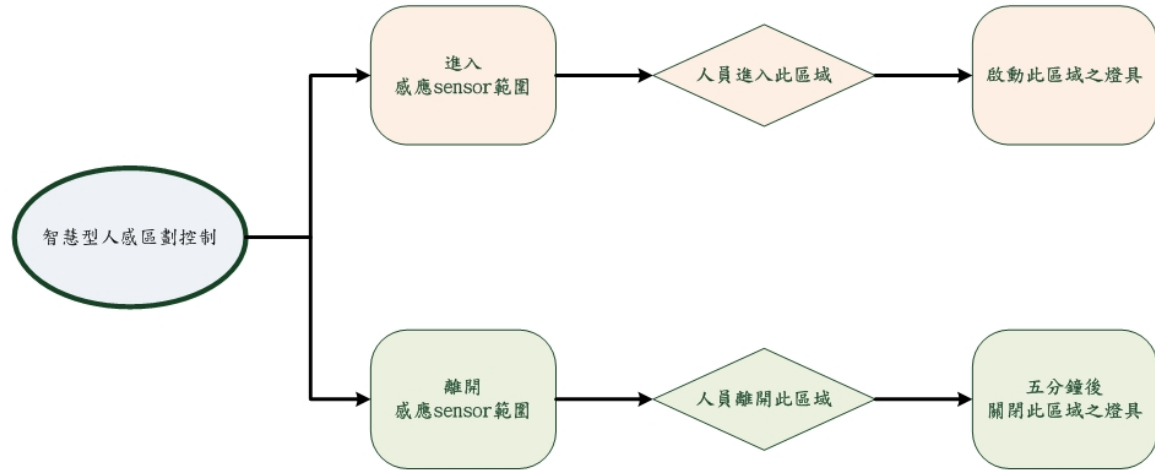


圖42 區劃照明控制之流程圖

第六章 HEMS 系統之全尺度實驗及效益分析

本計畫之實驗可分為兩階段，一為位於中山大學之實驗空間進行初步之實驗，二為將設備建置於建築研究所萬隆 LIVING3.0 智慧化展示空間之全尺度實驗。

第一節 中山大學之全尺度實驗

壹、建築物簡介

本研究之實驗地點位於高雄市，為一地上 4 樓地下 1 樓之建築物，本實驗空間位於此棟建築 4 樓，樓地板面積為 58.2 m²，居住總人數為 8 人，週一至週五之時段使用情形較為頻繁，於週六、周日及非辦公時段使用較少。

貳、實驗規劃設計

本研究所建置之實驗規劃設計如下表所示：

1. 空調控制系統

表2 PMV 熱舒適運轉模式建立之規劃設計

實驗名稱：	PMV 熱舒適運轉模式之建立。
實驗規劃設計：	應用 PMV 公式設計最佳化空調運轉模式，藉此達到節能且舒適之空調效果。
實驗應用限制：	密閉空間。
實驗假設條件：	假設溫度、風速均勻傳播。
實驗相關變數：	室內溫度、人體周圍風速。

表3 依負載量調配空調機負載控制之規劃設計

實驗名稱：	依負載量調配空調機負載控制。
實驗規劃設計：	應用溫度及 RFID 感知器，感應室外溫度及室內人數之變動，調配空調機負載控制。
實驗應用限制：	密閉空間。
實驗假設條件：	假設溫度、風速均勻傳播。
實驗相關變數：	室外溫度、進入空間人數。

2. 照明控制系統

表4 智慧型人感區劃控制之規劃設計

實驗名稱：	智慧型人感區劃控制。
實驗規劃設計：	應用紅外線感知器，感應室內人員位置，進行照明區劃開關、調光控制。

實驗應用限制：	人員需於紅外線感知器感應範圍。
實驗假設條件：	無。
實驗相關變數：	進入空間人員位置。

參、實驗結果及效益評估

於此階段的實驗中，將進行空調策略及 LED 照明策略之全尺度實驗，其實驗結果及效益分析如下所示：

一、空調部分

1.PMV 熱舒適運轉模式之建立

下列圖示為使用 PMV 情境模式之耗能情形。透過 PMV 修正後之公式可計算出各種設定溫度下最舒適及最省能之狀態，其計算結果如表 1 所示。其中最省能狀態較最舒適狀態約可減少 17% 之耗能。

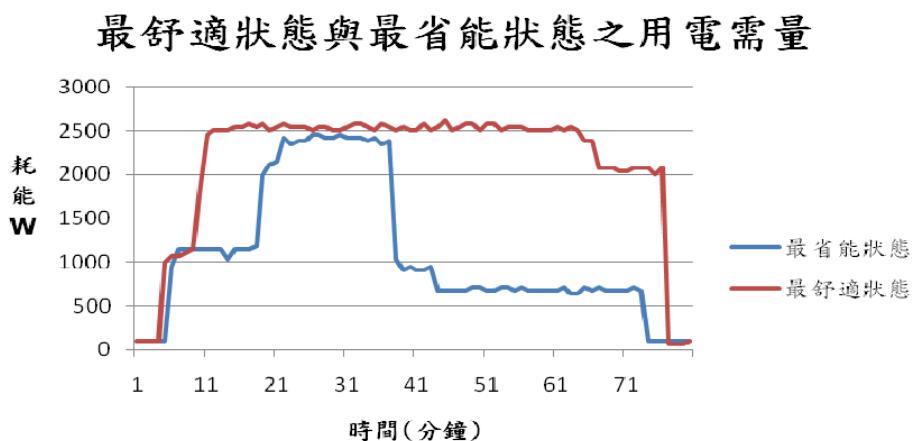


圖43 最舒適狀態與最省能狀態用電需量比較

最舒適及最省能狀態之用電度數

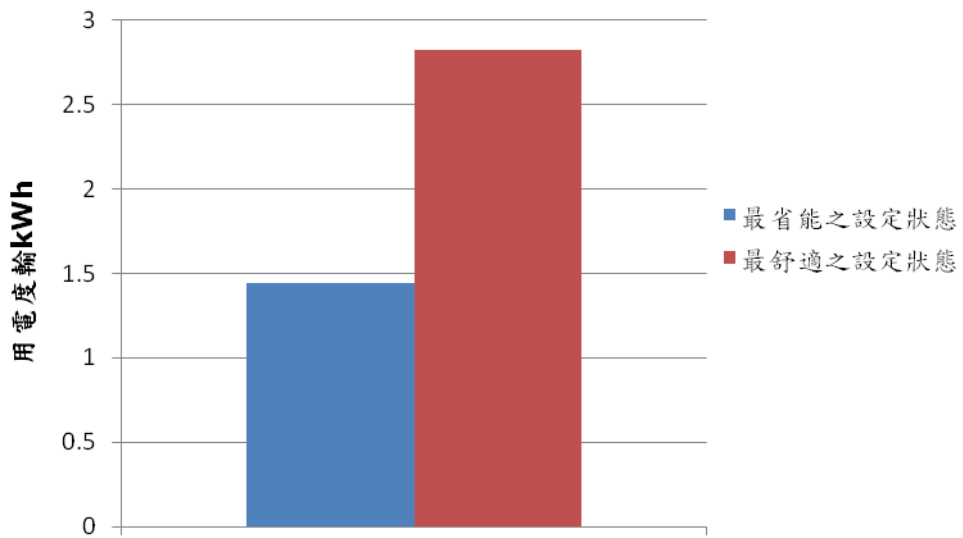


圖44 最舒適狀態與最省能狀態用電度數比較

最舒適之設定狀態

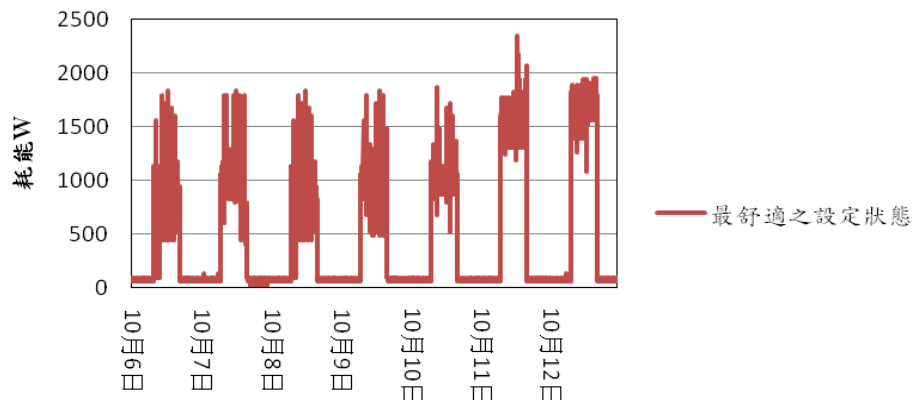


圖45 最舒適狀態單週用電需量

最省能之設定狀態

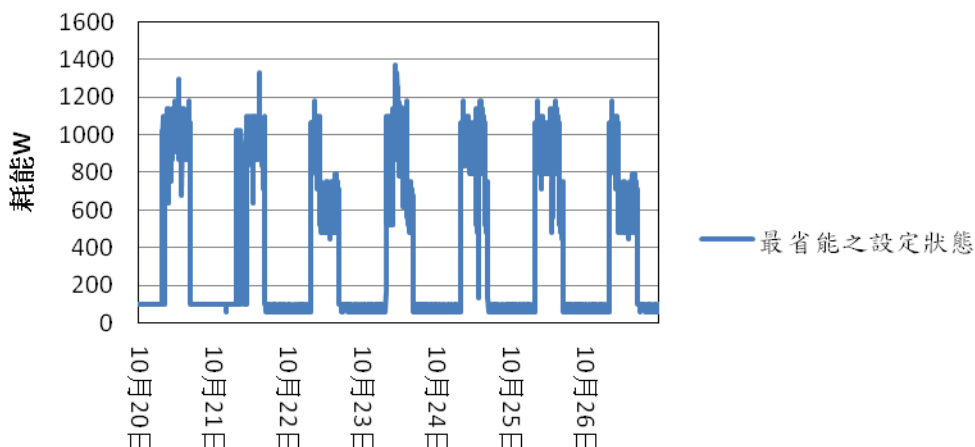


圖46 最省能狀態單週用電需量

最舒適及最省能狀態之用電度數

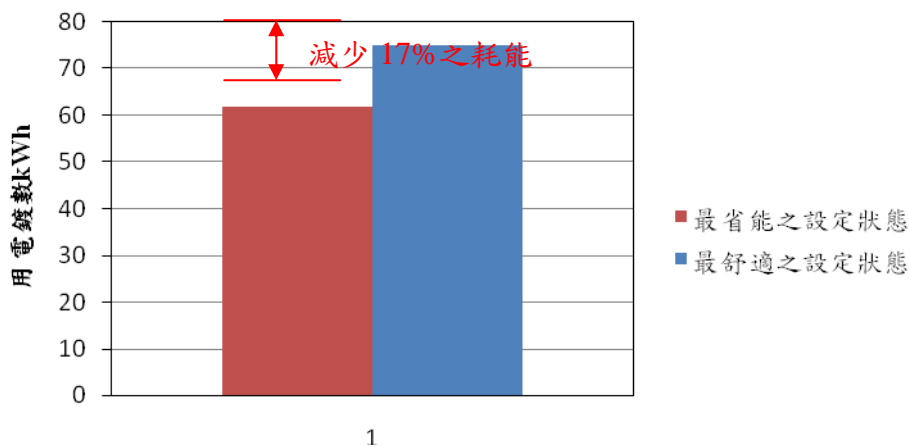


圖47 最舒適狀態與最省能狀態單週用電度數比較

2. 依負荷量調配空調機負載之情境模式應用

- 依人數調配空調機負載控制

下圖為依人數調配空調機負載控制之耗電量。時間為下午 1 點，室內人數 2 人，其空調設定溫度為 26°C，風速自動；約 1 點 30 分左右，實驗室進入 3 人，室內人數變為 5 人，故必須空調機加載，自動將設定溫度調整至 25°C，風速大；到了 1 點 50 分後，實驗室離開 4 人，總人數變為 1 人，故必須空調機卸載，自

動將設定溫度調整至 27°C，風速大；2 點 15 分左右，最後一人離開實驗室，則將空調全數關閉。

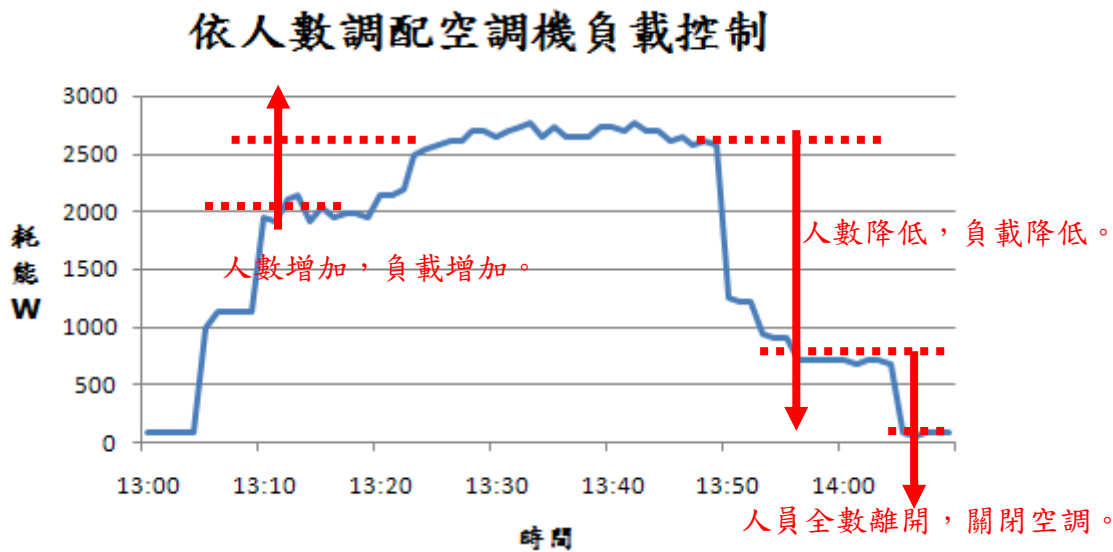


圖48 依人數調配空調機負載控制之耗電量

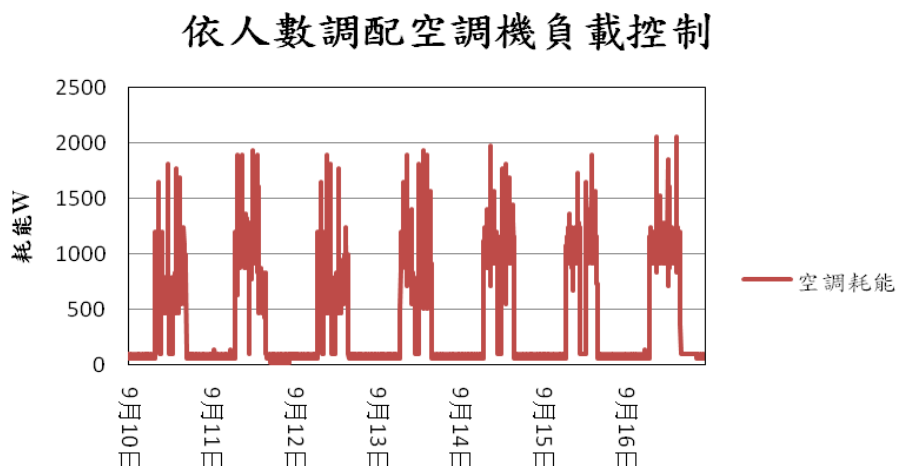


圖49 依人數調配空調機負載控制之單週耗電量

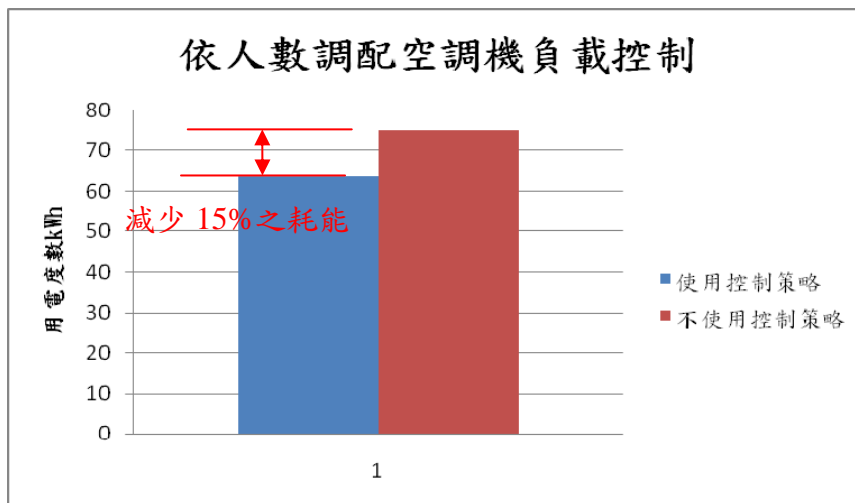


圖50 使用控制策略與不使用控制策略之單週用電度數比較

● 依溫度高低調配空調機負載控制

下圖為依溫度高低調配空調機負載控制之耗電量。當外氣溫度由 30 度上升至 32 度時，空調負荷將會變大，故將設定溫度調低，風速加大，造成耗電量上升；而當溫度由外氣溫度 30 度下降至 28 度時，空調負荷變小，故將設定溫度調高，風速關小，而造成耗電量下降。

