

「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」

資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

109  
年度



# 建築空調系統整合物聯網與智慧型 運轉模式之研究

資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



計畫編號：10915B0013

# 建築空調系統整合物聯網與智慧型 運轉模式之研究

資料蒐集分析報告

計畫主持人：羅時麒

協同主持人：楊冠雄

研究員：林谷陶、陳麒任、徐富國

研究助理：藍世福、陳賢榮、陳亮宇

研究期程：中華民國 109 年 3 月至 109 年 12 月

## 內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



目次

目次 .....	I
表次 .....	III
圖次 .....	V
摘要 .....	XV
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 計畫願景 .....	3
第二章 蒐集國內外 IOT 技術應用於建築空調系統之相關案例 .....	5
第一節 國外相關案例分析 .....	5
第二節 國內相關案例分析 .....	13
第三章 建築空調系統結合 IOT 之設計應用方式 .....	17
第一節 大型建築空調系統結合 IOT 物聯網之必要性與設計系統架構 .....	17
第二節 小型建築空調系統結合 IOT 物聯網之必要性與設計系統架構 .....	23
第三節 空調 DR 卸載雲端大平台簡介 .....	29
第四章 建築空調系統兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略 .....	37
第一節 熱舒適環境之基本理論介紹 .....	37
第二節 兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析 .....	41

第五章 研擬節能管理指標增修訂草案，供本所智慧建築評估手冊增修訂參考 .....	99
第一節 「節能管理指標」基本規定之增修訂參考 .....	101
第二節 「節能管理指標」獎勵項目之增修訂參考 .....	109
第六章 結論與建議.....	113
第一節 結論 .....	113
第二節 建議 .....	119
附錄一 評選審查意見及回應一覽表 .....	123
附錄二 期中審查意見及回應一覽表 .....	127
附錄三 期末審查意見及回應一覽表 .....	133
附錄四 建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究之第一次專家諮詢座談會 .....	139
附錄五 建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究之第二次專家諮詢座談會 .....	143
參考書目 .....	147



表 次

表 5-1	「2016 年版智慧建築評估手冊」之評估項目 .....	99
表 5-2	我國建築能源管理系統處理裝置之分級 .....	102
表 5-3	民國 92 年分階段開始實施之空調系統冰水主機能源效率標準 .....	104
表 5-4	「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級 標示事項方法及檢查方式」(109 年 7 月 1 日起實施) .....	105



圖 次

圖 1-1	國外利用空調系統導入創新智慧型運轉策略，來達到電力 需量管制之雙重目標 .....	3
圖 2-1	日本橫濱智慧城市計畫獲選為全世界六大智慧創新與科技 智慧城市 .....	5
圖 2-2	YSCP 系統架構由整合商辦大樓之 BEMS 及集合住宅之 HEMS 組合而成 .....	6
圖 2-3	WINN ENERGY CONTROLS, INC. 廠商之 ADRES CHILLER CONTROLLER.....	8
圖 2-4	ADRES CHILLER CONTROLLER 於節約能源與需量反應功 能 .....	10
圖 2-5	OPENADR2.0 VTN 與 VEN 關係圖 .....	12
圖 2-6	台電公司聯合型電力需量反應計畫所須之最低門檻值為 100 KW .....	13
圖 2-7	於 108 年 10 月 7 日至 9 日實際之卸載量已經超過最低門 檻值 100 KW .....	14
圖 2-8	於 108 年 10 月 7 日之最高卸載量更超過 300 KW 以上 .....	15
圖 2-9	於 108 年 10 月 14 日至 16 日實際之卸載量已經超過最低門 檻值 100 KW .....	15
圖 2-10	於 108 年 10 月 21 日至 23 日實際之卸載量已經超過最低 門檻值 100 KW.....	16
圖 3-1	大型建築空調系統結合 IOT 物聯網之系統架構圖 .....	18
圖 3-2	大型建築空調主機系統結合 IOT 設計之系統硬體裝置情形 .....	19

圖 3-3	大型建築空調系統之冰水主機通訊欄位.....	19
圖 3-4	大型建築空調主機系統結合 IOT 設計之系統硬體裝置情形 .....	20
圖 3-5	大型建築空調主機系統結合 IOT 設計之系統硬體裝置完工 情形.....	20
圖 3-6	空調 DR 卸載雲端大平台可依各縣市分區域顯示即時線上 用電統計資料.....	22
圖 3-7	空調 DR 卸載雲端大平台之伺服主機程式每分鐘會依各縣 市統計用電資訊.....	22
圖 3-8	小型建築空調系統結合 IOT 物聯網之系統架構圖.....	24
圖 3-9	小型建築空調系統結合 IOT 物聯網之施工佈線情形.....	25
圖 3-10	小型建築空調系統結合 IOT 物聯網與卸載雲端大平台相 連測試.....	25
圖 3-11	小型建築空調系統結合 IOT 物聯網之裝置完工情形.....	26
圖 3-12	MODE A：空調模式 20 分鐘與送風模式 10 分鐘之實驗結 果分析.....	26
圖 3-13	MODE B：空調模式 22 分鐘與送風模式 8 分鐘之實驗結果 分析.....	27
圖 3-14	MODE C：空調模式 25 分鐘與送風模式 5 分鐘之實驗結果 分析.....	27
圖 3-15	MODE D：空調模式 28 分鐘與送風模式 2 分鐘之實驗結果 分析.....	28
圖 3-16	MODE E：空調模式 30 分鐘與送風模式 10 分鐘之實驗結 果分析.....	28

圖 3-17	「ABRI 廣域智慧空調系統能源卸載與管理平台」首頁畫面 .....	29
圖 3-18	由能源卸載與管理平台進入查詢 BEEUP 計畫歷年補助案 例之操作畫面 .....	30
圖 3-19	建築節能與綠廳舍改善補助計畫 (BEEUP) 計畫歷年補助 之案例之連線網頁 .....	30
圖 3-20	點選「年度」與「案場名稱」，即可查閱 BEEUP 計畫歷 年補助案例之狀況 .....	30
圖 3-21	由能源卸載與管理平台進入「WABEMS A」空調卸載網 頁之操作畫面 .....	31
圖 3-22	進行「WABEMS A」空調卸載之操作畫面 .....	31
圖 3-23	「WABEMS A」空調卸載網頁進行 [高雄] 的空調卸載之 操作畫面 .....	32
圖 3-24	「WABEMS A」網頁進行點選位於[高雄]，可進行空調卸 載單位之操作畫面 .....	32
圖 3-25	由能源卸載與管理平台進入「WABEMS B」空調卸載網 頁之操作畫面 .....	33
圖 3-26	進入「WABEMS B」空調卸載之操作畫面 .....	33
圖 3-27	進入「WABEMS B」後，點選[需量控制單位]，選擇欲進 行空調卸載之單位 .....	34
圖 3-28	由能源卸載與管理平台進入「LIVING 3.0」空調卸載網頁 之操作畫面 .....	34
圖 3-29	進入「LIVING 3.0」空調卸載之操作畫面 .....	35
圖 3-30	進入「LIVING 3.0」空調卸載畫面後，空調卸載操作畫面 .	35

圖 4-1	ANSI/ASHRAE STANDARD 55-1981 室內熱舒適之室內溫度與相對濕度變化區域.....	38
圖 4-2	國軍岡山醫院建築物外觀.....	42
圖 4-3	2017 年國軍岡山醫院臨時性設置之感測器.....	43
圖 4-4	2019 年國軍岡山醫院常設性固定設置之感測器.....	43
圖 4-5	國軍岡山醫院為內政部建築研究所聯合型需量競價團隊.....	44
圖 4-6	岡山醫院第 1 次聯合型需量競價用電抑低期間冰水主機用電量.....	45
圖 4-7	岡山醫院 8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較.....	46
圖 4-8	岡山醫院 8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫度比較.....	47
圖 4-9	岡山醫院 8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕度比較.....	47
圖 4-10	岡山醫院第 2 次聯合型需量競價用電抑低期間冰水主機用電量.....	48
圖 4-11	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較.....	49
圖 4-12	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫度比較.....	50
圖 4-13	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕度比較.....	50
圖 4-14	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度比較.....	51

圖 4-15	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度比較 .....	51
圖 4-16	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	52
圖 4-17	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	52
圖 4-18	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道溫度比較 .....	53
圖 4-19	岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道濕度比較 .....	53
圖 4-20	岡山醫院 8 月 26 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用电量比較 .....	54
圖 4-21	岡山醫院 8 月 26 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫度比較 .....	56
圖 4-22	岡山醫院 8 月 26 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕度比較 .....	56
圖 4-23	岡山醫院 8 月 27 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用电量比較 .....	57
圖 4-24	岡山醫院 8 月 27 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	58
圖 4-25	岡山醫院 8 月 27 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	58
圖 4-26	岡山醫院 8 月 28 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用电量比較 .....	59

圖 4-27	岡山醫院 8 月 28 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道 溫度比較 .....	60
圖 4-28	岡山醫院 8 月 28 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道 濕度比較 .....	60
圖 4-29	岡山醫院 8 月 31 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電 量比較 .....	61
圖 4-30	岡山醫院 8 月 31 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫 度比較 .....	63
圖 4-31	岡山醫院 8 月 31 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕 度比較 .....	63
圖 4-32	岡山醫院 9 月 1 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電 量比較 .....	64
圖 4-33	岡山醫院 9 月 1 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度 比較 .....	65
圖 4-34	岡山醫院 9 月 1 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度 比較 .....	65
圖 4-35	岡山醫院 9 月 2 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電 量比較 .....	66
圖 4-36	岡山醫院 9 月 2 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫度 比較 .....	67
圖 4-37	岡山醫院 9 月 2 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕度 比較 .....	67
圖 4-38	岡山醫院 9 月 3 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電 量比較 .....	68



圖 4-39	岡山醫院 9 月 3 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診溫度比較 .....	69
圖 4-40	岡山醫院 9 月 3 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診濕度比較 .....	69
圖 4-41	岡山醫院 9 月 4 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	70
圖 4-42	岡山醫院 9 月 4 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	71
圖 4-43	岡山醫院 9 月 4 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	71
圖 4-44	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	72
圖 4-45	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫度比較 .....	74
圖 4-46	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕度比較 .....	74
圖 4-47	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度比較 .....	75
圖 4-48	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度比較 .....	75
圖 4-49	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	76
圖 4-50	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	76

圖 4-51	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道溫度比較 .....	77
圖 4-52	岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道濕度比較 .....	77
圖 4-53	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	78
圖 4-54	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫度比較 .....	80
圖 4-55	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕度比較 .....	80
圖 4-56	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度比較 .....	81
圖 4-57	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度比較 .....	81
圖 4-58	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	82
圖 4-59	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	82
圖 4-60	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道溫度比較 .....	83
圖 4-61	岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道濕度比較 .....	83
圖 4-62	岡山醫院 9 月 15 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	84

圖 4-63	岡山醫院 9 月 15 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度比較 .....	85
圖 4-64	岡山醫院 9 月 15 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度比較 .....	85
圖 4-65	岡山醫院 9 月 16 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	86
圖 4-66	岡山醫院 9 月 16 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度比較 .....	87
圖 4-67	岡山醫院 9 月 16 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度比較 .....	87
圖 4-68	岡山醫院 9 月 17 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	88
圖 4-69	岡山醫院 9 月 17 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫度比較 .....	89
圖 4-70	岡山醫院 9 月 17 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕度比較 .....	89
圖 4-71	岡山醫院 9 月 18 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	90
圖 4-72	岡山醫院 9 月 18 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	91
圖 4-73	岡山醫院 9 月 18 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	91
圖 4-74	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較 .....	92

圖 4-75	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫度比較 .....	94
圖 4-76	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕度比較 .....	94
圖 4-77	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫度比較 .....	95
圖 4-78	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕度比較 .....	95
圖 4-79	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道溫度比較 .....	96
圖 4-80	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道濕度比較 .....	96
圖 4-81	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道溫度比較 .....	97
圖 4-82	岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道濕度比較 .....	97
圖 5-1	廠商申請冰水機組能源效率分及標示之作業流程.....	106

## 摘要

**關鍵詞：**物聯網 IoT 技術、電力需量反應、智慧型運轉模式

### 一、研究緣起

近十幾年來伴隨科技的發展，資通訊（ICT）產業具有跳躍性的進步，建築物對於設備自動化及物聯網（IoT）的需求與日俱增，造就建築物從過去個別分散且高度仰賴人力的控制管理方式，逐步發展為如今系統性且自動化的控制模式。因此，隨著 IoT 技術之興起，為智慧化居住空間提供了良好的兼顧建築節能與室內熱舒適環境嶄新機會。

### 二、研究方法及過程

目前傳統式空調節能策略之實施，仍須經過複雜的建築能源管理系統（BEMS）及大量的 ICT 介面與通訊協定之整合才得以實施，將對大量普及化應用形成了極大的瓶頸。因此，本研究將針對建築之空調系統，運用創新之 IoT 概念來進行空調系統之直接調控，並配合智慧型空調運轉策略之導入，兼顧建築節能與室內熱舒適環境之目的。

### 三、重要發現

- 1、完成國內外 IoT 技術應用於建築空調系統之相關案例文獻蒐集。近年來歐美日本等先進國家，則開始大量投入利用空調系統於夏季進行卸載來降低整體國家電網於夏季期間尖峰供電不足的困境，已形成一個全新的發展趨勢。我國內政部建築研究所，於 4 年前開始對 IoT 技術應用於建築空調系統此方面進行系統化之研究。
- 2、完成建立我國建築空調系統結合 IoT 之設計應用方式。本研究直接利用 IoT 物聯網進行「限制主機之運轉電流策略」時，其設計系統架構為裝在冰水主機內部的「限制主機之運轉電流策略」控制器，透過 IoT 模組的防火牆與 IoT 模組的控制器相連，IoT 模組的控制器再靠著 4G 通訊與空調 DR 卸載雲端大平台相連。
- 3、完成適用於我國濕熱型氣候之智慧化空調運轉策略。本計畫已於國軍高雄總醫院

岡山分院，進行全面性的記錄室內溫度與相對濕度環境，再經過電力需量管制以評估及記錄其前後變化加以比對。於國軍岡山醫院進行兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析有下列 3 個重點：

- (1) 進行不同空調卸載策略以電力需量管制下，所各可獲得之實際電力卸載量 kW。
  - (2) 進行這些不同空調卸載策略，是否仍然能夠維持可接受之室內熱舒適環境 T&RH。
  - (3) 歸納出這些不同空調卸載策略，應該如何在維持可接受之室內熱舒適環境下，使整體系統運轉達到最佳化與節能化。
- 4、完成智慧建築評估手冊節能管理指標增修訂草案。本工作為進行內政部建築研究所於 105 年 3 月發行的「智慧建築評估手冊」中，有關「節能管理指標」基本規定與鼓勵項目內容之增修訂參考。

#### 四、主要建議事項

##### 建議一：

本計畫進行內政部建築研究所 105 年 3 月發行的「2016 年版智慧建築評估手冊」中，有關「節能管理指標」基本規定與鼓勵項目內容之增修訂參考。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。

##### 建議二：

經由本計畫之研究分析，目前皆具備可經由 BEMS 及/或 IoT 物聯網界面來進行大型電力需量聯合反應計畫之空調系統、BEMS 系統、及 TAB。此不但為我國之首創進行之新興項目，且已真正踏出帶動產業升級的重要第一步。未來隨著本計畫之大力推廣，將形成更大的產業升級推動力量。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。

**建議三：**

本計畫於有關兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析，為利用國軍岡山醫院參與需量競價抑低用電期間，整理分析其院內的相關數據，以作為推斷出最佳運轉策略之根據。此重要試驗結果亦由本計畫做成建議事項，可提供日後參與聯合型需量競價團隊的參考，做為後續進一步推廣空調系統卸載之重要依據。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。





## **ABSTRACT**

Keywords: IOT Technology, Demand Response, Intelligent Operation Modes

### **1. Reasons of this study**

Being located in subtropical area, the weather in Taiwan is constantly hot and humid especially in the summer which makes the outdoor temperature reaching as high as the 40 °C level. The building HVAC systems, operating during the summer, has become the main reason causing power shortages.

In recent years, the advancement of the ICT technology has promoted a strong demand for building automation system, especially through the application of IOT technology, which could provide indoor thermal comfort as well as meeting the need for building energy conservation.

### **2. Methods and process**

Conventionally, building energy conservation has to be implemented through the BEMS, or Building Energy Management System, which involves a lot of ICT complicated interfaces and the integration of communication protocols, causing bottlenecks for large scale applications. Therefore, it is the goal of this study, to develop the IOT technology, to achieve energy conservation for the HVAC systems and providing thermal comfort simultaneously.

### **3. Result**

Through the execution of this project, it is anticipated to yield the following results and contributions:

- 1.To conduct a literature survey for the IOT application on HVAC systems.
- 2.To establish the methodology in applying the IOT technology for HVAC system designs in Taiwan.
- 3.To develop the intelligent operational strategies for the HVAC systems under

Taiwan's hot and humid conditions

4.To revise and complete the draft version for the Intelligent Buildings Application Handbook, especially for the index of Building Energy Conservation.

#### **4. Recommendation**

To revise and complete the draft version for the Intelligent Buildings Application Handbook: For immediate strategies

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior

Co -organizer: none

Explanation: To revise and complete the draft version for the Intelligent Buildings Application Handbook 2016, especially for the index of Building Energy Conservation including IOT Technology and Demand Response.

To develop the intelligent operational strategies for the HVAC systems under Taiwan's hot and humid conditions: For immediate strategies

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior

Co -organizer: none

Explanation: To develop the intelligent operational strategies for the HVAC systems under Taiwan's hot and humid conditions. It is the goal of this study, to develop the IOT technology, to achieve energy conservation for the HVAC systems and providing thermal comfort simultaneously.

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

本研究之主題為應用創新科技，提升建築空調系統之運轉效率。第一部份，也就是建築空調能源效率的提升（Energy Efficiency Upgrade, 也就是通稱的 EE）第二大部份則為利用空調系統導入創新智慧型運轉策略，來達到電力需量管制（Demand Response, 簡稱 DR）之雙重目標。

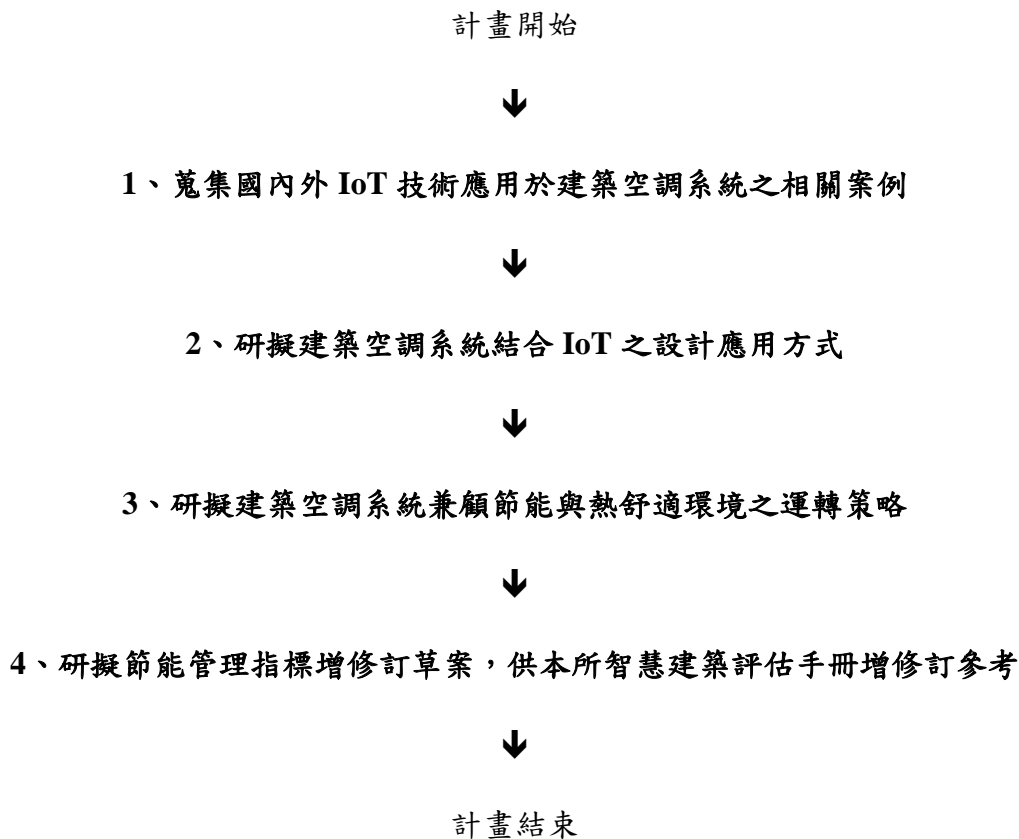
台灣位處亞熱帶氣候區，全年多處於高濕、高熱之氣候環境，尤其夏季戶外溫度動輒高達 40°C 以上，單靠建築外殼隔熱性能提升效果畢竟有限，仍需搭配空調系統才能使室內環境維持在舒適範圍，促使建築空調系統需於夏天大量投入運轉，是造成國家電網電力尖峰負載吃緊之主要原因。

近十幾年來伴隨科技的發展，資通訊（Information and Communication Technology, 簡稱 ICT）產業具有跳躍性的進步，建築物對於設備自動化及物聯網（Internet of Things, 簡稱 IoT）的需求與日俱增，造就建築物從過去個別分散且高度仰賴人力的控制管理方式，逐步發展為如今系統性且自動化的控制模式。因此，隨著 IoT 技術之興起，為智慧化居住空間提供了良好的兼顧建築節能與室內熱舒適環境之嶄新機會。

目前傳統式空調節能策略之實施，仍須經過複雜的建築能源管理系統（Building Energy Management System, 簡稱 BEMS）及大量的 ICT 介面與通訊協定之整合才得以實施，將對大量普及化應用形成了極大的瓶頸。

因此，本研究將針對建築部門之空調系統（含中央空調及無風管空調），運用創新之 IoT 概念來進行空調系統之直接調控，並配合智慧型空調運轉策略之導入，以達到兼顧建築節能與室內熱舒適環境之目的。

本計畫進行之步驟流程，如下所列：



預期經由本計畫之執行，可獲得如下之成果：

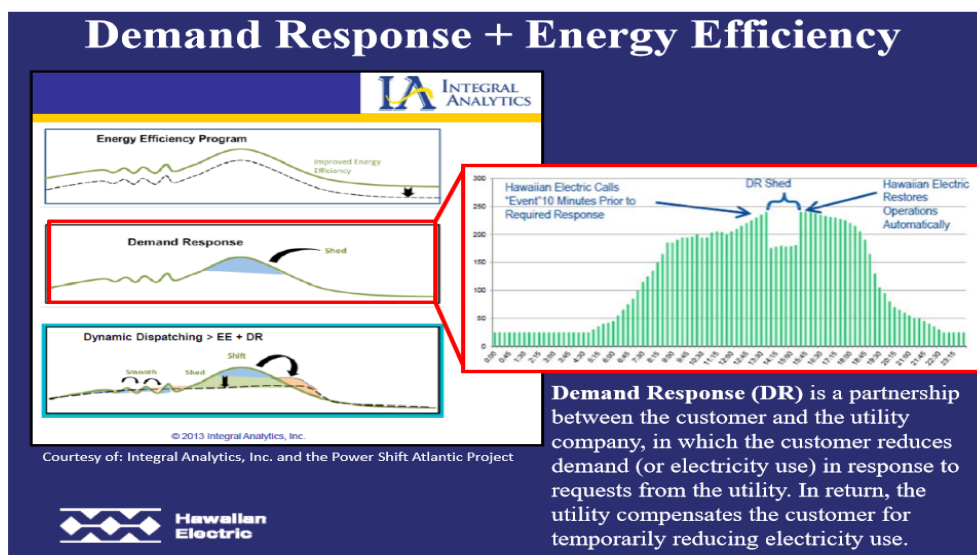
- 1、完成國內外 IoT 技術應用於建築空調系統之相關案例文獻蒐集。
- 2、完成建立我國建築空調系統結合 IoT 之設計應用方式。
- 3、完成適用於我國濕熱型氣候之智慧化空調運轉策略。
- 4、完成智慧建築評估手冊節能管理指標增修訂草案。

## 第二節 計畫願景

台灣地區季外氣高溫且潮濕，以及空調系統經常成為建築物耗電量激增夏季尖峰供電壓力之主因。若能利用智慧型運轉策略對於空調系統進行節約能源及電力需量管制，不但能節約運轉電費，另一方面對於電力夏季供應不足的壓力也可有效的抒解，形成強有力的政策措施。

尤其是我國夏月經常陷入電力備載容量低達到 2% 的困境，正需要進一步應用智慧化居住空間，配合空調系統之卸載，來達到建築節能與電力需量管制之雙重目的。

本計畫的主要目的，為應用創新科技，提升建築空調系統之運轉效率。第一部份，也就是建築空調能源效率的提升（Energy Efficiency Upgrade, 也就是通稱的 EE）第二大部分則為利用空調系統導入創新智慧型運轉策略，來達到電力需量管制（Demand Response, 簡稱 DR）之雙重目標，其內容如下圖 1-1 所示。



**圖 1-1 國外利用空調系統導入創新智慧型運轉策略，來達到電力需量管制之雙重目標**

（資料來源：Hawaiian Electric）

然而，由於目前傳統空調系統大體只能進行簡易之排程管理、及空調與送風模式之切換，無法進一步進行良好的節能策略之導入。

本計畫之目的，則為導入智慧型運轉策略，直接將建築空調系統建築能源管理系統 BEMS 及/或物聯網 IoT 系統經由雲端平台加以整合，下達指令，進行節能 EE + DR 模式之建立，而達到成整體建築節能之成果，再加以於未來擴大應用。

建築空調系統佔整體建築耗能 45 % ~ 50 %，是形成建築耗能激增之主因，也是導致我國夏季供電不足的主要原因之一。

本計畫之重要性在於開發具體可行之建築空調智慧型節能運轉策略，來降低建築耗能與電力需量管制之雙重效果。可說是極其重要且可立竿見影之研究。

## 第二章 蒐集國內外 IoT 技術應用於建築空調系統之相關案例

### 第一節 國外相關案例分析

國外各先進國家對於建築節能導入智慧型運轉策略，對於整體建築效能之提升不遺餘力。這中間包含：建築外殼設計、內外遮陽、照明、隔熱等等子系統。另一方面則包含：空調系統、動力系統等需要用電的設備進行節能。這些研究着重整體建築能源效率之值提升也就是 EE (Energy Efficiency Upgrade)。

近年來歐美日本等先進國家，則開始大量投入利用空調系統於夏季進行卸載來降低整體國家電網於夏季期間尖峰供電不足的困境，已形成一個全新的發展趨勢。尤其像日本橫濱智慧城市計畫(Yokohama Smart City Project, 簡稱 YSCP, 請見參考書目[1]), 是因為進行大規模的電力節能與電力需量管制計畫，而獲選為全世界六大智慧創新與科技智慧城市的美譽，可視為最佳典範，如下圖 2-1 所示。

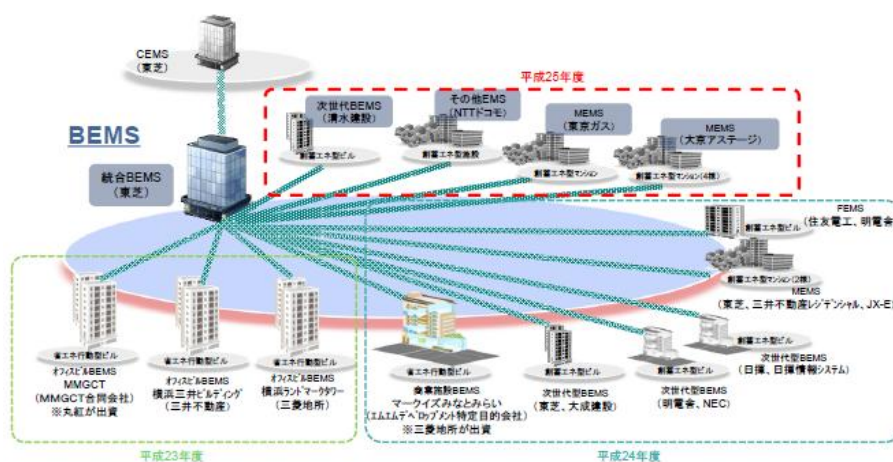
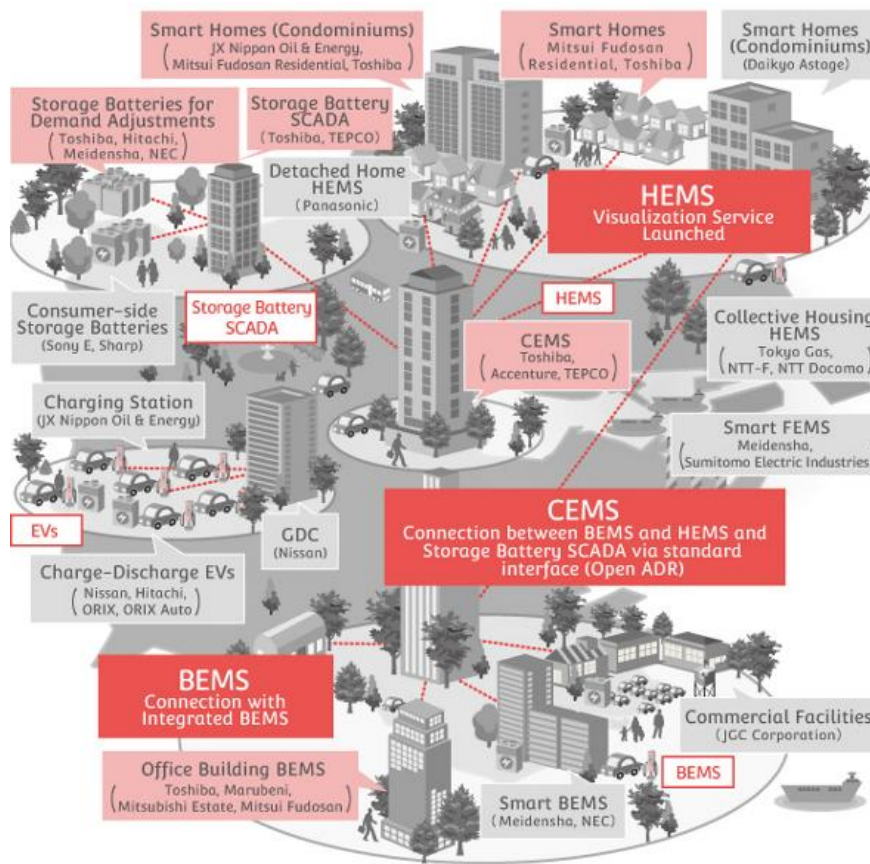


圖 2-1 日本橫濱智慧城市計畫獲選為全世界六大智慧創新與科技

### 智慧城市

(資料來源：參考文獻 1)

橫濱智慧城市計畫於 2011 年（平成 23 年）該計畫由東芝（Toshiba）開始規劃社區能源管理系統（Community Energy Management System）；首先納入丸紅、三井不動產、三菱地所等所屬之大型集合住宅進行 DR 策略之管制與實證。2012 年再逐步擴大至較大量之住友電工等商辦大樓。2013 年更進一步擴大納入東京瓦斯、NTT 等商辦大樓。其系統架構，如下圖 2-2 所示。



**圖 2-2 YSCP 系統架構由整合商辦大樓之 BEMS 及集合住宅之 HEMS 組合而成**

（資料來源：參考文獻 1）

YSCP 於 2013 年 7 月至 9 月共進行 22 回 DR 方案。其中 18 回為前一日通知； 4 回為當日通知。DR 實施時段為下午 13:00 至 16:00 共 3 小時。DR 發出指令之必要條



件為：預測隔日或當日實測外氣溫度達 31 °C 以上之尖峰時段進行。電力基線參考值採前 5 個工作日之平均電力需量；採給予參與用戶電費抵減(Peak Time Rebate, 簡稱 PTR) 之方式；分別為每 kW 5 元，每 kW 15 元，及每 kW 50 元，等 3 種不同級距進行。

其次，由於國外開始大量進行物聯網 IoT 技術以及人工智慧技術的開發與應用，其範圍包含所有工業上，尤其是自動工業製造相關的應用，更為普遍。

然而由於建築空調系統其最主要的設備就是冰水主機，但在這一方面之技術更新與創新卻稍微落後，因為空調主機是製造已經有數 10 年甚至上百年的發展歷史，其中最常見的包含離心式、螺旋式、與往復式等許多的機種，皆遵循 VCR 循環，也就是最傳統的熱力學理論來進行設計製造的。也因此，在這一方面的進步較為緩慢，大底就被歸類為傳統工業之列。

直到最近，磁浮離心式冰水主配合變頻等智慧型控制策略異軍突起，開始有了大的技術突破。尤其是經過變頻來調校其運轉容量，並於低負載率時產生高的運轉性能，且可以即時卸載的智慧型冰水主機運應而生。

且一方面製造成本因市場競爭而大幅度降低，原來的磁浮離心式主機之製造成本，由每冷凍噸約 30,000 元台幣，快速降到約 15,000 元，甚至 12,000 元的成本價。此與傳統冰水主機每冷凍約 8,700 元至 10,000 元已經極為接近，具有強勁的競爭力。

美國加拿大等北美地區國家，於此方面之技術執全世界之牛耳，尤其是 Turbo 90 機種為世界磁浮離心式大型冰水主機首發的智慧型產品，然而推出後曲高和寡，最後只好技術開放，我國堃霖牌主機也獲得授權可以生產，目前為國內之磁浮離心式主機型的主要供應商之一。其主要貢獻為必須搭配良好的主機控制邏輯，才能真正發揮其技術優勢。

另外，目前國際間的智慧型冰水主機系統上，亦有加裝 Winn Energy Controls, Inc. 廠商之 ADRES Chiller Controller 之方式進行智慧型策略運轉，其系統如下圖 2-3 所示。亦即在原本的冰水主機系統上，加裝 ADRES Chiller Controller 後，可以進行 EE 與 DR 的各種運轉策略，以便達成節約能源與需量反應的目標。



**圖 2-3 Winn Energy Controls, Inc. 廠商之 ADRES Chiller Controller**

(資料來源：Winn Energy Controls, Inc)

ADRES Chiller Controller 是一種固定式，且為無線傳輸的解決方案，同時也是實現快速、簡便、和廉價的控制器解決方案。ADRES Chiller Controller 不管是從現有的冰水主機進行改造與安裝，或是裝置在新機種的冰水主機，接一併相容。

AADRES Chiller Controller 幾乎可操控管理所有型式壓縮機的冰水主機，包括離心式、螺旋式、往復式、或吸收式系統。並透過嵌入式 openADR 程式界面，可於硬體中直接植入當地電力公司的需量反應時段，提供卓越的節能效果。

於 EE 節約能源方面，ADRES Chiller Controller 可同時控制 1 台或 2 台冰水主機，其隨著外氣溫度的變化，以調整冰水出水溫度或回水溫度之數值。亦可直接控制冰水泵與冷卻水泵，使得可隨外氣溫度與人員負載多寡進行最佳化之運轉設定。

亦即當外部環境溫度低或下降時，ADRES Chiller Controller 將提高離開冰水主機的冰水的供應溫度。因此，在滿足建築物冷卻水需求的同時，冰水主機冷卻器消耗的能量將減少許多，同時也節省電費支出。

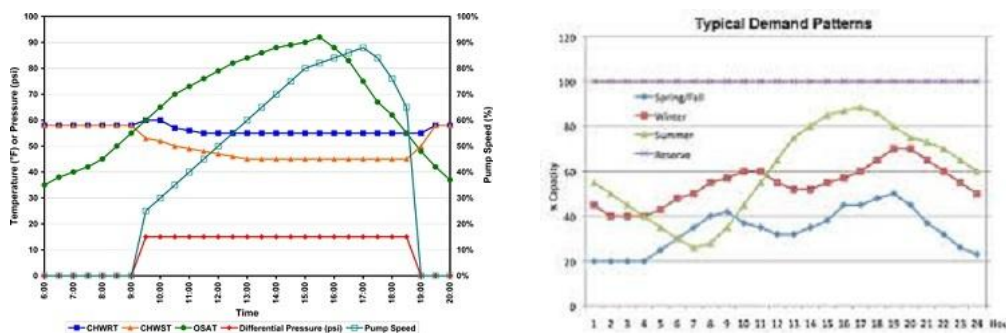
另外，ADRES Chiller Controller 亦能進行每日、每週、或假日的運轉排程，以節省至少 20 % 的能源消耗，而不犧牲室內環境的舒適度。

有了這些節省的電費支出，Winn Energy Controls, Inc. 宣稱若使用於 100 噸冰水主機的話，將於不到 24 個月的時間內，回收購買 ADRES Chiller Controller 的成本。由於 ADRES Chiller Controller 符合美國當地大多數公用事業能源效率折扣計劃的資格認證，使用者將很容易參加當地各種不同節約能源的活動。

ADRES Chiller Controller 之 EE 節能功能歸納如下：

1. 冰水主機供應冰水溫度調升與最佳化
2. 冰水主機冷卻器之最佳化控制
3. 每日、每週、或假日的運轉排程最佳化
4. 控制冰水泵與冷卻水泵之最佳化運轉

5. 可遠端以 Web 瀏覽器主控冰水主機的設定值



**圖 2-4 ADRES Chiller Controller 於節約能源與需量反應之功能**  
(資料來源：[Winn Energy Controls, Inc](#))

其次，於 DR 需量反應方面，ADRES Chiller Controller 可於硬體中直接植入當地電力公司的需量反應時段，使得電力用戶能夠很容易參加當地電力公司需量反應計畫，以減少尖峰用電。每年因參加需量反應計畫的電力用戶，至少可節省 10 % 的能源消耗，並可協助當地電力公司降低電力尖峰負載。電力用戶並可隨時於 Web 瀏覽器上，填選參加需量反應計畫的意願。

ADRES Chiller Controller 之 DR 需量反應功能歸納如下：

1. 符合 OpenADR 2.0
2. 限制冰水主機運轉以符合需量反應需求
3. 調升冰水主機供應冰水溫度
4. 於非營業時間關閉冰水主機

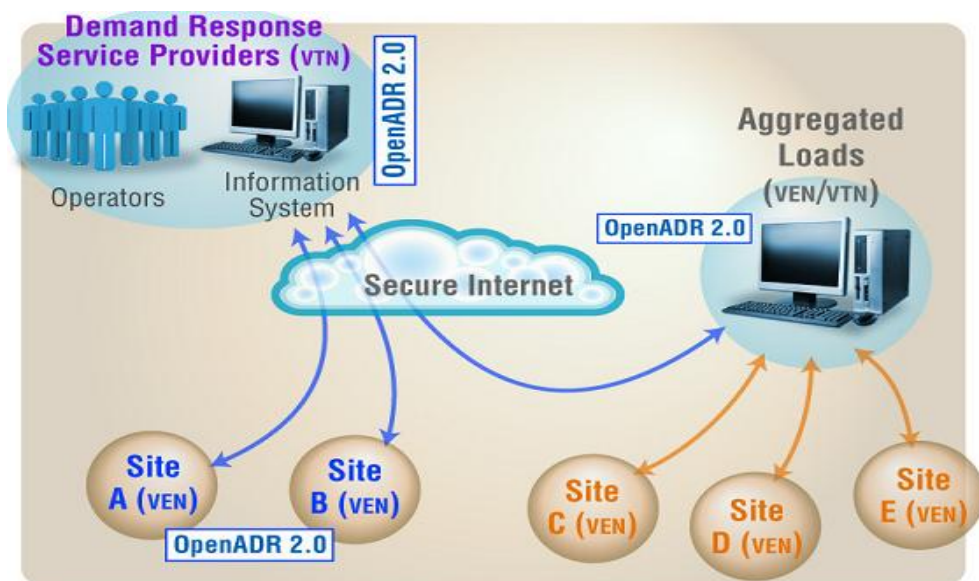
而有關 OpenADR 2.0 網路架構部分，其規劃中的節點可分為兩組：即發布和傳輸有關事件的資訊到其他節點（例如公用事業），及接收與回應資訊的節點（例如終端用戶）。其定義如下：