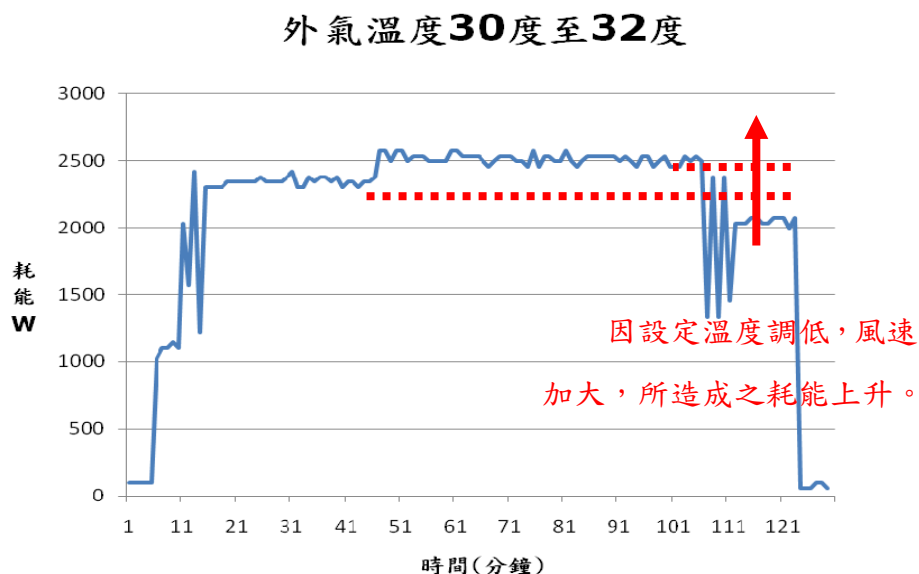


圖51 外氣溫度由 30 度上升至 32 度之空調耗電量

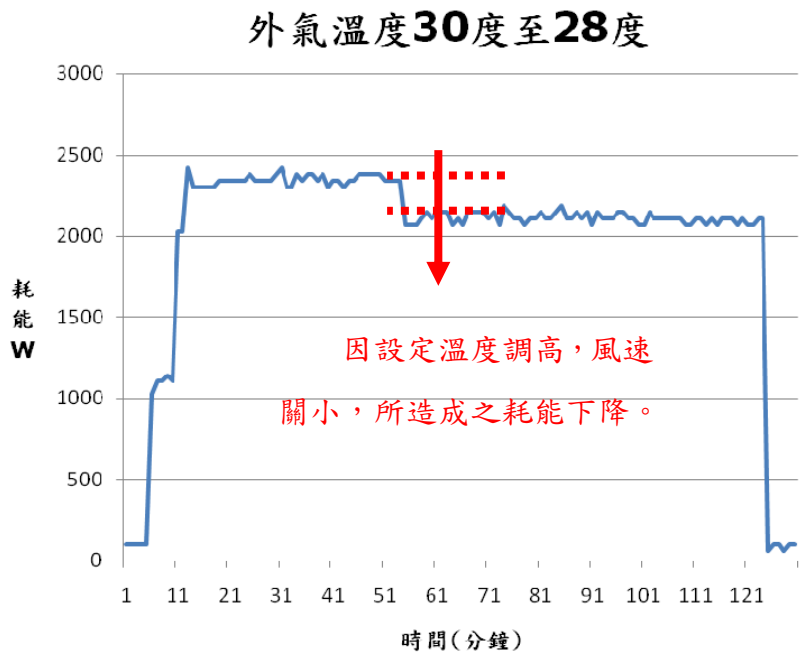


圖52 外氣溫度由 30 度下降至 28 度之空調耗電量

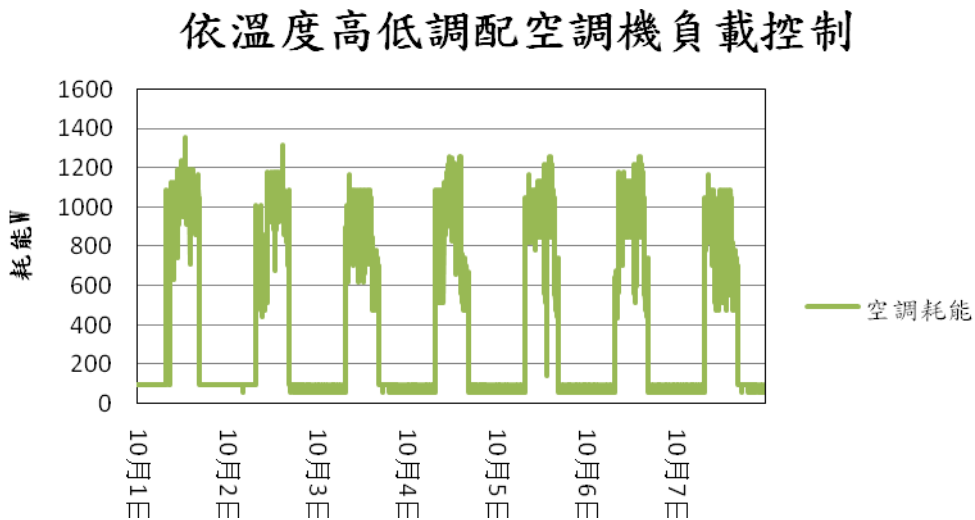


圖53 依溫度高低調配空調機負載控制單週耗電量

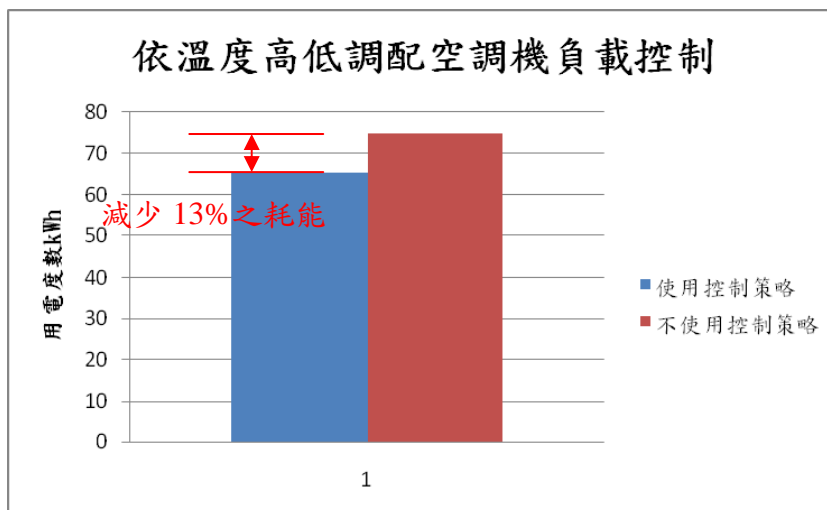


圖54 使用控制策略與不使用控制策略之單週用電度數比較

二、照明部分

1.LED 燈具及 T5 燈具耗能比較

下圖為 LED 燈具及 T5 燈具之耗電量比較圖，由實際量測結果得知，LED 燈具耗電量極低，約可較 T5 燈具減少 50%之耗能。

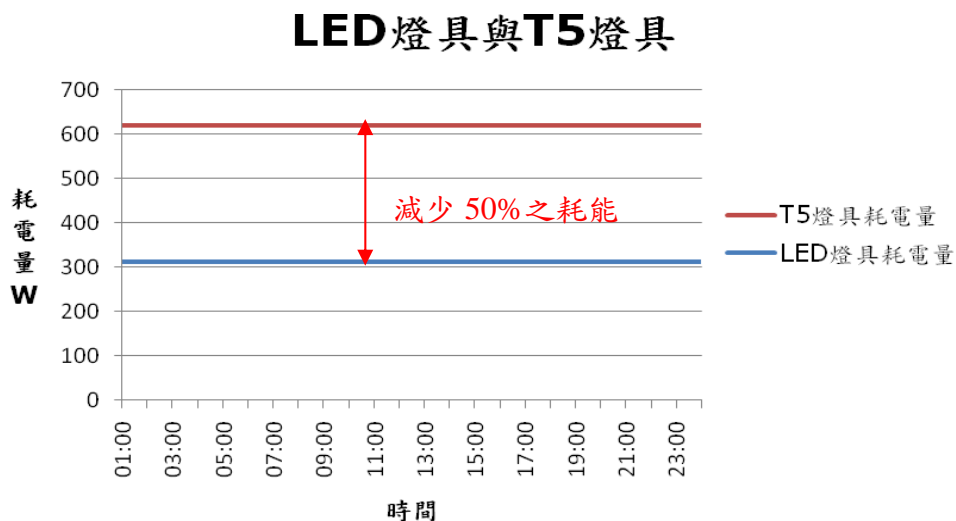


圖55 LED 燈具及 T5 燈具之耗電量比較圖

LED燈具與T5燈具耗電原始資料

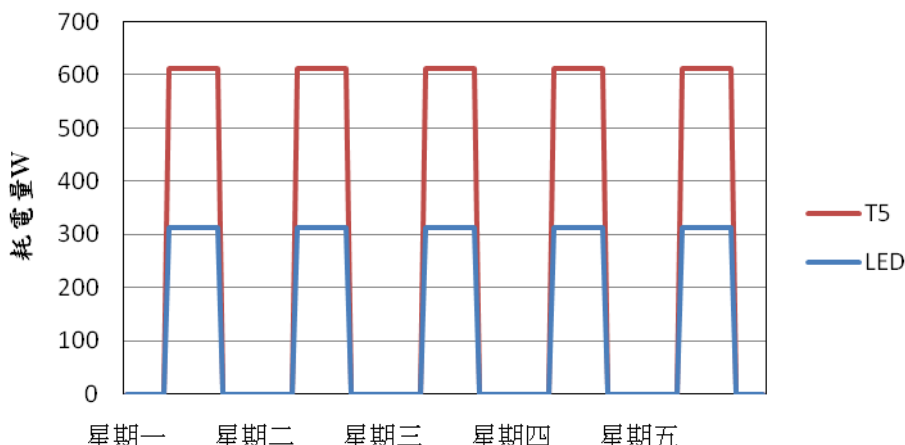


圖56 LED 燈具及 T5 燈具之單週耗電量比較圖

2. 燈具休眠運轉模式

下圖為燈具休眠運轉模式之電腦模擬圖與導入燈具休眠運轉模式前後之耗電量，由量測結果可知，導入運轉模式後將會上升些許耗電量，但由於此模式之最初構想為以安全為考量，且所造成之耗電量相當微小，因此，此模式所造成之些微耗電是可以被接受的。

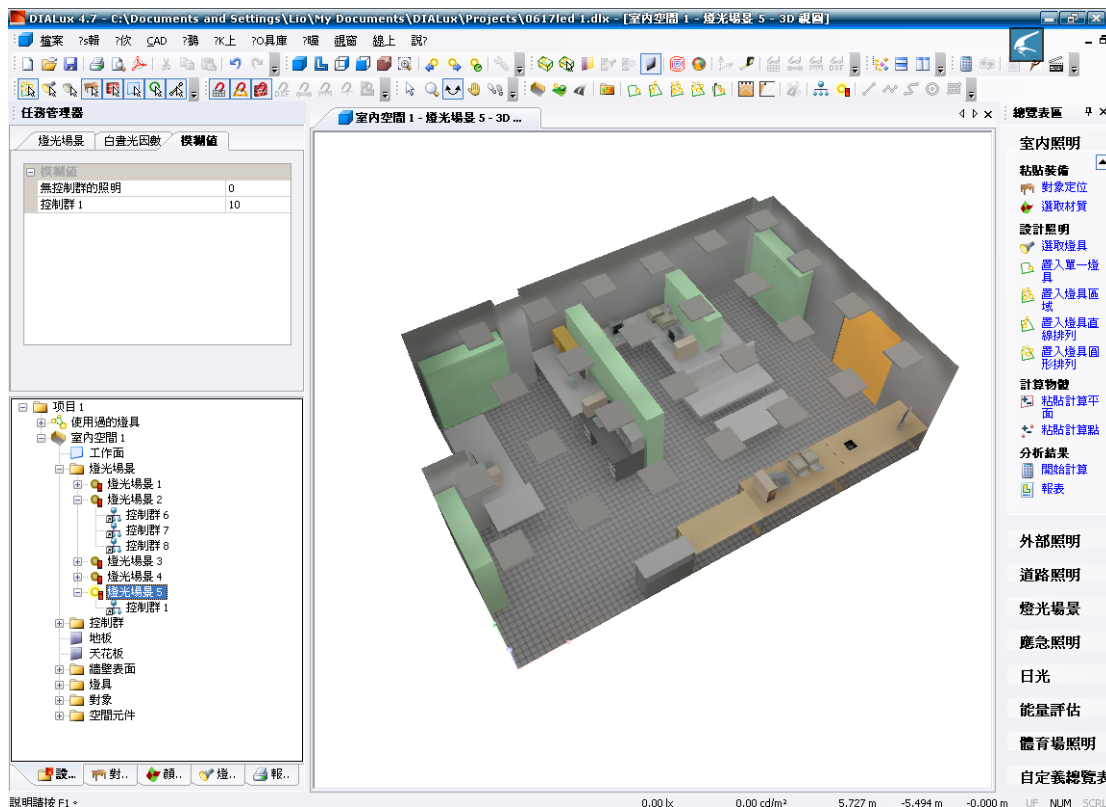


圖57 燈具休眠運轉模式電腦模擬圖

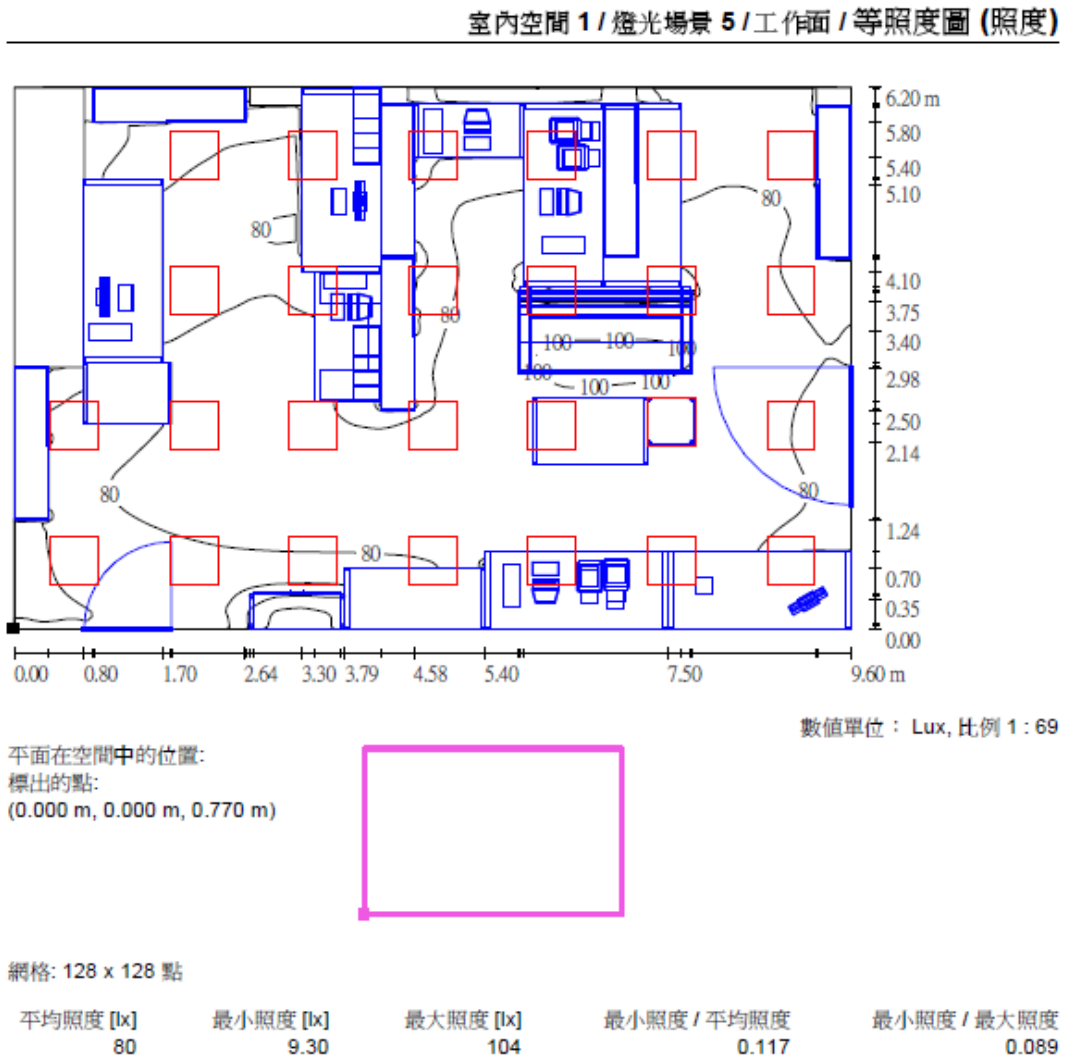


圖58 燈具休眠運轉模式照度分布圖

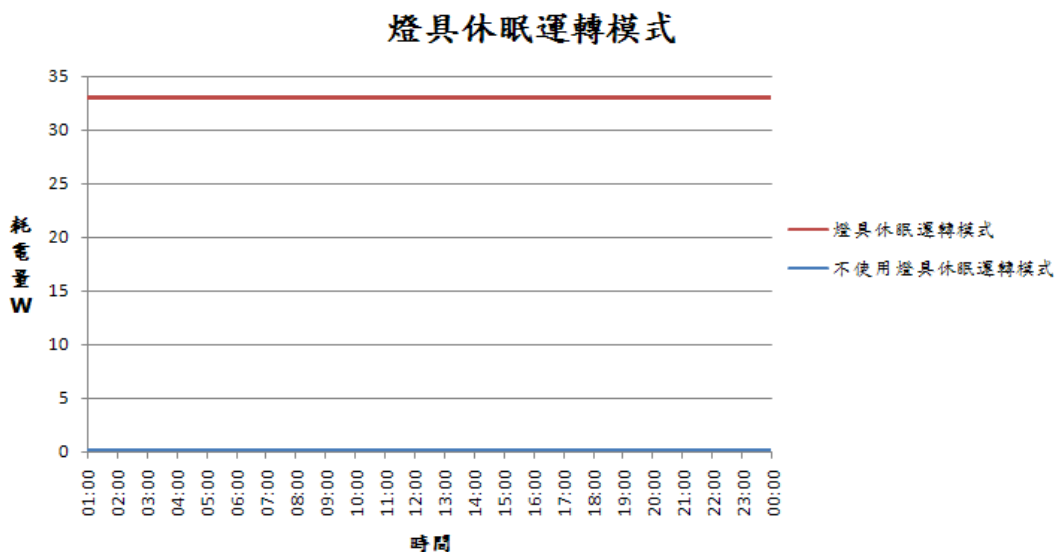


圖59 燈具休眠運轉模式前後耗電量比較圖

若此模式改以 T5 燈具進行建置，則 LED 燈具將可比 T5 等具節省約 48% 之耗能。

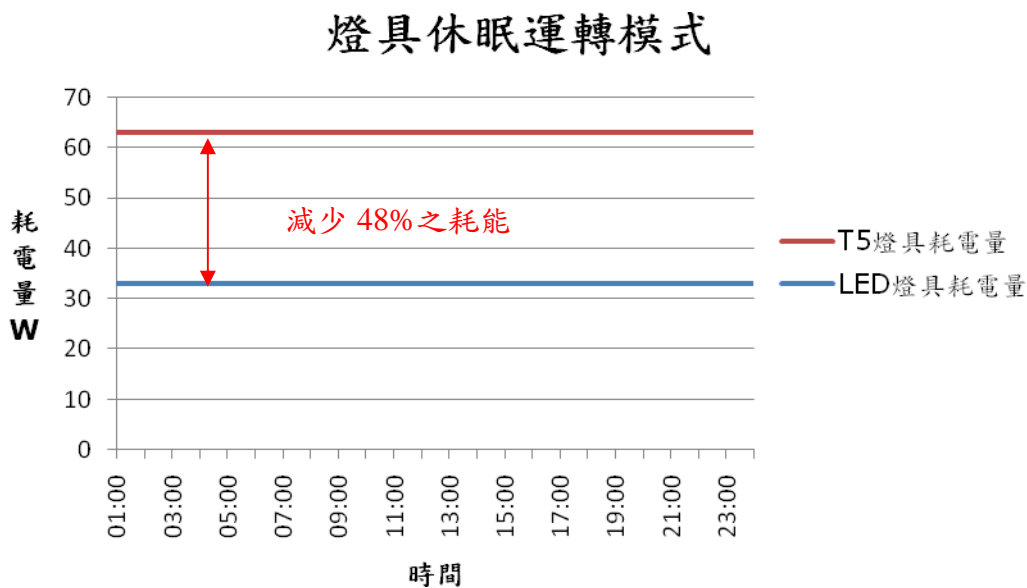


圖60 LED 燈具及 T5 燈具休眠運轉模式之耗電量比較圖

3. 智慧型人感區劃控制

下圖為各區劃控制之電腦模擬圖與導入智慧型人感區劃控制前後之耗電量，由於導入區劃控制後可節省部份區域之耗電量，因此，可節省約 55%~62% 之耗電。

● 電視區區劃控制

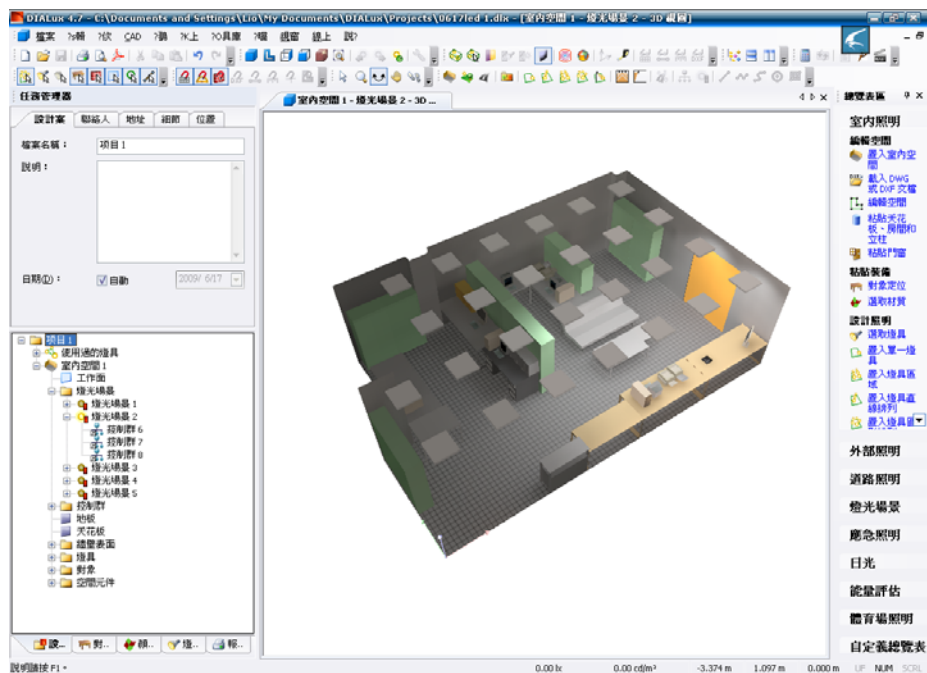


圖61 電視區區劃控制電腦模擬圖

室內空間 1 / 燈光場景 2 / 工作面 / 等照度圖 (照度)

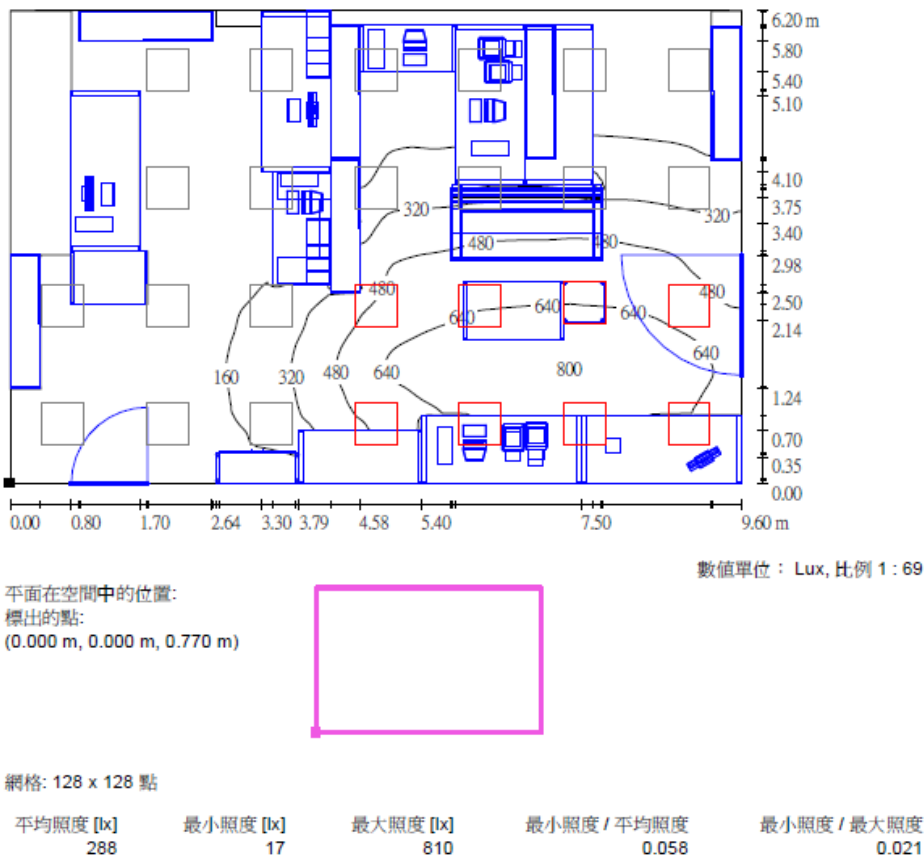


圖62 電視區區劃控制照度分布圖

電視區區劃控制模式

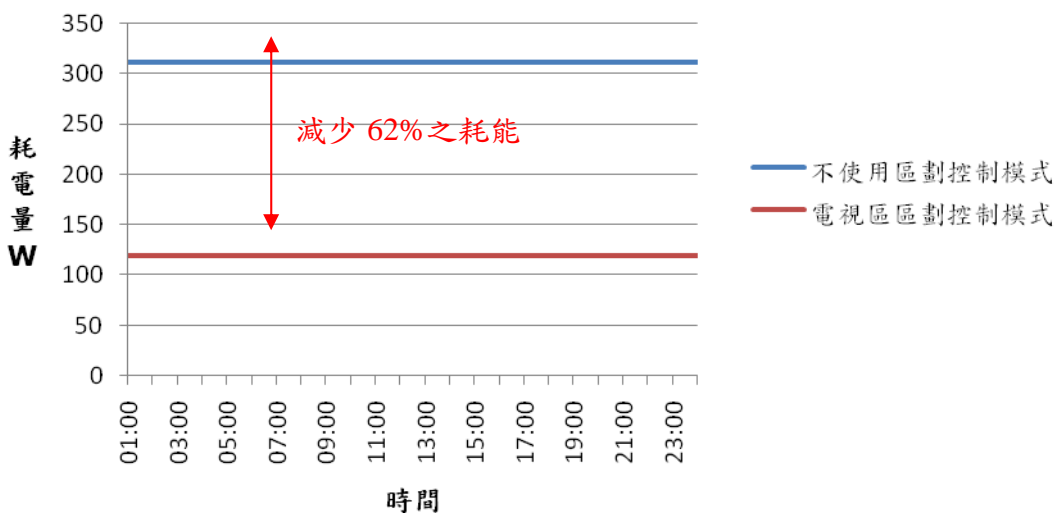


圖63 電視區區劃控制前後耗電量比較圖

電視區區劃控制模式

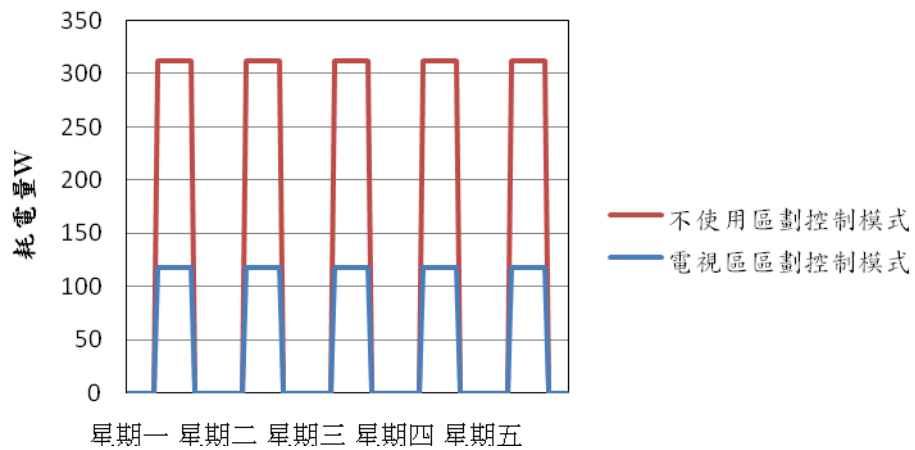


圖64 電視區區劃控制前後單週耗電量比較圖

● 閱讀區區劃控制

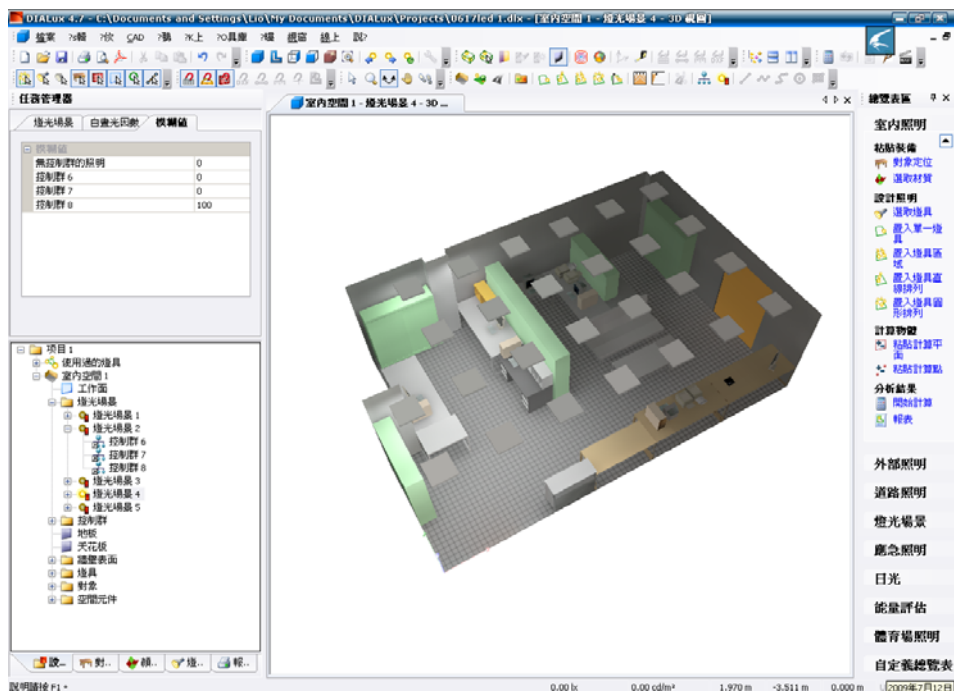


圖65 閱讀區區劃控制電腦模擬圖

室內空間 1 / 燈光場景 4 / 工作面 / 等照度圖 (照度)