上游節點(Virtual Top Nodes, 簡稱 VTN): 這是一個控制需求側資源的實體, 負責傳送電網資訊(如價格, 可靠性, 事件等)到其他實體(如 VENs)。VTN 可以同時對電網與 VEN 設備或系統進行通信。一個 VTN 也可能同時作為 VEN 與另其他 VTN 進行互動。

下游節點(Virtual End Nodes, 簡稱 VEN): VEN 擁有一組資源和/或過程可進行操作控制, 並且可以對已知的智慧電網訊息(如 DR 訊號)做出回應。該 VEN 可以是能源的生產者或是消費者。VEN 能夠與一個 VTN 進行雙向通信, 以接收和發送智慧電網訊息。一個 VEN 也可能同時作為 VTN 與其他裝置進行互動。

如圖 2-5 顯示出 VTN 對應 VEN 關係的所有組合, 從一個公用事業 (Utility) 或獨立電力調度中心 (Independent System Operator, ISO) 下達 OpenADR 命令到各個客戶端站點 (Site)。此外, 一個 OpenADR 裝置可以在分層架構的上層作為一個 VEN 對上層 VTN 伺服器做響應, 並且也可同時作為下層的 VTN 對下級的 VENs 下達命令。在任一方向的交換事件可以彼此獨立和 OpenADR 聯盟沒有定義如何在節點作出反應的信息。

在同時支持 VTN 和 VEN 介面的節點 (如能源聚合商 Aggregator) 上, 並沒有任何規範和限制其內部在 VEN 介面接收到的消息是如何被耦合或轉譯成 VTN 的訊息並從其介面發送, 反之亦然。它們被視為兩個完全獨立的介面並獨立測試, 以確保其符合規範與互操作原則。實際的系統部署方案取決於公用事業和參與客戶之間的協議。



**圖 2-5 OpenADR2.0 VTN 與 VEN 關係圖**

(資料來源：Winn Energy Controls, Inc)

## 第二節 國內相關案例分析

我國內政部建築研究所，於 4 年前開始對 IoT 技術應用於建築空調系統此方面進行系統化之研究。其乃應用建築研究所自民國 92 年開始執行之中央廳舍空調節能改善補助計畫，以及建築能源效率提升計畫，簡稱 BEEUP 計畫，所完成之大量成功案例，開始進行大量結合管理建築能源管理平台 BEMS 及 IoT 控制系統，來進行大規模之智慧型空調運轉 EE + DR 之商業運轉全尺度實驗測試。

經全尺度實驗結果顯示，大型中央空調系統及一般小型空調機，若能導入空調週期性運轉、自動排程運轉、電力需量卸載運轉、與空調溫度調升節能運轉等四大建築空調節能策略，結合 BEMS 及 IoT 控制系統進行推廣應用，將可收立竿見影之顯著節能與需量管制成效。

目前台電公司聯合型電力需量反應計畫所須之最低門檻值為 100 kW，請見如下圖 2-6 之台電公司電力需量反應文宣品內容。

300瓩-40瓩)×1日]×4小時×6元/度×50%  
120元  
抑低用電每度報價×50%=3≥最低計算標準1.8元)  
=1.+2.-3.=16,714+52,800-3,120  
=66,394元

※本宣導資料僅供參考，詳細規定請參閱台電公司「需量反應負載管理措施」  
(可自台電公司網站/業務公告/業務專區/負載管理專區/相關規定下載參閱)  
※24小時客服專線：1911 (免付費，公共電話除外，通話時間限制5分鐘)

台灣電力公司 業務處 民國107年10月 18,600份 廣告  
http://www.taipower.com.tw

4. 抑低用電時數及次數	用戶得選擇每次執行抑低時數為2小時或4小時，以日為單位，每日視為抑低用電1次，每月抑低用電時數不超過36小時。
5. 申請及報價方式	用戶應於抑低用電月份開始前申請本措施，申請時提出抑低用電每度報價，抑低用電每度報價不得高於10元(報價至小數點後2位)，並得於抑低用電前一日上午11時前申請變更。
6. 得標及抑低通知	台電公司得依系統需要及競價結果，於抑低用電前一日下午6時前或抑低用電前2小時通知用戶執行抑低用電(聯合型則通知代表戶)。
7. 抑低契約容量	由雙方約定，但不得低於最低抑低契約容量50瓩(聯合型最低抑低契約容量為100瓩)。
9. 電費扣減	1. 基準用電容量：依當次執行抑低用電日前5日(執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外)每日相同抑低用電時段之最高需量(15分鐘平均)之平均值計算。 2. 可靠型

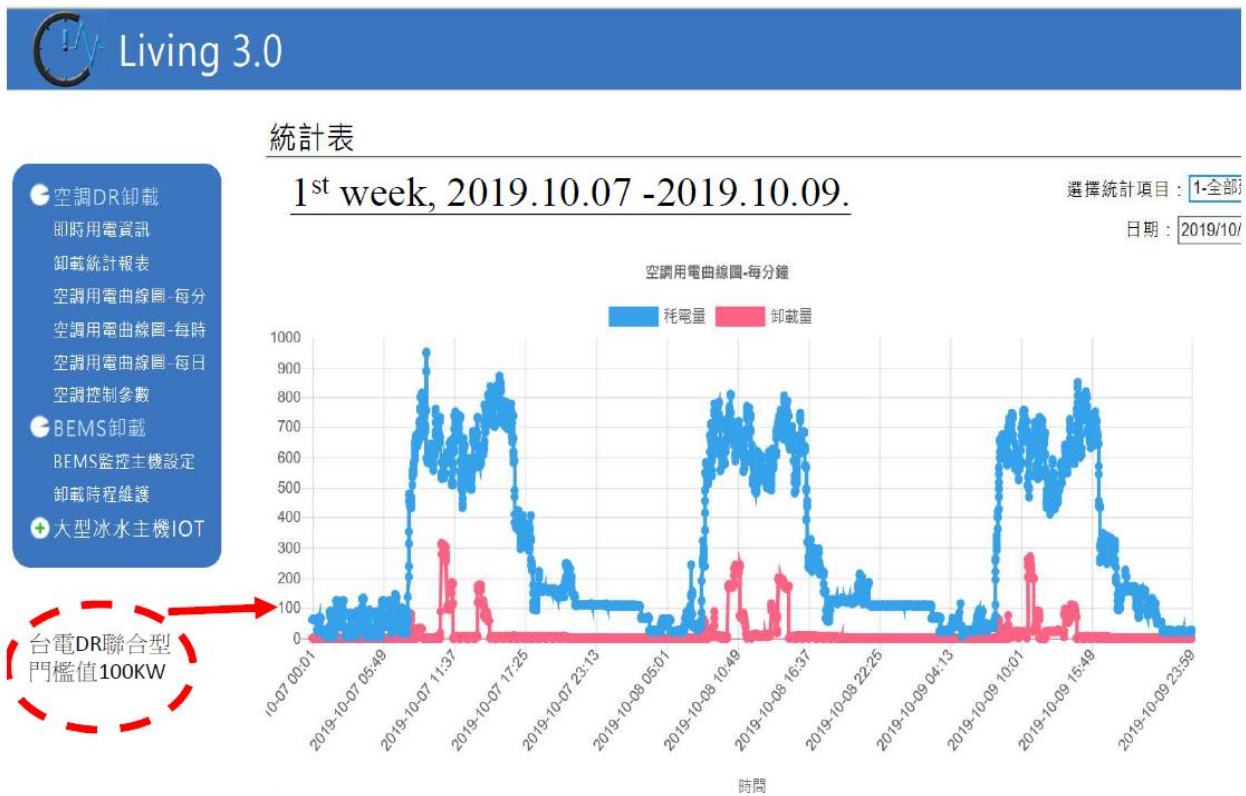
1. 經濟型  
各次流動電費扣減按下列方式計算：  
(1) 前一日下午6時前通知：流動電費扣減 = 實際抑低容量 × 執行抑低時數 × 抑低用電每度報價 × 扣減比率。

執行率x	x < 60%	60% ≤ x < 80%	80% ≤ x < 120%	120% ≤ x < 150%	x ≥ 150%
扣減比率 非夏月期間 (1月至5月及 10月至12月)	100%	105%	105%	105%	100%
扣減比率 夏月期間 (6月至9月)			110%		

註：執行率x = 實際抑低容量/抑低契約容量 × 100%  
(2) 抑低用電前2小時通知：流動電費扣減 = 實際抑低容量 × 執行抑低時數 × 抑低用電每度報價 × 120%。  
(3) 當月之電費扣減為當月各次流動電費扣減之總和。

圖 2-6 台電聯合型電力需量反應計畫所須最低門檻值為 100 kW  
(資料來源：台電公司)

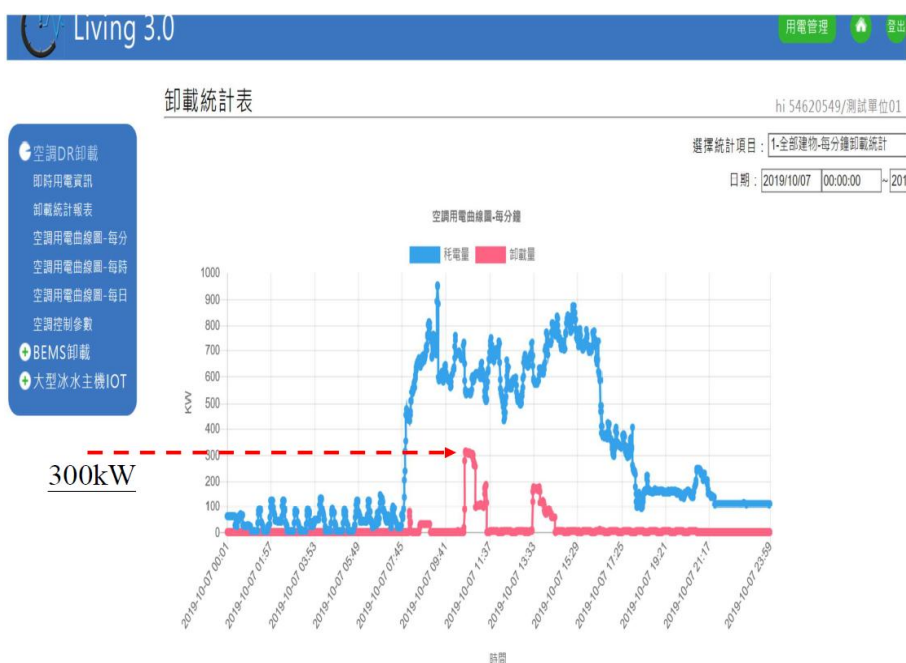
因此，透過所建立之 ABRIDR 平台，來進行集中、大量、同步之廣域聯合空調需量卸載現場全尺度試驗。於 108 年 10 月 7 日至 9 日，本計畫於內政部建築研究所之 abridr 大雲端平台進行實際之集中、大量、同步之廣域聯合空調需量卸載現場全尺度試驗之結果顯示，卸載量已經超過最低門檻值 100 kW 之 3 倍以上，如圖 2-7 於 ABRIDR 平台之統計結果。其中，10 月 7 日之最高卸載量更超過 300 kW 以上，如圖 2-8 所示。



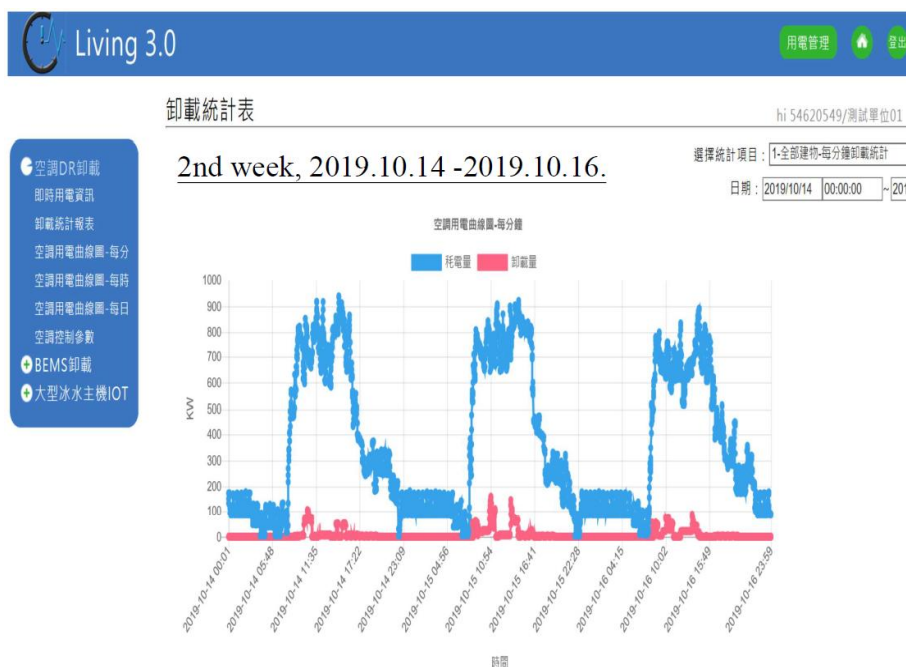
**圖 2-7 於 108 年 10 月 7 日至 9 日實際之卸載量已經超過最低門  
檻值 100 kW**

(資料來源：本研究整理)





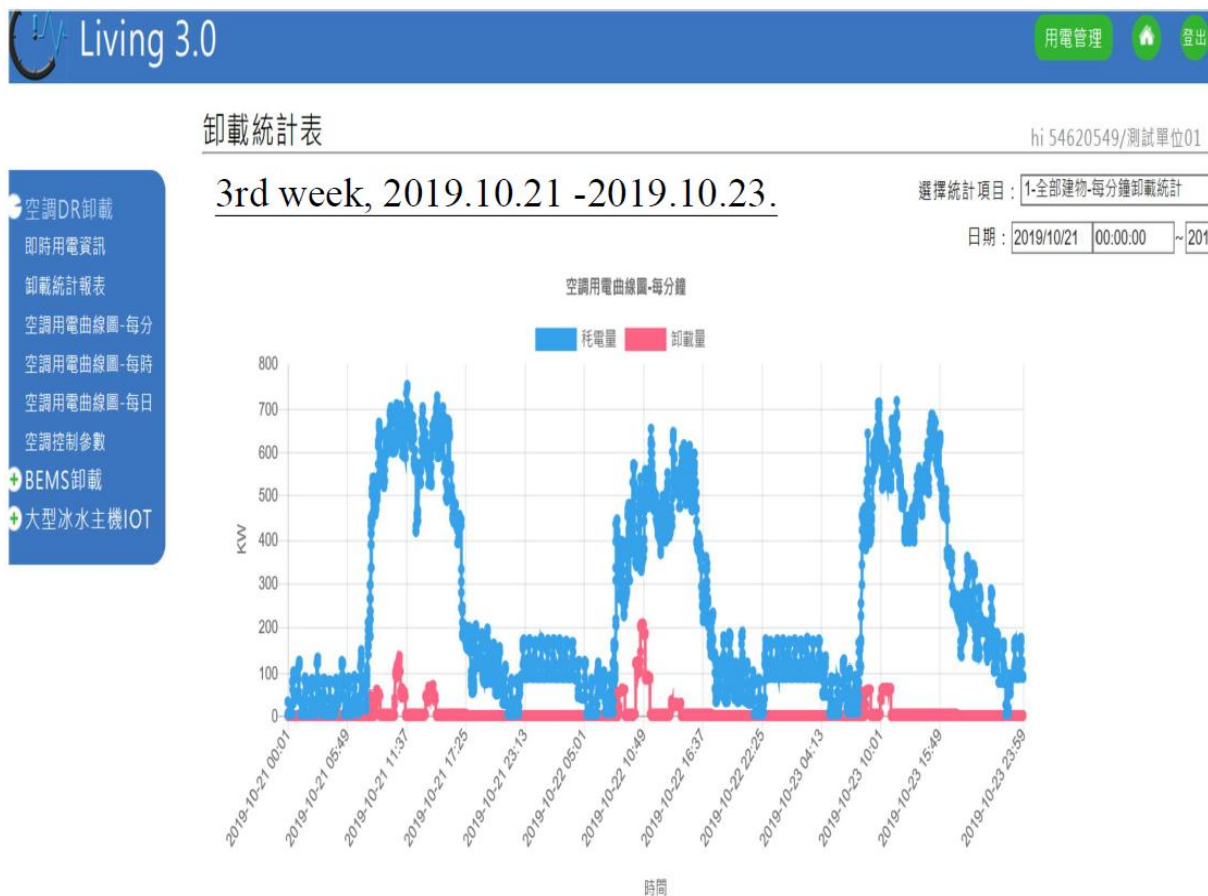
**圖 2-8 於 108 年 10 月 7 日之最高卸載量更超過 300 kW 以上**  
(資料來源：本研究整理)



**圖 2-9 於 108 年 10 月 14 日至 16 日實際之卸載量已經超過最低**

**門檻值 100 kW**

(資料來源：本研究整理)



**圖 2-10 於 108 年 10 月 21 日至 23 日實際之卸載量已經超過最低  
門檻值 100 kW**

(資料來源：本研究整理)

由以上實際之集中、大量、同步之廣域聯合空調需量卸載現場全尺度試驗之結果顯示，內政部建築研究所之 ABRIDR 聯合卸載平台已正式跨越台電公司之 Aggregator (電力需量反應聚合商) 之聯合型最低卸載量門檻值 (100 kW)。

經過這 4 年來的實證，成效顯著而且一舉跨越過參與台電公司大型電力需量反應計畫之最低門檻值 100 kW，而 3 倍以上之成效。

可依據上述成果，研擬大型電力需量反應計畫之執行方式與策略分析，以利未來擴大電力需量反應政策之推展。

## 第三章 建築空調系統結合 IoT 之設計應用方式

### 第一節 大型建築空調系統結合 IoT 物聯網之必要性與設計系統架構

本研究團隊建立之大型建築空調系統需量反應運轉策略，包括三種：

1. 冰水主機供應冰水溫度調升策略，包括調升供水溫度 1 °C、1.5 °C、2 °C。
2. 冰水主機回水溫度調升策略，包括調升回水溫度 1 °C、1.5 °C、2 °C。
3. 限制主機之運轉電流策略，包括限制電流為 90 %、80 %、70 %、60 %、50 %。

目前本研究團隊已將上述 3 種需量反應運轉策略，寫入大型建築空調系統之 BEMS 系統中，並於現場進行測試與實驗。

經由實驗結果證實，當透過 BEMS 系統實施「冰水主機供應冰水溫度調升策略」與「冰水主機回水溫度調升策略」時，顯示目前運轉模式為典型之設定冰水溫度控制，藉由調變變頻式壓縮機，以及定頻式壓縮機之負載比例來進行。

而由於其設定之溫度控制範圍與空調負荷之匹配並不理想，因此空調主機之運轉顯現明顯的追逐現象。同時，主機運轉呈現明顯的 ON/OFF 追逐現象，對於長期之主機運轉與設備維護，是一大致命傷。

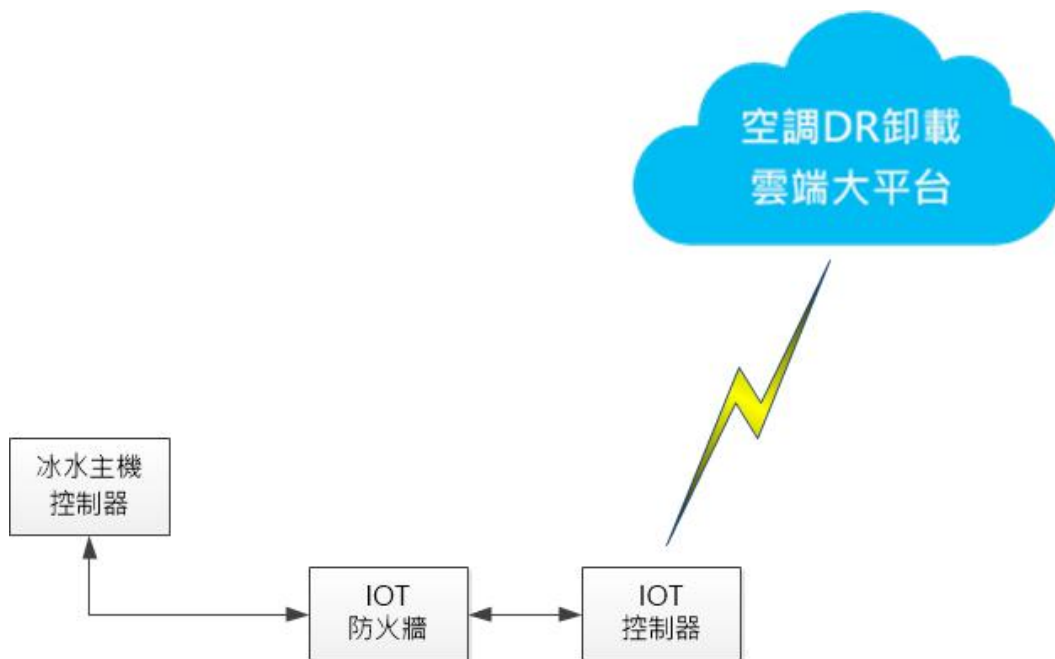
此動態反應，充分印證了目前我國大量正進行商業運轉中之大型中央空調主機，其動態反應並非如一般理論預測般的，在 BEMS 下達的 DR 指令時，就一定會如所預期的進行良好的卸載。

因此，由上述之全尺度實驗結果得知，我國之大型中央空調主機，普遍存在著主機硬體設備之架構與控制邏輯軟體之未達整合最佳化之困境。

尤其許多大型需量反應計畫，大抵着重於 IT 平台之開發，卻忽略了下達 DR 指令時，其下游接受控制之設備，是否能如所預期的，做出正確的動態反應。

事實上，這也是導致多年前 E 公司承接台電之大型需量反應方案失敗之主因之一。本次全尺度實驗再次印證了此關鍵點。此點亦為本計畫進行聚焦，必須進行大型建築空調主機對於 DR 指令進行動態反應之全尺度實驗分析之真諦，亦即直接利用 IoT 物聯網進行「限制主機之運轉電流策略」。

本研究直接利用 IoT 物聯網進行「限制主機之運轉電流策略」時，其設計系統架構如下圖 3-1 所示。



**圖 3-1 大型建築空調系統結合 IoT 物聯網之系統架構圖**

(資料來源：本研究整理)

由上述之系統架構圖得知，裝在冰水主機內部的「限制主機之運轉電流策略」控制器，透過 IoT 模組的防火牆與 IoT 模組的控制器相連，IoT 模組的控制器再靠著 4G 通訊與空調 DR 卸載雲端大平台相連。

圖 3-2 為上述冰水主機控制器與 IoT 模組的防火牆與控制器等硬體，裝置前之情形。由照片中得知，上述硬體為裝置在冰水主機的 control 箱內，為了使冰水主機控制器能順利控制冰水主機的各種功能與執行 EE 與 DR 不同指令，需瞭解並寫入正確之冰水主機通訊欄位，如下圖 3-3 所示。



**圖 3-2 大型建築空調主機系統結合 IoT 設計之系統硬體裝置前情形**  
(資料來源：本研究整理)

項次	項目	位址	西門子
1	是否卸載	00080	Coil
2	卸載秒數	00037	1Word 浮點數
3	百分比	00035	1Word 浮點數
4	KW	00165	1Word 浮點數
5	Khw	00167	1Word 浮點數
6	電壓(V)	00161	1Word 浮點數
7	電流(A)	00163	1Word 浮點數

**圖 3-3 大型建築空調系統之冰水主機通訊欄位**  
(資料來源：本研究整理)

大型建築空調主機系統結合 IoT 設計之通訊介面與控制邏輯與點位之系統修改與整合，如圖 3-4 所示。最後，其相關元件之 IoT 控制器、電源供應器、資安防火牆 Gateway、與 4G 通訊模組介面之系統整合裝置完工情形，如圖 3-5 所示。



**圖 3-4 大型建築空調主機系統結合 IoT 設計之系統硬體裝置情形**  
(資料來源：本研究整理)



**圖 3-5 大型建築空調主機系統結合 IoT 設計之系統硬體裝置完工**  
(資料來源：本研究整理)

大型建築空調系統結合 IoT 物聯網之系統架構中，除了硬體設施外，軟體方面的空調 DR 卸載雲端大平台，亦為重要一環。此空調 DR 卸載雲端大平台之網路架站概念，為目前最熱門之虛擬主機架構。

虛擬主機 (Virtual Host) 或稱作為共享主機 (Shared Hosting)，一般於市面上又稱做網站空間、網頁空間、主機空間、虛擬空間、或是網站代管與網頁代管。虛擬主機主要是讓多個主機名稱 (Host Name)，能在一個單一伺服器，或是一個伺服器組上運作，並可以分開支援每個單一的主機名稱。

每一台虛擬主機都具有完整的 Internet 伺服器功能，主要應用於 HTTP、FTP、EMAIL 等多項服務，並可由用戶自行管理，所以純就網站使用上來說，使用虛擬主機幾乎和使用獨立的主機一樣。

由於虛擬主機是由用戶共同分擔相關硬體設備、網路頻寬、電信線路、高技術性的主機維護工作……等龐大費用，所以採用虛擬主機之方式，不但降低投資風險也大大的節省了用戶網站建制的成本。此亦為本計畫空調 DR 卸載雲端大平台之特色！

本案空調 DR 卸載雲端大平台中，可依各縣市分區域顯示即時線上用電統計資料，如下圖 3-6 所示。另外，亦可經由伺服主機程式，統計每分鐘依各縣市用電資訊，如下圖 3-7 所示。

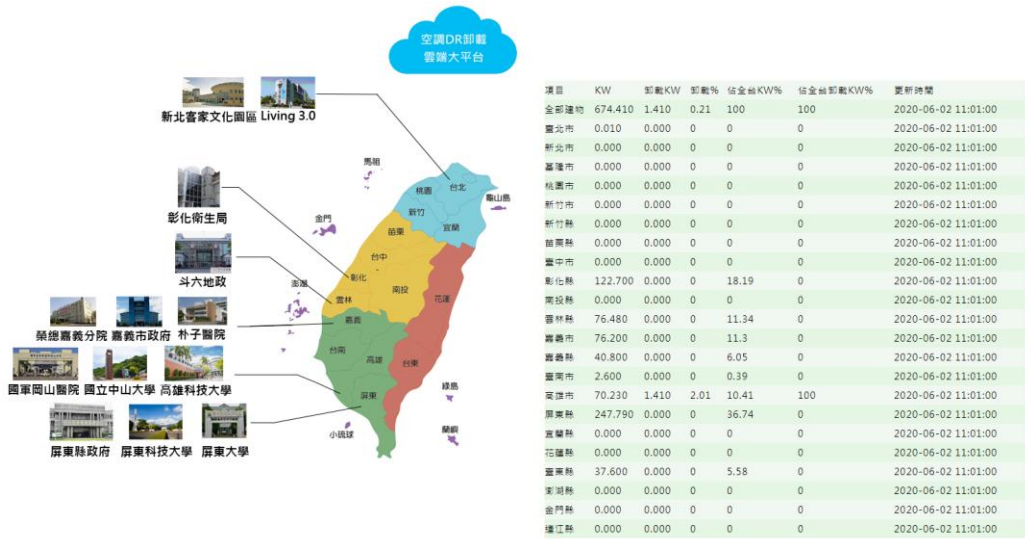


圖 3-6 空調 DR 卸載雲端大平台可依各縣市分區域顯示即時線上

用電統計資料

(資料來源：本研究整理)

即時用電資訊 hi 54620549/測試單位01

搜尋單位：縣市

建物名稱	設備位置	電表編號	KWH	KW	電壓(V)	電流(A)	空調作動	目前卸載模式	目前卸載KW	通訊狀態	更新時間	通訊次數	基準用電	當日最高用電	前一日最高用電	前二日最高用電	前三日最高用電	趨勢	
																		前一日	前二日
高雄財經大樓	13F-6	1.1.1	2667.85	0.000	229.02	0.030	關閉	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:56	3173	3.306	0.000	3.890	4.730	3.730	3.8	310
智慧化居住空間展示中心	客廳	2.1.1	1317.51	0.010	225.75	0.360	關閉	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:56	4842378	0.260	0.010	1.260	0.010	0.010	0.0	010
國立中山大學	博教授辦公室	3.2.1	1275.46	1.360	197.75	7.080	關閉	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:57	6891437	1.420	2.280	2.530	2.700	1.870	0.0	000
逢甲科技大學	演習中心	3.3.1	407.33	0.000	220.88	0.000	關閉	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:56	130869	1.920	2.710	3.540	3.320	2.730	0.0	000
逢甲科技大學	冷凍系統	3.3.2	485.12	0.010	223.24	0.020	關閉	未卸載	0.000	連線	2020-04-04 20:39:55	2420933	2.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	000
彰化縣衛生局	底層科	4.1.1	167.75	0.010	233.77	0.210	關閉	未卸載	0.000	連線	2019-07-28 22:01:51	507579	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	000
彰化縣衛生局	檢驗科	4.1.2	512.66	0.010	232.61	0.400	關閉	未卸載	0.000	連線	2019-09-04 06:44:50	1230274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	000
屏東科技大學行政大樓	冰水主機1號	5.1.1	102644.80	0.290	217.00	1.300	關閉	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	8733	93.448	0.300	94.020	94.200	92.740	92	3.820
屏東科技大學綜合大樓	冰水主機2號	5.1.2	128968.90	60.550	374.60	110.500	AC	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	8732	17.988	90.560	88.480	0.360	0.360	0.3	360
臺南市立圖書館大館分館	冰水主機1號	5.2.1	6198.10	9.500	224.60	33.500	AC	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	18710	9.340	9.600	9.700	9.400	9.300	9.1	200
雲林縣北港地政事務所	冰水主機1號	5.3.1	25834.50	32.870	224.90	104.400	AC	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	24929	34.050	33.730	33.130	39.130	32.430	32.040	33.520
嘉義縣環境保護局	冰水主機1號	5.4.1	24498.60	23.700	375.70	40.200	AC	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	24099	23.840	24.000	25.000	22.800	24.000	23.800	23.600
臺南市政府環境保護局	2號機	5.5.1	58596.00	60.900	389.30	100.800	AC	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	371173	107.200	107.900	108.000	107.100	106.800	108.200	105.900
雲林縣斗南鎮公所	冰水主機	5.6.1	93.90	43.500	230.80	132.900	AC	未卸載	0.000	連線	2020-06-02 11:13:03	68706	36.220	44.900	46.200	43.700	45.700	22.700	22.800
台北榮總鳳林分院	CH02	5.7.1	333.70	0.300	236.10	0.000	關閉	未卸載	0.000	連線	2019-12-10 14:37:03	1	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
232.68										卸載KW合計: 0									

【頁碼 1 / 3】

圖 3-7 空調 DR 卸載雲端大平台之伺服主機程式每分鐘會依各縣

市統計用電資訊

(資料來源：本研究整理)



## 第二節 小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之必要性與設計系統架構

本研究團隊已經擬定小型建築空調系統之需量反應運轉策略，包括：1. 空調週期性運轉策略、2. 運用空調溫度調升進行電力需量管制卸載策略等 2 種。而擬定之空調週期性運轉策略中，藉由不同的空調運轉模式（AC Mode）與送風運轉模式（Fan Mode）之切換，以達到電力需量反應及能源效率提升運轉模式成效最佳化之組合。包括以下 5 種模式：

Mode A：空調模式 20 分鐘與送風模式 10 分鐘

Mode B：空調模式 22 分鐘與送風模式 8 分鐘

Mode C：空調模式 25 分鐘與送風模式 5 分鐘

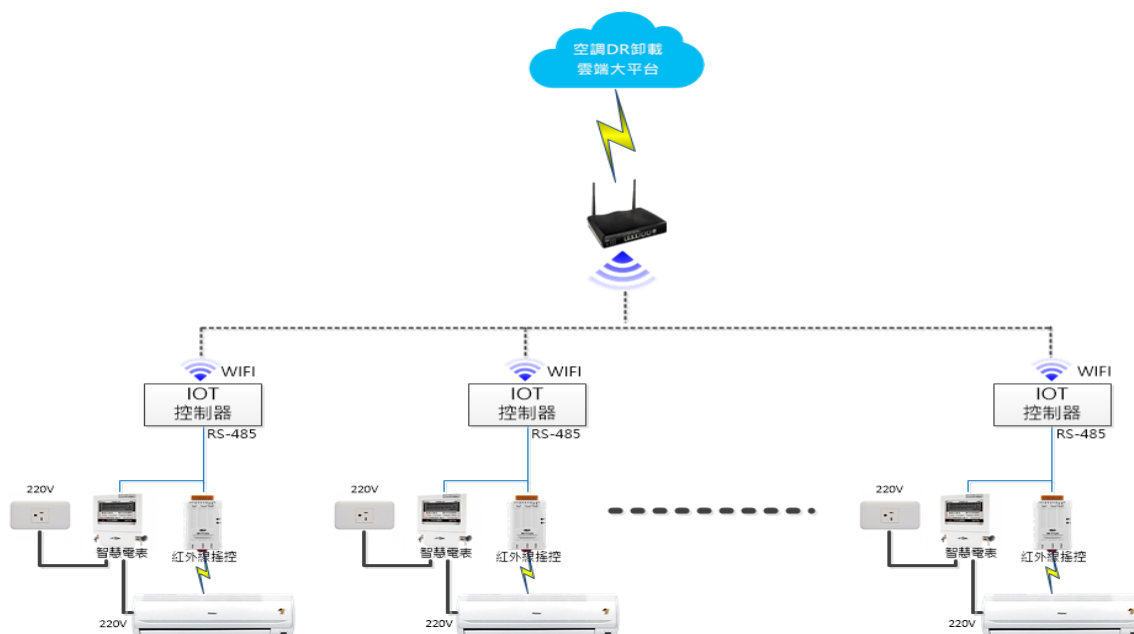
Mode D：空調模式 28 分鐘與送風模式 2 分鐘

Mode E：空調模式 30 分鐘與送風模式 10 分鐘

現將上述之節約能源與需量反應運轉策略，結合 IoT 物聯網直接控制小型建築空調系統，其系統設計架構圖，如下圖 3-8 所示。

小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之系統架構，包括裝置一個智慧電表，以便統計逐分逐時逐日逐月逐年之耗電量。其次，亦裝置有一紅外線遙控器，可經由 IoT 物聯網遠端控制小型建築空調系統，使其能進行空調運轉模式（AC Mode）與送風運轉模式（Fan Mode），而達到節約能源與需量反應運轉策略。

最後，透過 IoT 模組的控制器，將一組或多組小型建築空調系統藉由 WiFi 信號與路由器相連，再統一由路由器之 4G 通訊與空調 DR 卸載雲端大平台相連。



**圖 3-8 小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之系統架構圖**

(資料來源：本研究整理)

小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之施工流程，如下說明。圖 3-9 為現場佈線作業情形。拉線完工後，接上電源，即可開始與空調 DR 卸載雲端大平台相連測試，如圖 3-10 所示。

最後，小型建築空調系統結合 IoT 物聯網其相關元件之 IoT 控制器、電源供應器、資安防火牆 Gateway、與 4G 通訊模組介面之系統整合裝置完工情形，如圖 3-11 所示。



**圖 3-9 小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之施工佈線情形**  
(資料來源：本研究整理)

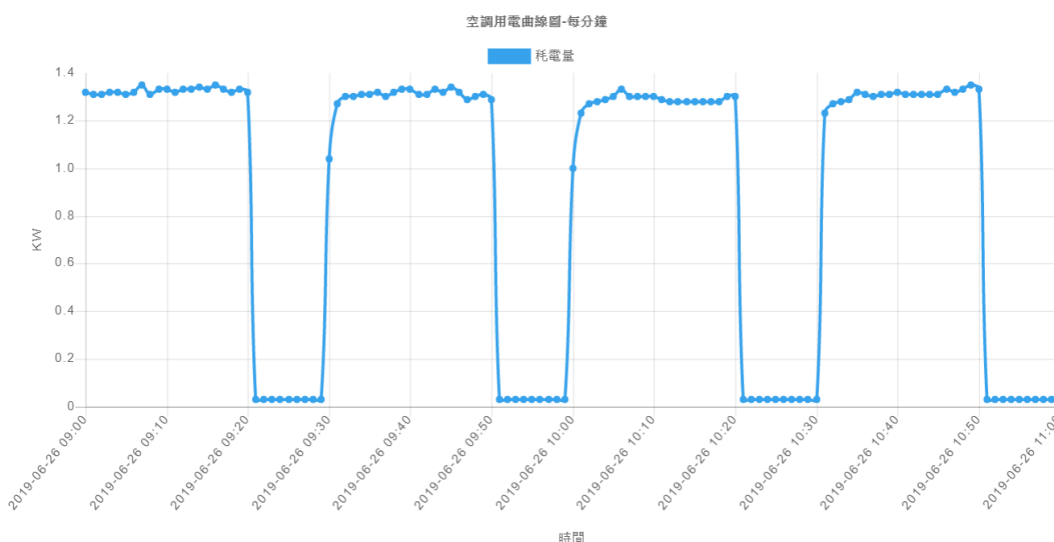


**圖 3-10 小型建築空調系統結合 IoT 物聯網與卸載雲端大平台相**  
**連測試**  
(資料來源：本研究整理)

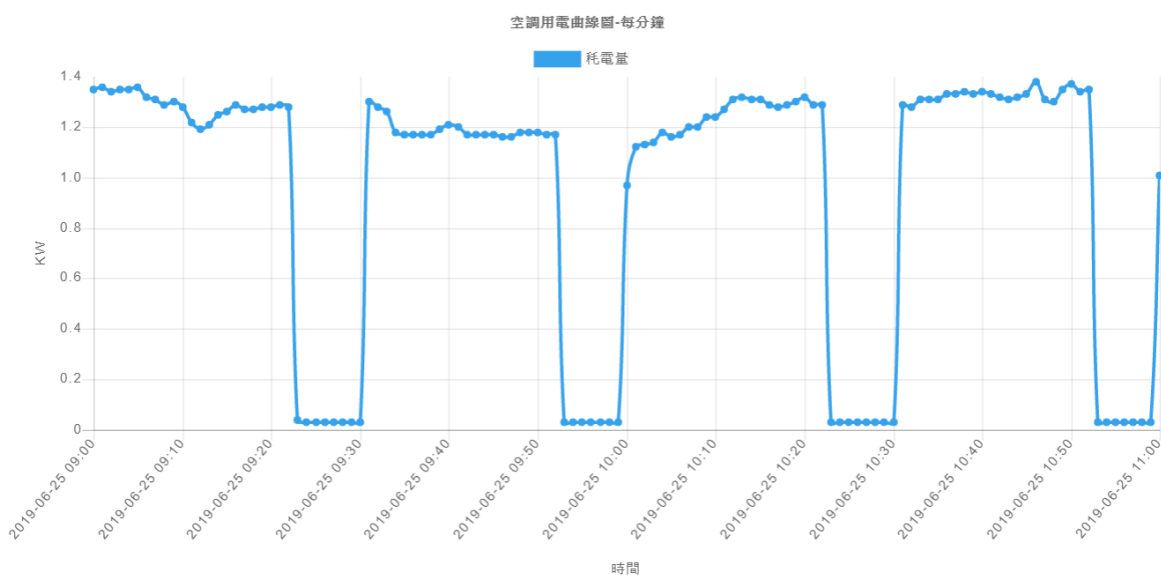


**圖 3-11 小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之裝置完工情形**  
(資料來源：本研究整理)

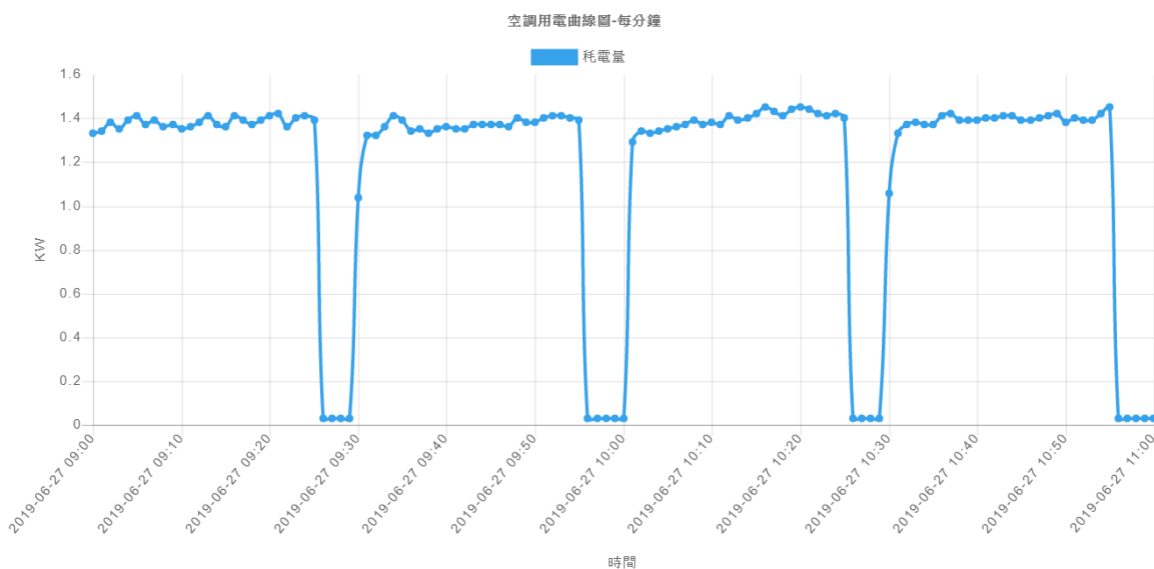
本計畫完成的小型建築空調系統節約能源與需量反應運轉策略 5 種模式之全尺度實驗運轉結果，分別如下圖 3-12 至圖 3-16 所列。



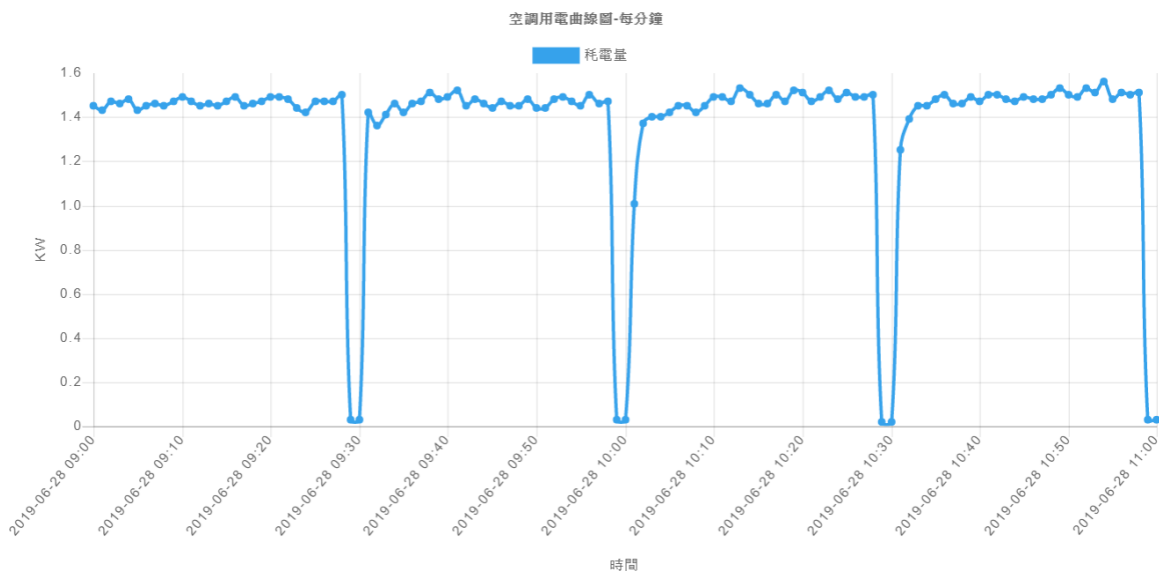
**圖 3-12 Mode A:空調模式 20 分鐘與送風模式 10 分鐘之實驗結果**  
(資料來源：本研究整理)



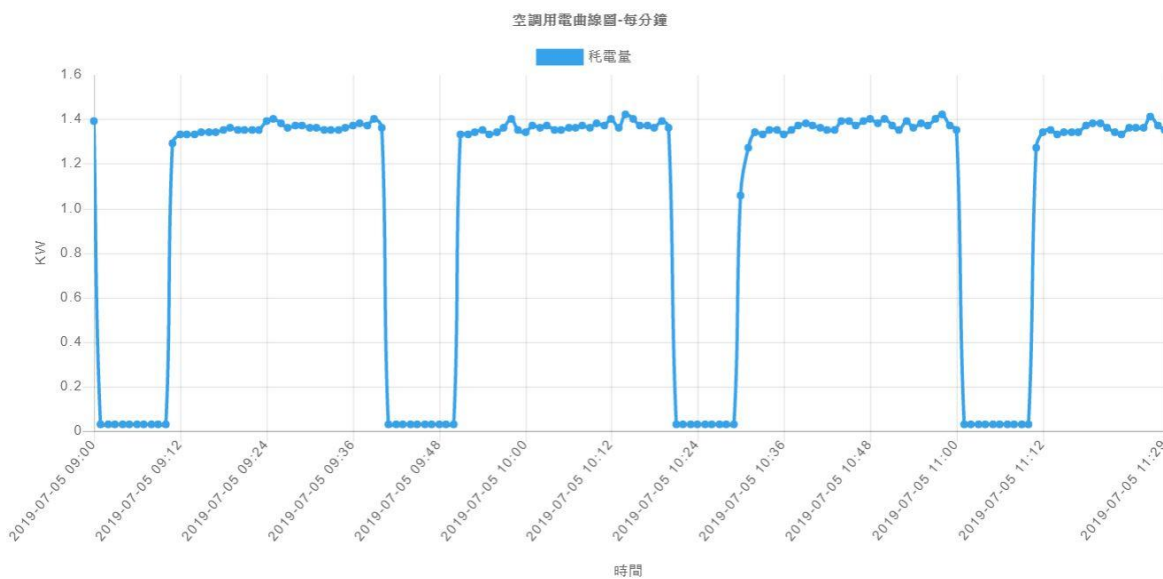
**圖 3-13 Mode B：空調模式 22 分鐘與送風模式 8 分鐘之實驗結果**  
(資料來源：本研究整理)



**圖 3-14 Mode C：空調模式 25 分鐘與送風模式 5 分鐘之實驗結果**  
(資料來源：本研究整理)



**圖 3-15 Mode D：空調模式 28 分鐘與送風模式 2 分鐘之實驗結果**  
(資料來源：本研究整理)



**圖 3-16 Mode E：空調模式 30 分鐘與送風模式 10 分鐘之實驗結果**  
(資料來源：本研究整理)

### 第三節 空調 DR 卸載雲端大平台簡介

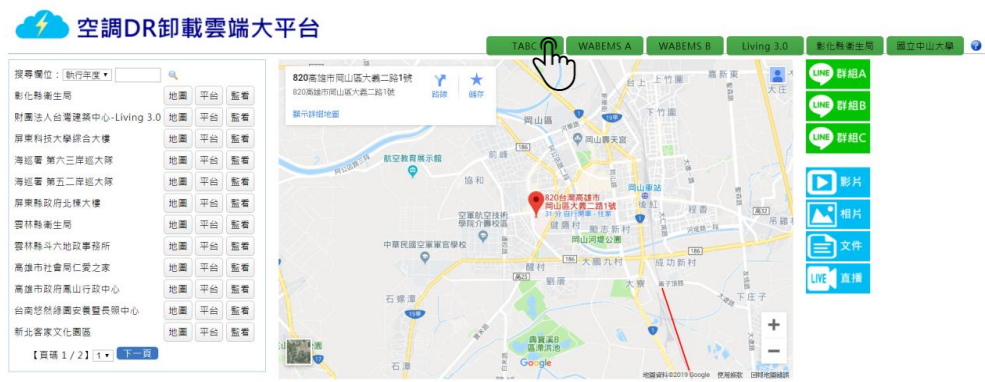
本計畫之空調 DR 卸載雲端大平台，其正式名稱爲「ABRI 廣域智慧空調系統能源卸載與管理平台」，其首頁網址爲：<http://www.abridr.tw/dr001.php>，首頁畫面如下圖 3-17 所示。



**圖 3-17 「ABRI 廣域智慧空調系統能源卸載與管理平台」首頁畫面**  
(資料來源：本研究整理)

進入首頁後，若要查詢建築節能與綠廳舍改善補助計畫 (Beep) 計畫歷年補助之案例，按下 **TABC** 將開啟新的視窗，操作情形如下圖 3-18 所示。

隨即於另一新的視窗出現 Beep 計畫歷年補助案例之連線網頁，如下圖 3-19 所示。進入後，點選「年度」與「案場名稱」，即可查閱 Beep 計畫歷年補助案例之狀況，如下圖 3-20 所示。



**圖 3-18 由能源卸載與管理平台進入查詢 BEEUP 計畫歷年補助**

**案例之操作畫面**

(資料來源：本研究整理)



**圖 3-19 建築節能與綠廳舍改善補助計畫 (Beeup) 計畫歷年補助**

**之案例之連線網頁**

(資料來源：本研究整理)



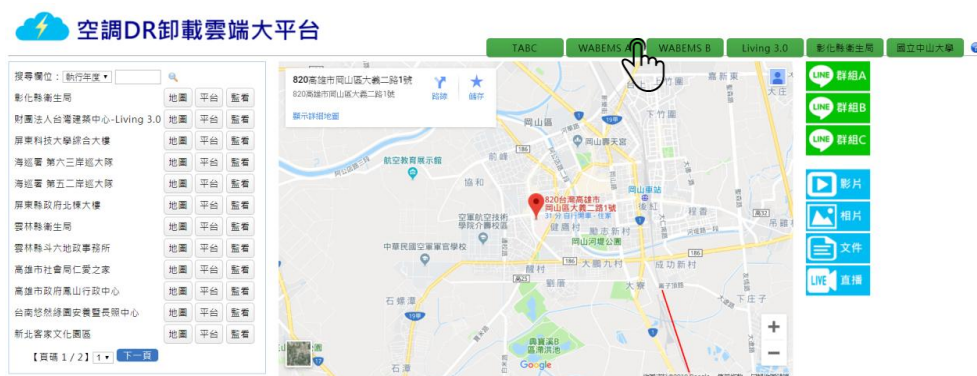


**圖 3-20 點選「年度」與「案場名稱」，即可查閱 Beep 計畫歷**

### 年補助案例之狀況

(資料來源：本研究整理)

其次，若要進行「WABEMS A」之空調卸載，按下 **WABEMS A** 後，將開啟新的視窗，操作情形如下圖 3-21 所示。

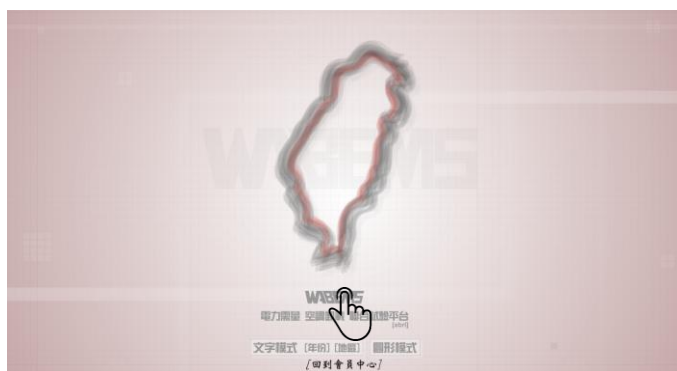


**圖 3-21 由能源卸載與管理平台進入「WABEMS A」空調卸載網**

### 頁之操作畫面


(資料來源：本研究整理)

隨即於另一新的視窗出現「WABEMS A」之空調卸載連線網頁。進入後，點選[進入 WABEMS]，再點選[圖形模式]，可進行「WABEMS A」空調卸載，如圖 3-20 所示。



**圖 3-22 進行「WABEMS A」空調卸載之操作畫面**

(資料來源：本研究整理)

進入「WABEMS A」空調卸載網頁後，可由地圖中，點選所欲卸載的縣市。例如：進行 [高雄] 的空調卸載，點選地圖上 ，即可進行高雄地區之空調系統卸載，如圖 3-23 所示。再點選位於 [高雄]，可進行空調卸載之單位，如圖 3-24 所示。



**圖 3-23 「WABEMS A」空調卸載網頁進行 [高雄] 的空調卸載之操作畫面**

(資料來源：本研究整理)

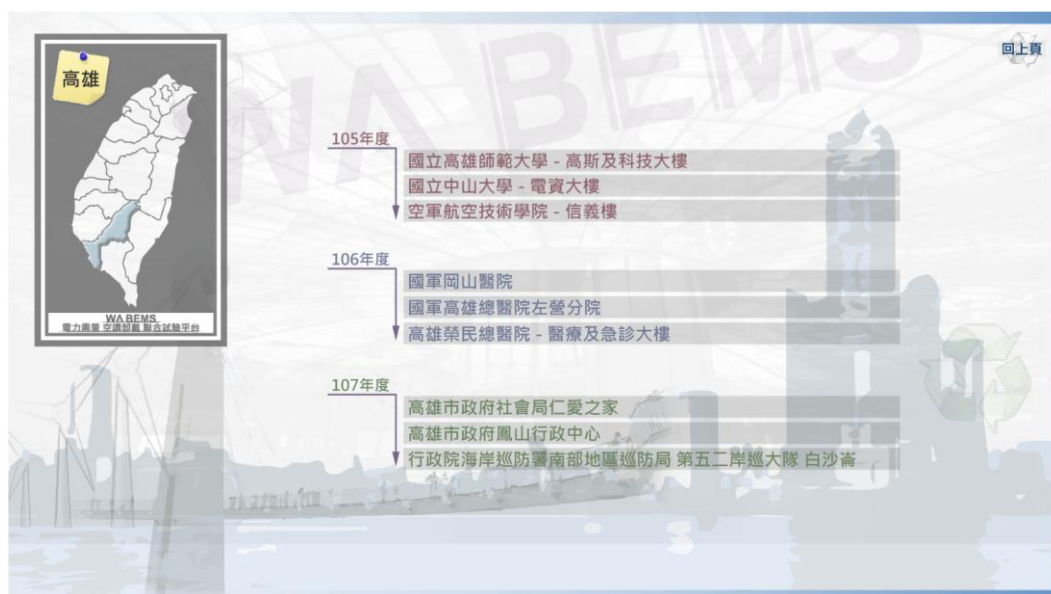


圖 3-24 「WABEMS A」網頁進行點選位於[高雄]，可進行空調

### 卸載單位之操作畫面

(資料來源：本研究整理)

若要進行「WABEMS B」之空調卸載，按下 **WABEMS B** 後，將開啟新的視窗，操作情形如下圖 3-25 所示。

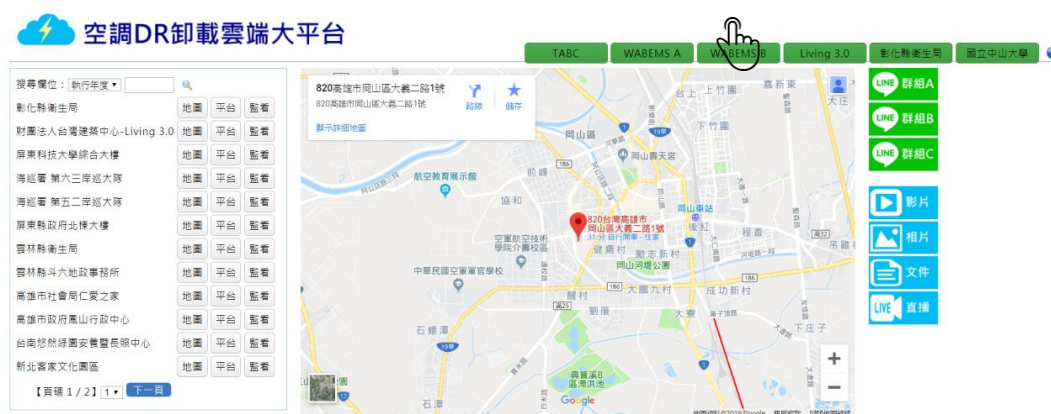


圖 3-25 由能源卸載與管理平台進入「WABEMS B」空調卸載網

### 頁之操作畫面

(資料來源：本研究整理)

隨即於另一新的視窗出現「WABEMS B」之空調卸載連線網頁，如圖 3-26 所示。進入後，點選[需量控制單位]，選擇欲進行空調卸載之單位，如圖 3-27 所示。



圖 3-26 進入「WABEMS B」空調卸載之操作畫面  
(資料來源：本研究整理)



圖 3-27 進入「WABEMS B」後，點選[需量控制單位]，選擇欲  
進行空調卸載之單位

(資料來源：本研究整理)

若要進行「Living 3.0」之空調卸載，按下 **Living 3.0** 後，將開啟新的視窗，操作情形如下圖 3-28 所示。



**圖 3-28 由能源卸載與管理平台進入「Living 3.0」空調卸載網頁之操作畫面**

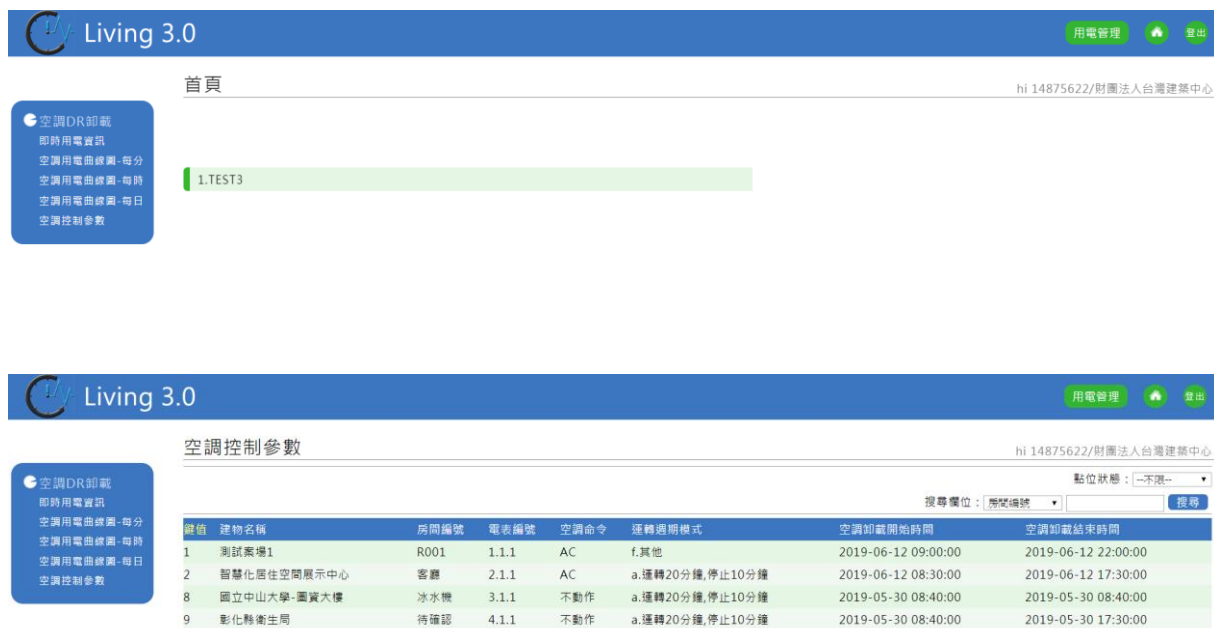
(資料來源：本研究整理)

隨即於另一新的視窗出現「Living 3.0」之空調卸載連線網頁，如圖 3-29 所示。進入後，點選[空調 DR 卸載]，選擇不同選項。例如，點選[空調控制參數]，可觀察不同場域進行空調卸載實驗之情形。點選[空調控制參數]，觀察不同場域進行空調卸載實驗之情形，如圖 3-30 所示。



**圖 3-29 進入「Living 3.0」空調卸載之操作畫面**

(資料來源：本研究整理)



**圖 3-30 進入「Living 3.0」空調卸載畫面後，空調卸載操作畫面**  
 (資料來源：本研究整理)

## 第四章 建築空調系統兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略

### 第一節 熱舒適環境之基本理論介紹

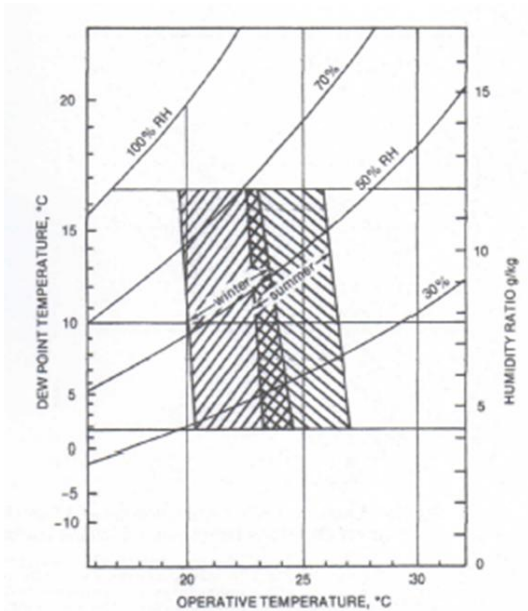
空調系統的主要功能在於以合理有效的能源，來提供適當而可接受的室內溫熱環境。因此，如果因進行電力需量管制，而犧牲了這個主要的功能，那麼這個策略應該算是失敗的。因此電力需量管制措施，對於室內熱舒適環境的衝擊必須進行系統化之實驗以及數量化的分析及評估，並將其列為求取最佳化（Optimal）卸載策略時之限制條件（Constraints）。

然而，由於正進行商業運轉中之傳統式的空調系統設計之建築物，其對於室內熱舒適環境無所佈設的室內溫度（Indoor Temperature, T）與相對濕度（Relative Humidity, RH）檢測點相當少。基本上都是佈設在空調回風（Return Air）口一處，使空調回風溫度與室內溫度設定值進行相比對，藉以調變所需冰水量，以便進行回饋控制（Feedback Control）之用。

因此，本計畫將進一步於正進行商業運轉中的案例，進行較全面性的感測器佈設，以記錄其經過電力需量管制期間室內溫度與相對濕度環境，記錄其前後變化加以比對以評估。

國際間室內熱舒適（Thermal Comfort）環境的理論分析，主要為建構於 P.O. Fanger 教授之 PMV 理論及早期 ASHRAE 所建立之室內溫度與相對濕度變化對於人體感覺之全尺度試驗分析而得。熱舒適區（Thermal Comfort Zone）主要顯示於濕空氣線圖（Psychrometric Chart）上形成一個室內溫度與相對濕度之變化區域；據 Fanger 教授之實驗結果顯示，只要室內熱環境之組合落在這個舒適區之內，依據計他的人體實體研究調查顯示，95% 以上的人都會感到是可接受的，是熱舒適環境的。

此結果後來經公布為 ANSI/ASHRAE Standard 55-1981，成為全世界所奉行之標準，示如下圖 4-1。



**圖 4-1 ANSI/ASHRAE Standard 55-1981 室內熱舒適之室內溫度與相對濕度變化區域**

(資料來源：參考文獻 2)

另外，熱舒適性是人體對環境所感覺到的滿意程度，基本上是一種主觀的感受，主要涉及到身體本身整體的活動狀態及對於現場環境狀況的自我感受。而現行熱環境指標甚多，這些指標通常都是將數個影響冷熱感覺或生理反應的各項參數綜合成爲一個變數指標，其中包括以下七種參數：

**(一) 熱舒適度(Predicted Mean Vote, PMV)**

PMV 是一個用於預測一群體熱舒適參考之平均值，爲一種計算之數值，並由熱至冷分爲 7 個等級，分別爲-3(Cold)、-2(cool)、-1(slightly cool)、0(neutral)、+1(slightly warm)、+2(warm)、+3(Hot)，其中 0 表示熱中性，爲一理想值，而當熱舒適度於-0.5 到+0.5 之間爲人體可接受之舒適範圍，



## (二) 熱不滿意度(Predicted Percentage Dissatisfied, PPD)

主要用於評估熱不滿意度，預測不滿意的百分比，PPD 的目的為當 PMV 值為舒適時，並不代表所有受測者皆為滿意，依然有少數不滿意之人員，故考量不同個體之差異，利用 PMV 值做為判斷基礎，並經由實驗數據計算出 PMV 及 PPD 兩者參數之關係。

## (三) 熱舒適感覺投票(Thermal Sensation Vote, TSV)

TSV 指標為人體之熱舒適感覺投票，由於無法精確測量出人體對環境的熱舒適感覺，因此透過主觀的問卷調查方式來描述人體個別對於現場環境的熱舒適感覺。而由心理學家研究顯示，人能區分之感覺量級不超過 7 個等級，因此 TSV 指標與 Fanger 教授提出的 PMV 指標及 ASHREA standard 55 的熱感覺相同，一共分為七個等級，藉此即可直接得知受測者對於當下環境之熱感覺。

## (四) 操作溫度(Operative Temperature, $T_o$ )

定義為假設一黑體表面之溫度環境下，其環境中人體將透過輻射及對流進行熱交換跟現實環境中熱交換的量相同。操作溫度是由空氣溫度、平均輻射溫度及風速計算後得到的人體熱舒適度簡化量，可用於評估人員可能的熱舒適度。而 ASRHAE Standard 55 定義人可接受的熱舒適區域為熱舒適度之操作溫度範圍。

## (五) 平均輻射溫度(Mean Radiation Temperature, MRT)

此參數為實際環境四周表面對人體輻射作用之平均溫度，輻射熱由人體失去或得到的淨值是與空間各熱源所有輻射熱之交換量，輻射溫度之平均值為假設人為黑體，並在空間內一均勻的表面溫度與人體真實不均勻之表面溫度環境相同時的溫度，並取決於空間的溫度及發射率及視角因數。其溫度之計算可分為兩種，分別是自然對流與強制對流兩種計算方程式。

#### **(六)有效溫度(Effective Temperature, ET)**

此參數綜合了乾球溫度、濕球溫度及空氣流速來表示人體對環境的熱舒適感受，也是人體感受到冷熱程度相對的溫度，而在同一有效溫度下，可有多種濕球溫度及風速的組合。

#### **(七)新有效溫度(Standard Effective Temperature, SET\*)**

該指標考慮人體的著衣量、活動量及空氣流速，與如同有效溫度皆可有多種組合，可有效反映人員在特定環境中之熱感覺，故 ASHRAE 採用該有效溫度作為室內熱舒適環境的標準。

## 第二節 兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析

本計畫已於國軍高雄總醫院岡山分院，進行全面性的記錄室內溫度與相對濕度環境，再經過電力需量管制以評估及記錄其前後變化加以比對。於國軍岡山醫院進行兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析有下列 3 個重點：

- (1) 進行不同空調卸載策略以電力需量管制下，所各可獲得之實際電力卸載量 kW。
- (2) 進行這些不同空調卸載策略，是否仍然能夠維持可接受之室內熱舒適環境 T & RH。
- (3) 歸納出這些不同空調卸載策略，應該如何在維持可接受之室內熱舒適環境下，使整體系統運轉達到最佳化與節能化。

國軍岡山醫院是一個很完整而現代化的地區型醫院，位於高雄市岡山區，處於台南市與高雄市之間，提供南至橋頭，東底旗山，西臨梓官、彌陀、永安等醫療資源貧乏地區的民眾最佳醫療保健服務。於民國 82 年經行政院衛生署評鑑為地區醫院。並與國軍高雄總醫院左營分院、國軍高雄總醫院、高雄醫學院附設醫院、高雄榮民總醫院及高雄長庚醫院建立公保、勞保、農保及民眾病患轉診醫療網。

本院佔地面積六公頃，建築面積為 23,710 平方公尺，建築物包含：醫療大樓、動力中心、員工宿舍、廢污水處理場，汽機車停車場、籃球場、太平間及航空生理訓練大樓等硬體設施。其中醫療大樓部份為地面五層、地下一層之建築物，其建築外觀如圖 4-2 所示。

其中，樓層一為門診部、急診室、檢驗科、放射科、掛號室、藥局、服務台。樓層二為手術室、ICU、洗腎室圖書室及行政部門。樓層三～五為各科病房。地下一樓為病歷室、供應中心、藥庫、復健室、及餐廳。

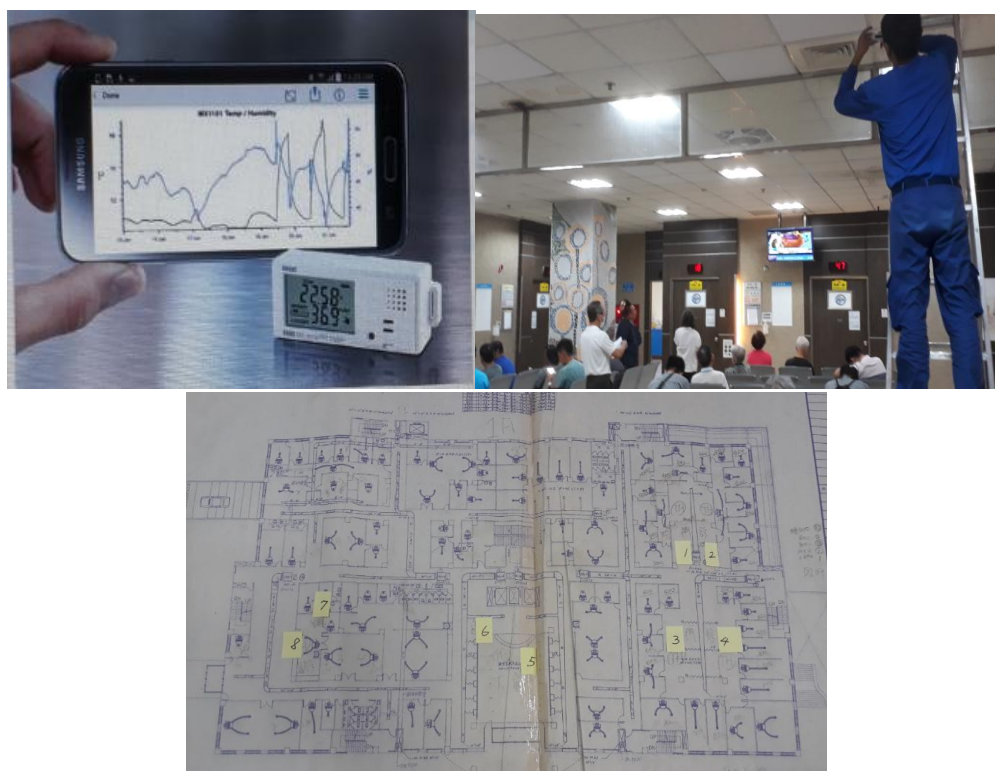


**圖 4-2 國軍高雄總醫院岡山分院建築物外觀**

**(資料來源：本研究整理)**

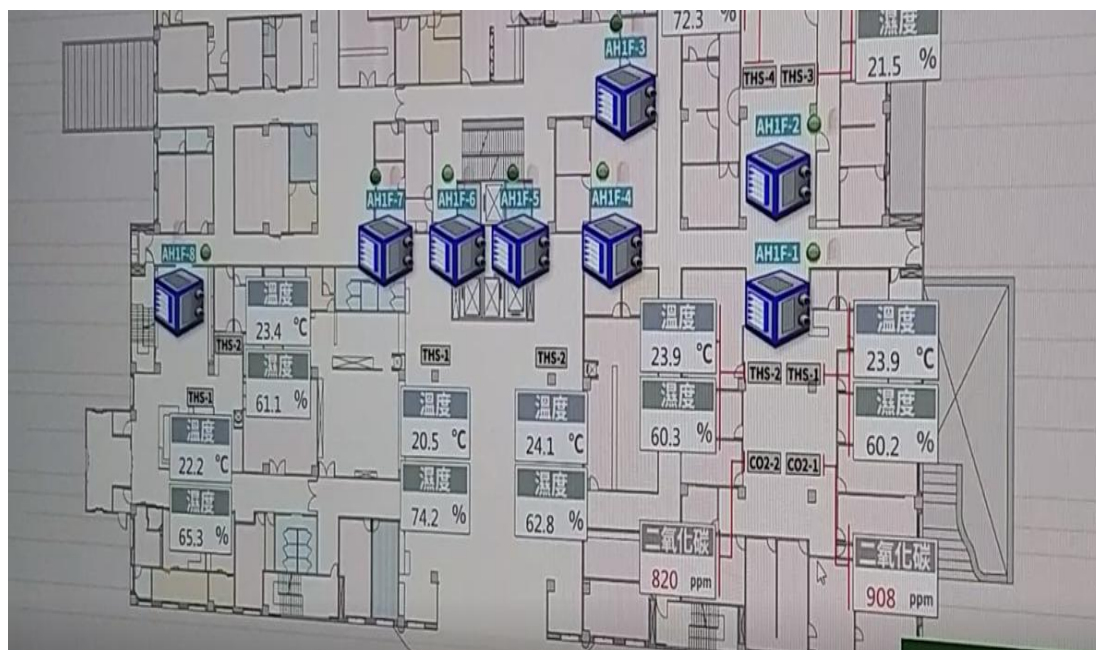
為了本年度計畫所要進行之兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析，所有量測溫度與濕度的感測器 (Sensor)，從之前 2017 年的臨時性設置如圖 4-3 所示，改為常設性之固定設置。並配合新設置之 CO<sub>2</sub> 感測器，自「監視」功能邁向「監控」功能，整個感測器系統並整合入 2019 年全新的 BEMS 系統內，如圖 4-4 所示。

此外，亦由新設置之 CO<sub>2</sub> 感測器，而發展出新的節能策略。即外氣進來國軍岡山醫院時，一直控制在 800 ppm 二氧化碳濃度為目標。若院內活動人員較少時，空氣品質非常好，例如二氧化碳濃度是 400 ppm，那麼就減少外氣空調箱的運作台數。如果今天院內活動人員較多時，院內二氧化碳濃度飆升至 1,000 ppm 以上的話，那就只好多開一台或兩台外氣空調箱，把二氧化碳濃度壓制回到 800 ppm。用這樣子策略來開空調箱和外氣空調箱的設備，亦也是一項節能策略。



**圖 4-3 2017 年國軍岡山醫院臨時性設置之感測器**

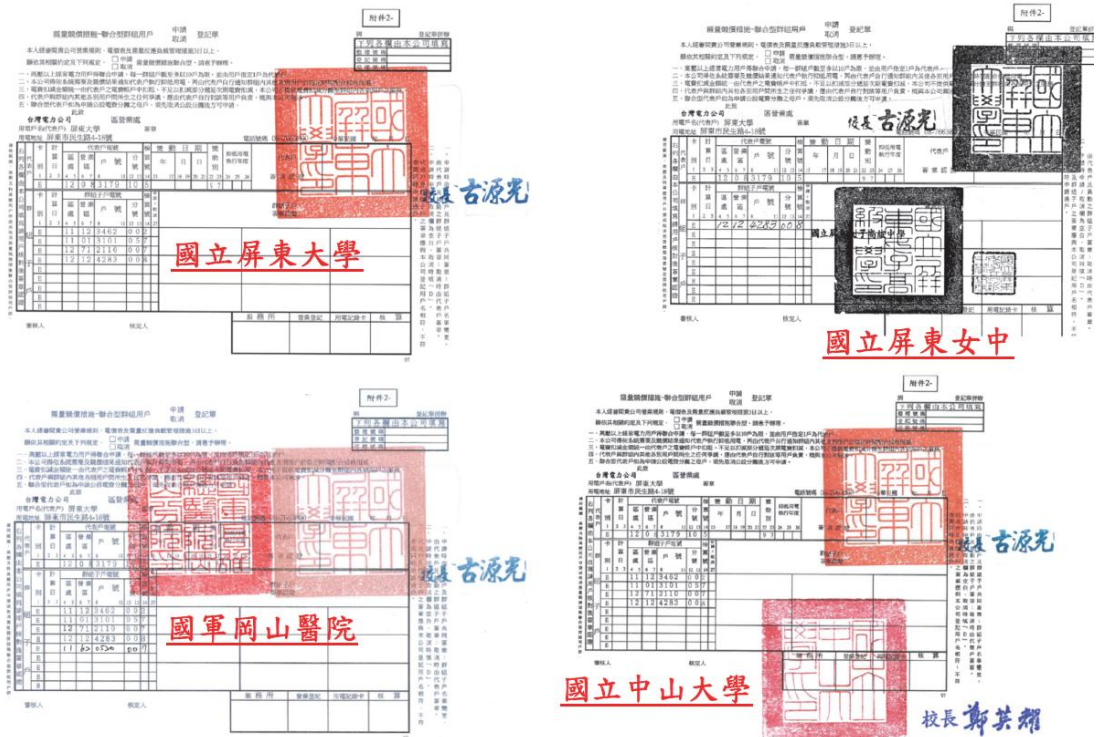
(資料來源：本研究整理)



**圖 4-4 2019 年國軍岡山醫院常設性固定設置之感測器**

(資料來源：本研究整理)

另外，國軍岡山醫院亦是內政部建築研究所聯合型需量競價團隊之一，與「國立屏東大學」、「國立屏東女中」、「國立中山大學」於需量競價得標的時段，一起卸載來抑低用電量，如圖 4-5 所示。



**圖 4-5 國軍岡山醫院為建築研究所聯合型需量競價團隊之一**  
(資料來源：本研究整理)

因此，以下內容有關兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析，即為利用國軍岡山醫院參與需量競價抑低用電期間，整理分析其院內的相關數據，以作為推斷出最佳運轉策略之根據。整理分析的數據包括：