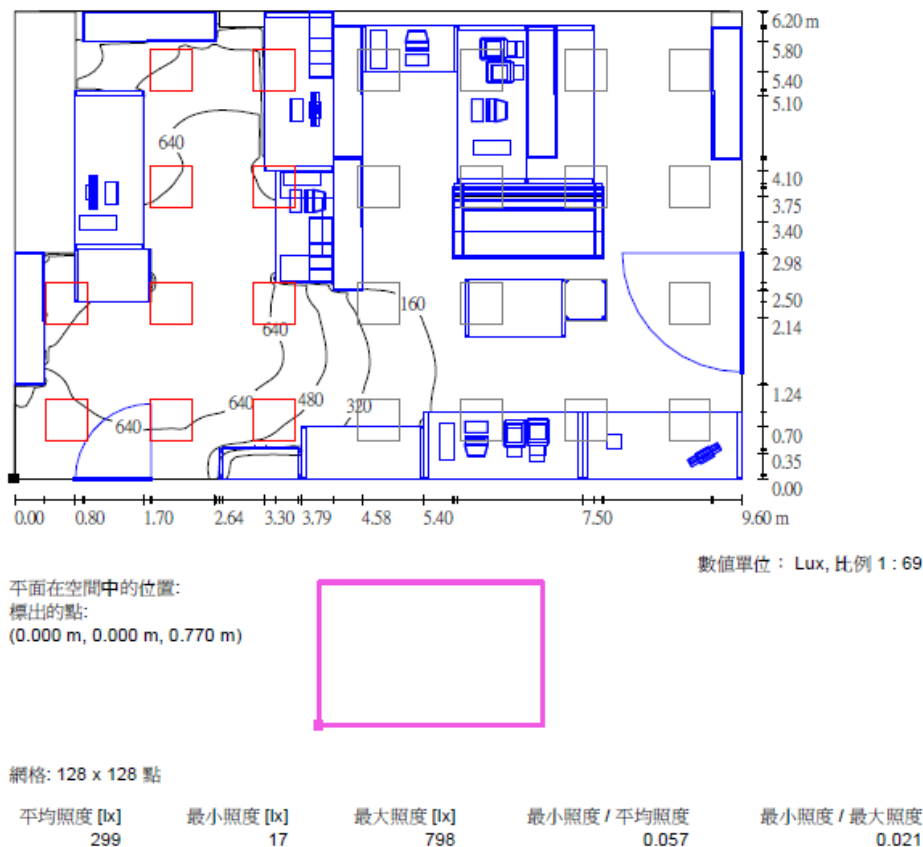


圖66 閱讀區區劃控制照度分布圖

閱讀區劃控制模式

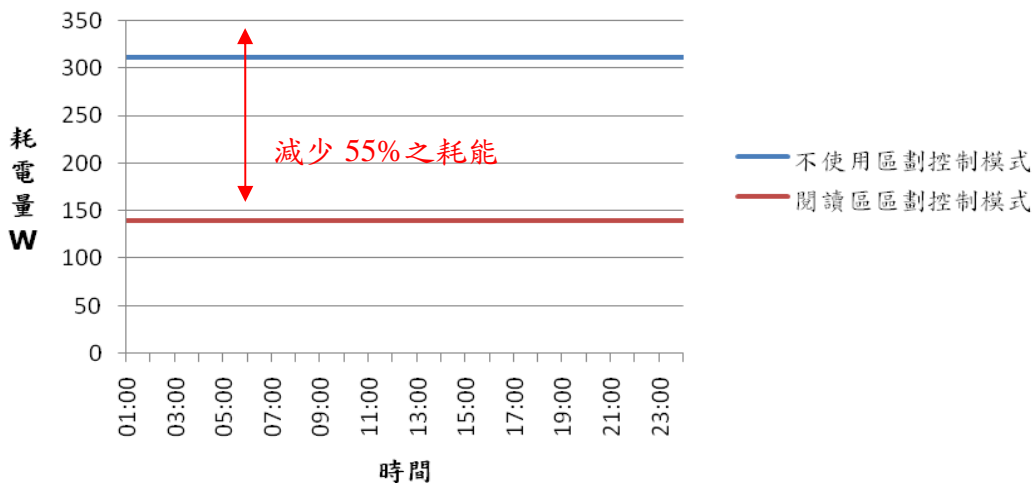


圖67 閱讀區區劃控制前後耗電量比較圖

閱讀區區劃控制模式

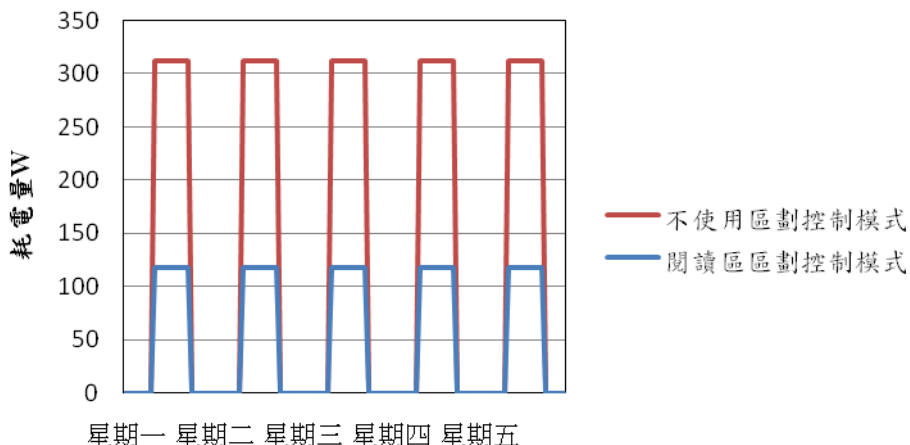


圖68 閱讀區區劃控制前後單週耗電量比較圖

- 其他用途區區劃控制

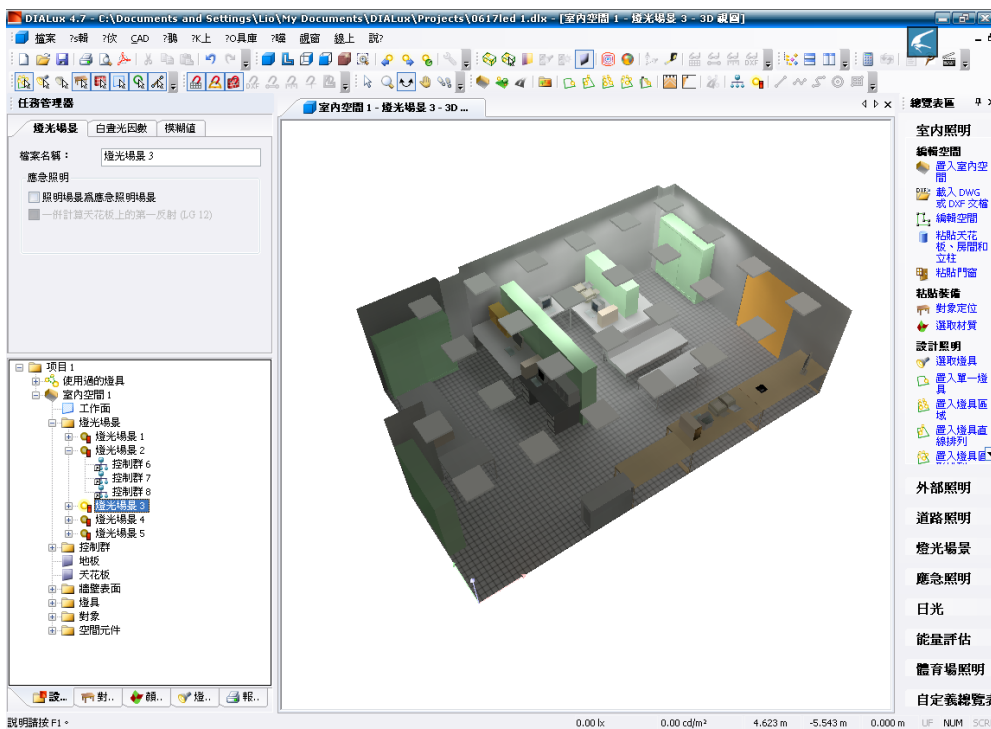


圖69 其他用途區區劃控制電腦模擬圖

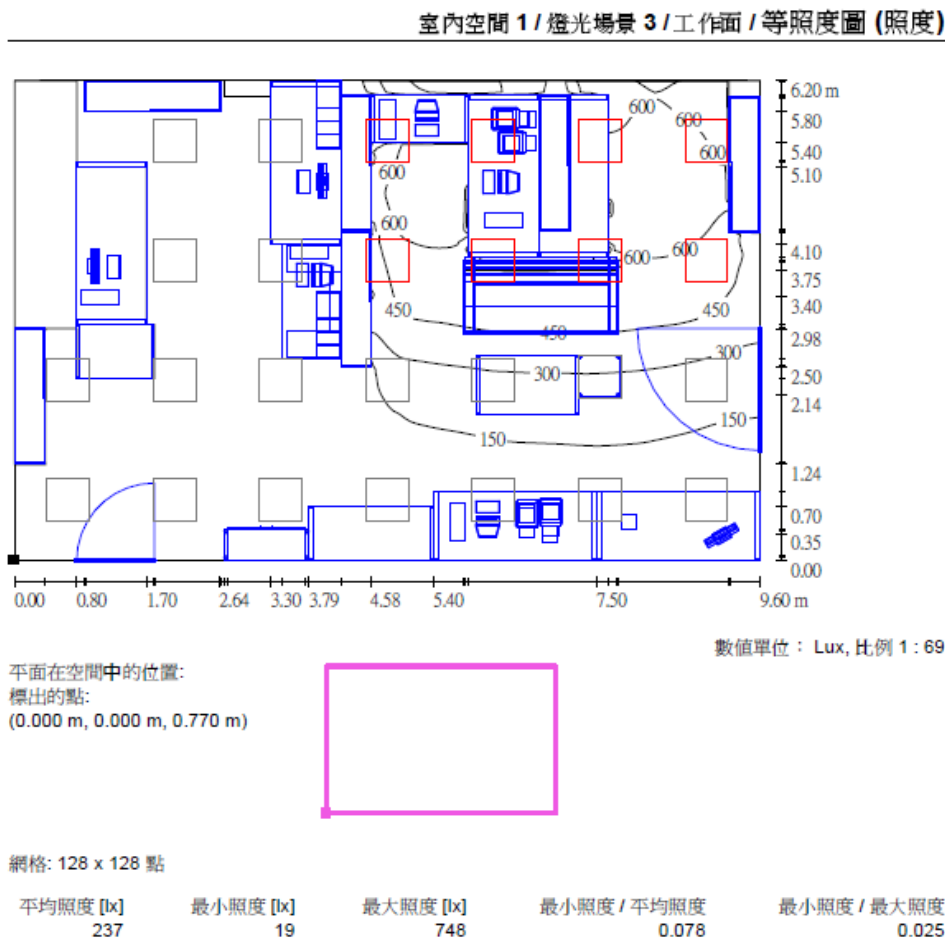


圖70 其他用途區區劃控制照度分布圖

其他用途區區劃控制模式

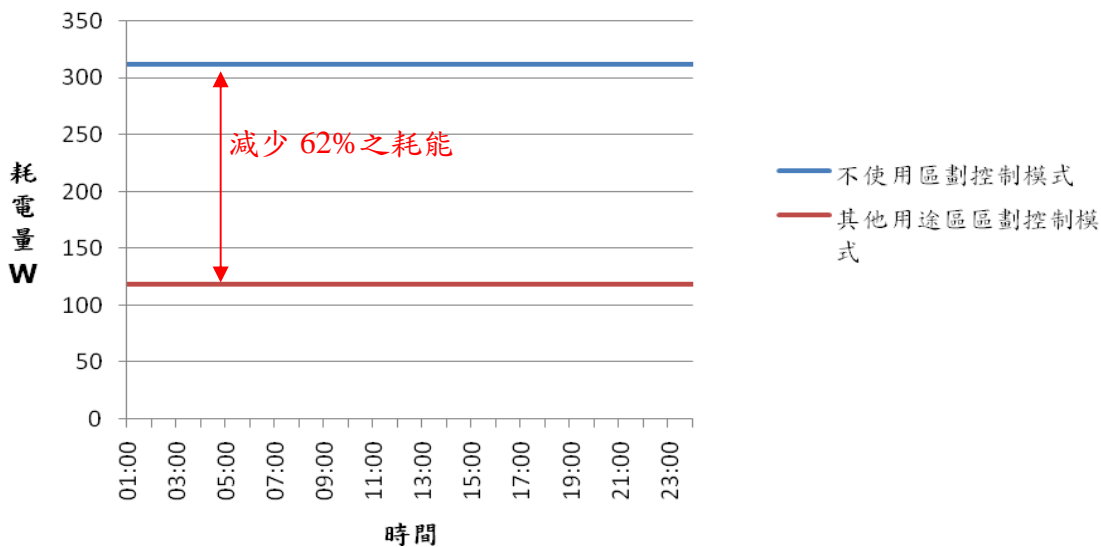


圖71 其他用途區區劃控制前後耗電量比較圖

其他用途區區劃控制模式

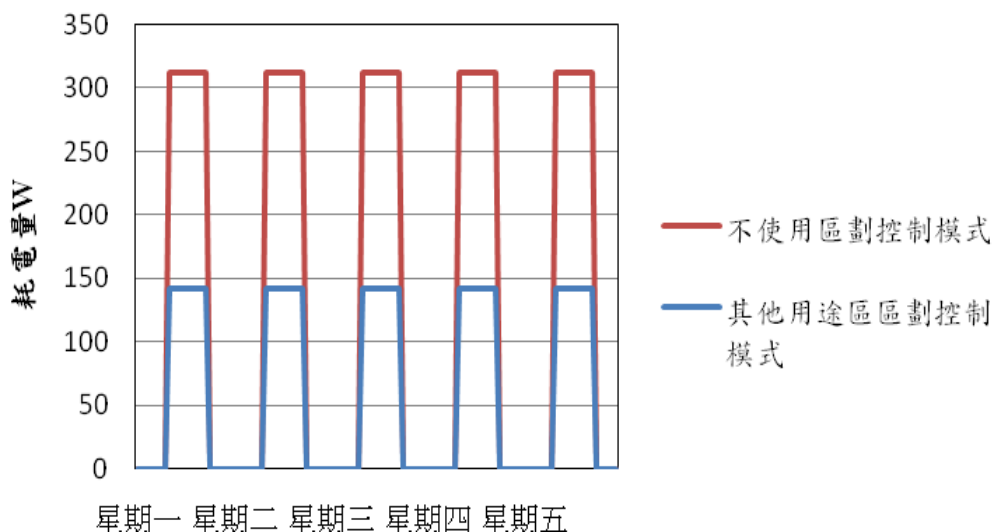


圖72 其他用途區區劃控制前後單週耗電量比較圖

4.實驗室異動後之智慧型人感區劃控制

下圖為實驗室異動後各區劃控制之電腦模擬圖與導入智慧型人感區劃控制前後之耗電量，由於導入區劃控制後可節省部份區域之耗電量，因此，可節省約66%之耗電。

● 工作區 1 區劃控制

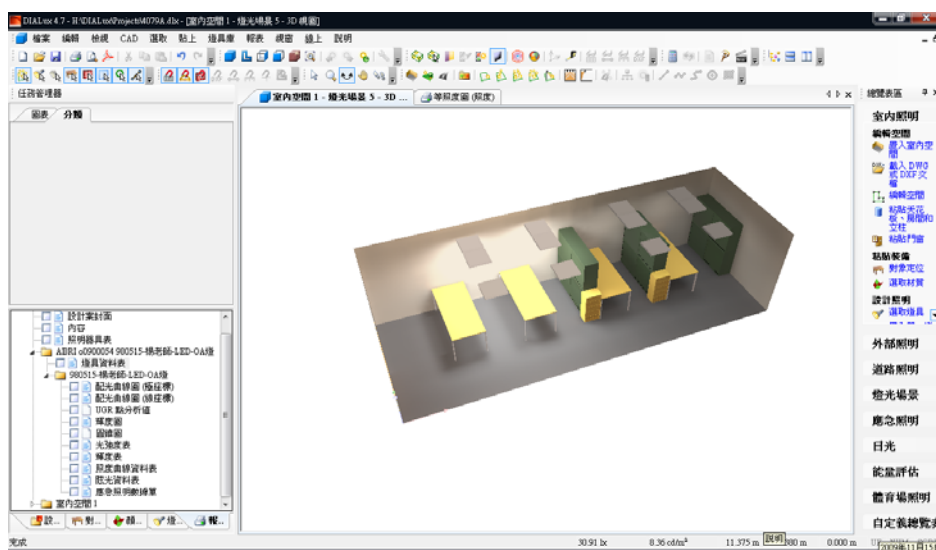


圖73 工作區 1 區劃控制電腦模擬圖

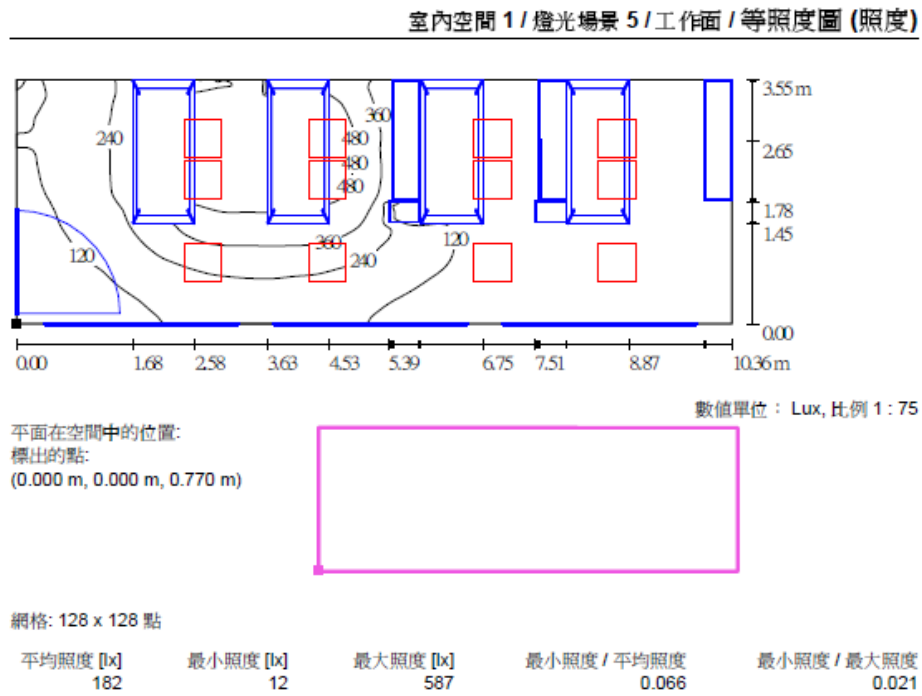


圖74 工作區 1 區劃控制照度分布圖

工作區1區劃控制模式

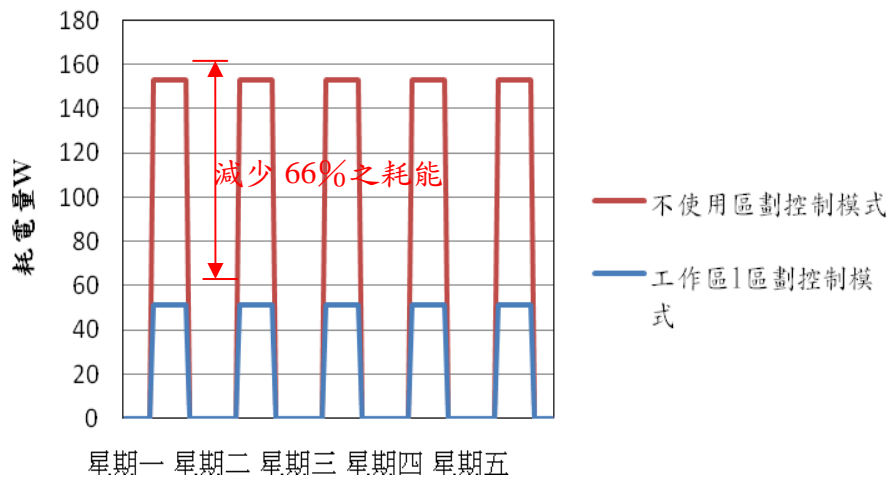


圖75 工作區 1 區劃控制前後單週耗電量比較圖

● 工作區 2 區劃控制

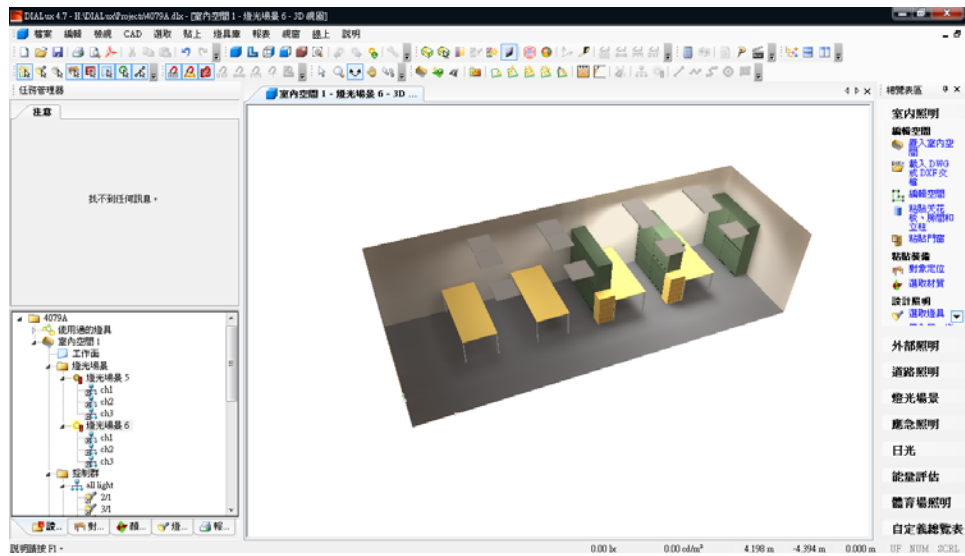
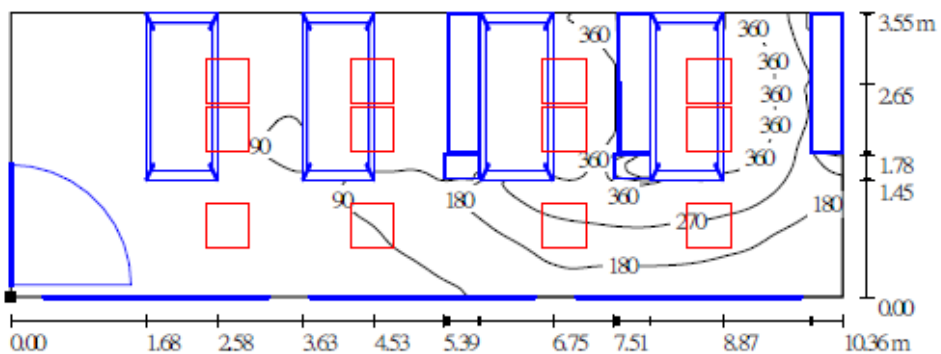


圖76 工作區 2 區劃控制電腦模擬圖

室內空間 1 / 燈光場景 6 / 工作面 / 等照度圖 (照度)



數值單位：Lux, 比例 1 : 75

平面在空間中的位置：
標出的點：
(0.000 m, 0.000 m, 0.770 m)



網格: 128 x 128 點

平均照度 [lx]	最小照度 [lx]	最大照度 [lx]	最小照度 / 平均照度	最小照度 / 最大照度
141	17	445	0.121	0.038

圖77 工作區 2 區劃控制照度分布圖

工作區2區劃控制模式

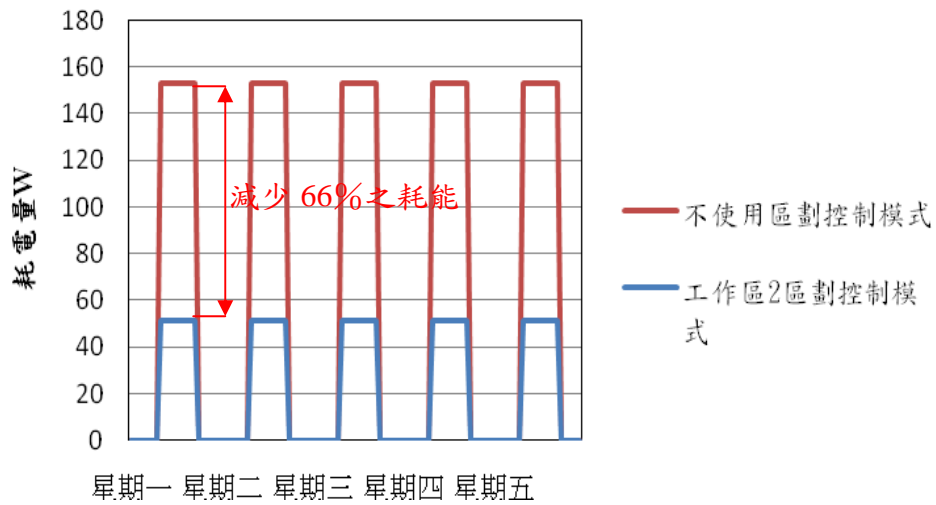


圖78 工作區 2 區劃控制前後單週耗電量比較圖

● 走道區區控制

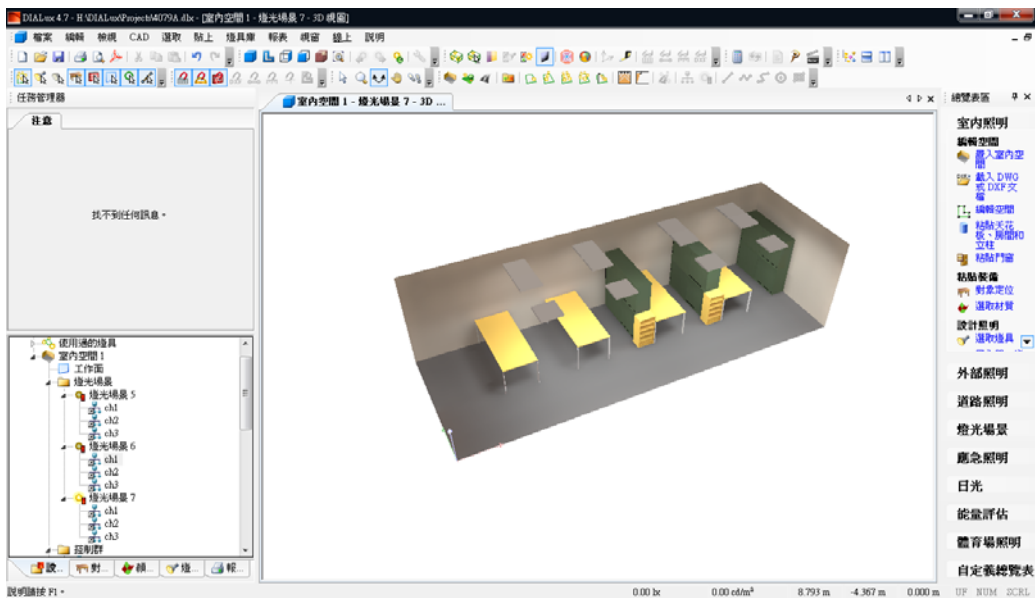


圖79 走道區區劃控制電腦模擬圖

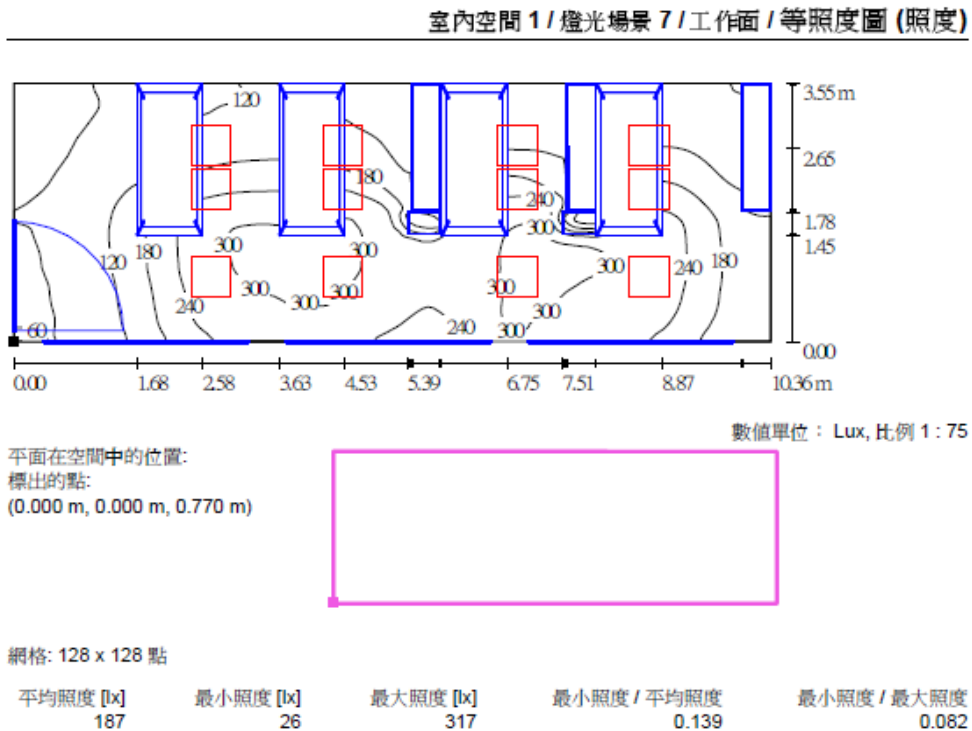


圖80 走道區區劃控制照度分布圖

走道區區劃控制模式

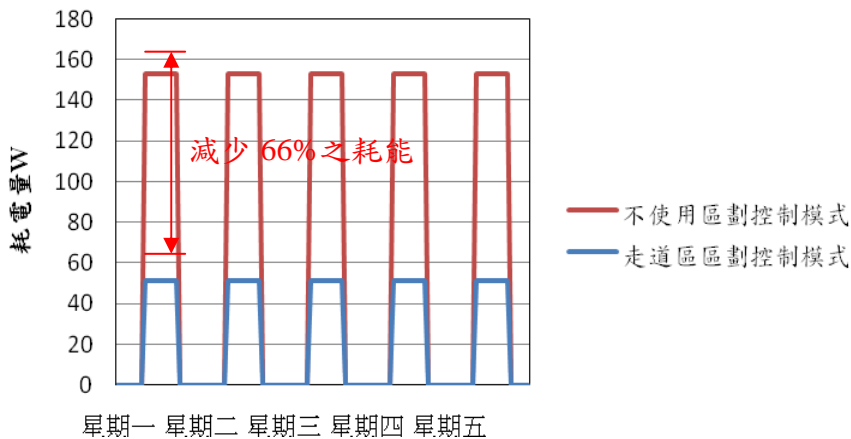


圖81 走道區區劃控制前後單週耗電量比較圖

第二節 HEMS 系統成本效益分析

壹、HEMS 系統之建置費用

本研究目前所建置 HEMS 系統之設備與成本如下表所示：

表5 HEMS 系統建置設備費用表 (1)

	HEMS 系統建置設備	費用
空調控制設備	SAANet 東元冷氣機	36000
	RFID 感應器	3500
照明控制設備	LED 照明燈具	33600
	LED 調光器	13000
	紅外線感知器	2700
	RB 網頁伺服器	25000
	DDC 控制器	5000
		118800

若直接將一般家庭室內空調機加裝 SAANet，則只需計算 SAANet 通訊模組之費用，其建置費用如下表所示：

表6 HEMS 系統建置設備費用表 (2)

	HEMS 系統建置設備	費用
空調控制設備	SAANet 通訊模組	500
	RFID 感應器	3500
照明控制設備	LED 照明燈具	33600
	LED 調光器	13000
	紅外線感知器	2700
	RB 網頁伺服器	25000
	DDC 控制器	5000
		83300

貳、空調節能策略每月減少之電費

假設一般家庭於週一至週五，每天開啟冷氣 4 小時，於假日，每天開啟冷氣 8 小時，則單月之用電度數如下所示：

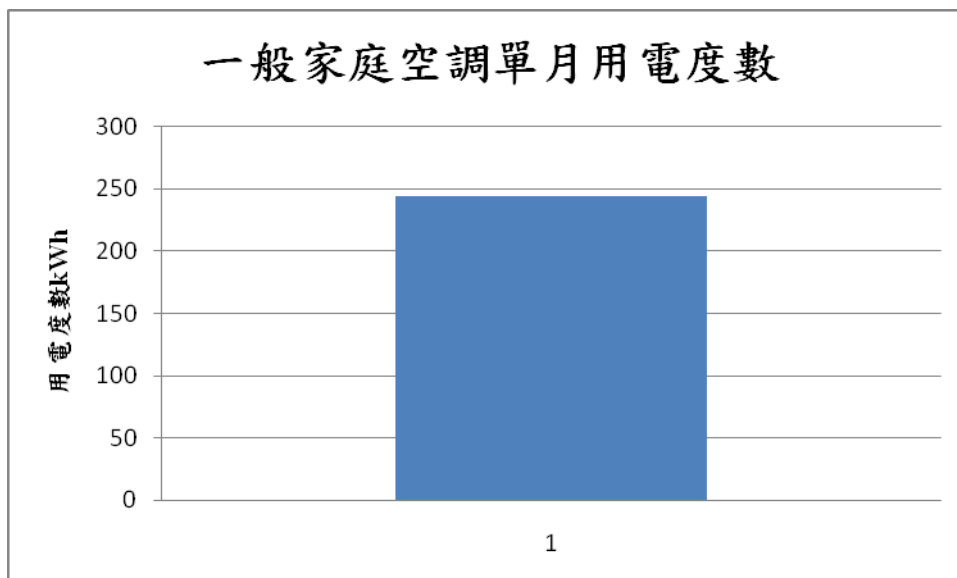


圖82 一般家庭空調單月用電度數

若 1 度電為 3 元，則採用本研究之 PMV 空調控制策略可節省約 17% 之耗能，其每月節省之費用如下所示：

$$244(\text{kWh}) \times 3(\text{元}) \times 0.17(\text{節能效果}) = 124.44 (\text{元})$$

參、照明策略每月減少之電費

假設一般家庭之照明燈具為傳統 T8 燈具，與本研究 LED 照明燈具數量相同，12 盞燈具，於週一至週五，每天開燈 6 小時，於假日，每天開燈 8 小時，則 LED 燈具與 T8 燈具單月用電度數如下所示：

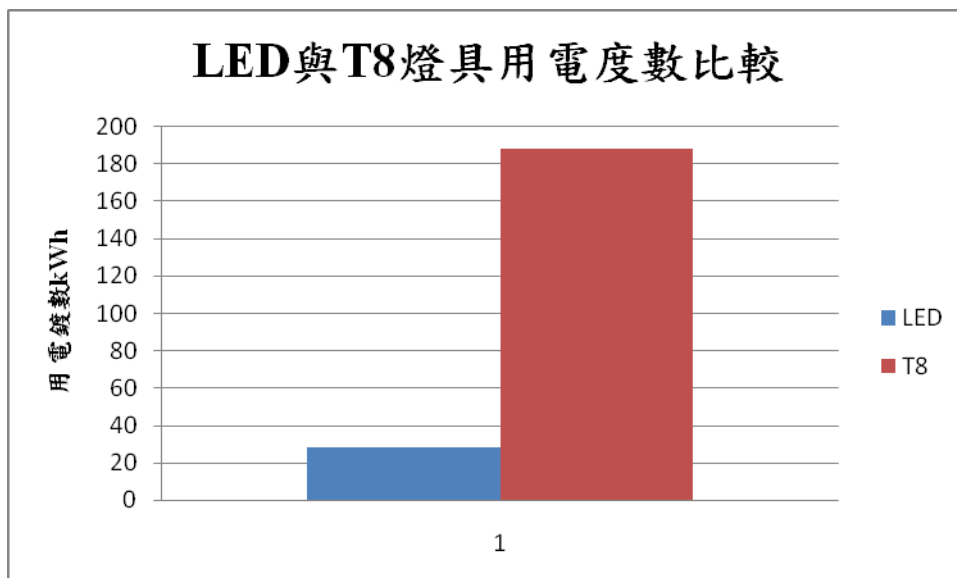


圖83 LED 燈具與 T8 燈具單月用電度數

若 1 度電為 3 元，則採用本研究之智慧型人感照明控制策略可節省約 60% 之耗能，其每月節省之費用如下所示：

$$188(\text{T8 kWh}) \times 3(\text{元}) - 28(\text{LED kWh}) \times 3(\text{元}) \times 0.6(\text{節能效果}) = 513(\text{元})$$

肆、回收年限

根據表 3 之 HEMS 系統設備建置費用為 83300 元，以空調及照明減少之電費計算回收年限，其結果如下所示：

$$83300(\text{元}) + (124.44(\text{元}) + 513(\text{元})) = 130.68(\text{月}) = 10.89(\text{年})$$

結果顯示，所計算出之回收年限超過 10 年，投入資金根本無法回收，其最大原因在於，本研究處於實驗階段，所使用之設備皆為市面上較為新式之產品，在造價上也相對的較昂貴，而造成無法回收之情形，待其產品量化普及後，其費用勢必可在短期間回收。

第三節 LIVING3.0 智慧化居住空間展示中心之全尺度實驗

壹、實驗規劃

本實驗於內政部建築研究所萬隆 LIVING3.0 智慧化居住空間展示中心進行，其平面配置如圖 6.2.1 及圖 6.2.2 所示：

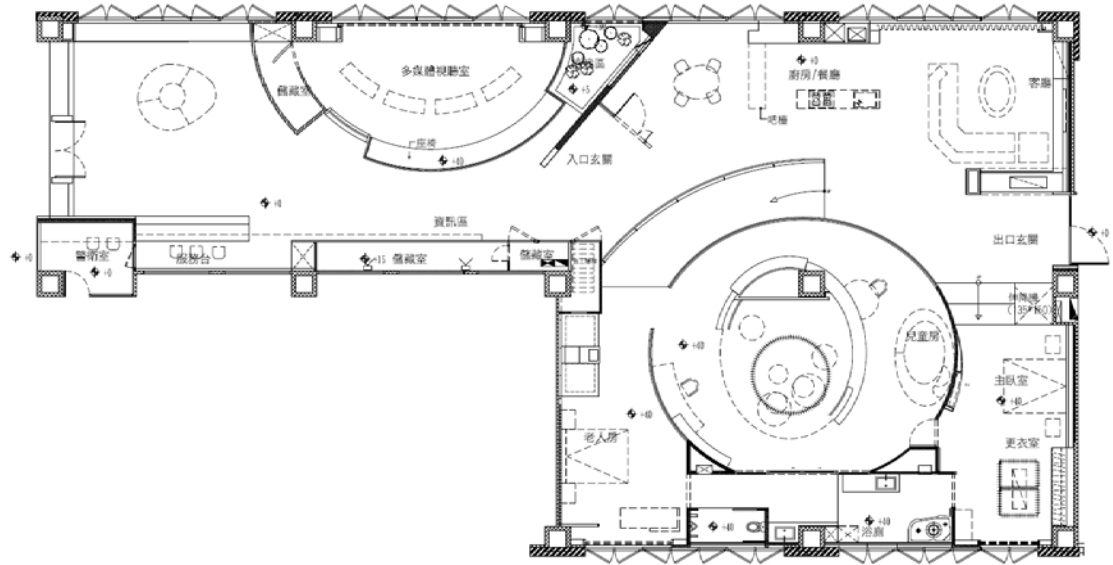


圖84 智慧化居住空間展示中心 1 樓平面圖

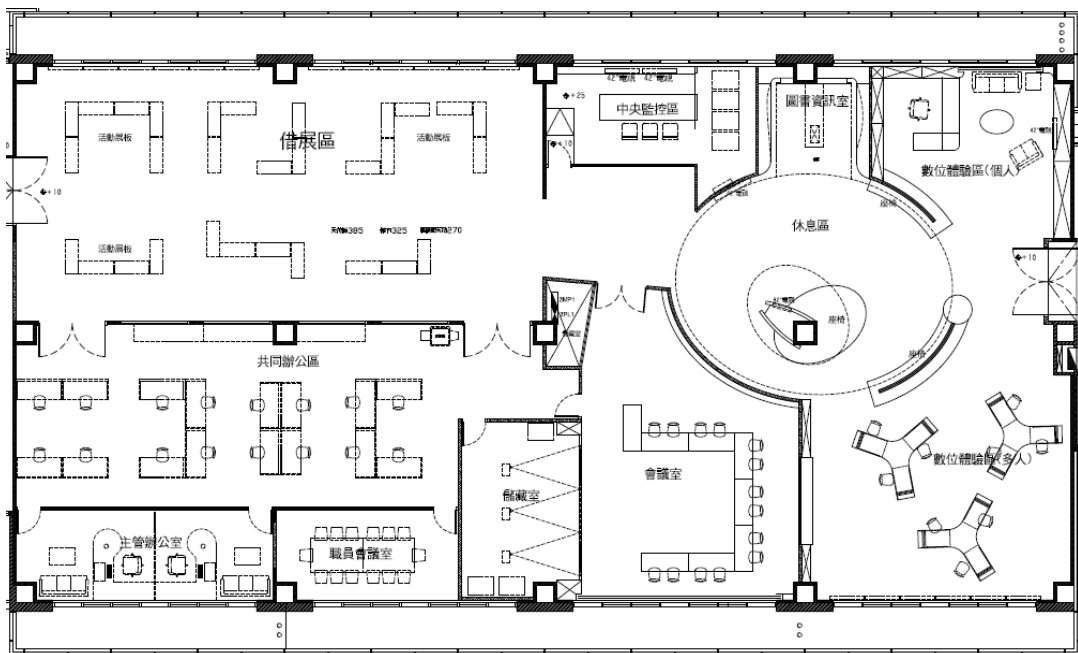


圖85 智慧化居住空間展示中心 2 樓平面圖

由於一樓之智慧居家空間乃採用固定式之內裝，其空調及照明設備皆已就定位，無法以外加之方式再進行增加。因此，本次實驗所擬外加之東元 MS63VC1 VRV 變頻式空調機，如圖 55 所示：