1. 二台冰水主機的用電量
2. 1F 門診區的溫度與濕度
3. 1F 急診區的溫度與濕度

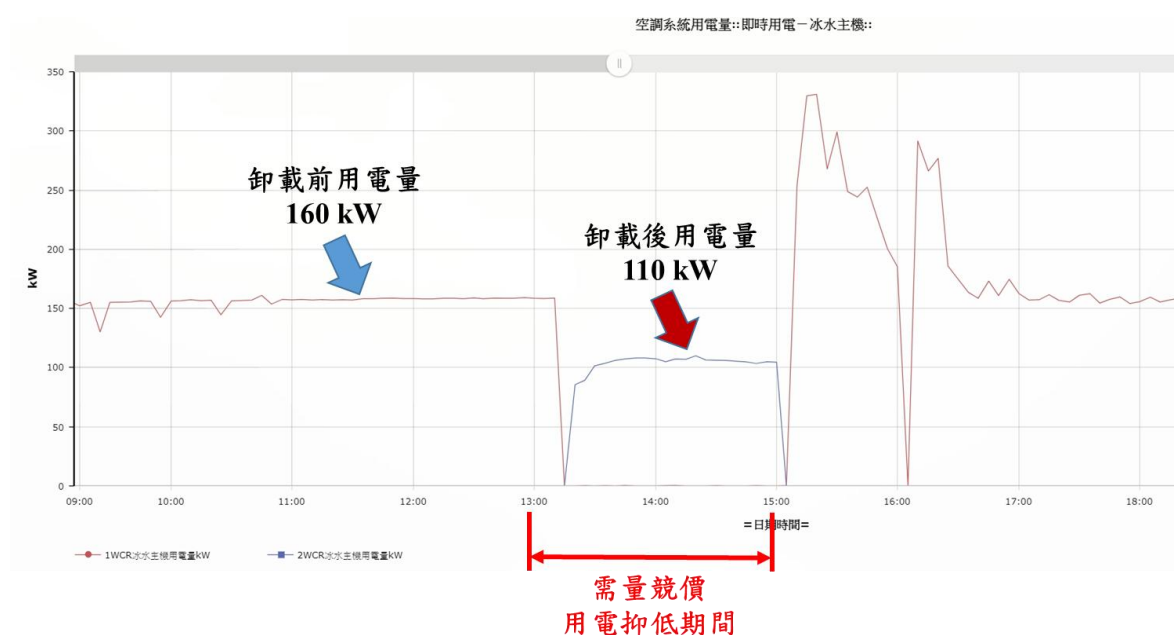
4. 2F 洗腎室的溫度與濕度

5. 3F 病房走道的溫度與濕度

6. 5F 病房走道的溫度與濕度

### **第 1 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-08-21 (五) 13:00~15:00**

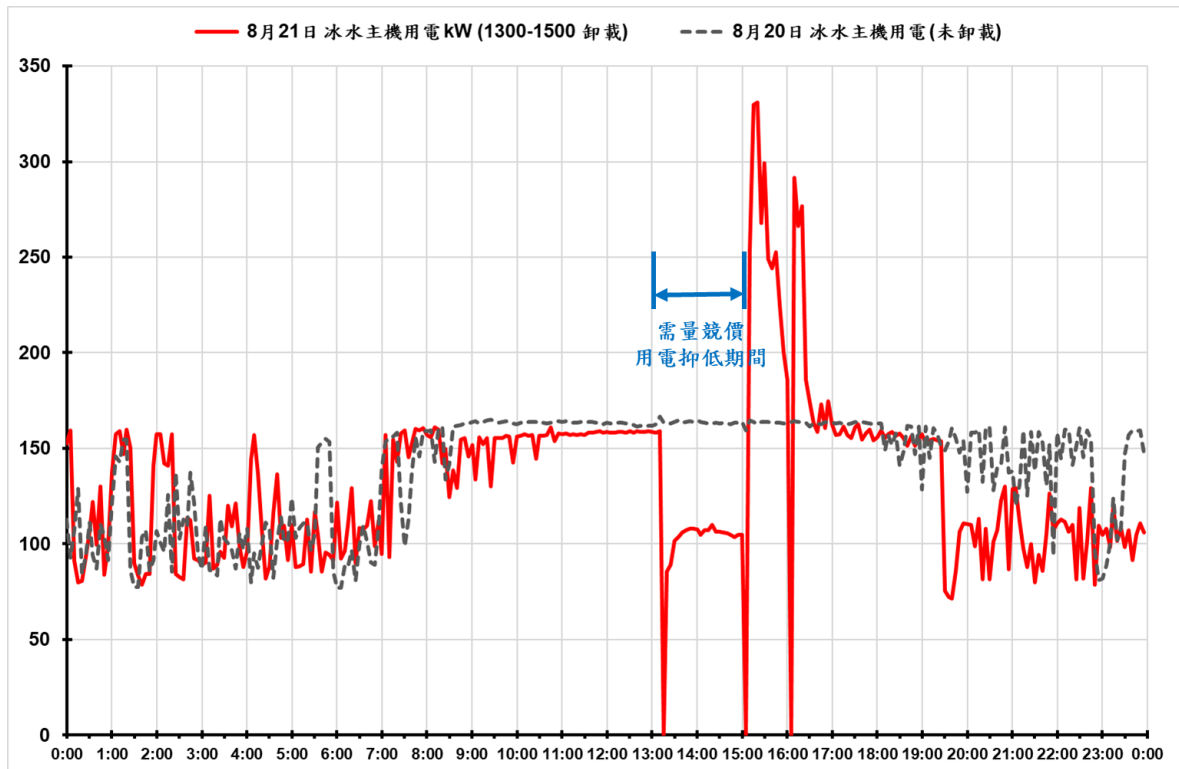
本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 8 月 21 日需量競價得標時間為下午 13:00~15:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 110 kW，用電抑低量約為 50 kW，如圖 4-6 所示。另外，8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較，如圖 4-7 所示。



**圖 4-6 岡山醫院第 1 次聯合型需量競價用電抑低期間冰水主機用**

### **電量**

(資料來源：本研究整理)



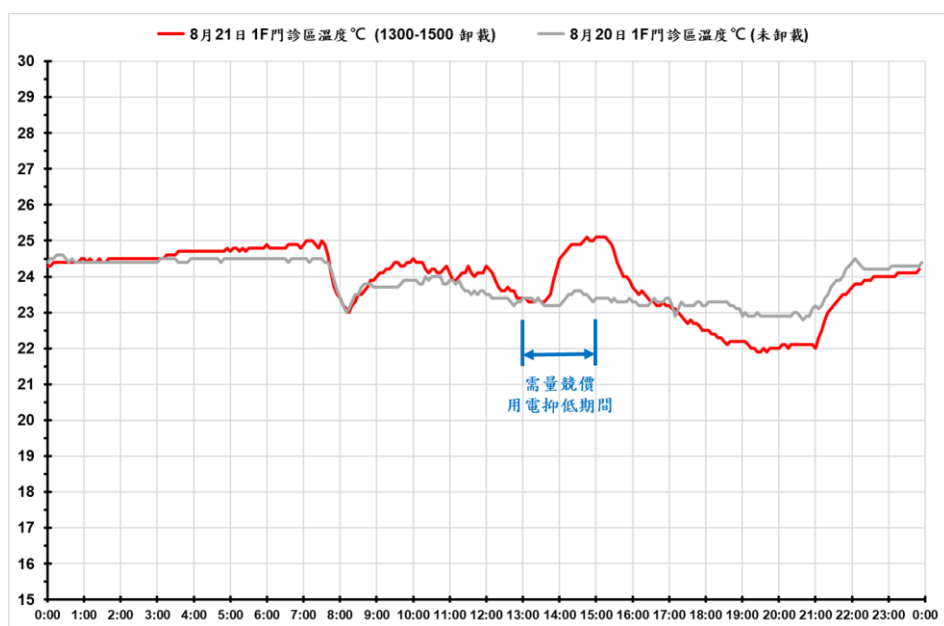
**圖 4-7 岡山醫院 8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電  
量比較**

(資料來源：本研究整理)

由於本日需求競價得標時間為下午 13:00~15:00，則將選取 1F 門診區此地點，分別進行當日 8 月 21 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-8 與圖 4-9 所示。

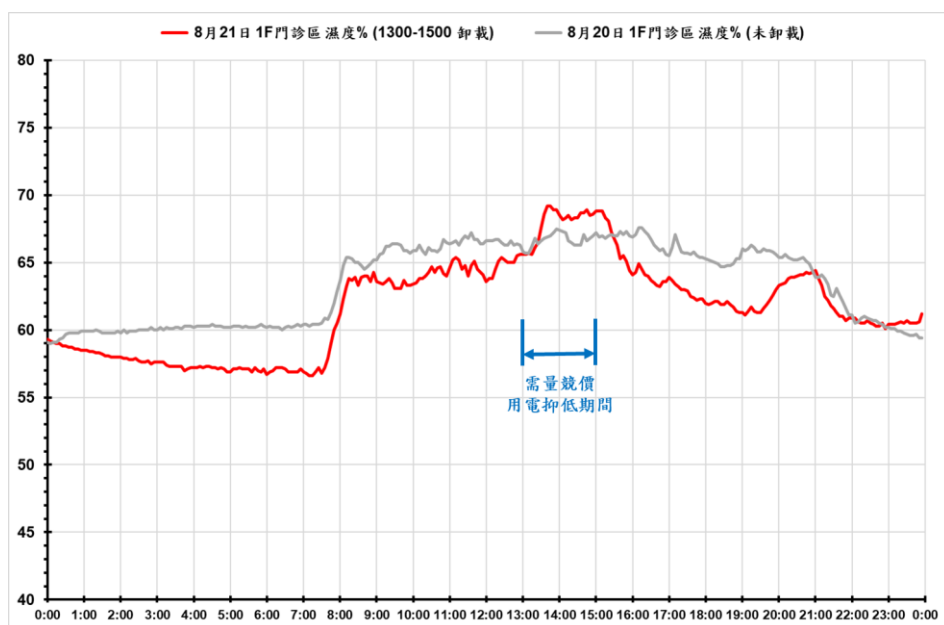
經比對分析結果顯示，岡山醫院 1F 門診區於 8 月 21 日下午 13:00~15:00 需求競價用電抑制期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 1.5 °C 至 25 °C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 3 % 至 68 %。皆屬於在舒適區之範圍內。





**圖 4-8 岡山醫院 8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫**

(資料來源：本研究整理) 度比較

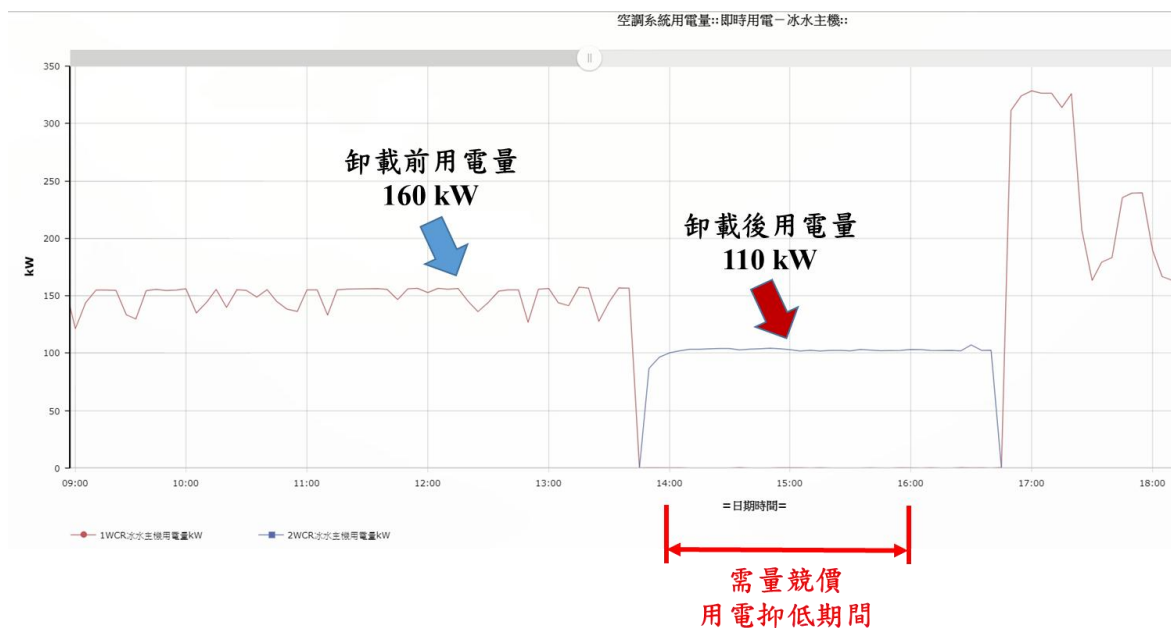


**圖 4-9 岡山醫院 8 月 21 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕**

度比較  
(資料來源：本研究整理)

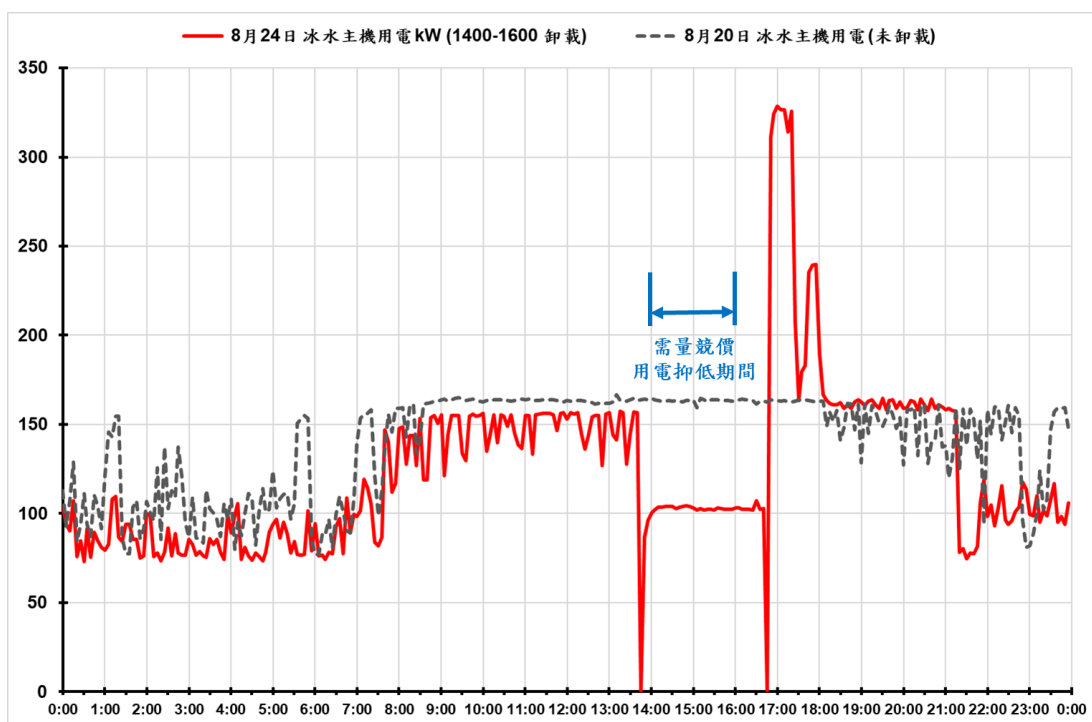
### 第 2 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-08-24 (一) 14:00~16:00

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 8 月 24 日需量競價得標時間為下午 14:00~16:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 110 kW，用電抑低量約為 50 kW，如下圖 4-10 所示。另外，8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較，如圖 4-11 所示。



**圖 4-10 岡山醫院第 2 次聯合型需量競價用電抑低期間冰水主機用電量**

(資料來源：本研究整理)



**圖 4-11 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用**

### 電量比較

(資料來源：本研究整理)

由於本日需量競價得標時間為下午 14:00~16:00，且當天為 8 月份天氣最熱的一天，故將選取岡山醫院所有樓層，分別進行當日 8 月 26 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-12 至圖 4-19 所示。

經比對分析結果顯示，1F 門診區於 8 月 21 日下午 14:00~16:00 需量競價用電抑制期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升至 24 °C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升至 72 %，皆屬於在舒適區之範圍內。2F 洗腎室其室內溫度約上升至 24.5 °C，室內濕度約上升至 72 %，皆屬於在舒適區之範圍內。

其次，3F 病房走道與 5F 病房走道於 8 月 21 日下午 14:00~16:00 需量競價用電抑制期間，其室內溫度、濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較大致相同趨勢，顯見用電抑制比較對 3F 病房走道與 5F 病房走道沒有影響。

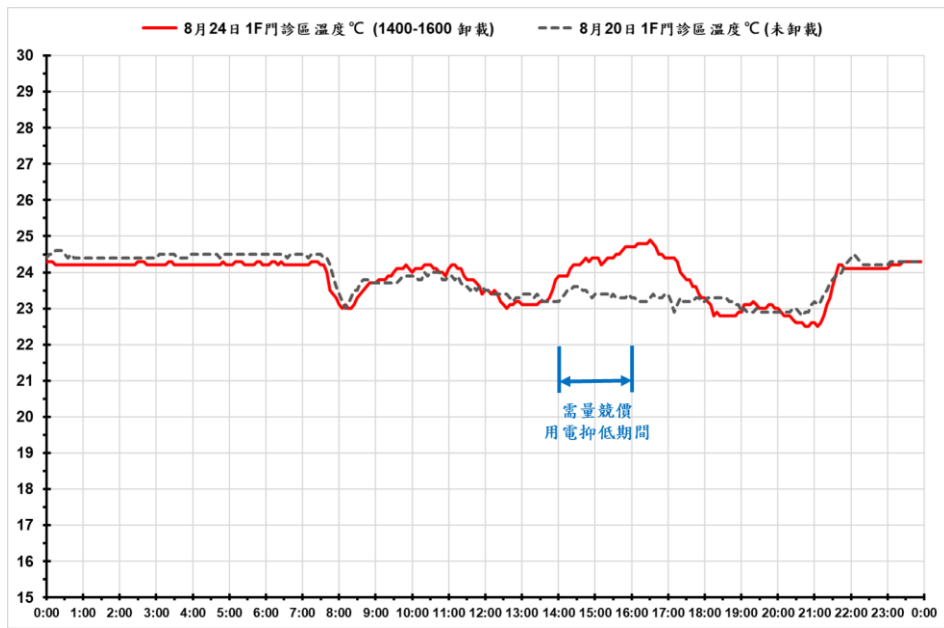


圖 4-12 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

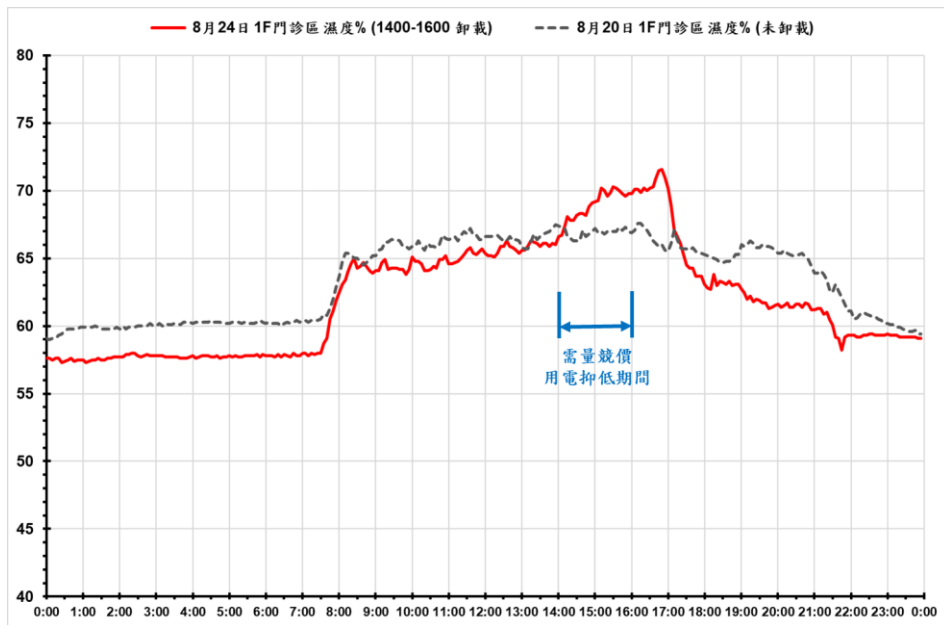
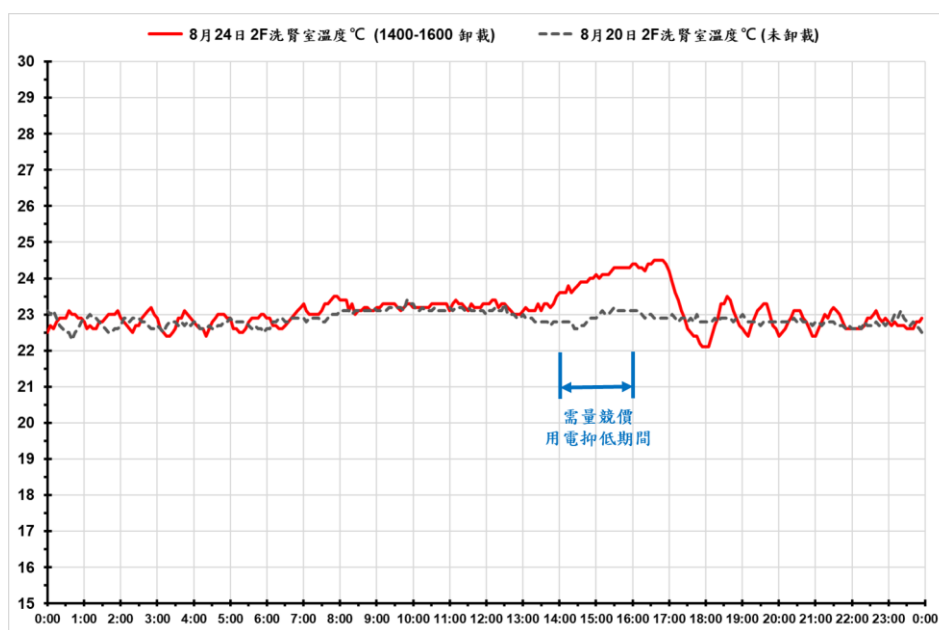


圖 4-13 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕

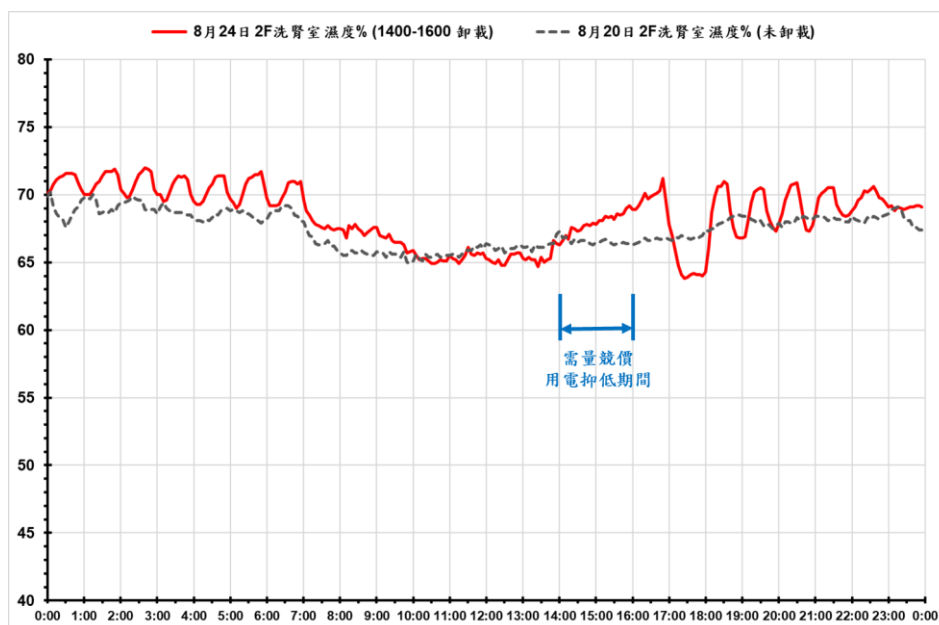
(資料來源：本研究整理) 度比較



**圖 4-14 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫**

度比較

(資料來源：本研究整理)



**圖 4-15 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕**

度比較

(資料來源：本研究整理)

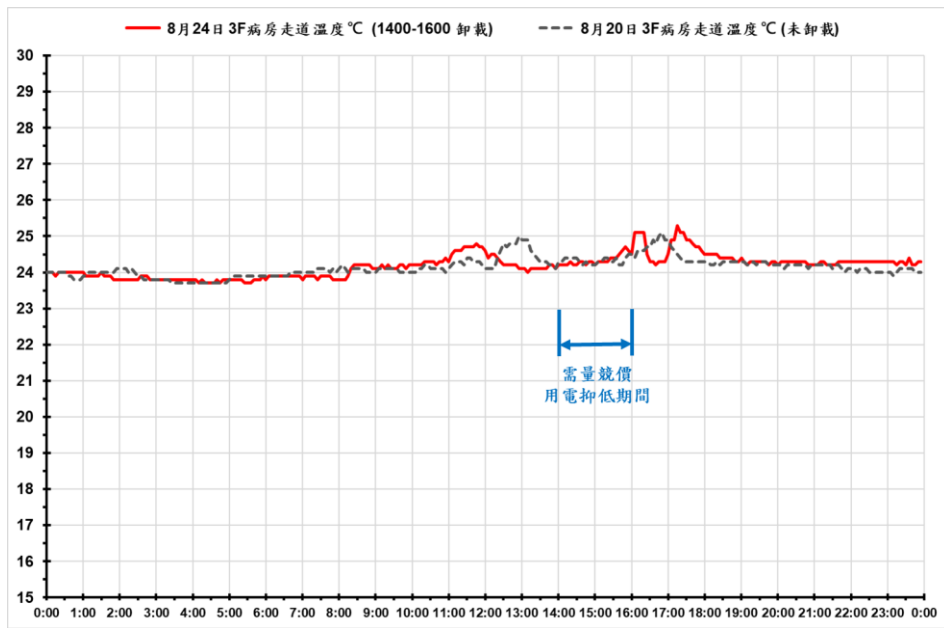


圖 4-16 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

溫度比較

(資料來源：本研究整理)

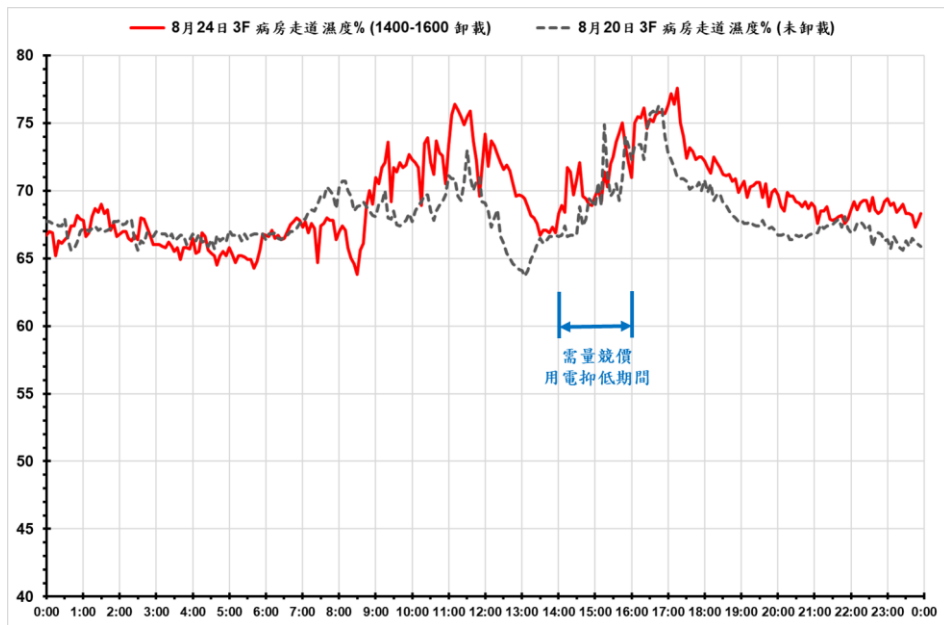


圖 4-17 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

濕度比較

(資料來源：本研究整理)

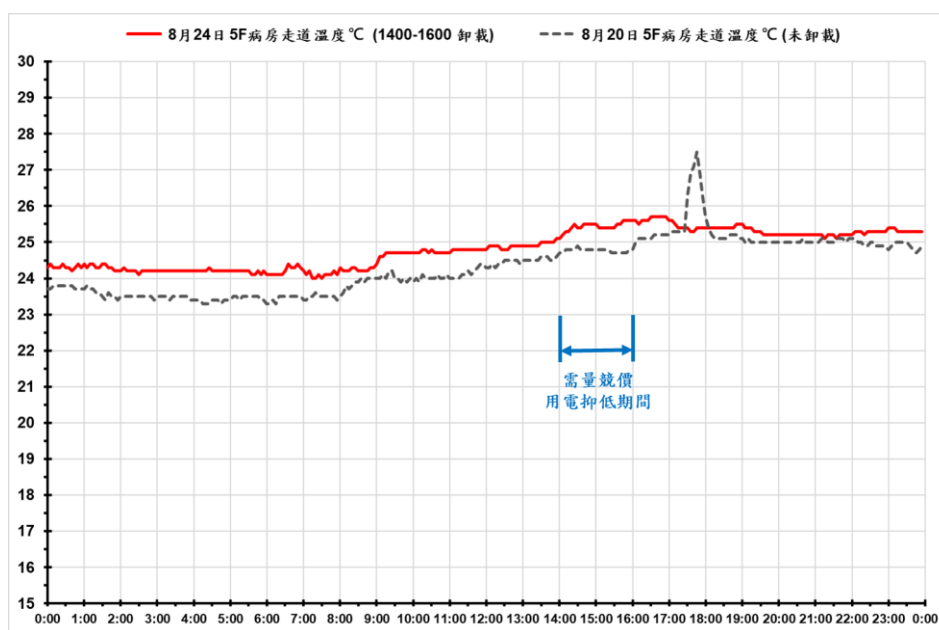


圖 4-18 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

溫度比較

(資料來源：本研究整理)

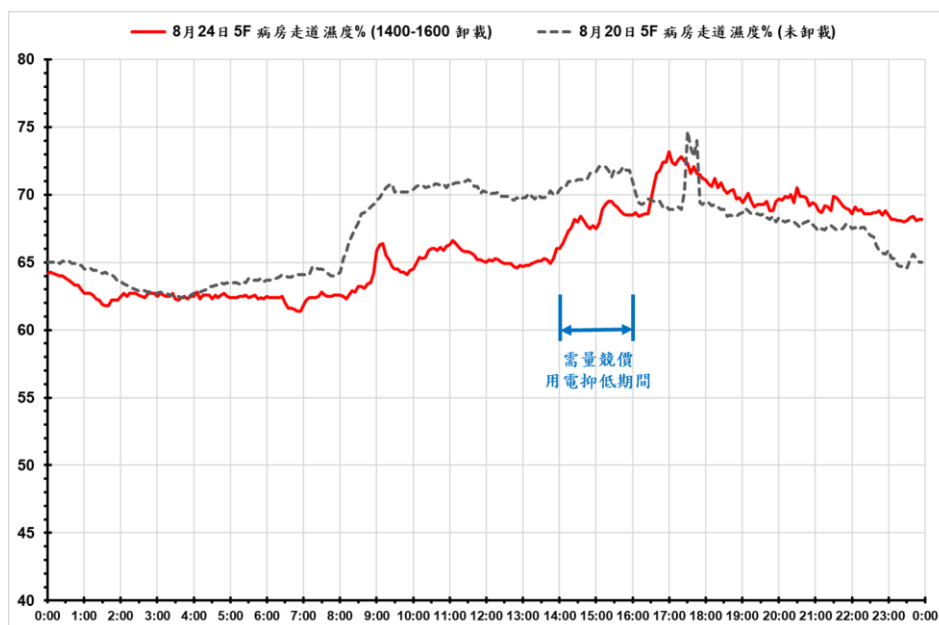


圖 4-19 岡山醫院 8 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

濕度比較

(資料來源：本研究整理)

#### 第 4 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-08-26 (三) 14:00~16:00

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 8 月 26 日需量競價得標時間為下午 14:00~16:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 95 kW，用電抑低量約為 65 kW，如下圖 4-20 所示。

另外，本日需量競價得標時間過後，繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。

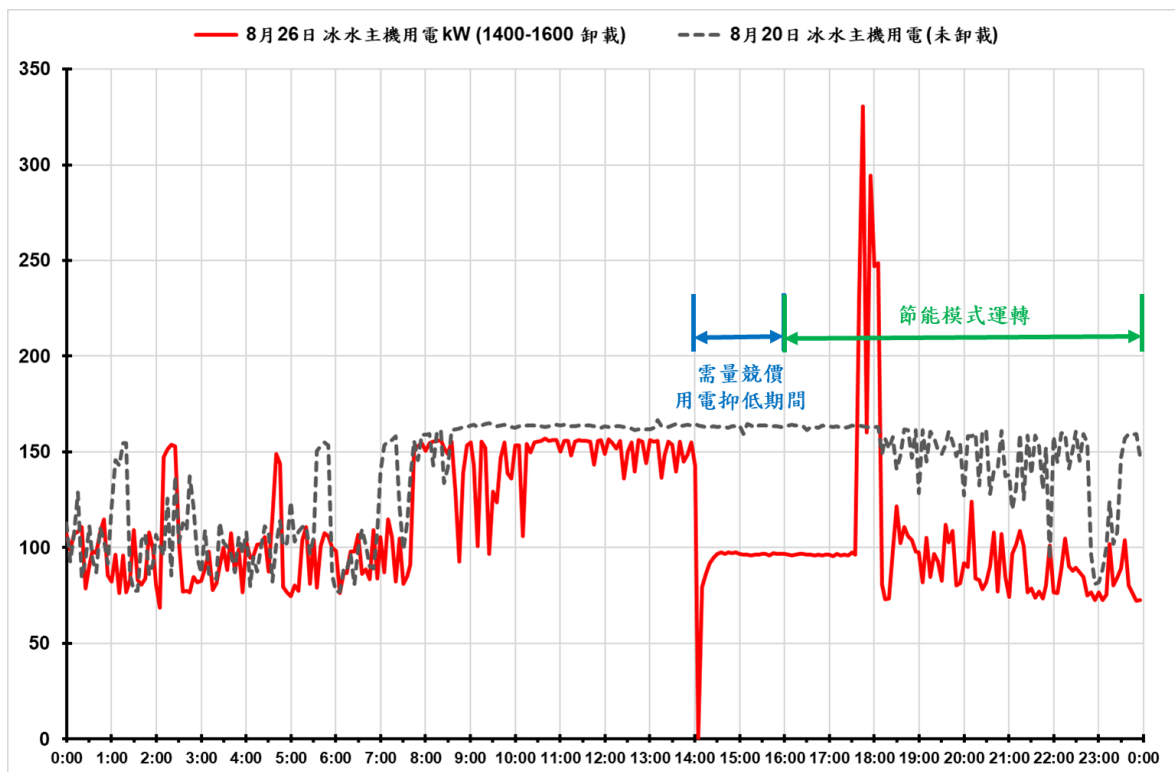


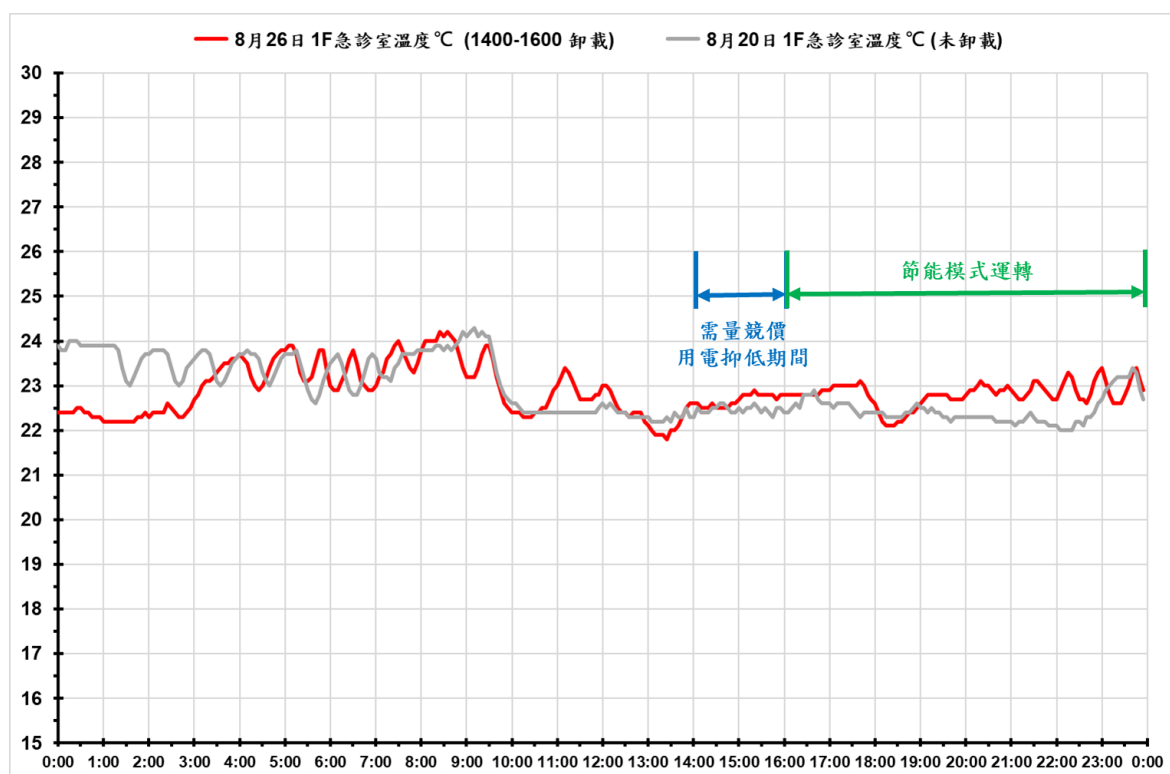
圖 4-20 岡山醫院 8 月 26 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較

(資料來源：本研究整理)



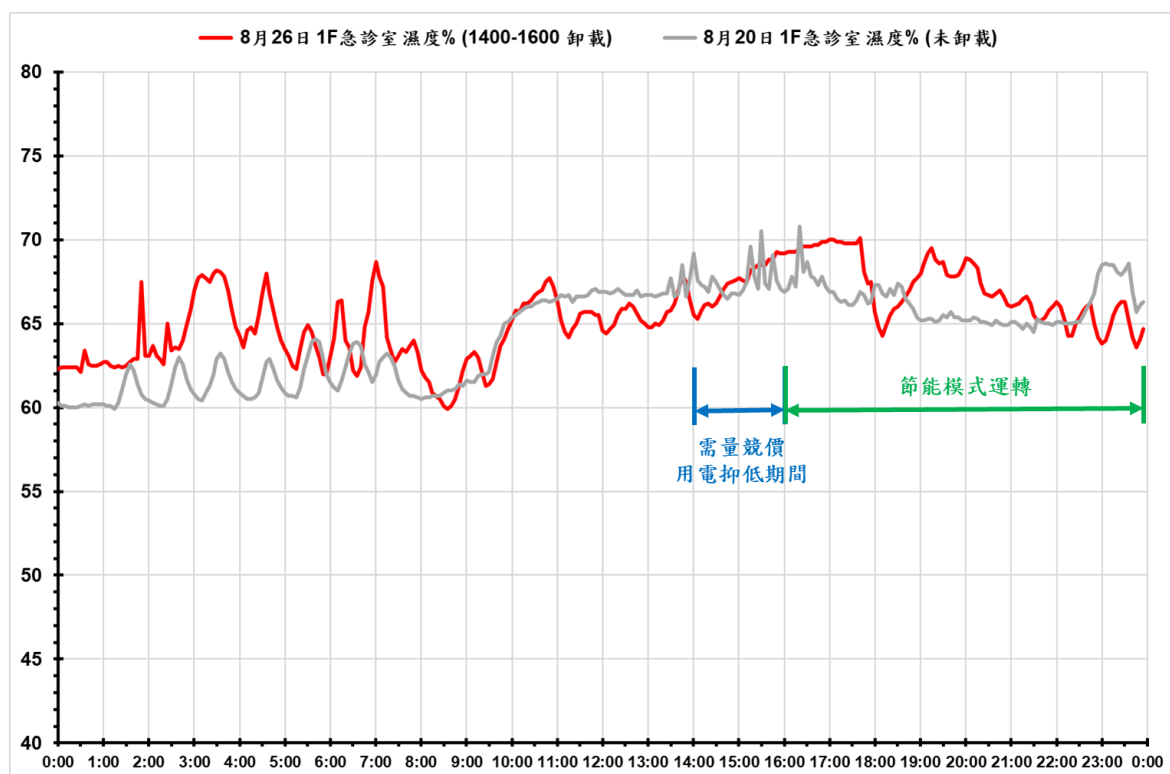
由於本日常量競價得標時間為下午 14:00~16:00，則將選取 1F 急診室此地點，分別進行當日 8 月 26 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-21 與圖 4-22 所示。

經比對分析結果顯示，岡山醫院 1F 急診室於 8 月 26 日下午 13:00~15:00 需量競價用電抑制期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 0.5 $^{\circ}$ C 至 23 $^{\circ}$ C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 4% 至 70%。皆屬於在舒適區之範圍內。



**圖 4-21 岡山醫院 8 月 26 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫度比較**

(資料來源：本研究整理)



**圖 4-22 岡山醫院 8 月 26 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕度比較**

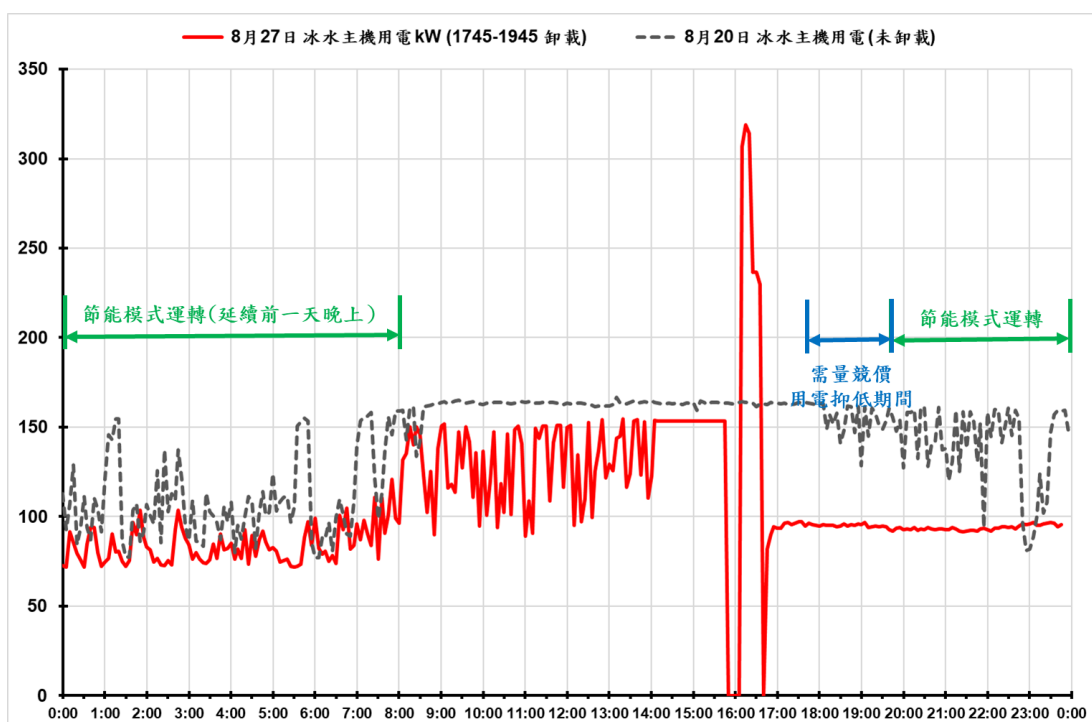
(資料來源：本研究整理)

**第 5 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-08-27 (四) 17:45~19:45**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 8 月 27 日需量競價得標時間為下午 17:45~19:45，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 155 kW，卸載後用電量約為 95 kW，用電抑低量約為 60 kW，如下圖 4-23 所示。

另外，本日凌晨 00:00~08:00 延續前一天晚上之節能模式運轉。需量競價得標時間過後，再一次繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 3F 病房走道 8 月 26 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-24 與圖 4-25 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-23 岡山醫院 8 月 27 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用**

(資料來源：本研究整理) 電量比較

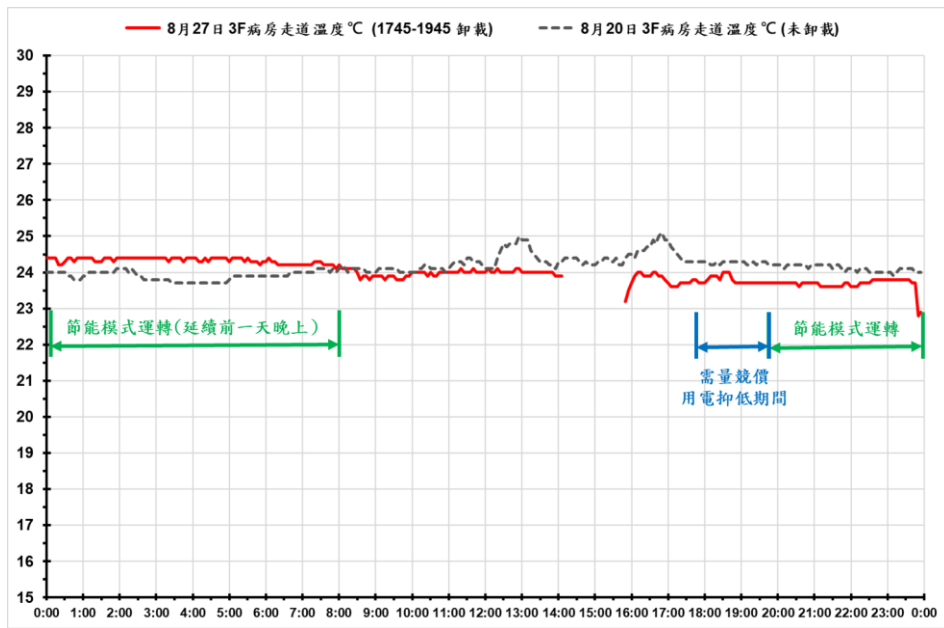


圖 4-24 岡山醫院 8 月 27 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

溫度比較

(資料來源：本研究整理)

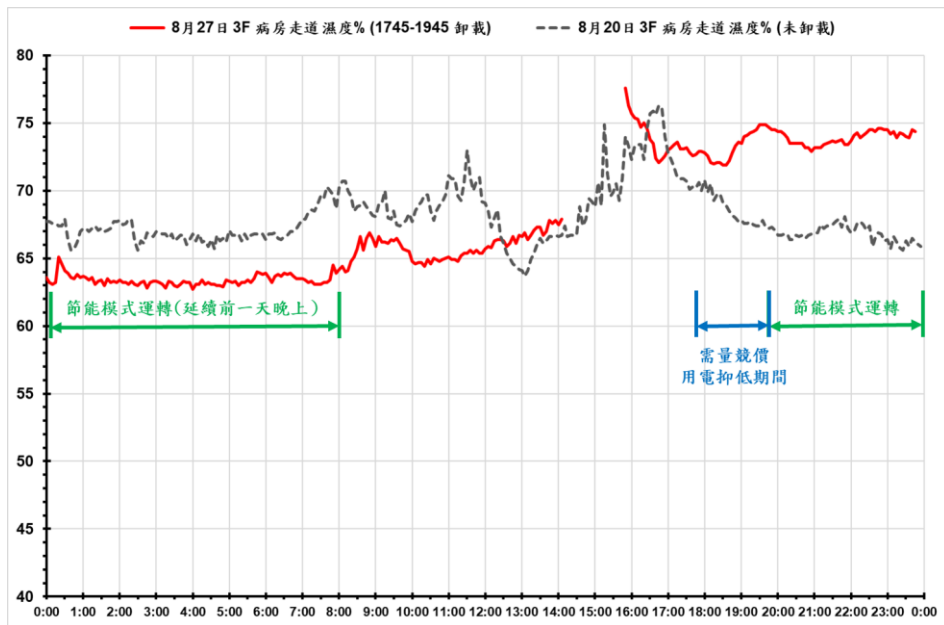


圖 4-25 岡山醫院 8 月 27 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

濕度比較

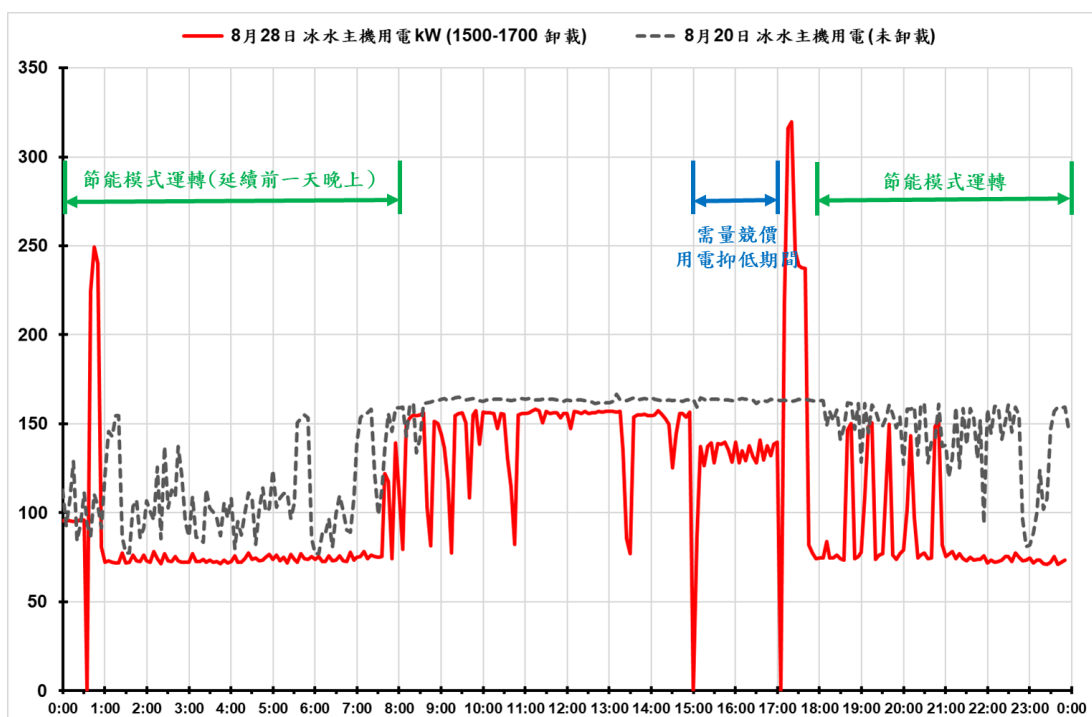
(資料來源：本研究整理)

**第 6 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-08-28 (五) 15:00~17:00**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 8 月 28 日需量競價得標時間為下午 15:00~17:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 130 kW，用電抑低量約為 30 kW，如下圖 4-26 所示。

另外，本日凌晨 00:00~08:00 延續前一天晚上之節能模式運轉。需量競價得標時間過後，再一次繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 5F 病房走道 8 月 28 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-27 與圖 4-28 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-26 岡山醫院 8 月 28 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用**

(資料來源：本研究整理) 電量比較

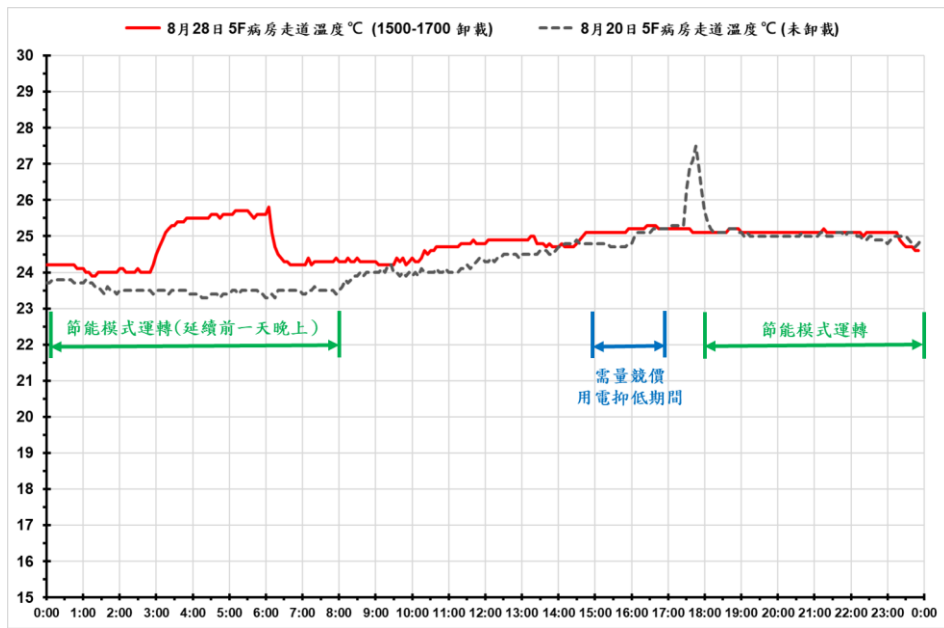


圖 4-27 岡山醫院 8 月 28 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 溫度比較

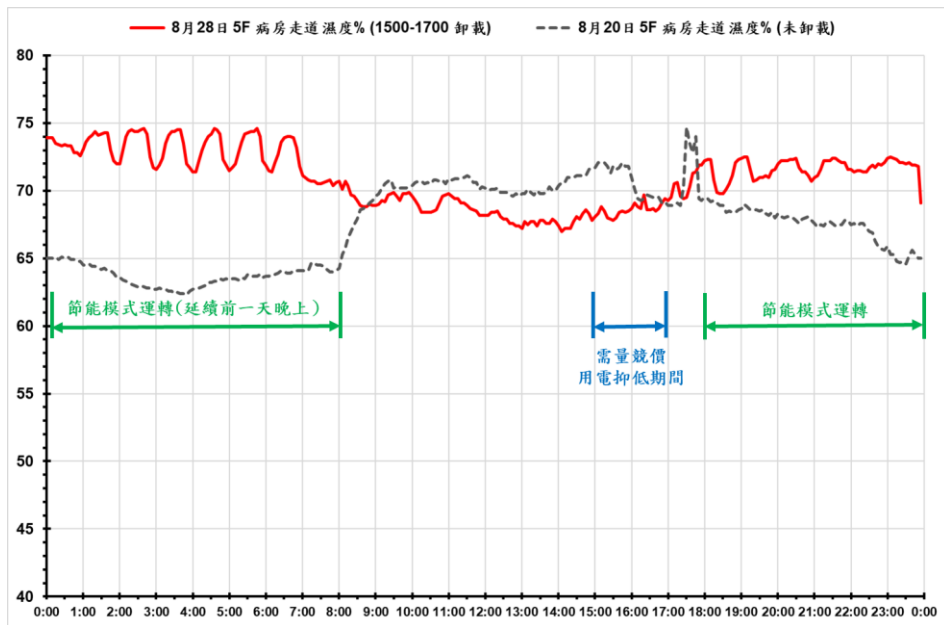


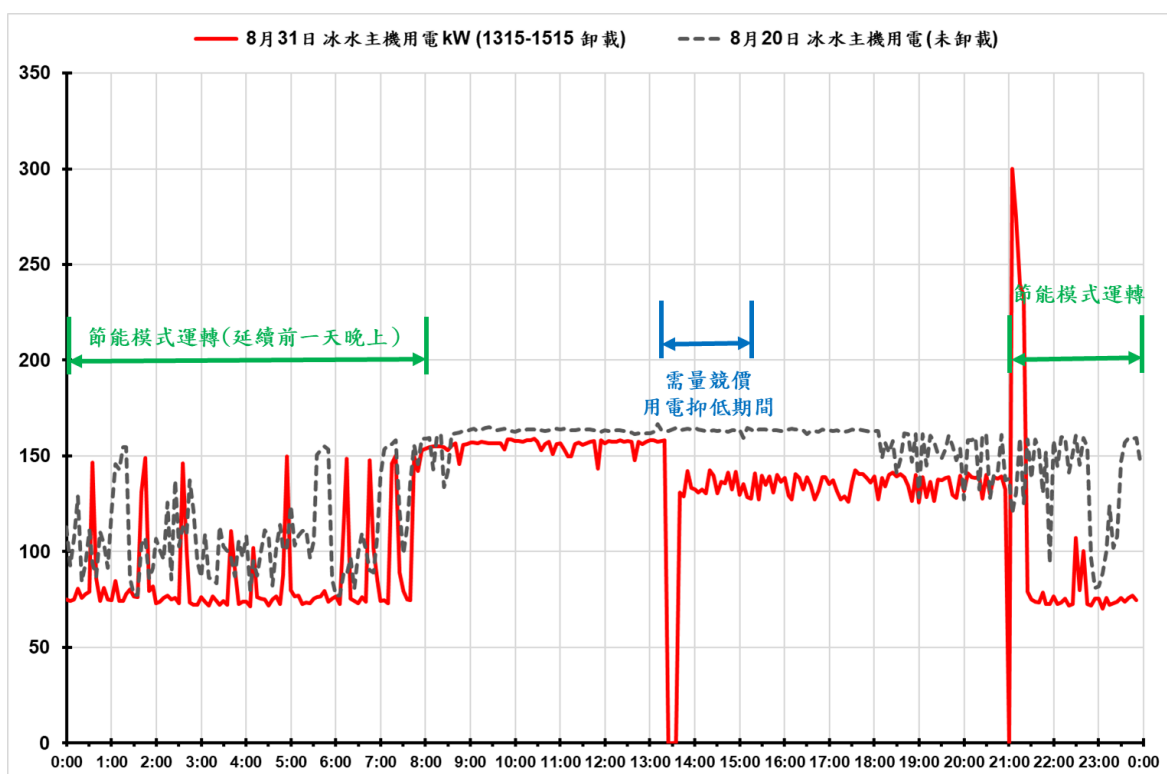
圖 4-28 岡山醫院 8 月 28 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 濕度比較

**第 7 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-08-31 (一) 13:15~15:15**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 8 月 28 日需量競價得標時間為下午 13:15~15:15，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 130 kW，用電抑低量約為 30 kW，如下圖 4-29 所示。

另外，本日凌晨 00:00~08:00 延續前一天晚上之節能模式運轉。需量競價得標時間過後，再一次繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-29 岡山醫院 8 月 31 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較**

(資料來源：本研究整理)

由於本日需量競價得標時間為下午 13:15~15:15，則將選取 1F 門診區此地點，分別進行當日 8 月 31 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-30 與圖 4-31 所示。

經比對分析結果顯示，岡山醫院 1F 門診區於 8 月 31 日下午 13:15~15:15 需量競價用電抑制期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 1.3 °C 至 24.7 °C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 6 % 至 71 %。皆屬於在舒適區之範圍內。

另外，於凌晨 00:00~08:00 延續前一天晚上之節能模式運轉時段，其室內溫度亦較未卸載日 8 月 20 日同時段高約 1.1 °C，但此時段並無人員在 1F 門診區活動，因此並無實際人員舒適度之影響。



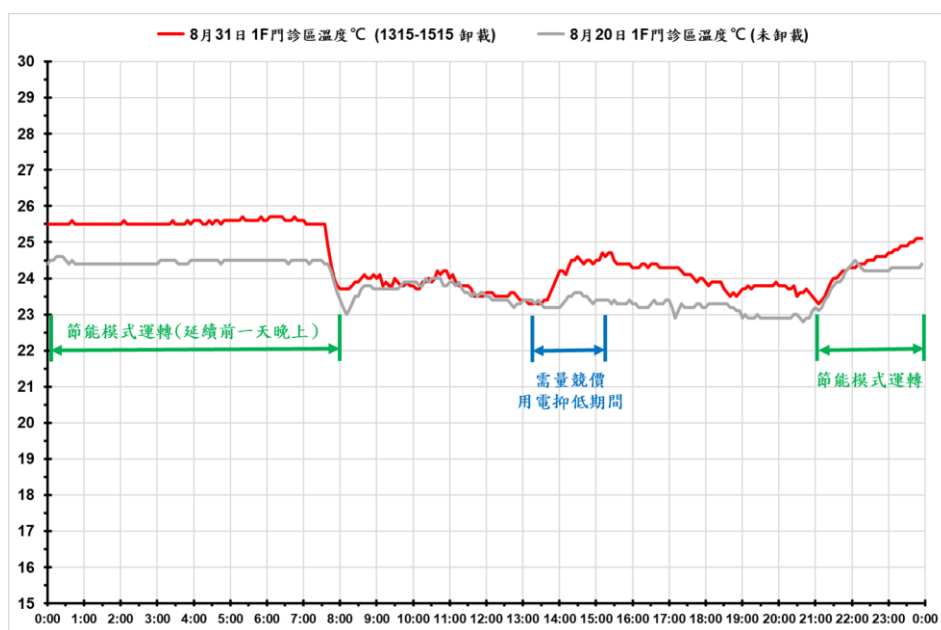


圖 4-30 岡山醫院 8 月 31 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫

度比較

(資料來源：本研究整理)

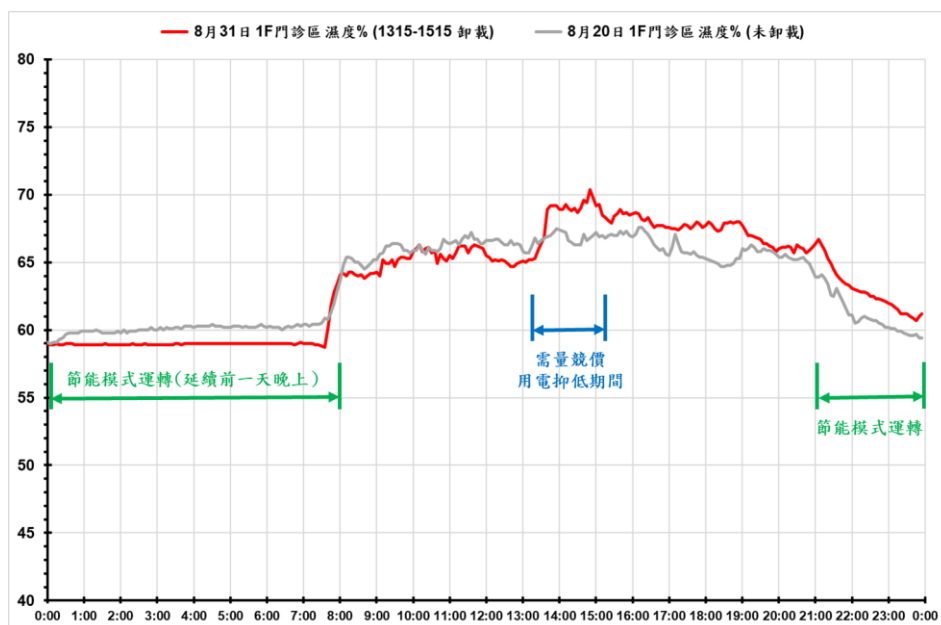


圖 4-31 岡山醫院 8 月 31 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕

度比較

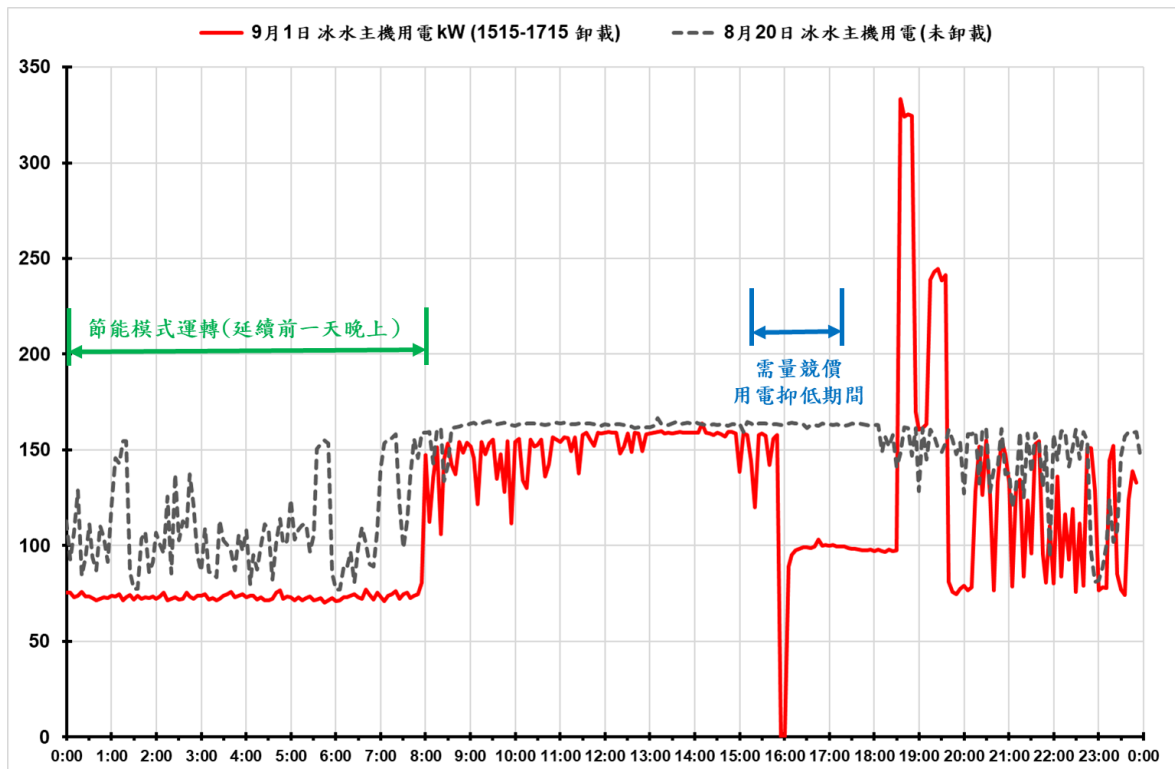
(資料來源：本研究整理)

### 第 8 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-01 (二) 15:15~17:15

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 1 日需量競價得標時間為下午 15:15~17:15，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 165 kW，卸載後用電量約為 100 kW，用電抑低量約為 65 kW，如下圖 4-32 所示。

另外，本日凌晨 00:00~08:00 延續前一天晚上之節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 2F 洗腎室 9 月 1 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-33 與圖 4-34 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-32 岡山醫院 9 月 1 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電**

(資料來源：本研究整理) 量比較

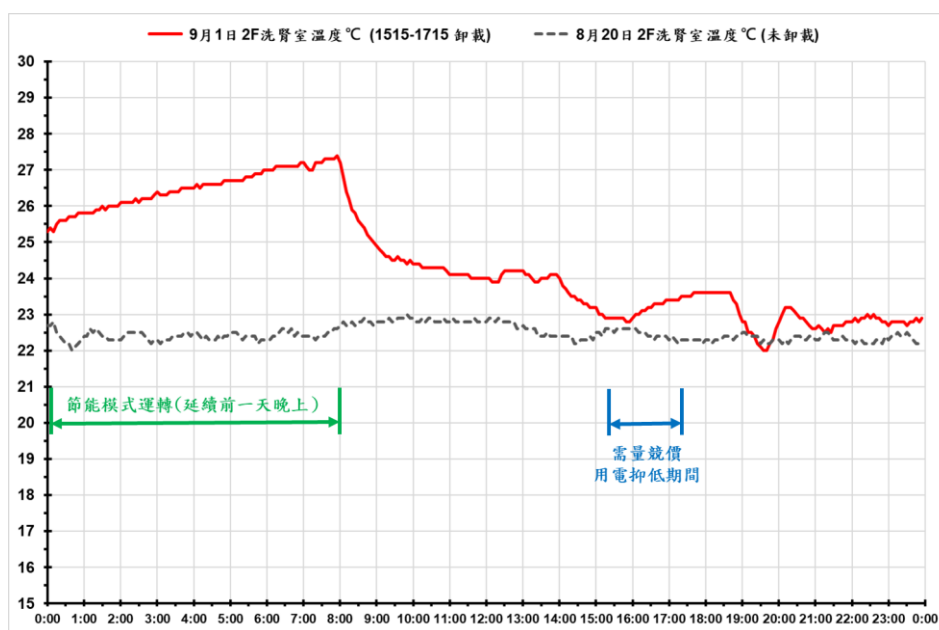


圖 4-33 岡山醫院 9 月 1 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

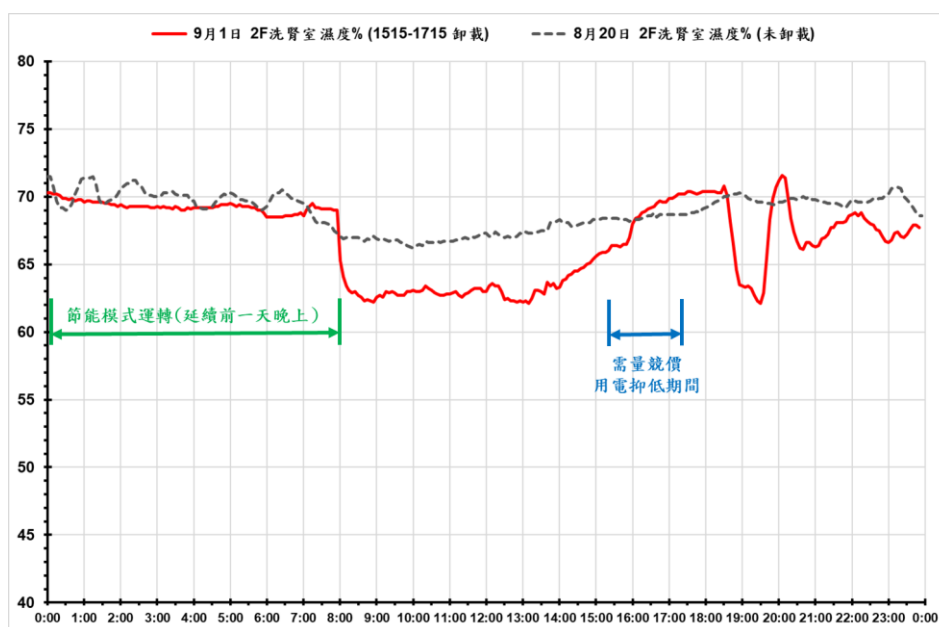


圖 4-34 岡山醫院 9 月 1 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較

### 第 9 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-02 (三) 18:30~20:30

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 2 日需量競價得標時間為下午 18:30~20:30，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 130 kW，用電抑低量約為 30 kW，如下圖 4-35 所示。

另外，需量競價得標時間過後，再繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 1F 急診室 9 月 2 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-36 與圖 4-37 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。

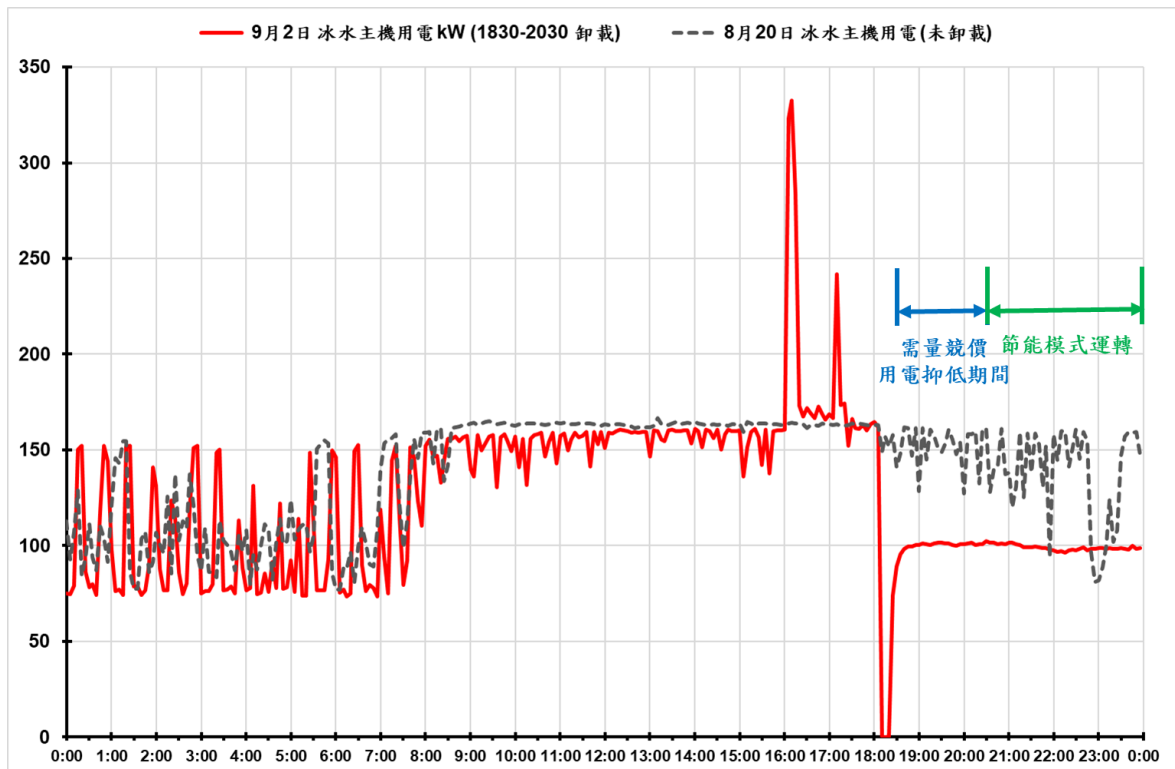
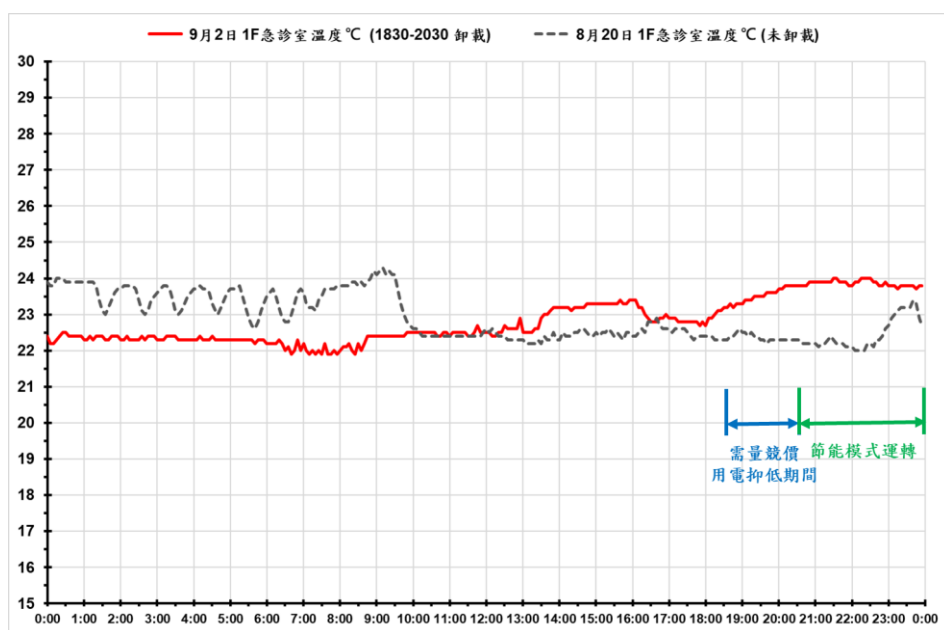


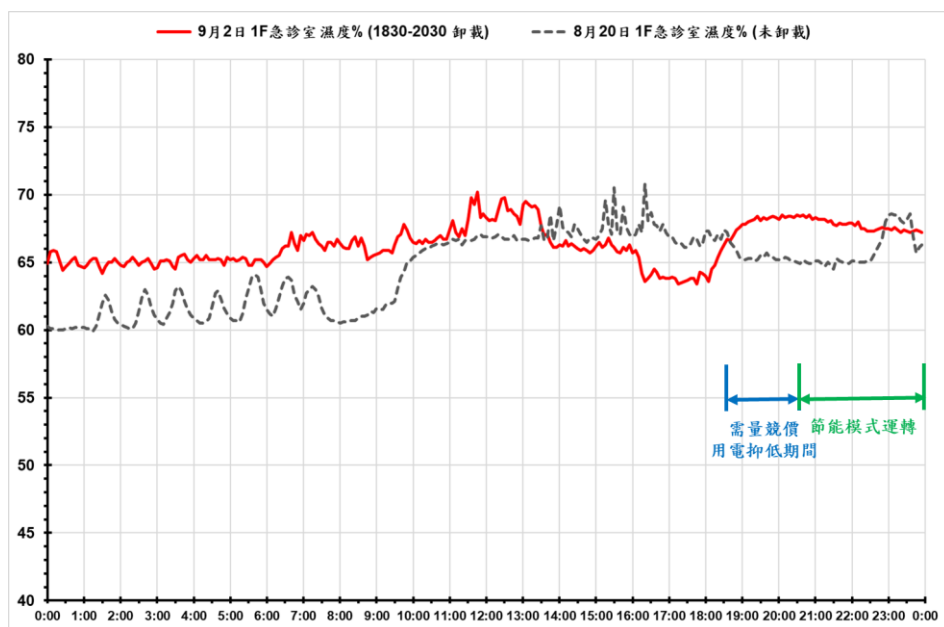
圖 4-35 岡山醫院 9 月 2 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電

(資料來源：本研究整理) 量比較



**圖 4-36 岡山醫院 9 月 2 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫**

(資料來源：本研究整理) 度比較



**圖 4-37 岡山醫院 9 月 2 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕**

度比較  
(資料來源：本研究整理)

### 第 10 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-03 (四) 15:00~17:00

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 3 日需量競價得標時間為下午 15:00~17:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 200 kW，卸載後用電量約為 100 kW，用電抑低量約為 100 kW，如下圖 4-38 所示。

另外，本日凌晨 00:00~08:00 延續前一天晚上之節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 1F 門診區 9 月 3 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-39 與圖 4-40 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。

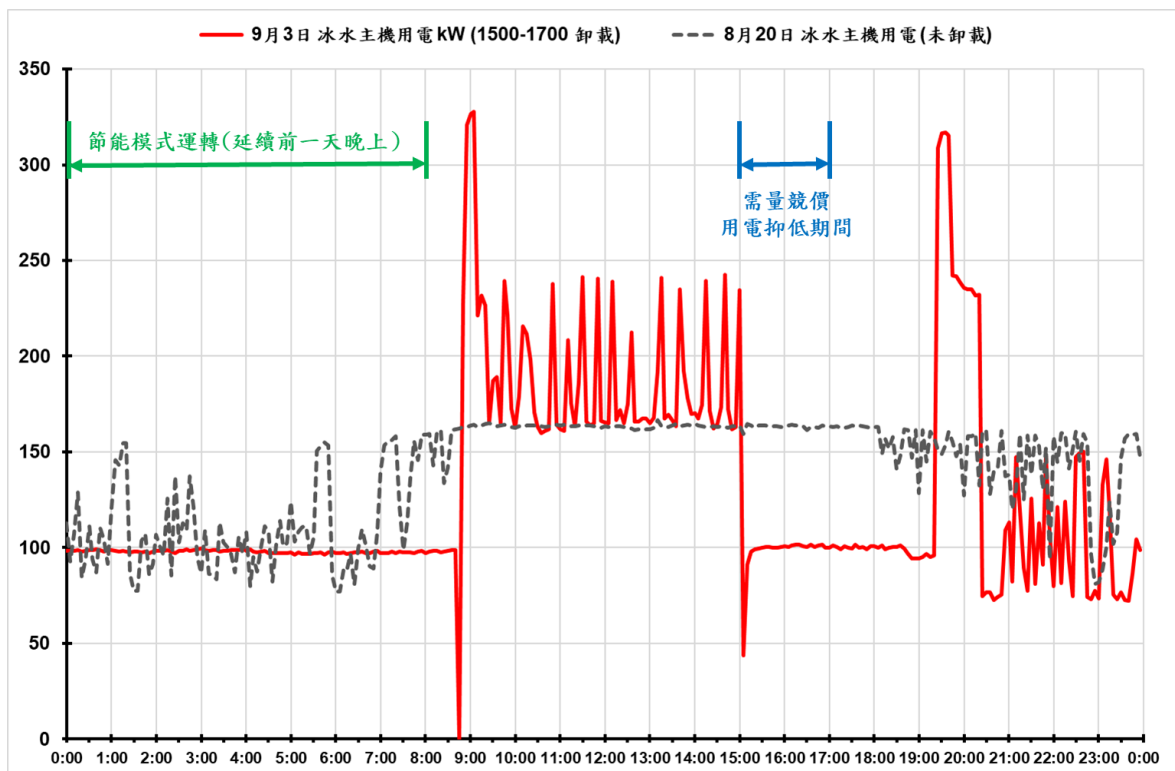


圖 4-38 岡山醫院 9 月 3 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電

(資料來源：本研究整理) 量比較

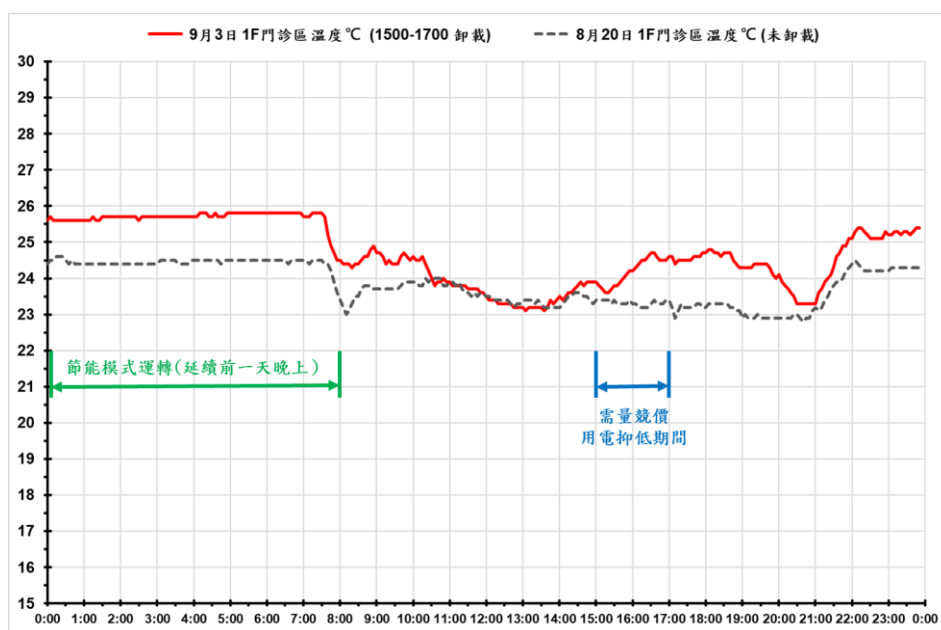


圖 4-39 岡山醫院 9 月 3 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診溫度

比較

(資料來源：本研究整理)