圖86 東元 MS63VC1 VRV 變頻式空調機實際照片

其相關之控制設備選取設置於 2 樓之辦公室空間，藉由其正常之使用狀況進行調控。後續再陸續擴展至 2 樓之展示空間，進行更大規模之測試與實驗。

本次實驗之空調安裝位置如下圖所示：

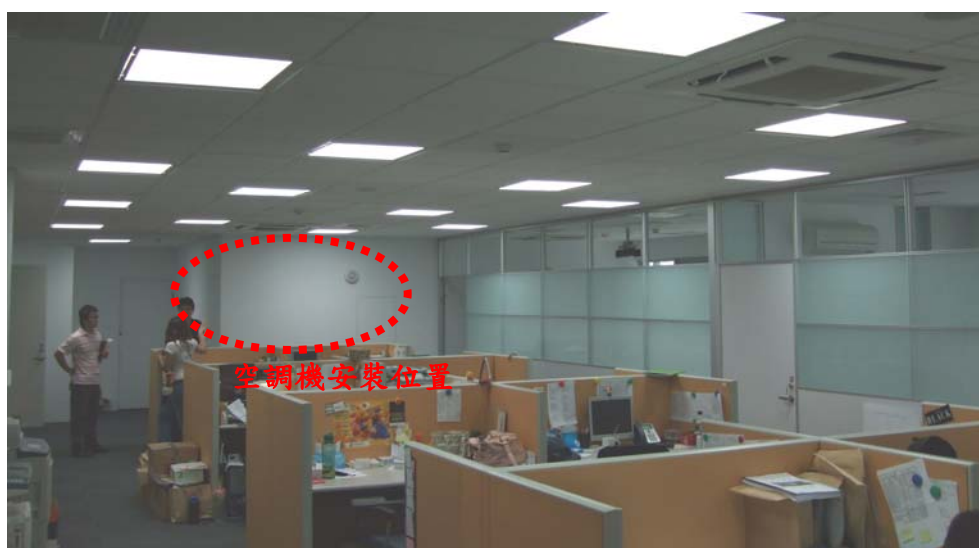


圖87 2樓辦公室空間空調機實際安裝位置

貳、紅外線人感空調控制系統之建置

為符合展示中心之展場規劃需求，經過雙方討論後，將原先所規劃之實驗地點，更改於進入展示中心之二樓展場前之玄關處，其位置如下圖所示：

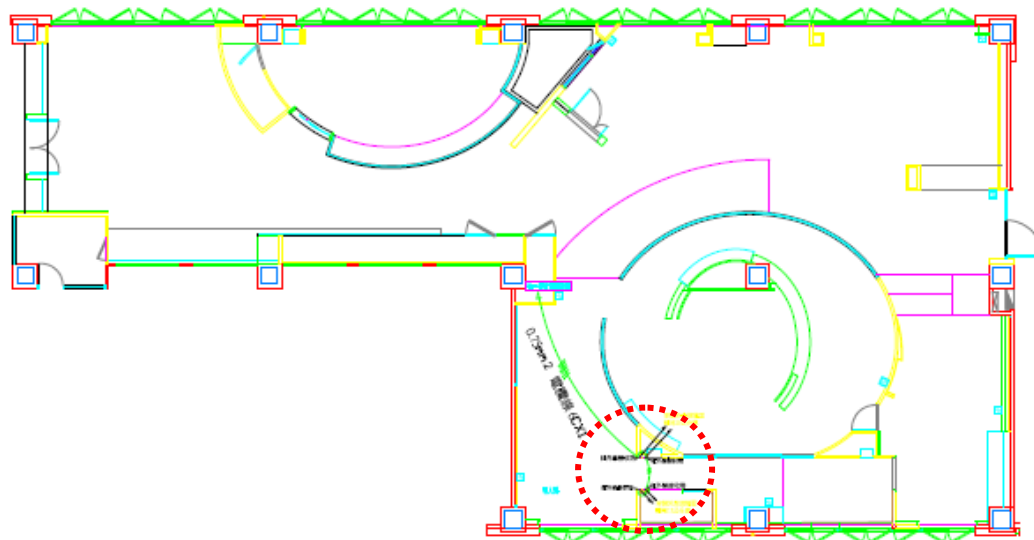


圖88 紅外線感知器於一樓展示空間安裝位置

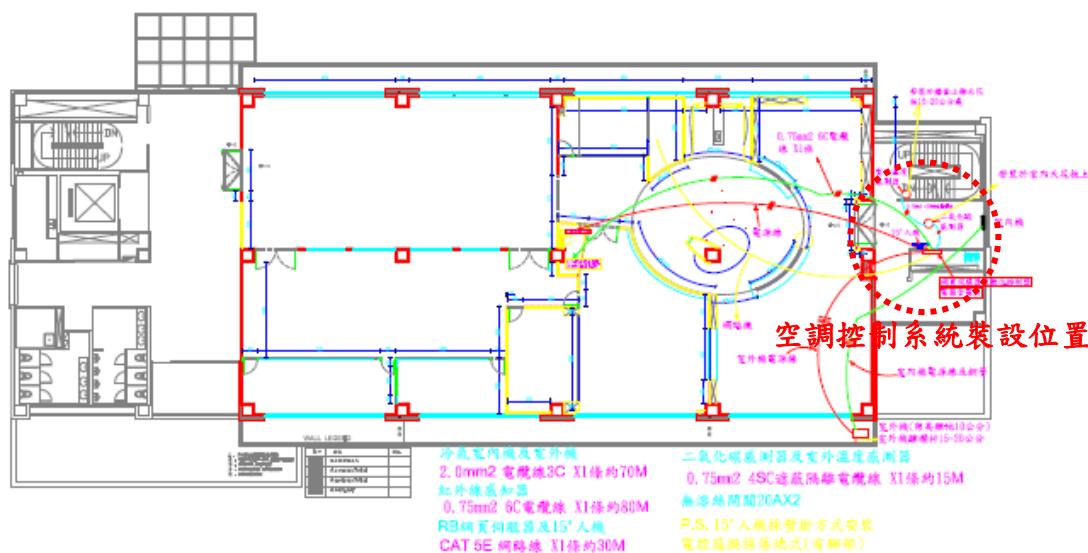


圖89 空調控制系統於二樓展示空間安裝位置

此空間內有裝設一扇大窗，易受外界熱負荷而造成室內溫度上升之現象，且於改善前此空間無加裝任何之空調通風設備，因此，無法有效的將室內熱負荷排

除，曾經發生在此展示門禁系統時，參觀民眾因室內溫度過高而發生疑似中暑之現象。

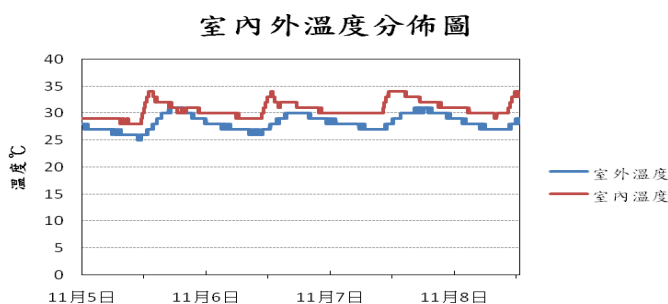


圖90 展示空間室內外溫度分佈圖

有鑑於此，本團隊將空調控制系統導入此空間內，並導入適用之空調策略，藉此改善上述之問題，其系統架構圖與實際改善內容如下所示：

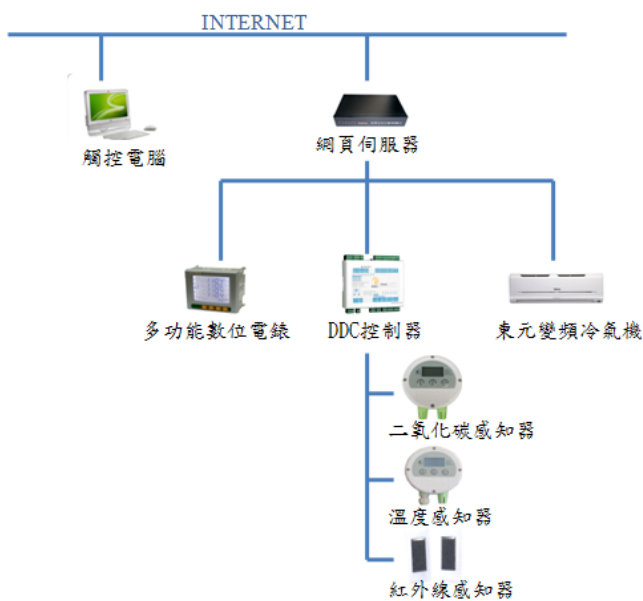


圖91 本團隊所建制之空調系統架構圖



圖92 新設之東元變頻冷氣機



圖93 新設之數位電錶及控制盤



圖94 新設之紅外線感知器



圖95 新設之溫度及二氧化碳感知器



圖96 新設之觸控電腦

於策略制定方面，由於此安裝地點有一門禁系統，其展示解說時間約 3~5 分鐘，如果人員進入此空間後再開啟冷氣，可能還是會因降溫不夠而感到不舒適，因此，本系統於展示中心一樓展場之走廊，安裝紅外線感知器，感應進入展場之人數，當人數累計到某一設定值（可自行設定）時，即開啟空調進行預冷，排除二樓展場之蓄熱，使參觀民眾在到達二樓展場時能感到舒適。其系統之控制流程及監控頁面如下所示：

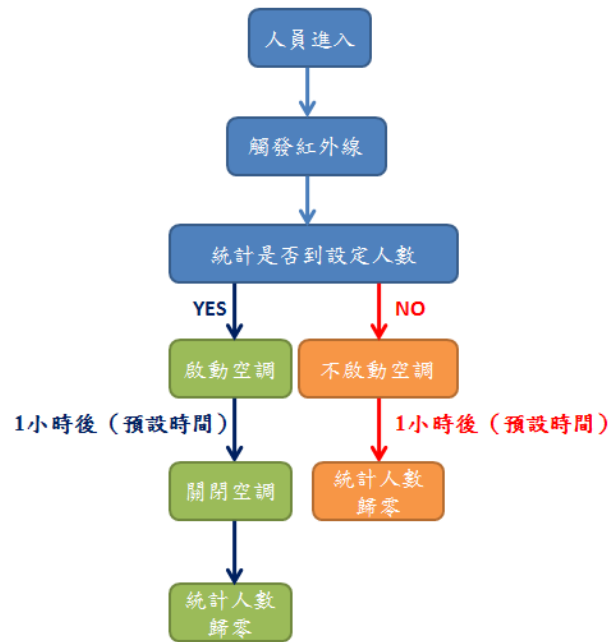


圖97 紅外線人感空調控制系統之控制流程圖



圖98 紅外線人感空調控制系統之監控頁面

第七章 先進之 AMI 運轉策略之建構與先期研究分析

第一節 先進讀表基礎系統 (Advanced Metering Infrastructure, AMI) 簡介

AMI 系統由於可結合電力供應端與使用端進行雙向溝通，而大幅提升能源使用效率與方便性，後續並可發展成為全國大規模之智能電網系統(Smart grid)，為國際間未來智慧化居住空間與電網之主要發展趨勢與潮流所在，因此，本計畫特別進行先期研究。

先進讀表基礎系統並非單一技術，而是由多種技術整合成的複合技術，是一種具有消費者與電力公司雙向溝通功能的讀錶技術，其基礎架構需包含有：智慧電錶 (Smart Meter)、家庭 (區域) 網路系統、連結與家庭 (建築物) 相關設備之控制介面、電錶資料至區域數據集中器之連接網路、資料中心回程通信網路系統、儀錶數據管理中心 (meter data management systems, MDMS)、軟體整合應用平台，其系統架構圖，如下所示：

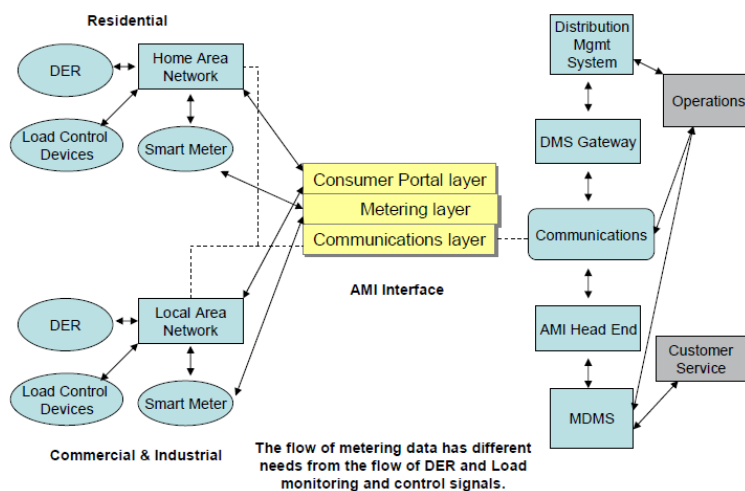


圖99 AMI 先進讀表基礎系統之系統架構圖

於消費者層面，AMI 使消費者能更瞭解他們的用電情形，並依據可接受的電費進行室內設備之需量控制；若消費者有一些如太陽能發電，小型發電廠等分散式能 (distributed energy resources, DER) 設備，更可透過 AMI 進行集中管理；此外，透過 AMI 與電力公司互動服務功能，使消費者有更多電費消費方式，如使用預付卡進行預繳電費之功能等。

於電力供應端層面，AMI 可以回授消費者端之電力輸送耗損及品質訊號，使供應端可以迅速解決電網之缺陷；並且 AMI 之雙向通訊可支援自動化車站與鐵路系統；大量的數據資料經過 AMI 蒐集，可改善管理公共資產，更有效的規劃資產的維護、增加及替換；由此產生更有效率及可靠的電力網路是 AMI 的諸多好處之一。

第二節 需量控制策略

未來，台灣電力公司若進行大規模之 AMI 系統建置，首要之具體可行方案將為結合大電力用戶及區域型集合住宅之需量控制策略，簡稱 DSM (Demand Side Management)。其具體作法為

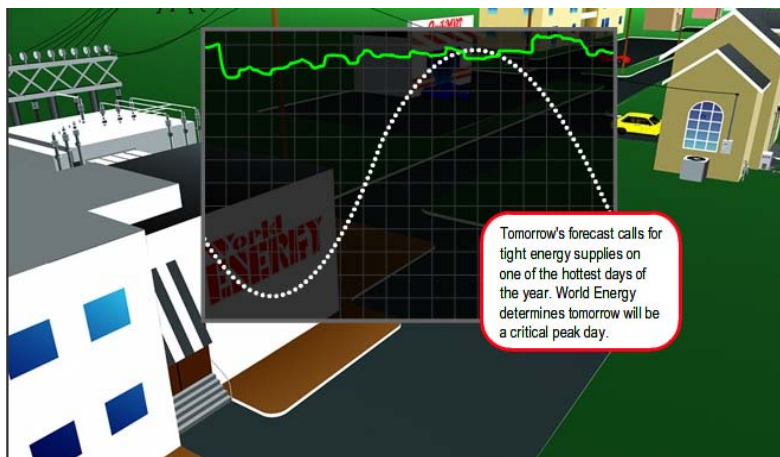


圖100 預測明天溫度上升，空調負荷加大，電力尖峰負載之吃緊。

資料來源：<http://www.itron.com>



圖101 社區資料中心透過媒體通知用戶明日用電吃緊，將有優惠電價方案，邀集有興趣之用戶參加。

資料來源：<http://www.itron.com>

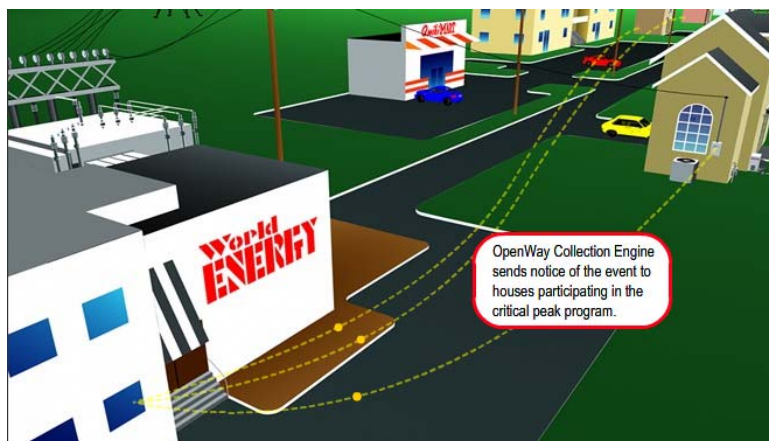


圖102 社區資料中心廠透過網路設定參加之用戶。

資料來源：<http://www.itron.com>



圖103 用戶之空調照明等用電設備接受此智慧電表之通訊訊息，及預設之調控模式(HEMS)。

資料來源：<http://www.itron.com>

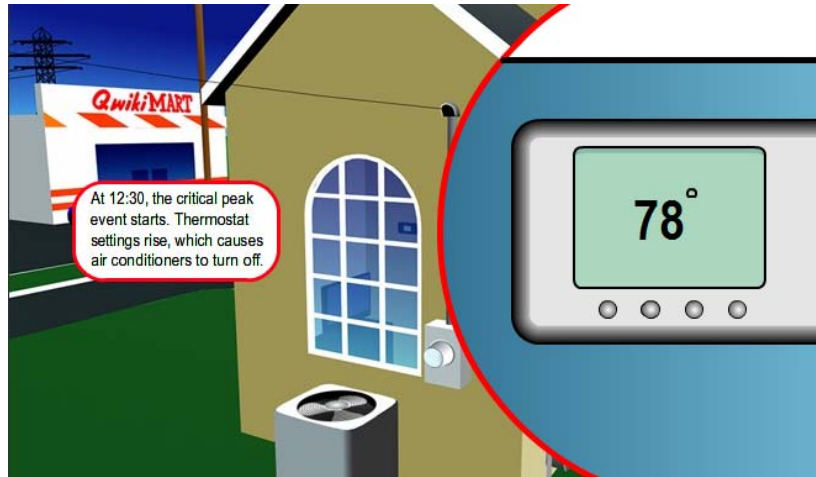


圖104 於 12:30 電力尖峰負載發生，用戶端之空調機自動，升高室內設定溫度，進入送風模式或間歇空調模式(HEMS)。

資料來源：<http://www.itron.com>

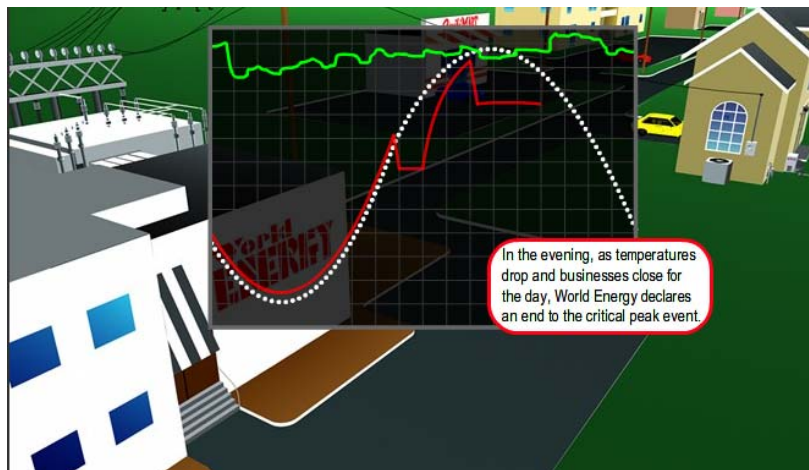


圖105 區域之電力尖峰負載終於被控制住，危機暫時解除。

資料來源：<http://www.itron.com>

第三節 再生能源買賣電服務機制

因應已通過之再生能源法之需求，本團隊預計於未來建構一套小型太陽能供電系統，並搭配 AMI 設備，以進行 AMI 系統之可行性實驗分析。預計未來太陽能每發 1 度電，經台灣電力公司買回之價錢約可達 10 餘元，而台電公司可透過 AMI 設備向更多發電戶收購電力，將這些分散式能源買回後，積少成多，形成一股龐大之能源，藉此彌補尖峰用電時間發電量不足之問題。