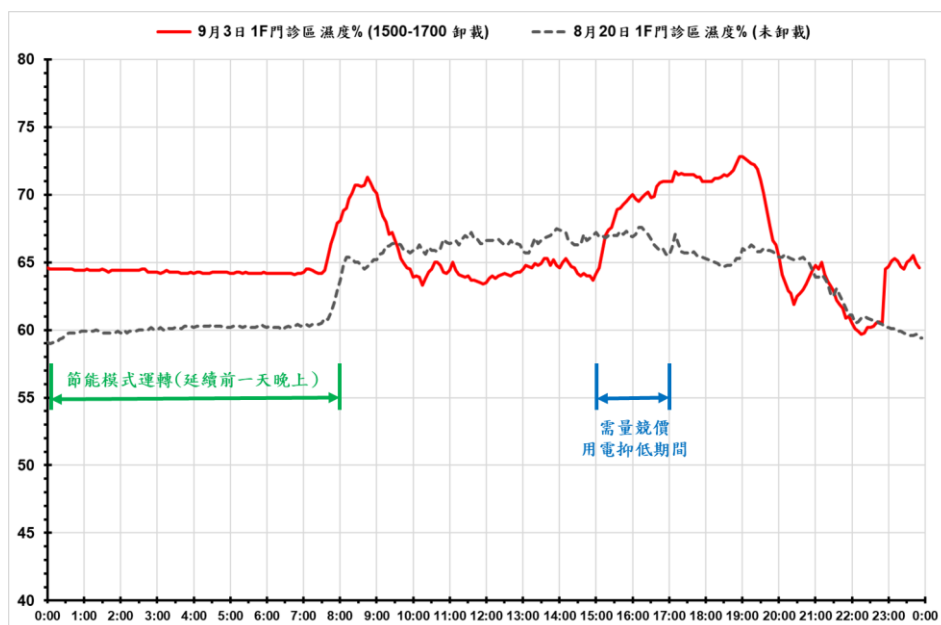


圖 4-40 岡山醫院 9 月 3 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診濕度

比較

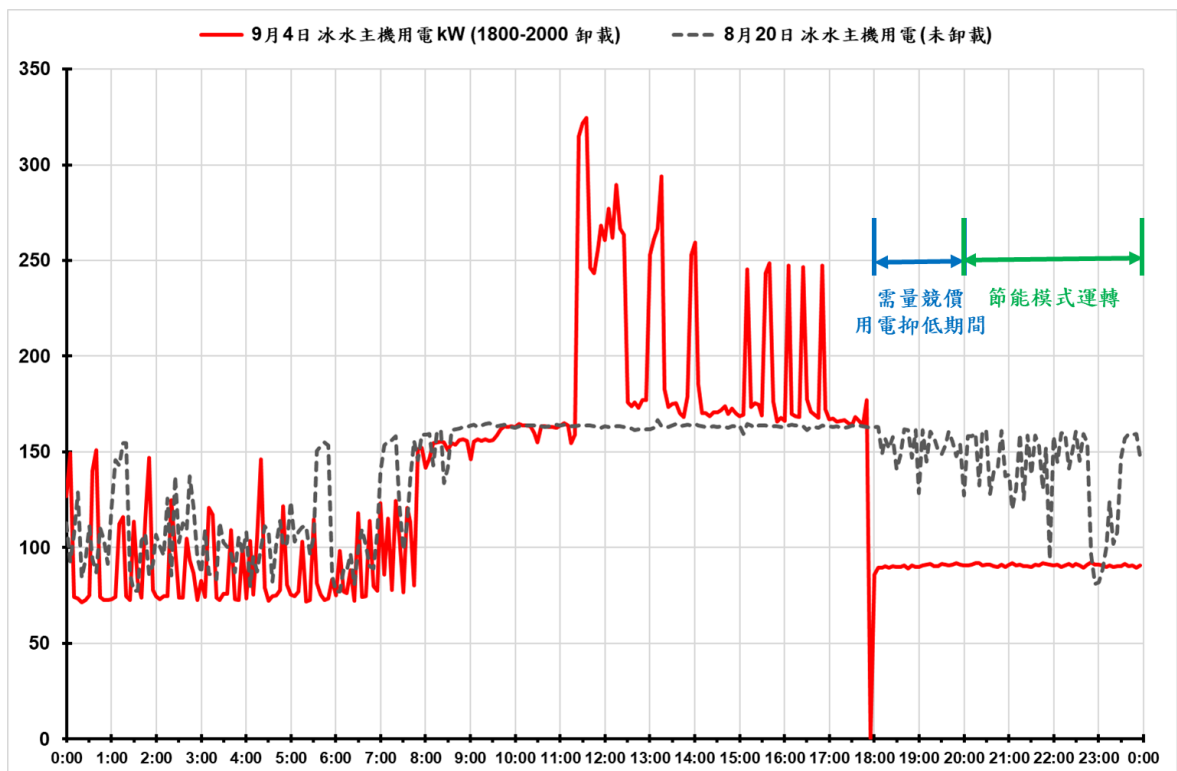
(資料來源：本研究整理)

### 第 11 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-04 (五) 18:00~20:00

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 4 日需量競價得標時間為下午 18:00~20:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 225 kW，卸載後用電量約為 85 kW，用電抑低量約為 140 kW，如下圖 4-41 所示。

另外，需量競價得標時間過後，再繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 3F 病房走道 9 月 4 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-42 與圖 4-43 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-41 岡山醫院 9 月 4 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電**

(資料來源：本研究整理) 量比較



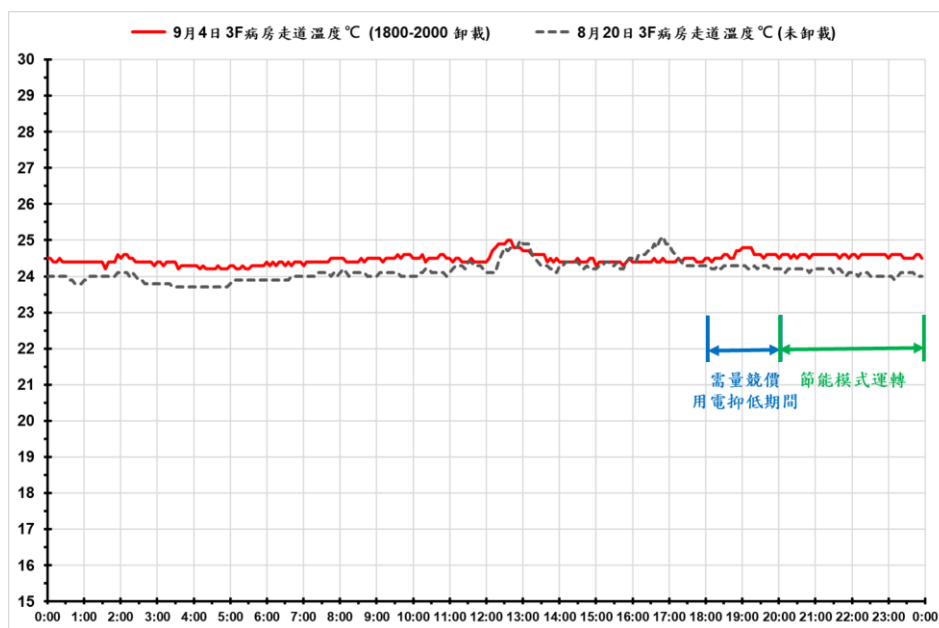


圖 4-42 岡山醫院 9 月 4 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 溫度比較

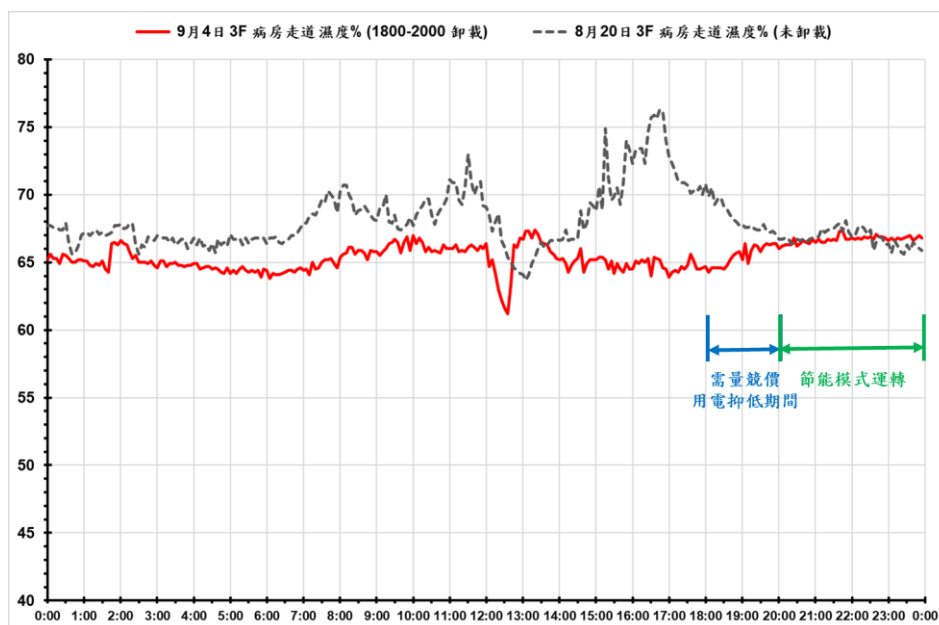
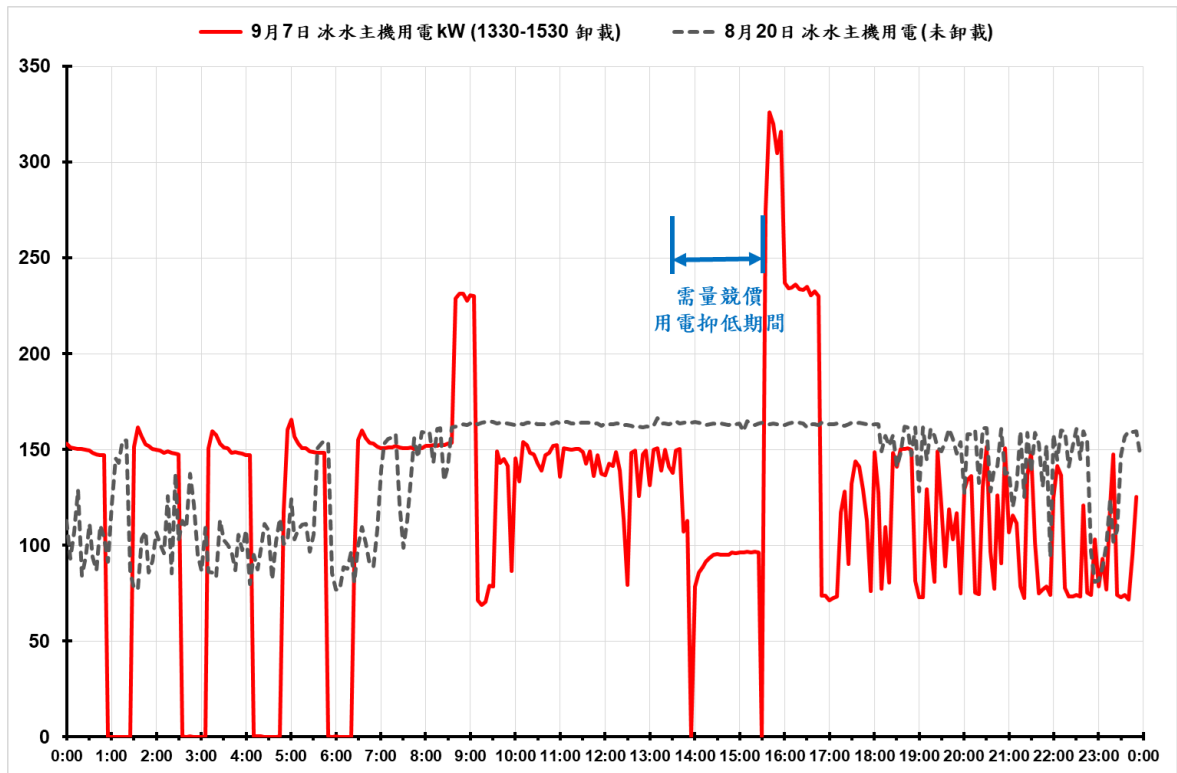


圖 4-43 岡山醫院 9 月 4 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 濕度比較

**第 12 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-07 (一) 13:30~15:30**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 7 日需量競價得標時間為下午 13:30~15:30，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 150 kW，卸載後用電量約為 95 kW，用電抑低量約為 55 kW，如下圖 4-44 所示。



**圖 4-44 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電**

**量比較**

(資料來源：本研究整理)

由於本日需量競價得標時間為下午 13:30~15:30，且當天為 9 月份天氣最熱的一天，故將選取岡山醫院所有樓層，分別進行當日 9 月 7 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-45 至圖 4-52 所示。

經比對分析結果顯示，1F 門診區於 8 月 21 日下午 13:30~15:30 需量競價用電抑制期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 1 °C 至 24.5 °C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升至 70 %，皆屬於在舒適區之範圍內。2F 洗腎室其室內溫度約上升 0.5 °C 至至 24 °C，室內濕度約上升至 68 %，皆屬於在舒適區之範圍內。

其次，3F 病房走道與 5F 病房走道於 8 月 21 日下午 14:00~16:00 需量競價用電抑制期間，其室內溫度、濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較大致相同趨勢，顯見用電抑制比較對 3F 病房走道與 5F 病房走道沒有影響。

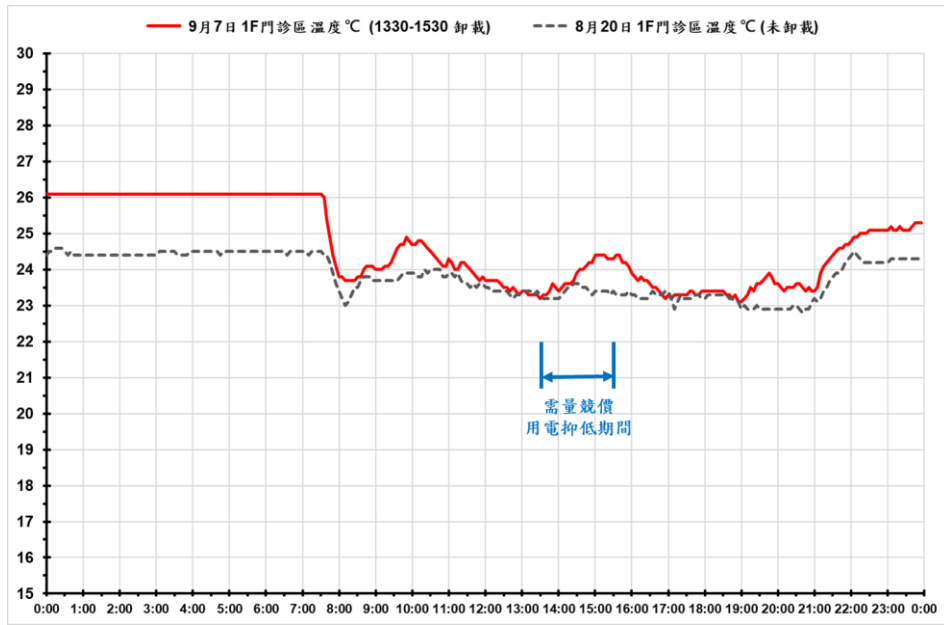


圖 4-45 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

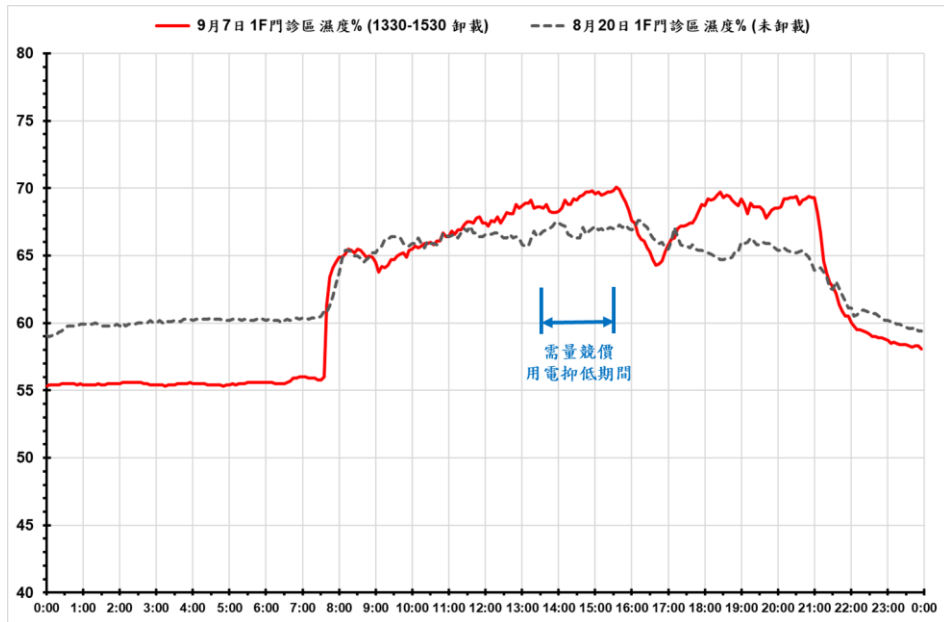
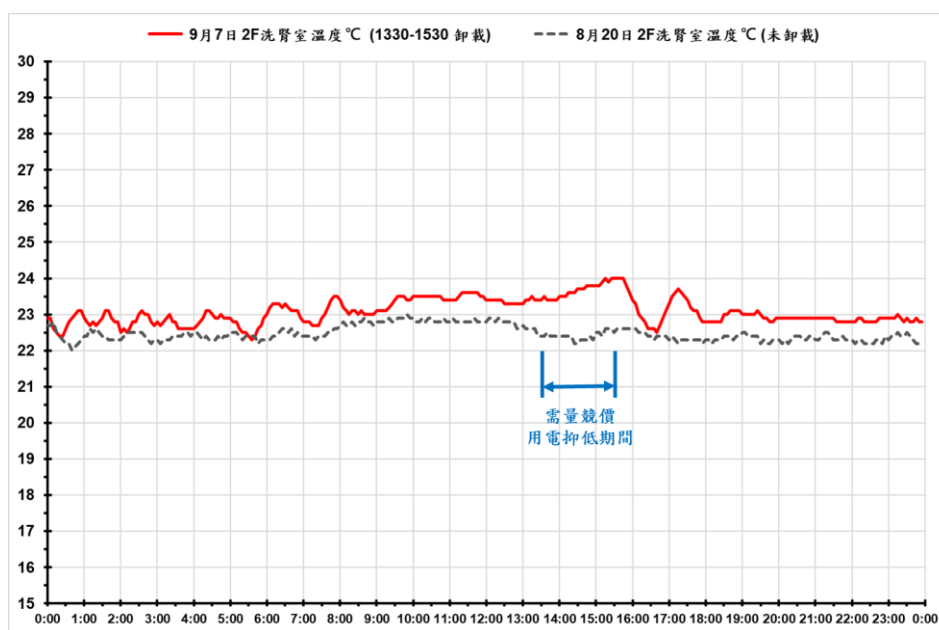


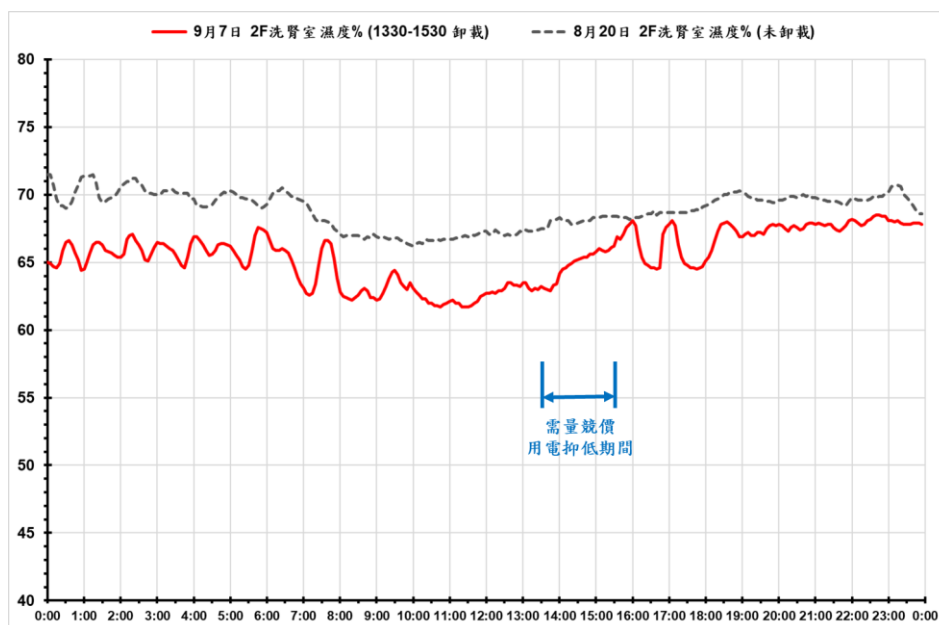
圖 4-46 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 門診區濕

度比較  
(資料來源：本研究整理)



**圖 4-47 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫**

(資料來源：本研究整理) 度比較



**圖 4-48 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕**

(資料來源：本研究整理) 度比較

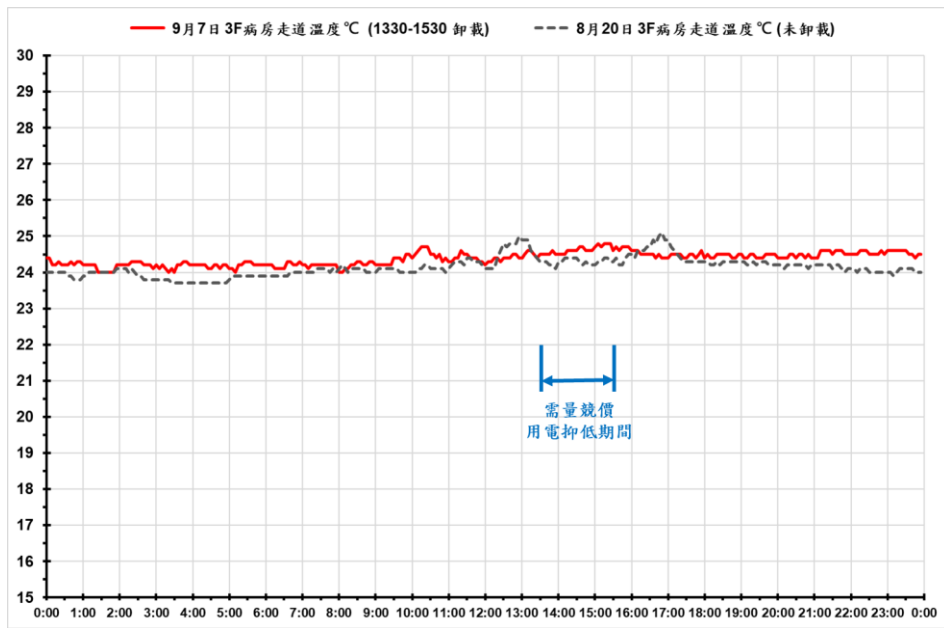


圖 4-49 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 溫度比較

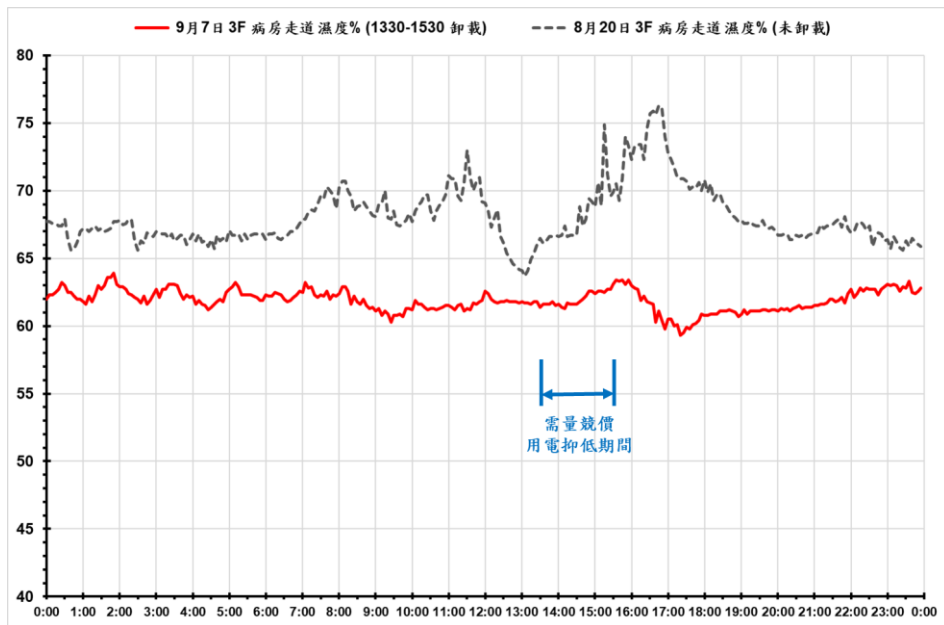
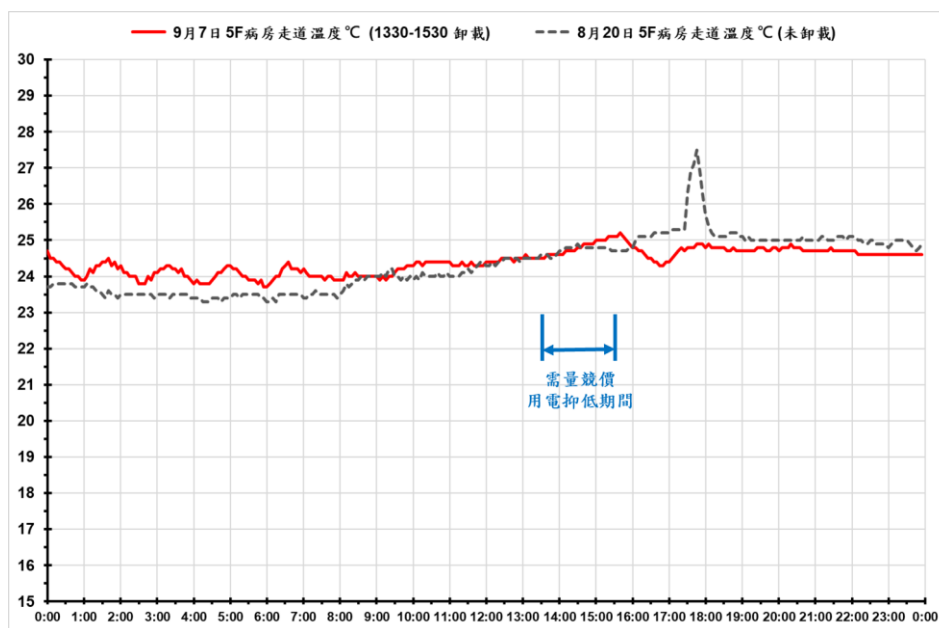


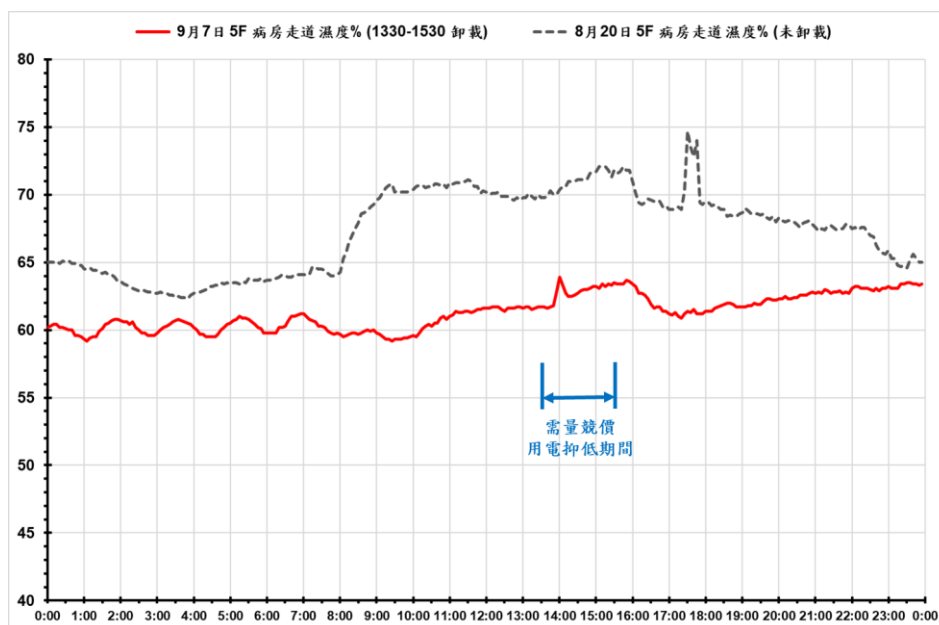
圖 4-50 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 濕度比較



**圖 4-51 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道**

(資料來源：本研究整理) 溫度比較



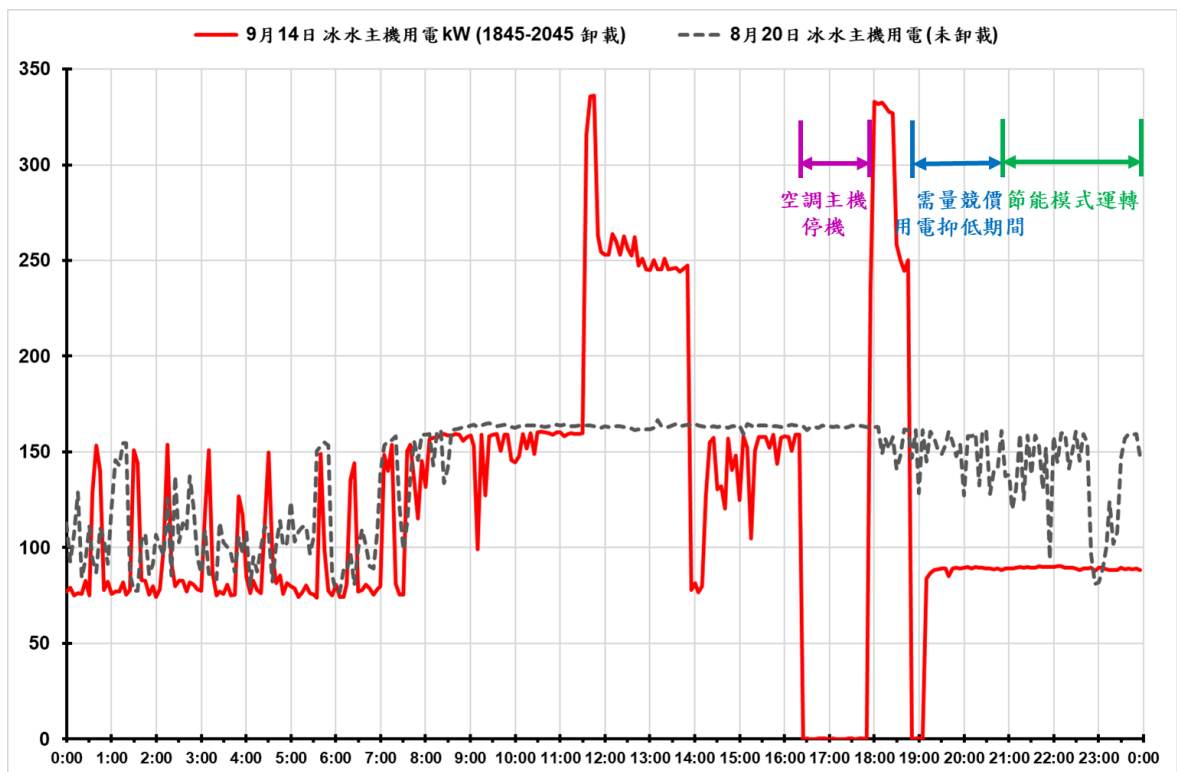
**圖 4-52 岡山醫院 9 月 7 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道**

(資料來源：本研究整理) 濕度比較

**第 17 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-14 (一) 18:45~20:45**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 14 日需量競價得標時間為下午 18:45~20:45，則在該時段將較大容量之 1 號冰水主機關閉，而將較小容量之 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 250 kW，卸載後用電量約為 85 kW，如下圖 4-53 所示。

另外，需量競價得標時間過後，再繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-53 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較**

(資料來源：本研究整理)



本日二台空調主機曾於 16:25~17:50 間因故完全停機，此情形有如 100 % 卸載，因此以下將特別注意此停機期間所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，如圖 4-54 至圖 4-61 所示。

經比對分析結果顯示，1F 門診區於 9 月 14 日下午 16:25~17:50 完全停機期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 3 °C 至 24.8 °C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升至 70 %，皆屬於在舒適區之範圍內。2F 洗腎室其室內溫度約上升 1.6 °C 至至 25.6 °C，室內濕度約上升至 72 %，皆屬於在舒適區之範圍內。

其次，3F 病房走道於 8 月 21 日下午 16:25~17:50 完全停機期間，其室內溫度約上升 0.6 °C 至至 25.6 °C，室內濕度約上升至 70 %，皆屬於在舒適區之範圍內。而 5F 病房走道於 8 月 21 日下午 16:25~17:50 完全停機期間，其室內溫度約上升 1 °C 至至 26.2 °C，室內濕度約上升至 70 %，皆屬於在舒適區之範圍內。

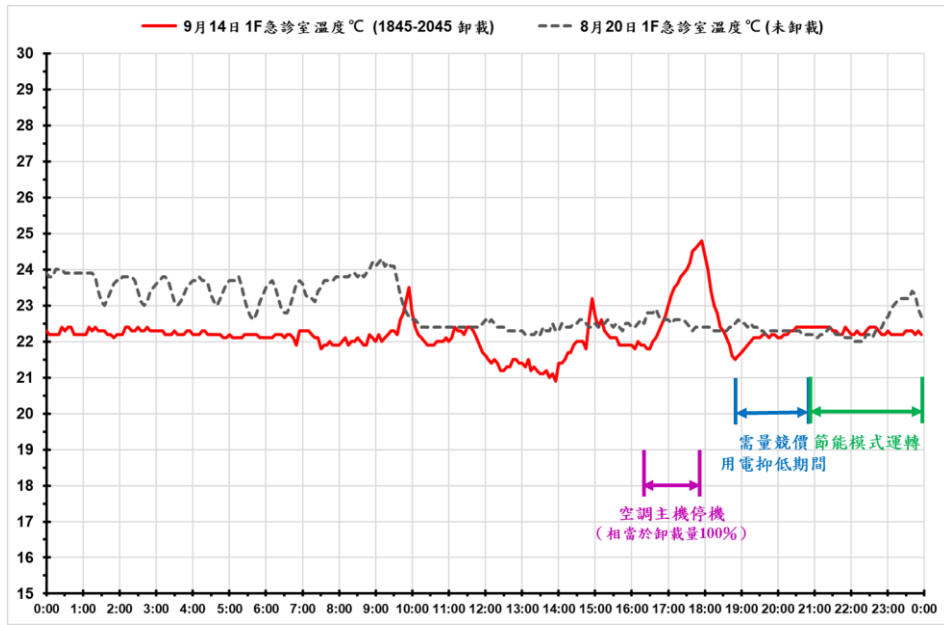


圖 4-54 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

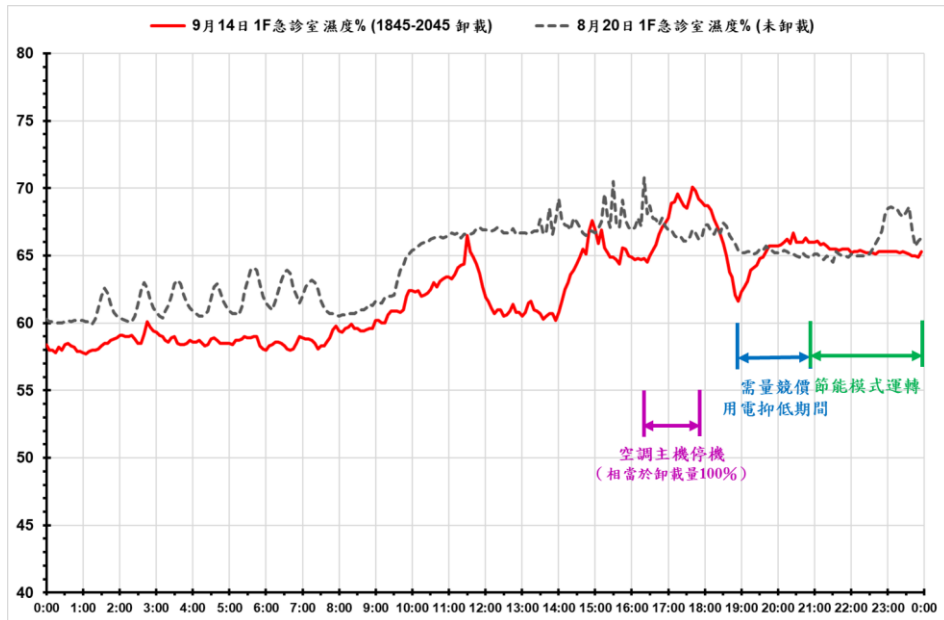


圖 4-55 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較

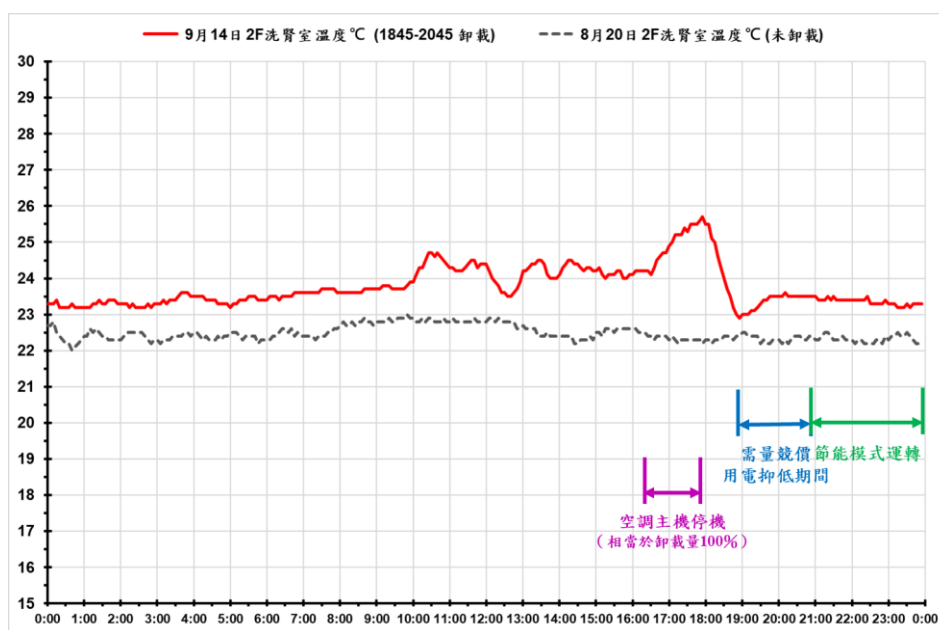


圖 4-56 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

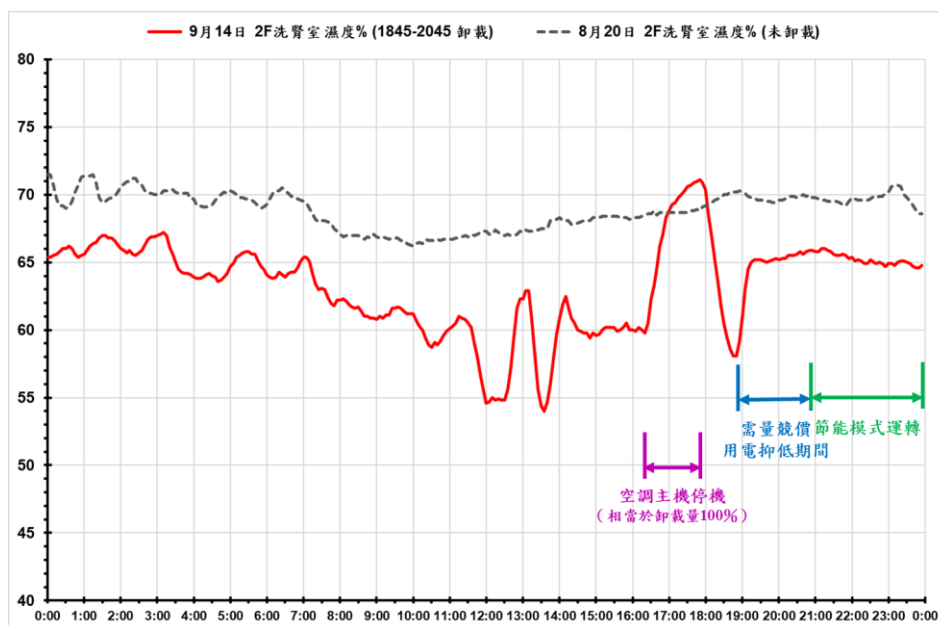


圖 4-57 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較

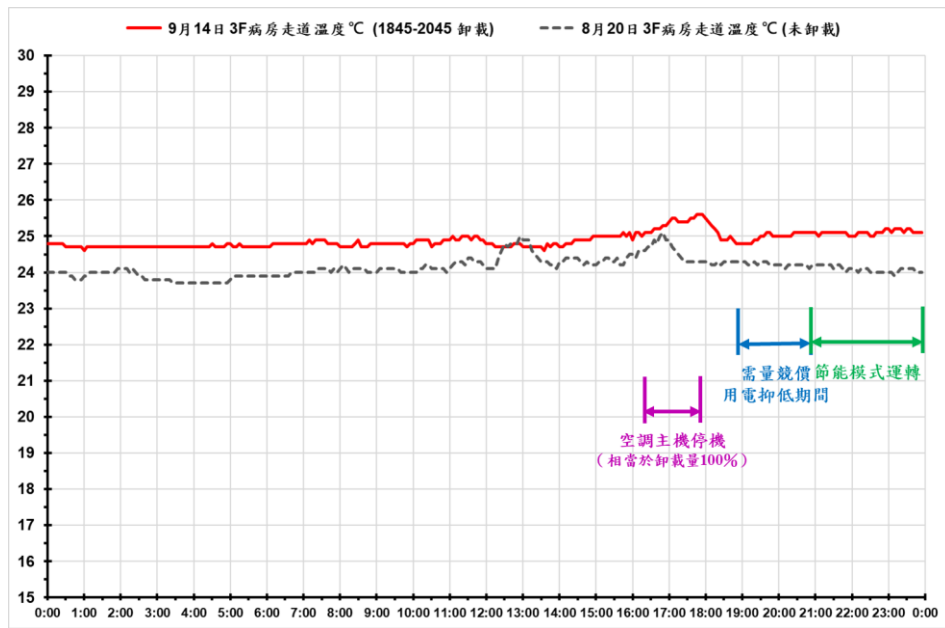


圖 4-58 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 溫度比較

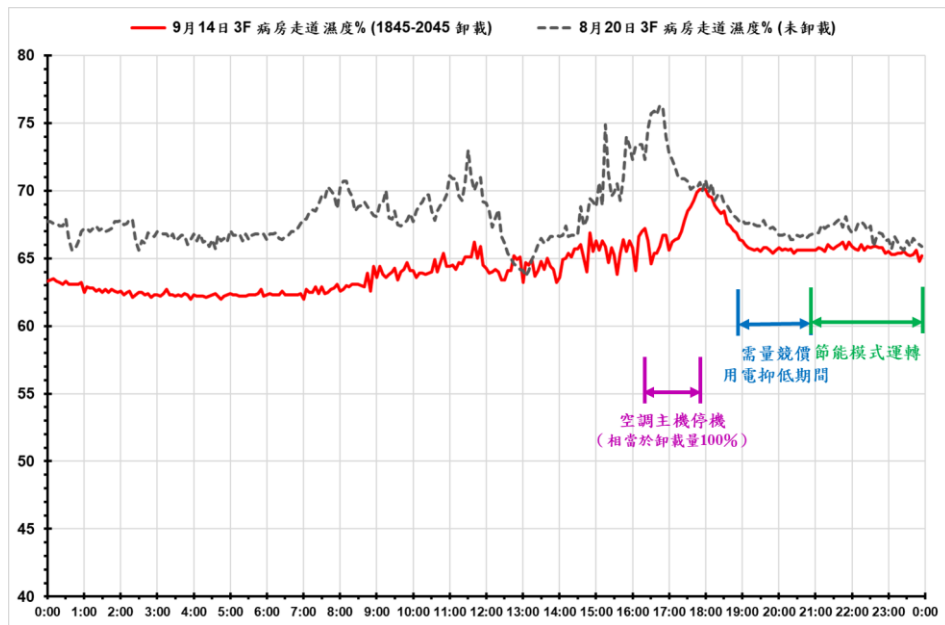


圖 4-59 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 濕度比較

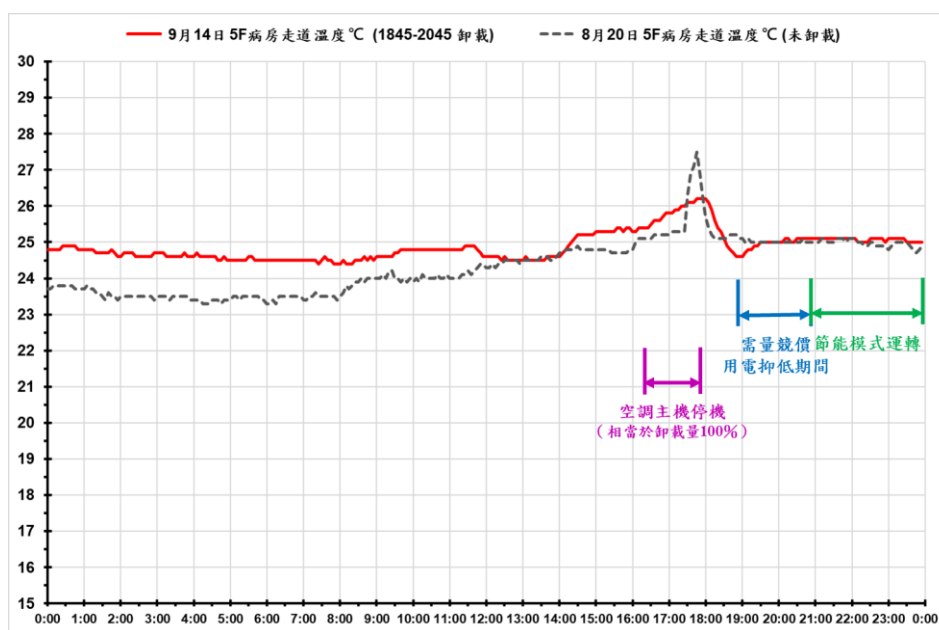


圖 4-60 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

溫度比較

(資料來源：本研究整理)

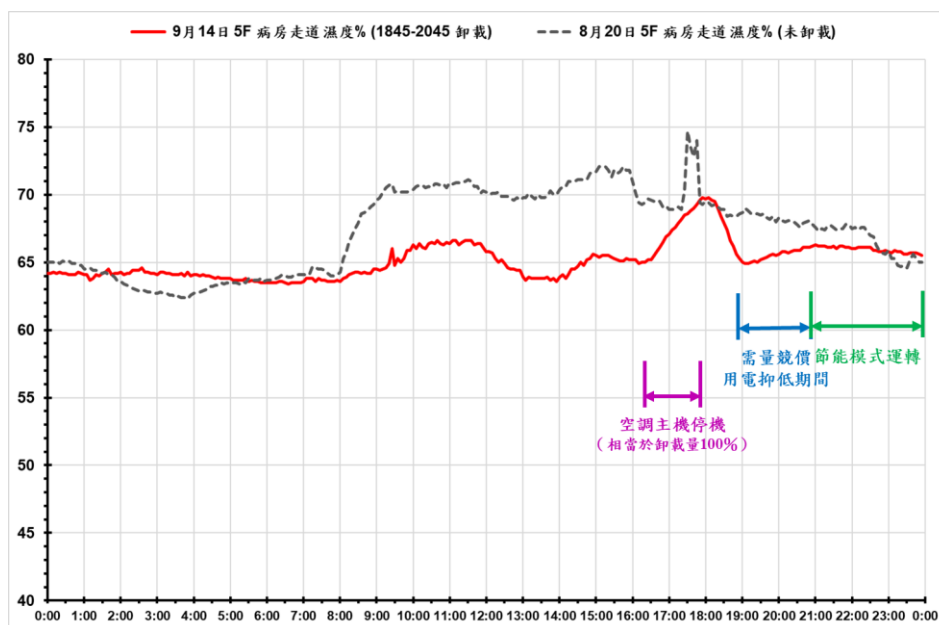


圖 4-61 岡山醫院 9 月 14 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

濕度比較

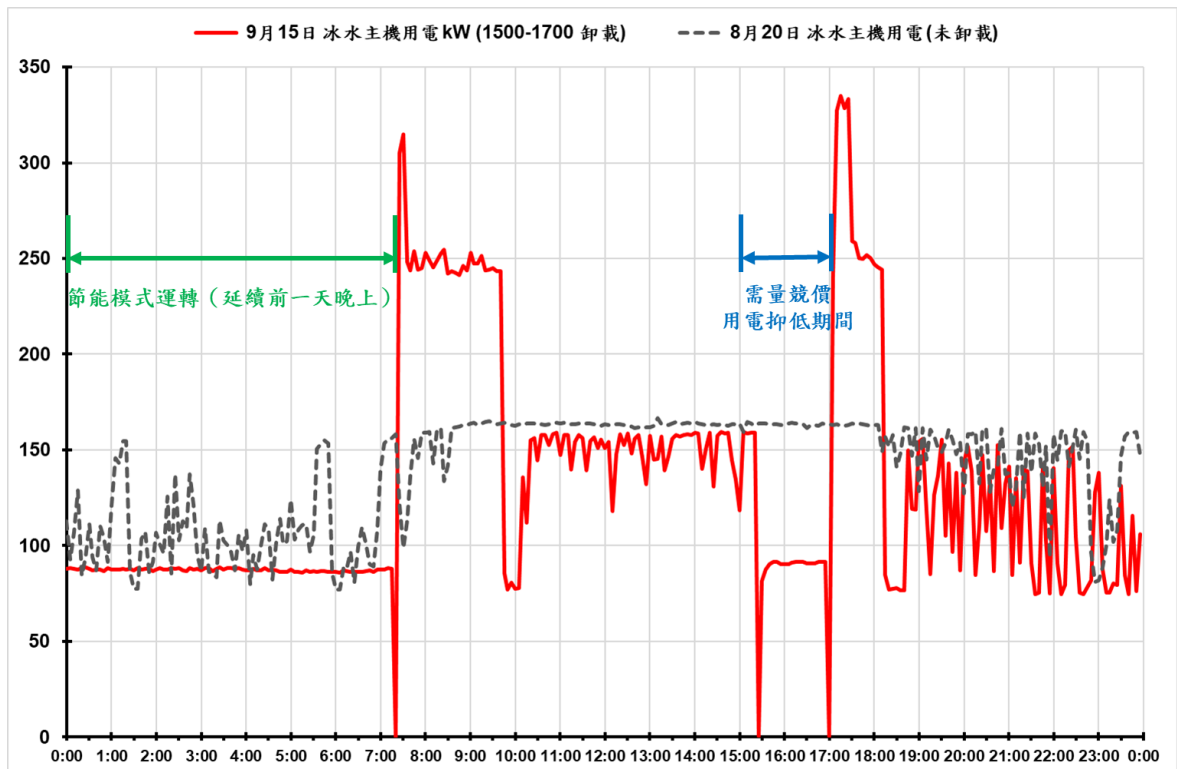
(資料來源：本研究整理)

**第 18 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-15 (二) 15:00~17:00**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 15 日需量競價得標時間為下午 15:00~17:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 165 kW，卸載後用電量約為 90 kW，用電抑低量約為 75 kW，如下圖 4-62 所示。

另外，本日凌晨 00:00~07:00 延續前一天晚上之節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 2F 洗腎室 9 月 15 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-63 與圖 4-64 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-62 岡山醫院 9 月 15 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用**

(資料來源：本研究整理) 電量比較

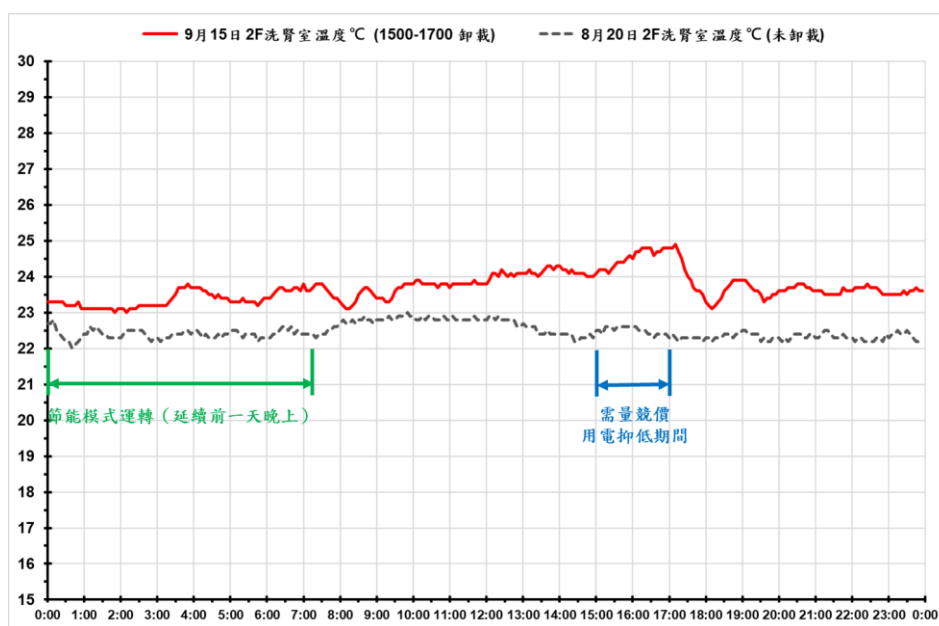


圖 4-63 岡山醫院 9 月 15 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

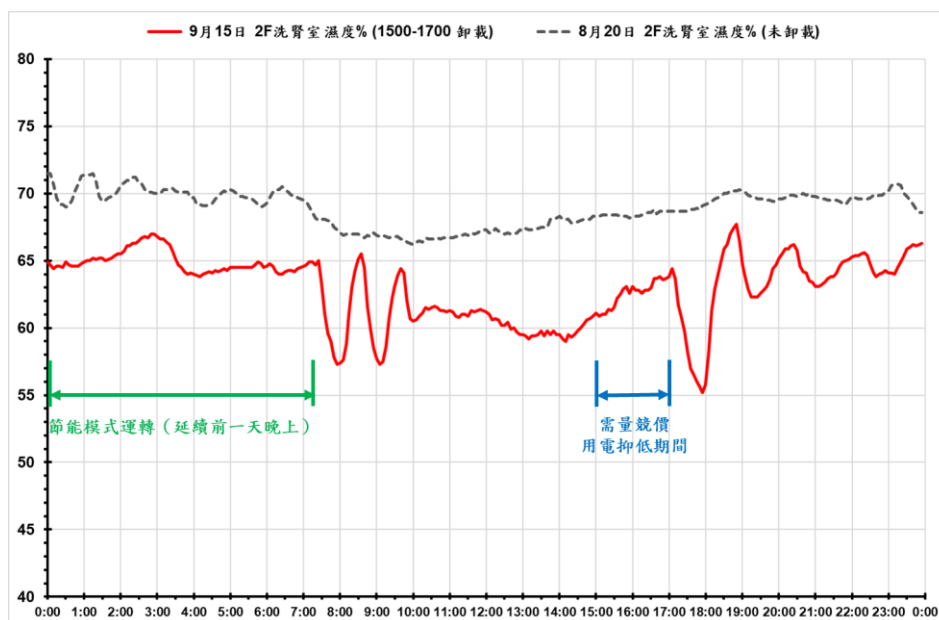


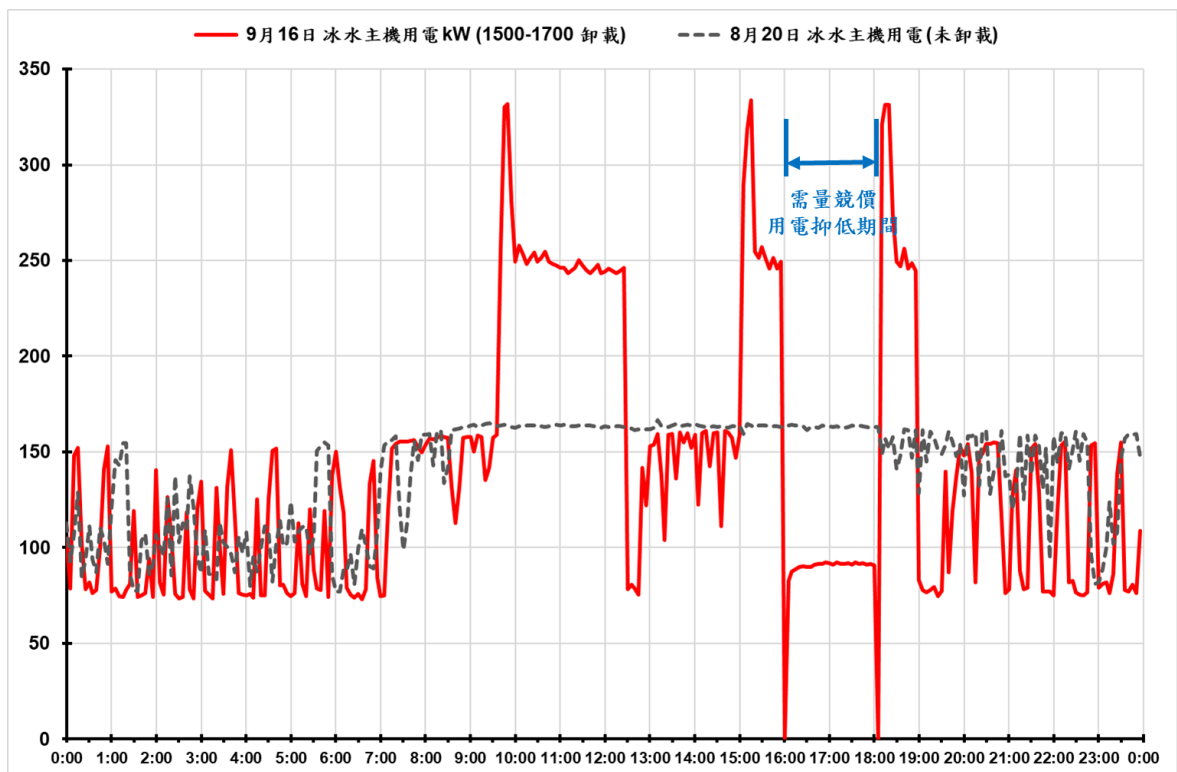
圖 4-64 岡山醫院 9 月 15 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較

**第 19 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-16 (三) 15:00~17:00**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 16 日需量競價得標時間為下午 15:00~17:00，則在該時段將較容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 250 kW，卸載後用電量約為 90 kW，用電抑低量約為 170 kW，如下圖 4-65 所示。

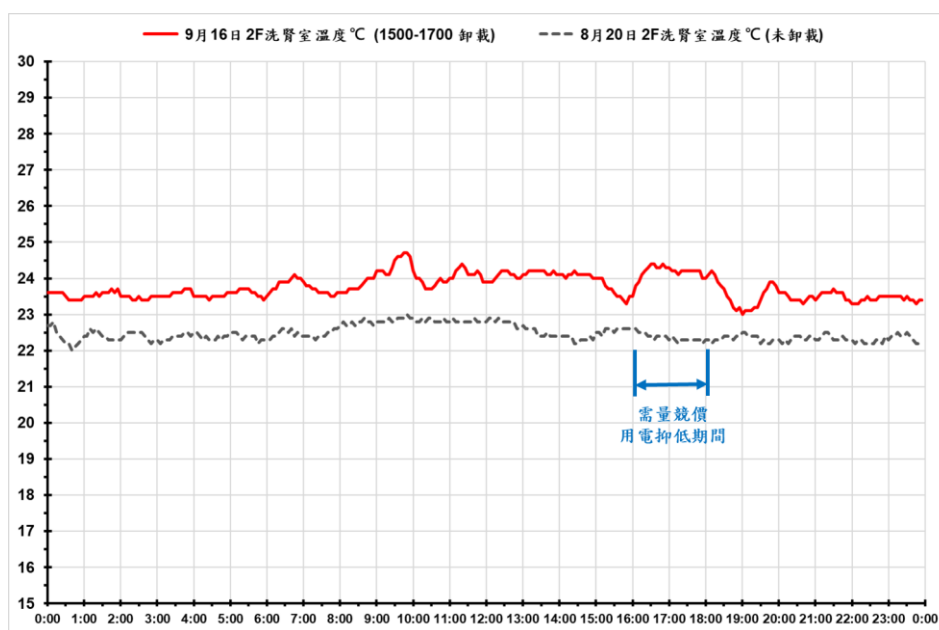
分別進行 2F 洗腎室 9 月 16 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-63 與圖 4-64 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-65 岡山醫院 9 月 16 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較**

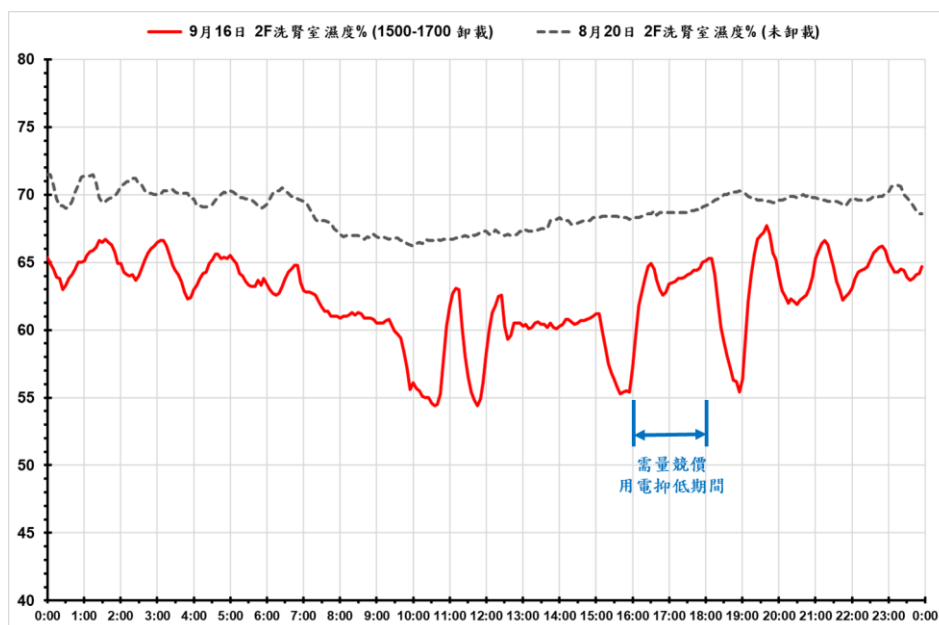
(資料來源：本研究整理)





**圖 4-66 岡山醫院 9 月 16 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫**

(資料來源：本研究整理) 度比較



**圖 4-67 岡山醫院 9 月 16 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕**

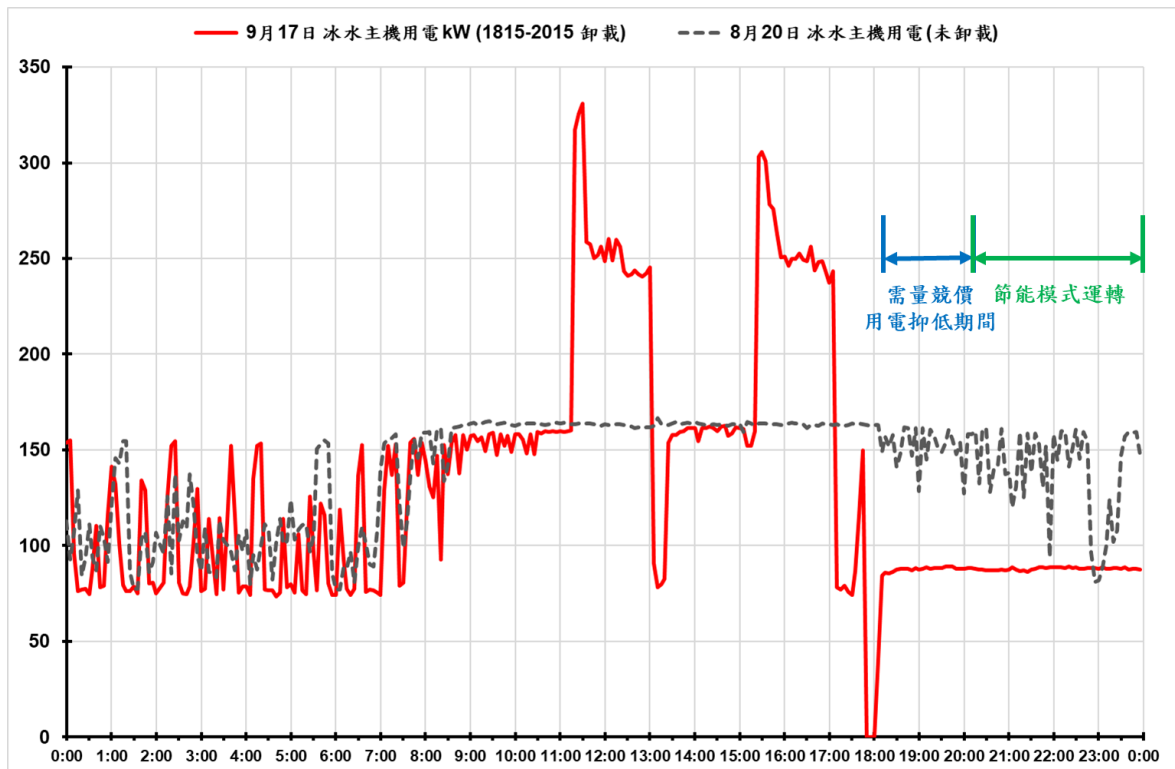
(資料來源：本研究整理) 度比較

### 第 20 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-17 (四) 18:15~20:15

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 17 日需量競價得標時間為下午 18:15~20:15，則在該時段將較容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 150 kW，卸載後用電量約為 85 kW，用電抑低量約為 65 kW，如下圖 4-68 所示。

另外，需量競價得標時間過後，再繼續維持節能模式運轉，可讓院方既獲得需量競價之電費折扣，又獲得節能電費。

分別進行 1F 急診室 9 月 17 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-69 與圖 4-70 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-68 岡山醫院 9 月 17 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用**

### 電量比較

(資料來源：本研究整理)

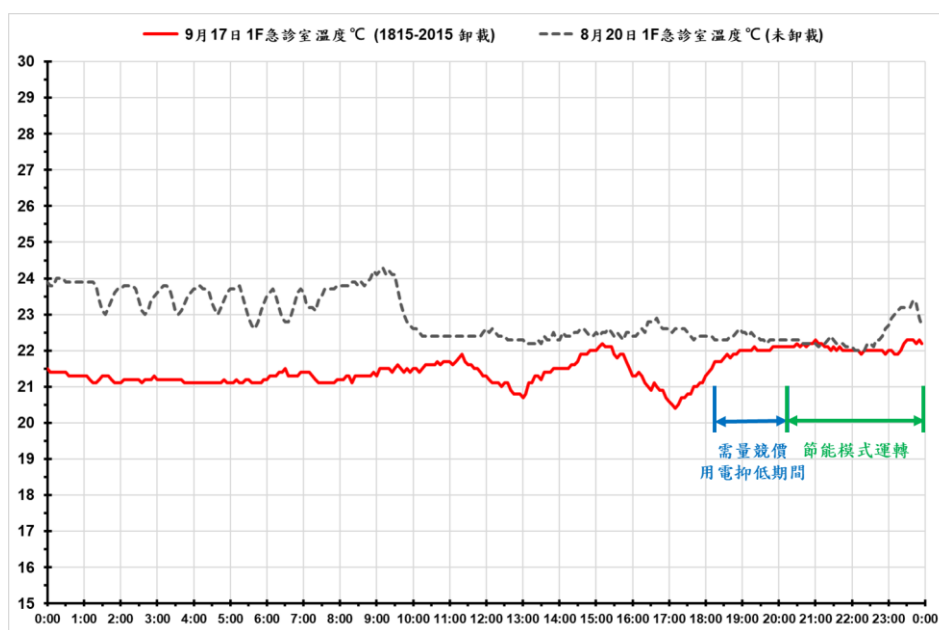


圖 4-69 岡山醫院 9 月 17 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

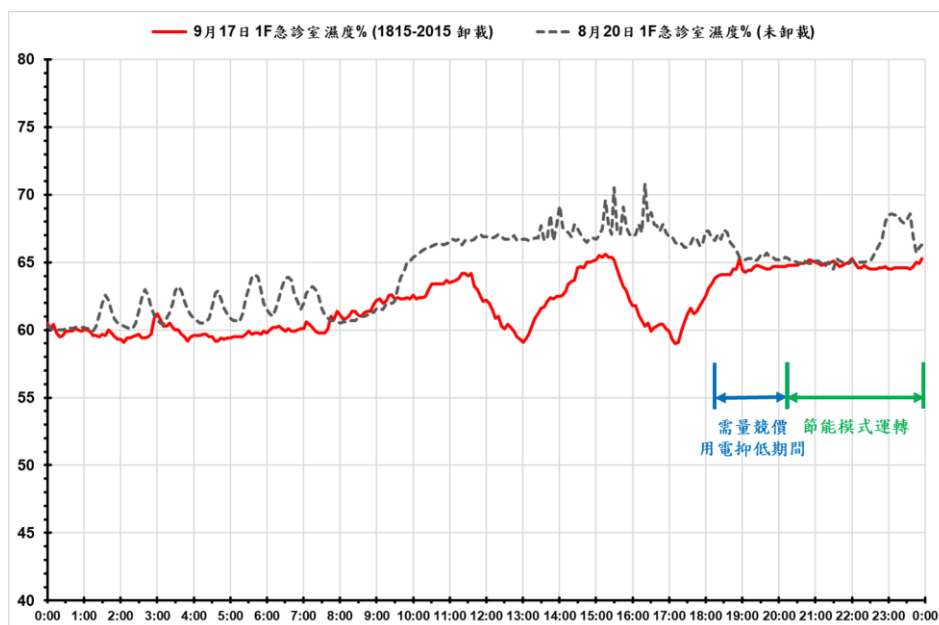


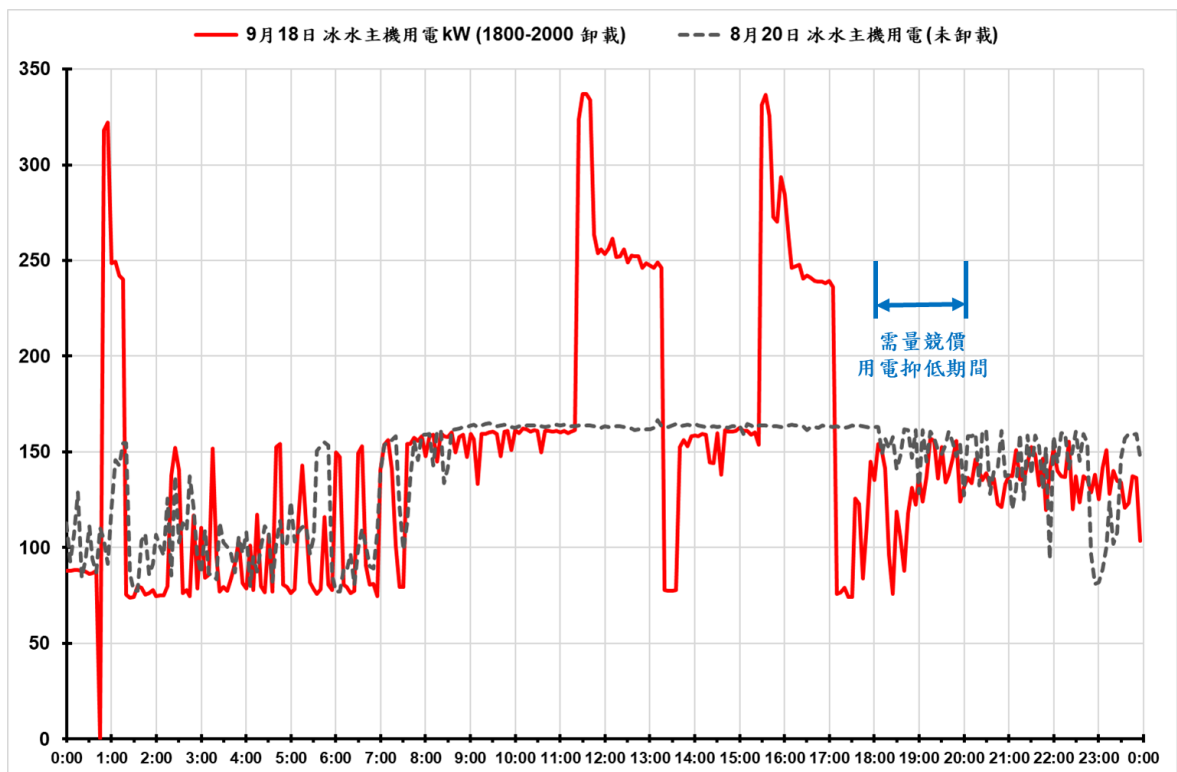
圖 4-70 岡山醫院 9 月 17 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較

**第 21 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-18 (五) 18:00~20:00**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 18 日需量競價得標時間為下午 18:00~20:00，則在該時段將較大容量的 1 號冰水主機關閉，而將較小容量的 2 號冰水主機開啟，則卸載前用電量約為 240 kW，卸載後用電量約為 150 kW，如下圖 4-71 所示。

分別進行 3F 病房走道 9 月 18 日與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析，如圖 4-72 與圖 4-73 所示，實為兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略。



**圖 4-71 岡山醫院 9 月 18 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較**

(資料來源：本研究整理)

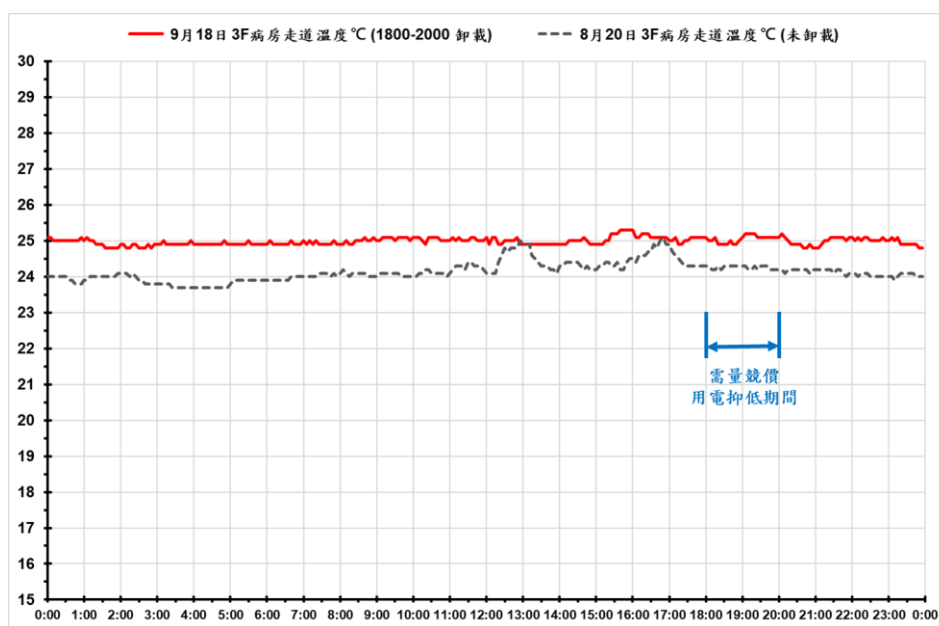


圖 4-72 岡山醫院 9 月 18 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 溫度比較

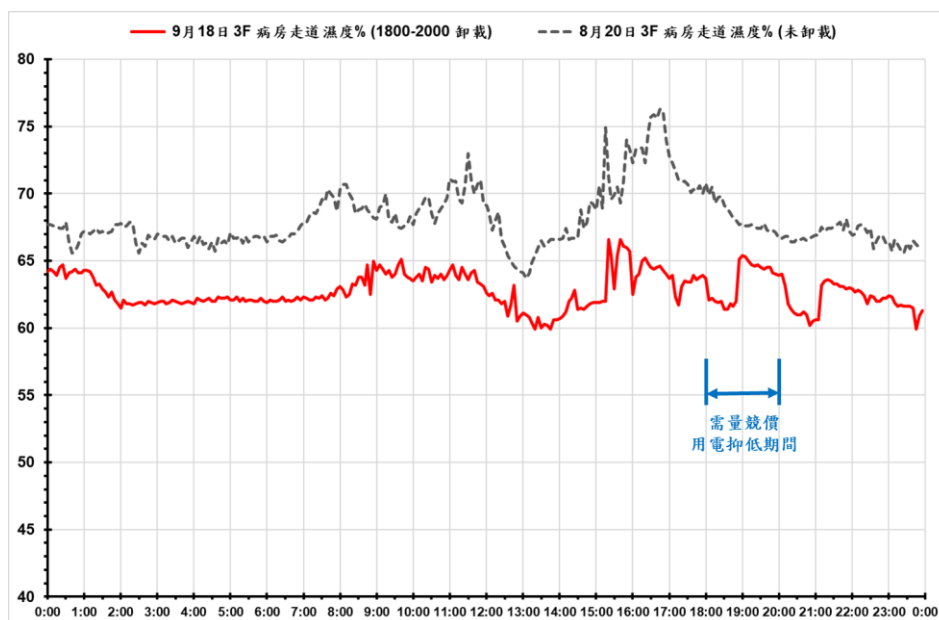


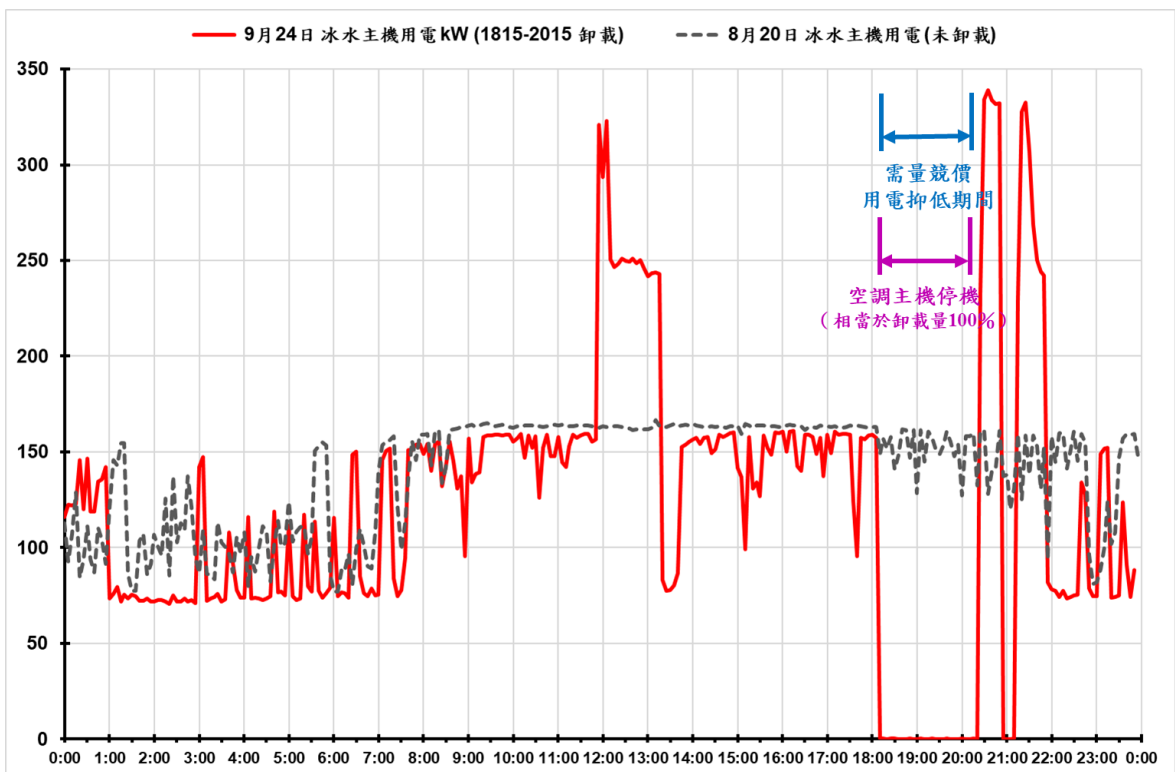
圖 4-73 岡山醫院 9 月 18 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 濕度比較