為了此買賣電機制能在一公平客觀的情況下進行，本團隊利用 AMI 電錶雙向溝通之功能，使買賣雙方皆可看到所賣出或買入之度數。其監控示意圖如下所示：



圖106 國外太陽能監控系統管理頁面

資料來源：<http://view2.fatspaniel.net/AppliedMaterials/xian/index.html>

第八章 結論與建議

HEMS 及 ESCO 為國際能源署 IEA 所認定之 21 世紀最具節能效益與大的發展潛力之兩項明星產業。隨著 ICT 產業之進步，國內家電皆已朝向智慧化方向發展，具備電子控制之能力。本研究為我國首度針對 HEMS 系統與國產智慧家電設備進行之系統化研究。其主旨為應用 HEMS 系統整合國內生產之智慧型家電，並開發導入適用與我國溼熱型氣候下之省能策略，經由電腦模擬及全尺度實驗加以印證並分析其省能效果。結果顯示針對空調及照明兩大系統之省能策略，皆可獲得 5%~30% 不等之省能效果，結果相當豐碩。

第一節 結論

本綜合本研究「HEMS 人機介面國產化與省能策略實驗分析」，得到以下之成果：

壹、針對我國智慧型家電設備與通訊協定進行系統化整合分析研究

本研究率先採用由工研院開發完成之 SAANet 通訊協定，並與國產冷氣大廠東元電機公司所生產之智慧型空調設備進行系統化之整合，經實際運轉測試結果發現，上述之設備於控制上皆具有一定之穩定性，可與國外之智慧型家電設備比擬，極具發展之潛力。

貳、PMV 熱舒適運轉模式之建立

近年來國內吹起一股節能減碳之風潮，提倡提高空調設定溫度來達到節能之效果，但若單單只是提高溫度易造成舒適度下降，使人感覺不適。本研究針對 Fanger 所提出之 PMV 理論進行分析並推導出適合我國濕熱型氣候之 APD 公式。經計算結果顯示，在提高溫度同時若相對提高風速，也可維持一定之舒適度，並可獲得 17% 之節能效果。進一步之全尺度實驗量測亦充分顯示印證此結果。

由於本研究於期中階段，PMV 熱舒適運轉模式之全尺度實驗時間設定過短，導致建築物之熱質量效應未完全反應，而獲致 49% 之節能效果；為修正此結果，本研究將全尺度實驗時間延長至一週，使熱質量效應能夠完全反應，增加實驗之準確性，實驗結果顯示節能效果為 17%。

參、依負荷量調配空調機負載之情境模式應用

本研究所建構之依負荷量調配空調負荷之情境模式應用，可依據影響室內熱負荷之條件，如人數、外氣溫度等，進行空調機負載調變之功能，經全尺度實驗結果顯示，可獲制 13%~15% 不等之節能效果。

肆、燈具休眠運轉模式之建立

本研究所建構之燈具休眠運轉模式，其當初設計之構想是以人與住宅的安全性為出發點，當室內無開啟燈光時，使用者容易於尋找電燈開關時而發生危險，且易引起宵小入侵，故本研究設計一當人離開時，則燈具照度降為 10% 之情境模式。

由於此情境模式於沒有人之情況下維持了 10% 之照度，故也增加了多餘之耗電，但由於本研究採用 LED 燈具進行控制，耗電量極低，卻可大大提高人與住宅之安全性，具採用之價值。

伍、智慧型人感區劃控制

近年來政府為了節能減探之議題，不斷提倡隨手開關燈具之習慣，但許多使用者還是無法做到，即使當初在設計上做了多麼完整之照明區劃控制，使用者依然會將全區之燈光打開，直到離開還未必會將燈光關閉，而造成大量之照明能源浪費。

本研究針對此一現象，建構智慧型人感區劃控制策略，藉由紅外線人感控制，達到『走到哪，開到哪、離開則關閉』之控制方式。經全尺度實驗結果顯示，利用區劃照明控制可節省 55%~66% 之耗能，可大幅推廣應用。

陸、先進之 AMI 運轉策略之建構與先期研究分析

AMI 先進讀錶技術為各國電力相關技術發展之重點，其本身為智能電網 (Smart Grid) 發展之重要里程碑之一。

本研究於 AMI 先期分析研究中擬定了需量控制及買電機制兩種控制方式，此兩種控制方式對於未來台灣電力公司於電價之調整、與消費者互動服務、及分散式能源之管理，極具發展應用潛力。本研究於後續將進行更深入之研究探討。

第二節 建議

建議一

立即可行建議：將本研究所建置之 HEMS 系統全面導入內政部建築研究所『智慧化居住空間展示中心 LIVING 3.0』。

主辦單位：內政部建築研究所

協辦單位：中華民國建築學會、財團法人台灣建築中心

本研究於空調系統方面，與國內冷氣大廠東元電機公司進行合作並加以本土化，透過國產之 SAANet 通訊協定進行通訊，建構我國溼熱型氣候下之空調運轉策略；於照明系統方面，導入先進之 LED 燈具，並利用紅外線感知器，建構智慧型人感照明控制策略。其上述之空調及照明控制策略，經全尺度實驗加以印證均可達 5%~66% 不等之省能效果，若能將此研究成果，導入內政部建築研究所『智慧化居住空間展示中心 LIVING 3.0』，並具體呈現之，對於 HEMS 系統未來之推廣將深具影響力。

建議二

中長期建議：我國 HEMS 進一步社區化及都市化之推廣應用

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：中華民國建築學會、財團法人台灣建築中心

當用戶群逐步擴大並形成大量社區化之後，配合區域網路網之傳輸將形成我國良好之建築能源管理系統架構。其分佈於全國各區之住宅用電量及省能狀況可逐步建立寶貴之數據及資料庫，對於能源供應者如台電公司等之電力輸配規劃或我國進行能源管理之耗能指標訂定之研究，形成最重要之參考依據。

待其 HEMS 社區化及都市化後，可搭配 AMI 先進讀錶基礎系統，使台電公司與消費者能進行雙向互動，提供更多之電力服務。

參考文獻

1. 楊冠雄，”綠空調實踐與應用”，內政部建築研究所，民 92 年
2. 鍾基強、陳友剛、葉文裕、林守香，”室內空調進排氣口配置熱舒適性探討”，勞工安全衛生研究季刊，民 86 年
3. 日本 NEDO 技術開發機構 <http://www.nedo.go.jp/>
4. AMI <http://www.itron.com>
5. 太陽能發電

<http://view2.fatspaniel.net/AppliedMaterials/xian/index.html>

附錄一

內政部建築研究所「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」
補助計畫案期初審查會議意見回覆表：

審查委員	審查意見	回應	備註
中華民國建築師公會全國聯合會 (高建築師豐順)	1. 對於台灣地區北、中、南氣候條件之差異，是否已進行考量？ 2. 為兼顧架設遠端控制系統之便利性與普及度，本研究針對各項設備之布署是否採用固定式 IP？若否，請說明浮動式 IP 如何兼顧上述特性。	1. 本計畫已考量氣候條件之差異性。 2. 本研究係採用固定式 IP。	

<p>中華民國電機技師公會全國聯合會 (彭常務監事繼傳)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關本會 97 年度所提之建議，研究團隊多有綜合考量，在此予以肯定。 2. 請說明實驗過程中，針對數據誤差及儀器校正，是否符合國家標準相關規範？若否，建議採用之，以利有效控制誤差值對於效益分析所造成之影響。 3. 本案架構完備，建議計畫執行時側重實務，以未來商品化及普及化為優先考量；技術未成熟或具前瞻實驗性質部份，待實驗有具體成果時再行併入主要系統。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多謝委員肯定。 2. 本研究採用之量測數據，溫度方面之精確度為正負 0.5℃，相對濕度為正負 3%，多功能電表為正負 1%，這些儀器出廠時皆有符合國家標準相關規範進行校正。 3. 遵照辦理。 	
<p>中華民國室內設計裝修商業同業公會全國聯合會 (康副理事長文昌)</p>	<p>建議與產業界合作進行專案實驗，以加速落實商品化之目標。</p>	<p>本研究目前仍為實驗性質，待後續計畫成熟時，將遵照委員意見加以商品化以具體落實。</p>	

<p>中華民國室內裝修專業技術人員學會（王麗卿副秘書長）</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣地處熱濕氣候且資源缺乏，本研究提 HEMS 系統及本土化省能運轉策略實具研究價值，期能廣泛應用及推廣。 2. 本研究針對 T5 傳統燈具與 LED 照明燈具作整合應用，探討 HEMS 系統對於照明系統運轉策略之節能成效，將有助於室內空間設計業者之設計知識累積，值得期待。 3. 計畫書第 7 頁圖 4 中「本案的 HEMS 控制設備照明系統架構圖」屬於辦公類空間規劃，與居住空間之性質有異；建議實驗空間設計時應採用台灣地區住宅空間「典型的平面配置案例」以進行全尺度實驗之監控與數據測量，如此，研究結果較具有實質應用價值。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多謝委員肯定。 2. 多謝委員肯定。 3. 多謝建議。本研究於此辦公空間實驗完成後將會移置內政部建築研究所「Living 3.0 智慧化居住空間展示中心」。 	
----------------------------------	---	---	--

<p>王副主任興毅</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 報告書與簡報內容均未說明經費部分，因其牽涉本計畫工作內容是否合宜，故請補充說明本案經費規模。 2. 本案之執行成果與經驗應擴散到產業界與用戶端，故系統建置成本／效益分析至關重要；畢竟它為落實產業化、普及化之第一步，務請研究單位確實進行。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案經費約為新台幣150萬元。 2. 遵照辦理。本期計畫因將大量設備國產化及本土化，因此將可更精確估算出系統建置成本與效益分析。 	
---------------	--	--	--

<p>游教授張松</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請補充說明東元變頻冷氣 HEMS 相關技術，那些由東元提供？另外，本研究所提供或研發之技術為何？ 2. 有關照明 (Lighting) 亮度及演色性之研究議題，請補充說明其量測儀器及設備環境為何？ 3. 請研究團隊補充說明有關 Lighting-on-demand 作法為何？系統所使用之演算法 (Algorithm) 為何？此演算法是否複雜到難以設定導致使用困難？ 4. 有關空調之「隨著室內人員及負荷變動，調變送風溫度與風量之運轉模式」，請補充說明其運作之演算法 (Algorithm) 為何？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前本計畫會選取東元變頻冷氣乃因實驗機型已預留 com port，較容易進行後續控制，而所有控制策略皆由本團隊自行開發。事實上，計畫之進行不全然只以此機型進行，反而會擴大至進行目前市面上最大宗以備普遍使用之一般窗型機，以增加其普及性。 2. 有關照明 (Lighting) 亮度及演色性之量測儀器及設備環境將於內政部建築研究所位於台南之性能實驗中心應用其設備進行。 3. 本團隊擬進行 Lighting-on-demand 策略擬利用人感 sensor 來輔助定位進行，以避免及複雜之演算法。 4. 空調之調變，將以 RFID 進行負載預測方式進行。 	
--------------	---	---	--

<p>黃教授榮堯</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究具應用創新性，成果可期。 2. 本案為延續型計畫，建議加入四／二年(或計畫執行期程)之整體計畫目標。 3. 本研究目前以特定空調或照明廠牌進行實驗，若能擴大業界參與，多納入不同廠牌，則可提昇未來研究成果之應用性，並可及早因應相關設備或通訊協定之標準化課題。 4. 針對本研究各項實驗之設計，包括範疇、頻率、時間長度、設備組合、參數變化等，請研究團隊進一步補充說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 遵照辦理。於計畫書中已加以說明。 3. 目前隨機選取之廠牌並非以後就固定。後續之研究將遵照委員意見多納入不同廠牌加以研究。 4. 本研究之實驗設計，以設定約三種不同情境進行。每一情境皆於中山大學實驗空間各約進行一週之全尺度量測及記錄。所牽涉之參數主要為外氣溫度、實驗區內部人數、室內設定溫度、及耗電量與室內溫度與相對濕度等，再進行迴歸分析而得。 	
--------------	---	---	--

<p>陳副教授昭榮</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在科技產品日漸普及的今日，本研究議題頗具發展潛力，若能在模組化上提供相關規範，且針對市場接受度進行成本考量，將能為日後商品化奠定良好基礎。 2. 本計畫擬提出空調及照明之通訊協定，牽涉議題廣泛（如廠商意願、市場競爭、消費者支持度、協定商品化等等），建議研究團隊先進行可行性評估。 3. 本計畫之 HEMS 系統應用地點係為辦公場所或是住宅空間，請釐清。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照委員意見。本研究之成果將於後續逐步將之模組化並提供相關規範，以便未來做較大規模之應用。 2. 本計畫採用之通訊協定為 BACNet。主要因其與取得 ISO 之國際認證，具有國際間之普及性，預計將會成為主流。 3. 如前所述，本研究於此辦公空間實驗完成後將會移置內政部建築研究所「Living 3.0 智慧化居住空間展示中心」。其中有一模擬實際居住之空間。 	
---------------	---	--	--

<p>張助理教授 又升</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議採以家用住宅進行全尺度實驗，以獲得可信度較高之實驗數據。 2. 請考量本土 HEMS 通訊架構之開放性，以利我國相關產業整合發展，並達成最大開發效益。 3. 不同建築類型之空調運轉模式，將影響 HEMS 系統人機介面設計與優化運轉策略之擬定，本案所設定之建築類型為何，請先釐清（建議以住宅為優先考量），以避免工作負荷超乎預期。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同上意見。遵照辦理。 2. 感謝委員意見。本研究之通訊協定 BACNet 為完全開放之架構。 3. 遵照委員意見，本研究將以住宅為優先考量。 	
---------------------	--	---	--

<p>主席指示及 結論</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本次「98 年度推動智慧化居住空間相關課程補助計畫」暨「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」等 2 案審查，原則通過。 2. 請承辦單位詳實記錄與會人員所提意見，供研究團隊作為後續研究執行之參考，並於修正計畫書中以表列方式妥予回應。 3. 本次「98 年度推動智慧化居住空間相關課程補助計畫」暨「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」等 2 案皆屬延續性計畫，請申請單位針對整體計畫目標與時程提出說明。 	<p>遵照主席裁示辦理。</p>	
---------------------	---	------------------	--

附錄二

內政部建築研究所「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」
補助計畫案期中審查會議意見回覆表：

審查委員	審查意見	回應	備註
王副主任興毅	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能為政府之重要政策，本計畫上行下效，並兼顧臺灣氣候之特性，且以國產化產品為對象，開發並驗證居家空調及照明系統之節能策略，特予肯定與鼓勵。 2. 建議本計畫之研究成果能積極擴及產業界，以促進臺灣家庭使用之普及率，有效提昇政府推廣智慧化生活之效益。 3. 要達成產業化、普及化之前提，端賴成本效益是否能被多數用戶所接納。故依期初審查會中部分委員之建議，本案應針對成本效益進行分析。 4. 有關如何呈現技術研發或實驗分析計畫案之具體成果，下列三種方式為其他部會對於執行期程已超過三或四年以上之計畫作法，提供本案未來執行之參考：（1）與產業界合作之案件數、（2）產品推出讓市場接受之程度、（3）技術移轉所獲得之權利金。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多謝委員肯定。 2. 遵照辦理。 3. 已於報告中另立小節進行分析。 4. 本計畫目前為雛型之製作，與一家監控廠商新逸，與兩家家電廠商，東元電機公司及日立冷氣公司洽談合作，後續若成功則可藉其廣大之產品通路，進行更大之技術擴散。 	

<p>游教授 張松</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究依據臺灣溼熱氣候條件，針對舒適度平均預測值（Predicted Mean Vote, PMV）公式進行修正，以符合本土地域性需求，值得鼓勵。 2. 本研究應用感應器偵測人員進出狀態進行照明調控部分，感應器如何有效判斷人是否已離去（是否坐立不動亦造成感應器誤判離去？），請研究單位補充說明。 3. 本案於居住空間中採用大量感應器及控制設備，進行全天候偵測與調控，惟其待機時所產生之能耗，相較一般家庭白晝可關閉設備電源之情況下，是否仍具顯著節省效益，請研究單位重新計算並分析說明。 4. 本研究與本土化公司（東元公司）合作，開發空調系統內部控制電路，著實有助提昇本土產業之整合技術，值得鼓勵。 5. 以 LED 作為室內照明，將產生亮度不足、演色性不佳、及散熱不良等問題；有關報告書提及 LED 較 T5 燈具增加 50% 之節能效益，請研究單位補充說明其比較基礎為何？ 6. 請研究單位補充說明報告書中圖 5.2.3 (第 37 頁) 之控制運算邏輯 (control algorithm)。 7. 請研究單位進行 HEMS 成本效益分析，並提出初步市場行銷策略。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多謝委員肯定。 2. 本研究所使用之照明控制感應器均有透過軟體將感應時間延長，預設為 20 分鐘，若 20 分鐘人沒有動作才會判斷人已離去，故少有誤判之情形。 3. 由於本研究之感應器絕大多數為設備開啟後才会有動作，僅少數如紅外線感應器等才会有待機電力之情形發生，但由於紅外線感應器本身耗電量極小，故並不影響本研究之節能效益。 4. 感謝委員肯定。 5. LED 照明燈具近年來已大幅改善其亮度、散熱、演色性等問題，目前本實驗所使用之 LED 燈具眼色性約為 80 左頁，照度約 700Lux 左右，可於實際應用上使用。此為在同一照度下，LED 燈局及 T5 燈具的耗能比較標準。 6. 將於報告書中說明。 7. 已於報告中另立小節進行分析。 	
-------------------	---	--	--

<p>黃教授 榮堯</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫研究用心，成果具體，值得肯定。 2. 請研究單位說明實驗系統所選用空調設備之機種限制（如變頻與否、冷房效率等等）為何？再者，控制介面改裝之時間與成本花費為何？以及，為考量因應後續擴大推廣使用，是否有機會開發外接模組？ 3. 請研究單位針對應用RFID偵測人數，及應用感應器（sensor）監測室內溫度等2種方式，分析比較其各自在控制空調負載方面之成效。 4. LED燈具因演色性不佳及散熱問題，鮮少使用於室內空間。報告書第20頁針對LED燈具提出「可維持在700Lux以上，符合家庭使用之需求」，理由稍顯薄弱，請研究單位進一步補充說明選用原因。 5. 居住空間常會因生活需求改變而調整，本研究之照明分區概念是否已考量因應對策？ 6. 有關後續研究成果之技術移轉及推廣應用之策略，請研究單位補充說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 無限制機種，最主要以此空間所冷房能力為選用標準。 東元冷氣機控制介面改裝為出廠時即改裝完畢，目前無多收額外之費用。 有機會開發額外模組，但還是以東元冷氣公司的設計規劃為主。 3. 遵照辦理，將於將報告中補充。 4. LED照明燈具近年來已大幅改善其亮度、散熱、演色性等問題，目前本實驗所使用之LED燈具眼色性約為80左頁，照度約700Lux左右，可於實際應用上使用。 5. 本研究目前之照明規劃是以固定區劃控制為主，但未來若導入二線式燈控之概念，將可隨意更換區劃位置。 6. 已於報告中另立小節進行分析。 	
-------------------	--	---	--

<p>鄭教授 明淵</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關網頁監控介面，建議依據使用者常用之功能，進行簡化，並提供進階介面，以滿足系統管理者之需求。 2. 應用 RFID 偵測室內人數以進行空調控制，立意良好；惟所有人員須隨身攜帶感測標籤 (Tag)，將對實際應用造成明顯限制。建議研究單位可考量應用紅外線或其他偵測技術。 3. 請研究單位補充說明，為何使用室外溫度而非室內溫度進行空調調控？以及有關溼度條件是否已作考量？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理。 2. 感謝委員建議，本團隊建置於建研所展示中心內部之空調系統，極為利用紅外線感應控制之空調控制系統。 3. 由於室外溫度高時會增加室內之空調負荷，故以室外溫度進行調控。無考慮濕度條件，由於傳統家庭用之冷氣機，均無導入外氣，故不考慮外氣之濕度條件。 	
<p>黃副教授 瑞隆</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究充分考量各種可行之 HEMS 執行方案，並符合計畫執行進度。 2. 研究團隊嘗試多種耗電情境模擬實驗，值得肯定，建議多選擇幾種節能效果明顯之情境，做更長期（如一或二週）實驗觀察，使數據更具說服力。 3. 有關直接應用室內人數做為空調機具卸載之依據，是否適宜？請研究單位補充說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 遵照辦理，將於期末報告中補充 3. 此策略為一創新之空調控制構想，並非說所有的控制策略一定以人數作為卸載之依據，但由於人是一個移動負荷，進入到室內空間後會造成此空間熱負荷之上升，離開則此空間熱負荷下降，故本研究以此為構想，建構一以人為依據之空調控制策略。 	

<p>張助理 教授 又升</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. HEMS 用電紀錄與預測模式對使用者而言，極具參考價值，建議此控制程式可再進一步發展。 2. 家庭耗能另有極大比例在於冷凍（冰箱）、熱水器、及一般家電（電視），建議此部份整合於後續 HEMS 計畫中，請研究單位可先行規劃。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，遵照辦理。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。 	
<p>臺灣電力公司 綜合研究所 蒲博士 冠志</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關 HEMS 通訊協定及介面設計，請研究單位考量新建築與既有建築之建置便利性。 2. HEMS 導入國產化設備時，建議考慮使用工業級設備，以提高系統長年使用時之穩定性。 3. 本研究數據在空調及照明系統之節能效果方面，十分顯著，建議後半期計畫亦針對成本效益進行分析。 4. 報告書可讀性稍低，如內文與圖說標示不甚吻合。 5. 有關報告書參考文獻之撰寫，請研究單位僅需呈現內文有引用之文獻。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，遵照辦理。 2. 感謝委員建議，將進行評估後決定是否採用。 3. 已於報告中另立小節進行分析。 4. 於期末報告修正。 5. 遵照辦理。 	

<p>中華民國 電機技師公會全國聯合會 彭常務 監事 繼傳</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究之省能策略架構，完整且周詳。 2. 在設備資源及實驗條件受限下，本研究數據之貢獻已相當顯著；若能提昇設備及環境條件，並增加試驗次數，再進行長時間觀測，則可得到更為精確之數據。 3. 由於 LED 燈具瓦特數不高（目前產業所能生產之產品瓦特數有限），照度有限，故本研究嘗試搭配傳統燈具以提昇人們視覺舒適度，立意良好；惟在最佳調配比例方面，尚有改善空間。 4. 建議本研究可積極與本土相關產業合作，並提昇技術及方法之成熟度，以加速商品化之時程。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定，遵照辦理。 3. 感謝委員建議，本團隊將於後續進行，LED 與傳統燈具最佳化調配之研究。 4. 遵照辦理。 	
<p>中華民國 冷凍空調技師公會全國聯合會（黃鴻河）</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. LED 雖為省能燈具，但其演色性能較一般燈具差，因此如何成為居住空間主要照明，需考量配套措施，請研究單位補充說明。 2. 建議 HEMS 空調系統，可增加外氣引入機制，以提昇居家舒適、健康及節能效益。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般螢光燈管眼色性約為 80~90 左右，本團隊所使用之 LED 燈具演色性雖較低，但也可達 80 左右，故符合家庭使用。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。 	
<p>中華民國 室內裝修專業技術人員學會（王副秘書長麗卿）</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案以 HEMS 智慧型運轉策略為主題，研擬智慧化居住空間之節能議題，以滿足臺灣熱溼氣候且資源缺乏之需求，深具研究及推廣之價值。 2. 本研究將傳統燈具與 LED 燈具整合，探討複式（Hybrid）照明系統之舒 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定。 3. 感謝委員建議，本團隊將於後續進行，LED 與傳統燈具最佳化調配之 	

	<p>適度與低耗能性之最佳組合方式，並運用全尺度實驗加以驗證省能效益，對於室內空間設計業者之設計知識累積，極有幫助。</p> <p>3. 國際照明大師周鍊曾表示：LED 燈具並不能全面取代現有之室內照明燈具。因此，本研究應進一步針對傳統燈具與 LED 燈具之配置比例與模式，及實驗空間種類，進行補充說明。另外，建議省能實驗仍應基於人的使用行為進行探討。</p> <p>4. 針對空調部份，本研究已調整舒適度平均預測值 (Predicted Mean Vote, PMV) 之運轉公式 (第 27 頁)，以提出適合臺灣濕熱型氣候之公式 (第 33 頁)。惟對於報告書第 39 及 40 頁中，如何得知「最舒適」狀態未多作說明 (是否與人的行為相關)，請研究單位補充說明。</p> <p>5. 報告書第 9 頁第一行提到於「國立中山大學或實際家庭進行全尺度實驗」，應是期初之實驗構想，請釐清。</p> <p>6. 報告書第 39 頁提及實驗進行除於中山大學實驗空間進行初步實驗外，另將於內政部建築研究所之智慧化居住空間展示空間進行全尺度實驗；惟展示中心已建置諸多相關設備，要如何區隔本研</p>	<p>研究。</p> <p>4. 於報告中補充說明。</p> <p>5. 第九頁之「國立中山大學或實際家庭進行全尺度實驗」確實為期初之構想，目前已將此構想更改於國立中山大學與建築研究所智慧化居住空間展示中心內進行實驗。</p> <p>6. 當初於展示中心內所規劃之 HEMS 實驗，展示中心方面有提供一獨立空間供本團隊建置應用，故可輕易區分本研究之效能。</p> <p>7. 感謝委員肯定。</p>	
--	---	---	--

	<p>究之效能，請研究單位補充說明。</p> <p>7. 本研究之實驗結果若能廣泛應用，將具可觀之效益。</p>		
<p>本所林組長建宏</p>	<p>1. 本計畫期中成果符合計畫預定進度。</p> <p>2. 有關報告書對於成果產出過程之敘述過於簡略，導致許多委員無法清楚掌握其因果關係，請研究單位於後續報告書中補充說明。</p> <p>3. 報告書第一章國內外文獻分析稍顯不足，建議節錄 95 年度 HEMS 計畫研究成果相關資料予以補充，並加入計畫整體架構說明，以利讀者清晰掌握計畫每年之階段性任務。再者，請研究單位註明報告書中圖表出處。</p> <p>4. 後續報告書撰寫格式，請研究單位按本所委託研究作業規定辦理。</p> <p>5. 有關後續 HEMS 導入智慧化居住空間展示中心進行全尺度驗證部分，請研究單位妥善規劃如何與現有系統進行介面整合，並與該中心計畫研究團隊取得共識。</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 將於報告中補充說明。</p> <p>3. 遵照辦理。</p> <p>4. 遵照辦理。</p> <p>5. 遵照辦理。</p>	

<p>主席指示及結論</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本次「98 年度推動智慧化居住空間相關課程補助計畫」暨「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」等 2 案期中審查，原則通過。 2. 請承辦單位詳實記錄與會人員所提意見，供研究團隊作為後續研究執行之參考，並於期末報告中以表列方式妥予回應。 3. 有關後續相關行政作業（支出憑證核銷、經費請領事宜），請研究單位依據本所相關規定，儘速辦理。 4. 後續課程補助之執行期程，請研究單位考量調整至下學期（2 或 3 月開課），除能提供各校較為充分之執行期程外，亦可提早完成各校執行成果之彙整工作。 	<p>遵照主席裁示辦理。</p>	
----------------	--	------------------	--

附件三

內政部建築研究所「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」
補助計畫案期末審查會議意見回覆表：

審查委員	審查意見	回應	備註
黃教授榮堯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案研究用心，成果具體，且具實務應用性，值得讚許。 2. 請執行單位於結案報告中補充說明各項實驗之規劃設計為何？並彙整各實驗之應用限制、假設條件、及相關變數為何？ 3. 請執行單位補充說明，本研究 HEMS 應用方式國內業者是否已有相關服務產品？若有，請再說明此服務產品與本研究 HEMS 應用方式之差異為何？ 4. 有關本研究選用某廠牌之空調系統，是否影響未來推廣普及之應用性？如使用其他廠牌空調系統，其改裝過程是否能簡化，以加速應用推廣？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 已於報告中『第六章-第一節-貳、實驗規劃設計』中補充說明。 3. 目前國內業者所建置之相關服務產品，大多還是利用時程控制等較簡單之控制技術，而本研究所建置之 HEMS 系統，可依較先進之人數、溫度等室內浮動負載控制，自動調配控制設備。 4. 目前國內外之空調控制設備，皆無開放使用者進行電腦化之控制，故無法進行系統之監控，因此，若 SAANet 控制模組量化後，對於未來空調控制應用上影響極大。若使用他牌冷氣，則必需考慮他牌原廠是否有支援 SAANet 模組，以確保後續保固 	

		之問題，若有支援，則只是將內部之控制板進行置換，無需太複雜改裝流程。	
--	--	------------------------------------	--

<p>張助理教授又升</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究導入 AMI 機制，確實可行，值得進一步研究，建議後續研究可針對建築物之智慧化配線及可時程控制之數位電表，進行最佳化之 HEMS 設計。 2. 本研究之實驗空間係以辦公空間模擬住宅空間，但住宅空間之特徵則具更多獨立空間（房間），且設備數量多而分散，空間使用人數亦較單純，故本研究以傳統 BEMS 思考方式模擬之 HEMS 模式須進一步修正調整。 3. 建議照明能源管理可搭配傢俱計畫，並搭配局部照明、重點照明（改變全面照明之傳統設計模式）進行模擬，以更加符合國人住宅之使用模式。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議，遵照辦理。 2. 感謝委員建議，後續研究將於實際家庭中進行實驗。 3. 感謝委員建議，遵照辦理。 	
----------------	---	--	--

<p>中華民國 室內設計 裝修商業 同業公會 全國聯合 會（康委 員文昌）</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究分析透澈，符合預期目標，值得肯定。 2. 建議執行單位將實驗成果進行商品化，並考量如何降低成本及確保系統穩定之課題，以利應用推廣；本會亦可提供後續普及推廣之協助。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。 	
---	--	---	--

<p>王副主任 興毅</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案內容詳實，研究用心；對於先前審查委員之建議，均已提出完整說明或改善措施，並於期末報告中清楚列示，符合委員之要求，值得肯定。 2. 有關本研究成本／效益之分析已依委員先前建議，以專門篇幅進行說明，雖數值顯示收支平衡（Break-even）之期限長達 10 年，但考量 LED 價格有大幅下降空間，伺服器（Server）之價格亦可在充分利用現有 PC 之條件下，建構成本仍可下降，因此本案仍具商業化潛力，值得支持。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員肯定。 	
<p>中華民國 冷凍空調 技師公會 全國聯合 會（劉委 員國祥）</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案研究深入，值得稱許。 2. 請執行單位考量空調設備之控制器能否標準化，以降低初設成本。 3. 建議執行單位研擬住家導入 HEMS 省能策略之獎勵方案，並提報政府相關單位作為政策擬訂參考，以提昇業者與使用者之參與意願。 4. 因系統規模愈小其待機耗電量愈顯著，建請執行單位於結案報告補充說明本案 HEMS 系統或設備之待機耗電量為何？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 目前所使用之設備由於數量較少，故成本較昂貴，待其量化後，將可降低其建置成本。 3. 感謝委員建議，遵照辦理。 4. 本研究所使用之設備待機電力如下： 空調控制系統，SAANet 控制模組及空調機本身待機耗電量約 8W。 照明控制系統，待機耗電量約為 0.024W。 	

		<p>紅外線及 RFID 感知器，待機耗電量約為 9.46W。 RB 網頁伺服器及 DDC 控制器，此兩項為遠端控制連線設備，故需長時間啟動，耗電量約為 41.32W。</p>	
<p>朱副主任 曉萍</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案 HEMS 系統針對空調及照明設備之省能策略整合應用，成果良好，值得肯定。 2. 請執行單位考量如何將實驗成果進一步與廠商合作，以有效發揮實質效益。 3. 有關舒適度之認定將因人而異，請執行單位補充說明本案 HEMS 系統是否可配合個人差異，讓使用者自行設定調控。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。 3. 本研究所建置之空調 PMV 控制策略，其所採用之舒適度公式皆是由大量問卷調查採樣決定，故適用於大多數之情況，但若使用者依然感到不適，亦可自行設定。 	

<p>中華民國 電機技師 公會全國 聯合會 (彭常務 監事繼 傳)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究頗為用心，符合預期成果，值得讚許。 2. 有關智慧化居住空間 HEMS 省能策略在既有建築應用層面，尚需建請主管機關擬訂政策方向，以利未來有效推動。 3. 有關 HEMS 設備本土化與應用，需考量廠商投資生產意願，以達成後續商品化之目標。 4. 本年度執行過程中若有遺漏或考慮欠周部分，請執行單位於下年度(或延續計畫)加以補強。 5. 本研究所列之建議事項，可供相關主管機關擬訂政策之參考。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議，遵照辦理。 3. 感謝委員建議，遵照辦理。 4. 感謝委員建議，遵照辦理。 5. 感謝委員建議，遵照辦理。 	
---	---	--	--

<p>本所安全 防災組 (陳志 銓)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請執行單位補充說明本案所使用之感測裝置 (RFID 或紅外線系統), 是否可因應室內空間之浮動負載變化, 自動調整空調主機, 以維持室內舒適溫度? 2. 有關 Panasonic 相關空調產品亦具備動能感溫裝置, 能感測室內人數及動作以調控空調主機之風速及溫度, 達成室內舒適溫度。請執行單位補充說明本案 HEMS 系統與前述系統之比較差異為何? 3. 建議執行單位可運作 CFD 軟體來模擬室內人員及其他侵入熱源之溫度變化, 以強化本案 HEMS 系統之說服力。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案所建置之控制策略, 可依室內浮動負載變化, 自動調配空調機之負載, 並維持室內舒適度。 2. 本研究所建置之空調控制策略, 可依室內浮動負載進行 PMV 之控制, 而 Panasonic 空調控制策略為較簡單之加減溫度或風速之控制。 3. 感謝委員建議, 將於後續研究進行。 	
<p>本所林組 長建宏</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議執行單位後續研究, 先以 HEMS 系統商品化為主軸, 提出套裝服務模式及產品, 以利推廣普及於新、舊建築, 提高具體效益。 2. 後續研究請執行單位密切掌握政府相關能源政策, 及經濟部 AMI 發展動向, 並思考如何與本案 HEMS 系統之整合發展策略。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員建議, 遵照辦理 2. 感謝委員建議, 遵照辦理。 	

<p>主席指示 及結論</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本次「98 年度推動智慧化居住空間相關課程補助計畫」暨「HEMS 系統人機介面國產化與省能策略實驗分析」等 2 案期末審查，原則通過。 2. 請承辦單位詳實記錄與會人員所提意見，供執行單位作為後續研究執行之參考，並於成果報告中以表列方式妥予回應。 3. 有關後續相關行政作業（支出憑證核銷、經費請領事宜），請執行單位依據本所相關規定，儘速辦理。 4. 有關 99 年度智慧化居住空間相關課程補助之受補助學校經費審查事宜，請承辦單位儘速辦理。 	<p>遵照主席裁示辦理。</p>	
---------------------	--	------------------	--

附錄四

內政部建築研究所性能實驗中心

照明燈具配光曲線試驗報告