**第 25 次聯合型需量競價用電抑低期間 2020-09-24 (四) 18:15~20:15**

本研究團隊於前 1 天接獲台電公司通知，於隔日 9 月 24 日需量競價得標時間為下午 18:15~20:15，則在該時段將刻意將二台空調主機完全停機，此情形為 100 % 卸載。則卸載前用電量約為 160 kW，卸載後用電量約為 0 kW，用電抑低量約為 160 kW，如下圖 4-74 所示。

此為非常極端的實驗設計，嘗試看看岡山醫院在沒有任何空調冰水供應下，所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形。



**圖 4-74 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之冰水主機用電量比較**

(資料來源：本研究整理)

本日二台空調主機於需量競價得標時間下午 18:15~20:15 期間刻意將二台空調主機完全停機，此情形有如 100 % 卸載，因此以下將特別注意此需量競價及完全停機期間所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，如圖 4-75 至圖 4-82 所示。

經比對分析結果顯示，1F 門診區於 9 月 24 日下午 18:15~20:15 完全停機期間，其室內溫度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升 3 °C 至 24.9 °C。其室內濕度與未卸載日 8 月 20 日同時段比較，約上升至 67 %，皆屬於在舒適區之範圍內。

2F 洗腎室其室內溫度約上升 2.7 °C 至至 25.9 °C，室內濕度約上升至 71 %，皆屬於在舒適區之範圍內，且此時 2F 洗腎室內部已停止對外開放。

其次，3F 病房走道於 9 月 24 日下午 18:15~20:15 完全停機期間，其室內溫度約上升 0.5 °C 至至 25.1 °C，室內濕度約上升至 67 %，皆屬於在舒適區之範圍內。而 5F 病房走道於 9 月 24 日下午 18:15~20:15 完全停機期間，其室內溫度還略微下降，室內濕度約上升至 67 %，皆屬於在舒適區之範圍內。

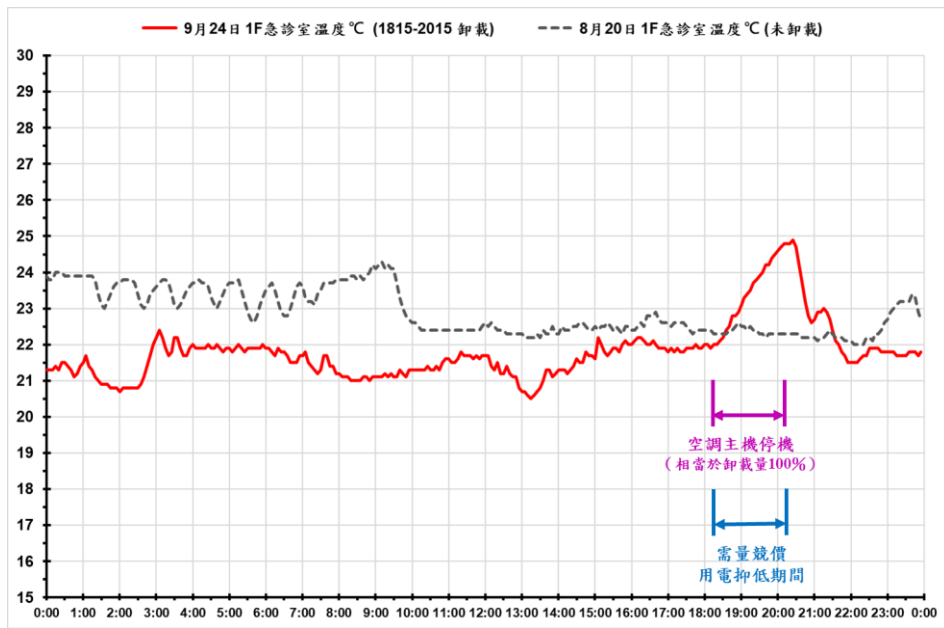


圖 4-75 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

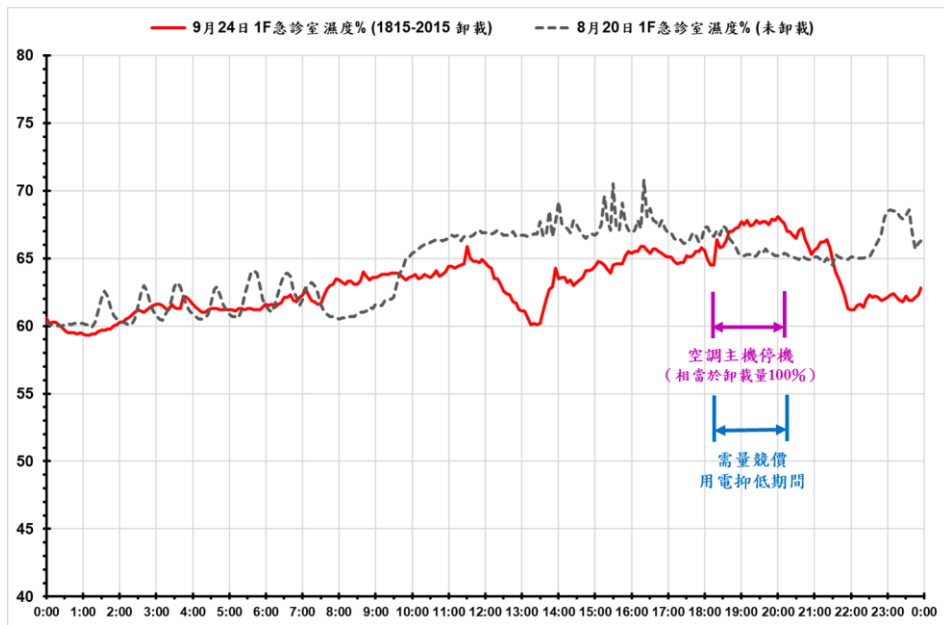


圖 4-76 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 1F 急診室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較



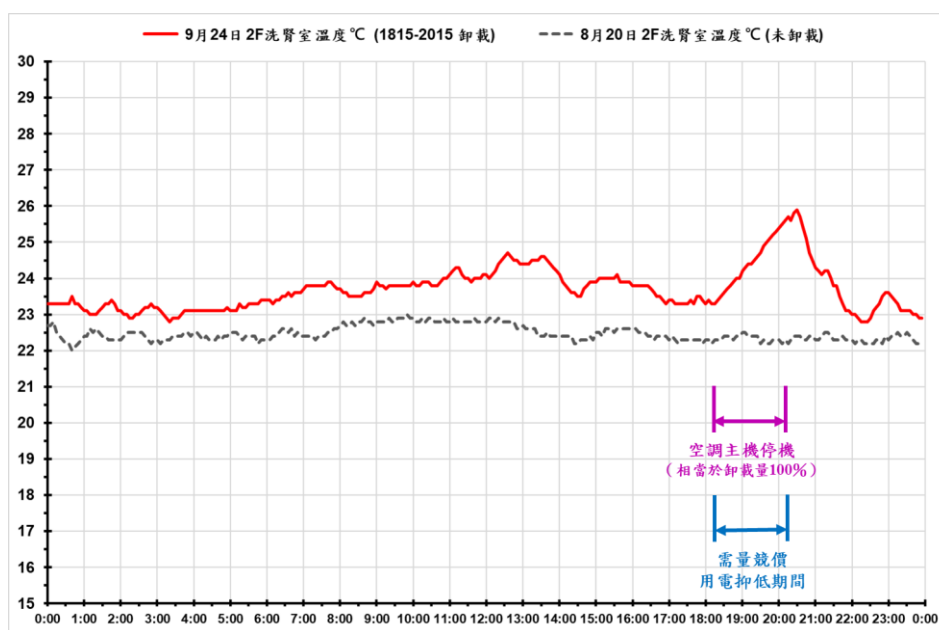


圖 4-77 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室溫

(資料來源：本研究整理) 度比較

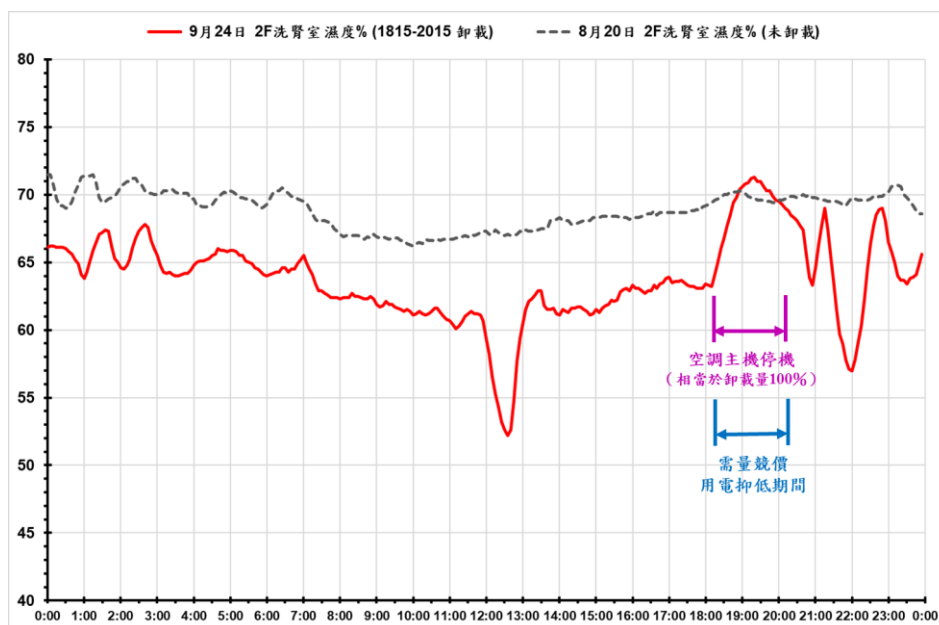
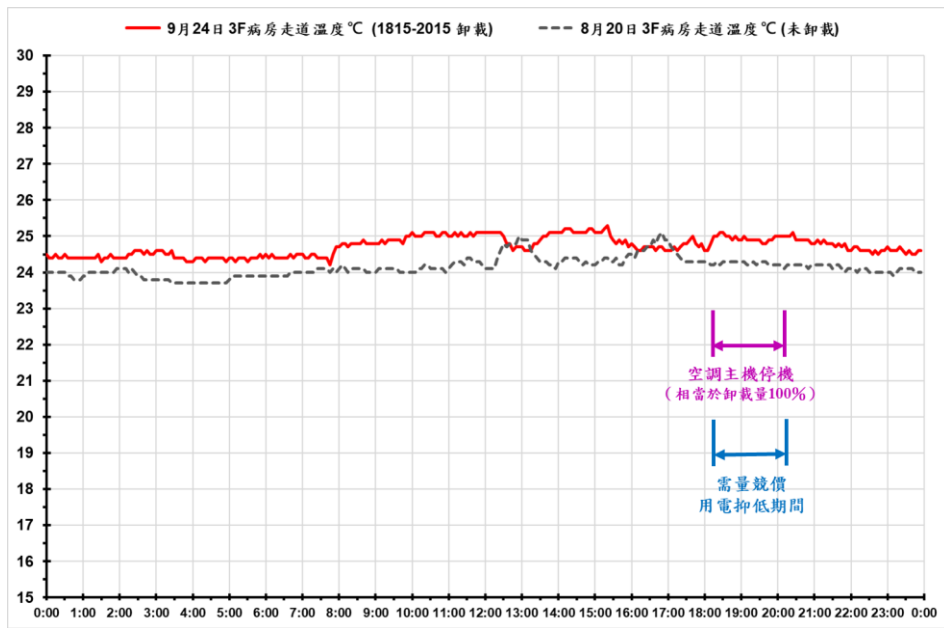


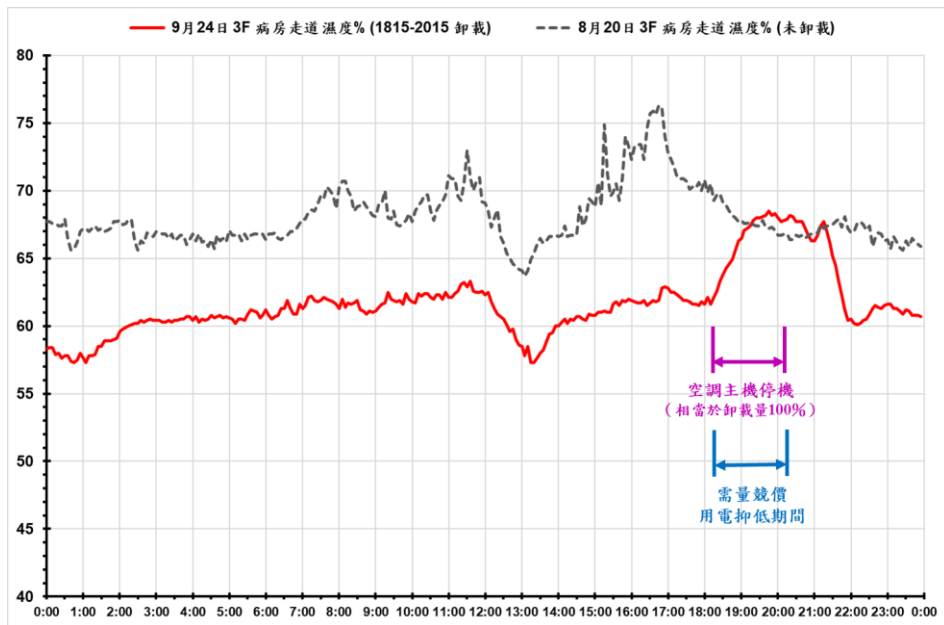
圖 4-78 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 2F 洗腎室濕

(資料來源：本研究整理) 度比較



**圖 4-79 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道**

(資料來源：本研究整理) 溫度比較



**圖 4-80 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 3F 病房走道**

(資料來源：本研究整理) 濕度比較

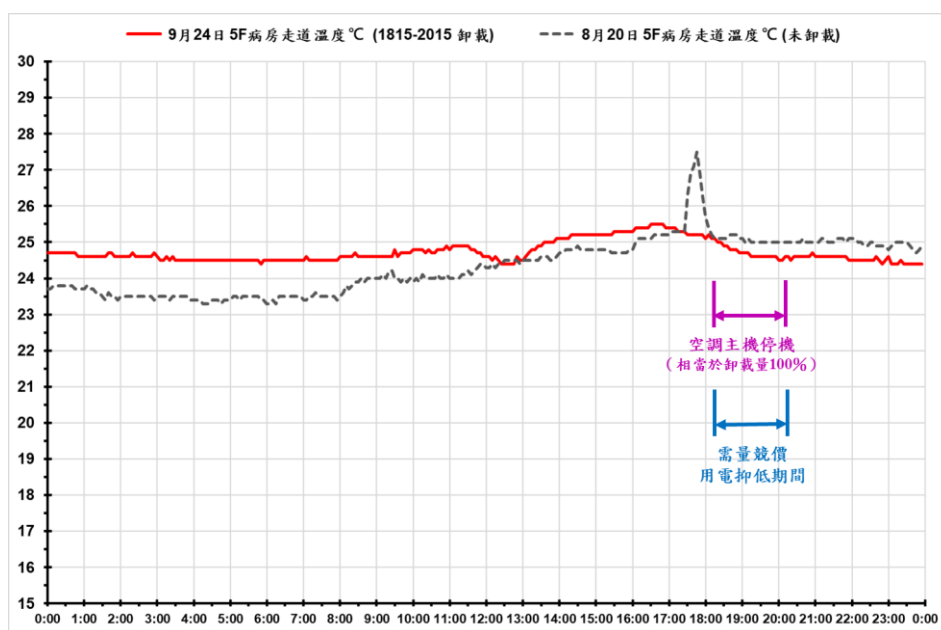


圖 4-81 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

(資料來源：本研究整理) 溫度比較

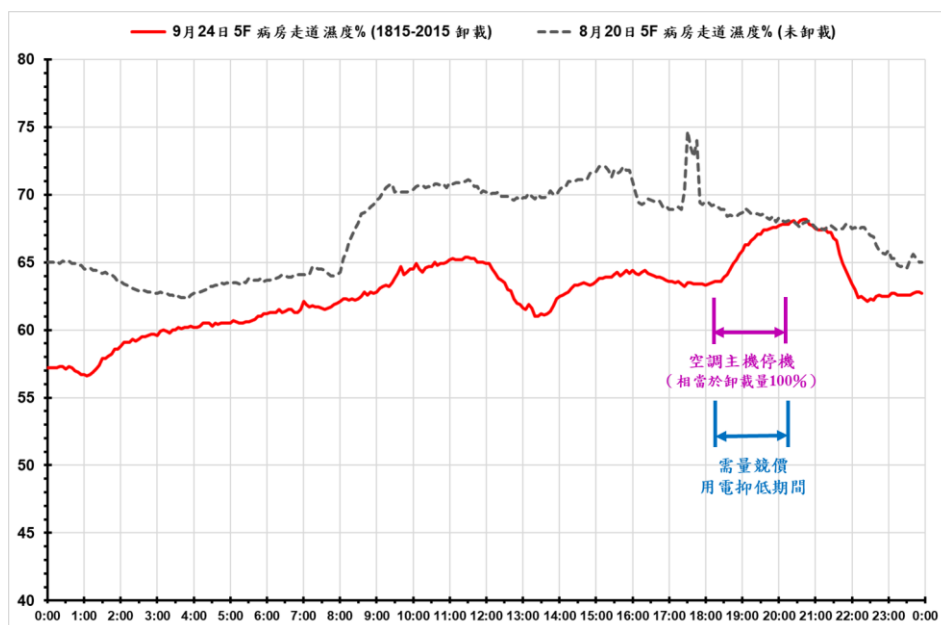


圖 4-82 岡山醫院 9 月 24 日與 8 月 20 日未卸載日之 5F 病房走道

濕度比較  
(資料來源：本研究整理)

### 小 結：

有關兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析，為利用國軍岡山醫院參與需量競價抑低用電期間，整理分析其院內的相關數據，以作為推斷出最佳運轉策略之根據。最佳運轉策略歸納如下：

1. T & RH WiFi 探測系統自監視(Monitoring ,or auditing)進化為 BEMS 監控(Controlling)系統之一部份;並將 T & RH 探測系統常設化，結合 CO<sub>2</sub> 探測系統進行外氣空調箱 (PAH)之外氣容量控制及室內空調箱 (AHU)進行運轉台數控制(Multiple Units Operation)
2. 國軍岡山醫院冰水主機用電量卸載達 35 % 時，根據與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析得知，所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，皆屬於在舒適區之範圍內。
3. 當刻意將國軍岡山醫院所有冰水主機完全停機時，亦即用電量卸載達 100 % 時，根據與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析得知，所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，皆屬於在舒適區之範圍內。
4. 冰水主機卸載時，對院內 1F 與 2F 空調負荷變化較大之區域，其室內溫度與濕度的影響也相對較大。但對院內 3F 與 5F 病房區空調負荷變化較小之區域，其室內溫度與濕度的影響也相對較小。
5. 國軍岡山醫院整體系統運轉達到最佳化，節能+環保+降低電力需量，一舉數得！

## 第五章 研擬節能管理指標增修訂草案，供本所智慧建築評估

### 手冊增修訂參考

目前我國要通過評定取得「智慧建築標章」或「候選智慧建築證書」時，須依照建築研究所「2016年版智慧建築評估手冊」評估內容進行評定。評估內容依其性質分為八項指標，分別為綜合佈線、資訊通信、系統整合、設施管理、安全防災、節能管理、健康舒適、及智慧創新。各評估指標內之評估項目，分成基本規定與鼓勵項目兩種，如下表 5-1 所示。基本規定為智慧建築之門檻，各項目均不計分，符合所有基本規定之要求者為合格級，至於鼓勵項目總分為 200 分。

**表 5-1 「2016 年版智慧建築評估手冊」之評估項目**

指標名稱	評估類別		評估要項
1.綜合佈線指標	基本規定	鼓勵項目	佈線系統之規劃設計、可支援之服務、導入時機與流程管制 ...
2.資訊通信指標	基本規定	鼓勵項目	廣域網路之接取、數位式(含IP)電話交換、公眾行動通信涵蓋(含共構) ...
3.系統整合指標	基本規定	鼓勵項目	系統整合程度、整合方式、管理方式、整合平台、安全機制 ...
4.設施管理指標	基本規定	鼓勵項目	建築物內財產與營運效能之使用管理、建築設備維護管理 ...
5.安全防災指標	基本規定	鼓勵項目	建物防災、人身安全 ...
6.節能管理指標	基本規定	鼓勵項目	能源監視系統、能源管理系統、設備效率、節能技術 ...
7.健康舒適指標	基本規定	鼓勵項目	空間環境、溫熱環境、空氣環境、健康管理系統、生活服務系統 ...
8.智慧創新指標	鼓勵項目		創新設計、應用創新設備 ...

(資料來源：本研究整理)

「節能管理指標」主要評估精神在於掌握建築物生命週期的使用階段耗能，期望以主動控制的節能設備與技術，達成低耗能的建築，並朝向零耗能的目標邁進。本指標係以「節能效益」與「能源管理」等面向為評估內容，主要評估建築物之空調、照明、動力等設備系統之節能效益，是否採用高效率設備，具有相關節能技術，備有再生能源設備，及設有能源監控管理功能等。

本指標設置之效益主要在於節約能源，若採用節能管理指標之評估內容，依照建築需求設置能源管理系統，搭配高效率設備及符合實際需求的節能技術，將可節約建築運轉之能源支出。

因此，本章節主要為進行內政部建築研究所 105 年 3 月發行的「2016 年版智慧建築評估手冊」中，有關「節能管理指標」基本規定與鼓勵項目內容之增修訂參考。

以下將分為「節能管理指標」基本規定之增修訂參考，與「節能管理指標」鼓勵項目之增修訂參考，進行詳細說明。

## 第一節 「節能管理指標」基本規定之增修訂參考

「2016年版智慧建築評估手冊」之「節能管理指標」基本規定內容，主要為建置建築之能源監視、能源管理系統、設備等，並具有建築物耗能可視化功能，進而達成節能之目的。而基本規定內容包括：「6.1 能源監視」、「6.2 能源管理系統」、「6.3 設備效率」、與「6.4 需量控制」等 4 個項目。

首先，於基本規定內容之「6.2 能源管理系統」方面，本研究團隊建議可增加能源管理系統之分級觀念。

<p>6.2 能源管理 系統</p>	<p>6.2.1 具備將主要耗能，如空調、動力、照明、插座設備等各幹線或分路之能耗，即時視覺化顯示於電能管理系統(固裝或手持式)監視控制盤。顯示值至少含電壓、電流、實(虛)功率、功因及累積耗數(kWh)等。</p> <p>6.2.2 數據庫：具備將即時監測電力及水需量數據儲存資料庫。線上(on-line)數據庫至少需能儲存系統上各類別數據達一年量以上。</p> <p>6.2.3 功能及分析：即時用電、用水量視覺化管理；監視功因改善；累計主要耗電設備運轉小時數、設備運轉可靠度分析；協助電力故障/事故分析等。可以選擇時間(日、週、月、年)起止，以圖型表示(如：曲線、圓餅、棒狀圖等)即時及累計用電情形等。可支援時間電價(Time Of Use)用電管理。</p>	<p>6.2.2：</p> <p>建築物為集合住宅類者，得依實際申請用電及實際負載配置情況，檢討如何符合本規定實情。</p> <p>6.2.3：</p> <p>設計者應主動提供能使智慧建築功能正常運作之主要設備運轉審查文件。</p>	<p>· 監控設備系統圖與性能說明。</p>
----------------------------	--	--	------------------------

建築能源管理的概念自 1960 年以來便逐漸成形，只不過當時都是以個別的設備系統作管理，強調自動控制的功能，並無法作集中的統一管理。隨著社會發展的變化，各種不同功能的大樓越來越多，設備單獨管理的方式已經不敷使用。

為了因應時代變化，以符合各種大樓為需求，將基礎管理技術活用整合而成的建築管理系統，就在此種情況下誕生。隨著 21 世紀之來臨，拜全球網路科技進步之賜，造就了資訊技術之大突破，資料之存取大量的數位化、網路傳輸化。於此種新的世界趨勢之下，傳統 BAS (Building Automation System) 遂一舉突破而擴大成為整體之建築能源管理系統 (Building and Energy Management System, BEMS)，也就是具備室內環境能源使用性能最適化之建築管理系統。

BEMS 之等級，針對監視機能，控制・操作機能等，作為優先考慮的條件，一般皆以樓地板面積作指標性的劃分，BEMS 系統也隨著總樓地板面積的大小及監控點數在能源使用監控上作出了等級上的區別。我國目前亦也針對建築物之總樓地板面積作為 BEMS 等級之劃分，我國之分級制度如下表 5-2 所列。

**表 5-2 我國建築能源管理系統處理裝置之分級**

	系統處理裝置之等級			
	等級 1	等級 2	等級 3	等級 4
總樓地板面積	5,000m <sup>2</sup> 以下 (含)	大於 5,000m <sup>2</sup> 至 20,000 m <sup>2</sup>	大於 20,000m <sup>2</sup> 至 50,000 m <sup>2</sup>	大於 50,000m <sup>2</sup> 以上
管理點數	50~250 點	250~500 點	500~3,000 點	3,000 點以上
系統之主要功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>警報監視功能</li> <li>空調系統運轉資料之記錄功能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本之設備運轉狀態監視功能，包含耗電量、累積用電、運轉效率，設備維護記錄等</li> <li>設備啟停之時間管理</li> <li>空調系統運轉資料之記錄及存檔功能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>包含大部分設備之運轉狀態監視及控制</li> <li>具備有計費機制功能</li> <li>具備有資料處理功能，將各設備之用電情形及運轉狀態，以報表 (月報、季報、年報等) 及各類圖形之方式作比較分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>將建築物內之所有設備皆納入監視及控制範圍，並設置統一且集中之管理中心</li> <li>具有最佳化運轉控制功能，針對建築室外環境條件，有效調整設備之運轉狀態</li> <li>除計費機制外，設備之生命週期也一併納入管理</li> <li>整合消防及保全系統，包含人員管理等</li> </ul>

(資料來源：本研究整理)



樓地板面積 5,000 m<sup>2</sup> 以下的建築空調系統通常較為小型及單純，因此主要的監控對象為動力及照明這兩方面，即三相和單相的累計用電。而樓地板面積在 10,000 m<sup>2</sup> 以上之建築，不但具有大型且複雜的空調系統，動力及照明系統的能源使用需量也大幅增加，因此不但對各系統作累計用電上的監測，運轉設備的詳細用電情形也一併要求監測。除了在能源使用之監測上作等級的劃分之外，中央監控設備之功能的多寡也有層級的區別。

因此，建議於「節能管理指標」基本規定「6.2 能源管理系統」之內容中，可參考上面所列「表 5-2 我國建築能源管理系統處理裝置之分級」，增加以按照樓地板面積，進行能源管理系統之分級。

其次，對於基本規定內容之「6.3 設備效率」方面，本研究團隊建議將『冰水主機應符合經濟部能源局公告之「空調系統冰水主機能源效率標準」』，修正為『冰水主機應符合經濟部能源局公告之「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」』。

<p>6.3 設備效率</p>	<p>6.3.1 冰水主機應符合經濟部能源局公告之「空調系統冰水主機能源效率標準」；窗(壁)型、分離型及箱型空調機應符合「無風管空氣調節機容許耗用能源基準」。</p>	<p>6.3.1： 所稱之能源效率標準或容許耗用能源基準係以經濟部公布之最新版本為準。惟符合舊版本基準，且在最新版本規定公告之舊版適用期限內的機種，得適用舊版本。 ※住宿類：僅評估公共空間之空調設備。</p>	<p>· 監控設備系統圖與性能說明。</p>
---------------------	---	--	------------------------

我國冰水機能效管理從民國 92 年開始，並訂定分階段效率標準，不符合效率規範的產品無法上市販售，藉以逐步引導冰水機製造商、代理商重視產品能效標準，如表 5-3 所列內容。

**表 5-3 民國 92 年分階段開始實施空調系統冰水主機能源效率標準**

執行階段		第一階段		第二階段		
實施日期		民國九十二年一月一日		民國九十四年一月一日		
型	式	冷卻能力等級	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數 (COP)	能源效率比值 (EER) kcal/h-W	性能係數 (COP)
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		≥150RT ≤500RT	3.60	4.19	4.21	4.90
		>500RT	4.00	4.65	4.73	5.50
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00	4.30	5.00
		≥150RT <300RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		≥300RT	4.77	5.55	5.25	6.10
氣冷式	全機種	2.40	2.79	2.40	2.79	

(資料來源：經濟部能源局)

隨著冷卻用冰水機之產業界技術與日俱進，我國能源主管機關於民國 108 年 8 月 20 日公告修正「空調系統冰水主機能源效率標準」，名稱並修正為「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」，並自民國 109 年 7 月 1 日生效，屆時冰水主機商品在銷售之前需做逐台登錄以符合管理規範，如下表 5-4。

於今年民國 109 年 7 月 1 日上路的冰水主機能效標示採 3 個等級，級數越低越省電。並結合全面登錄管理方式，每台冰水機要在國內市場銷售，必須將能源效率等級揭露在冰水機組能源效率分級標示管理系統，透明化的能效分級資訊可以讓專業技師或使用者更輕鬆分辨各家冰水機的能效高低。其登錄管理網址為：

<https://ranking.energylabel.org.tw/lbICE/index.aspx>

**表 5-4 「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」(109 年 7 月 1 日起實施)**

**冰水機組製冷能源效率分級基準表**

冰水機組類型		標示額定製冷能力	製冷能源效率分級基準		
			性能係數(COP)		
			3 級	2 級	1 級
水冷式	容積式	< 528kW	4.45	4.80	5.15
		≥ 528kW < 1758kW	4.90	5.30	5.70
		≥ 1758kW	5.50	5.90	6.35
	離心式	< 528kW	5.00	5.40	5.80
		≥ 528kW < 1055kW	5.55	5.95	6.40
		≥ 1055kW	6.10	6.60	7.10
氣冷式		全機種	2.79	3.00	3.20

註：

- 1.冰水機組性能係數(COP)依 CNS 12575 (96 年版)「蒸氣壓縮式冰水機組」於全載標準試驗條件，及各積垢容許值皆為零值下，實測所得之額定製冷能力除以額定製冷消耗電功率，採四捨五入計算至小數點後第二位，須符合附表一規定。
- 2.實測所得之額定製冷能力及性能係數應大於產品標示值 95%以上。
- 3.經中央主管機關審核具有 CNS 12575 中所述熱回收功能之冰水機組，不適用本表分級基準。

(資料來源：經濟部能源局)

以 1 台製冷能力為 200 RT 的離心式冰水機為例，如果年運轉數為 2,000 小時，則第 1 級商品會比第 3 級商品，每台每年的節電量約可達 3.3 萬度，若為 1,100 台的規模，約相當於省下 1 萬個家庭用戶的年用電度數。

今年民國 109 年 7 月 1 日起實施冰水機能源效率分級標示制度，能效分級資訊透明化可以讓專業技師或企業用戶，輕鬆分辨哪些冰水機屬於能效 1 級、哪些屬於 2 級、哪些屬於 3 級的產品，以最合理的預算購買 CP 值最高的產品，大幅降低電力消耗與電費支出，達到效益最大化的目標。

另外，有關廠商申請冰水機組能源效率分及標示之作業流程，如下圖 5-1 所示。

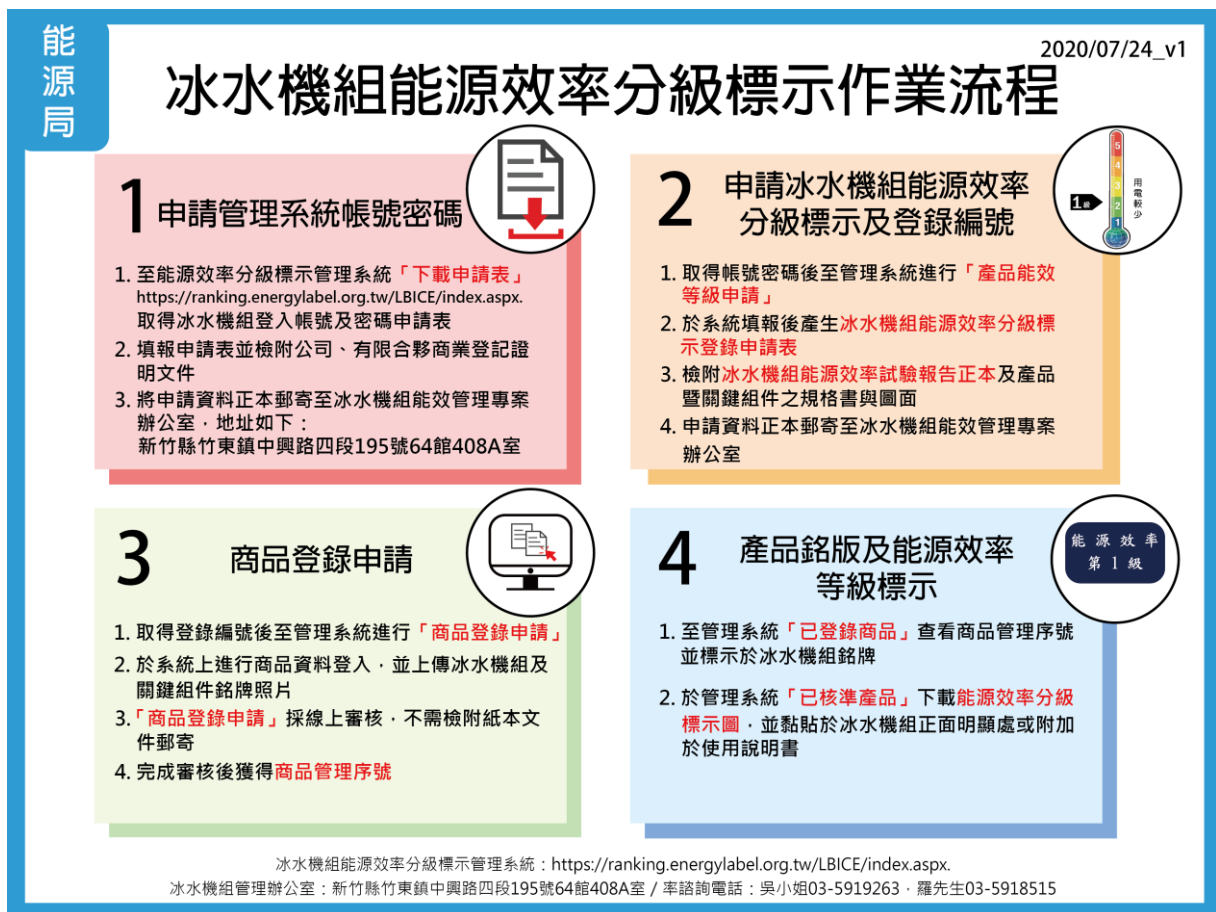


圖 5-1 廠商申請冰水機組能源效率分及標示之作業流程  
(資料來源：經濟部能源局)

最後，對於基本規定內容之「6.4 節能技術」方面，本研究團隊建議可列出卸載運轉模式與執行方式。

6.4 需量控制	6.4.1 能源管理系統可依用電需 量，即時進行用電設備卸 載，以達電力能源管理之功 效。 6.4.2 用電需量管理與能源管理具 整合連動。	6.4.1、6.4.2： 建築物為非高壓用 戶者或建築物屬表 燈用電之非時間電 價計費者得免檢討。 ※住宿類：僅評估公共 空間之空調設備。	· 監控設備系 統圖與性能 說明。
-------------	---	---	-------------------------

目前只有寫出進行用電設備卸載，但無明訂如何進行需量控制，建議可列出卸載運轉模式與執行方式。如下所列：

### 1. 卸載運轉模式

卸載運轉模式 1. 空調週期性暫停用電措施（特別適用於中小型空調系統應用）

卸載運轉模式 2. 提高主機冰水出水(Supply)溫度

卸載運轉模式 3. 提高主機冰水回水(Return)溫度

卸載運轉模式 4. 強制限制主機運轉電流上限

### 2. 卸載運轉模式之執行方式

a. BEMS

b. IoT



## 第二節 「節能管理指標」鼓勵項目之增修訂參考

「2016年版智慧建築評估手冊」之「節能管理指標」鼓勵項目內容，包括：

- 1.能源管理：鼓勵將耗能的各項空調設備或機電設備，透過其設備提供監控介面，連結於網路化之自動化控制裝置，檢測設備及系統之能源耗能情況，以邏輯化的運作方式及節能管制方法，達到節能的成效。
- 2.設備效率：建築物之空調、照明、動力等設備系採用效率的設備。
- 3.節能技術：鼓勵建築物之空調、照明、動力等設備，具有感知環境條件而能連動智慧控制技術達成節能效益。
- 4.再生能源設備：鼓勵設置太陽光電、風力發電等系統創造能源供建築使用，達成建築節能減碳之目的。

首先，對於**鼓勵項目內容之「6.1 能源管理」**方面，本研究團隊建議可增加「6.1.5 單一建築物能源管理系統系統發展為廣域能源管理系統。」

此目的為鼓勵藉由廣域能源管理系統之建立，整合及分析各單棟建築耗能之不同參差需求，於夏季電力尖峰時段導入節約能源與需量反應策略。並逐步從單一建築之空調卸載系統最佳化擴大推展至整體大區域系統節能最佳化技術，使建築節能由傳統的單棟微觀規模邁向社區及城市尺度之巨觀規模。

項目	評估內容	分數	配分原則	送審資料
6.1 能源管理	6.1.1 空調、照明、動力、插座設備等設備具有運轉狀態之監視功能。	1	經查確實設置者即可得分。 (註：建築物公共區空調系統採用窗型、分離型者，得免設「運轉狀態」紀錄項目)	· 監控設備系統圖與性能說明。
	6.1.2 具自行定義區域設備群組(如建築內某一區)管理及設定功能，能修改群組成員及時段設定；管理系統具定時回復設定之功能，允許現場操作設定面板臨時開機或更改設定，管理系統能在短時間內自動回復系統原始設定。	1	需具前述評估內容 6.1.1 項功能。	· 監控設備系統圖與性能說明。
	6.1.3 將建築物內空調、照明、動力、插座設備等設備用電皆納入監視及控制範圍，設置統一且集中之管理中心，能有效調整設備之運轉狀態，計費試算機制一併納入管理。	1	需具前述 6.1.1、6.1.2 項功能。 ※住宿類建築得免設「計費試算機制」。	· 監控設備系統圖與性能說明。
	6.1.4 空調之基本設備運轉監視，冰水機系統增設水側系統設備(含冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔、冰水機)之耗電與實際製冷能力之比(kW/RT)。	2	可每小時監控量測數據，每月作統計報表，每年有詳細紀錄之功能。	· 監控設備系統圖與性能說明。

其次，對於鼓勵項目內容之「6.2 設備效率」方面，本研究團隊建議應依照今年 109 年 7 月 1 日上路的「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」，其冰水主機能效標示之 3 個等級，進行配分的原則。



6.2 設備效率	6.2.1採用優於經濟部能源局公告之能源效率標準的冰水主機、窗(壁)型、分離型及箱型空調機。	2	<p>1分：優於能源效率標準5%以上的冰水機，或符合無風管冷氣機2級能效標示以上之窗(壁)型、分離型及箱型冷氣機之使用率<math>\geq 80\%</math>以上者。採用率<math>\geq 50\%</math>者，得分採半計算。</p> <p>2分：優於能源效率標準10%以上的冰水機，或符合無風管冷氣機1級能效標示以上之窗(壁)型、分離型及箱型冷氣機之使用率達80%以上者。採用率<math>\geq 50\%</math>者，得分採半計算。</p> <p>前項設備須提出相關資料經審查通過；採用率須依前項設備的製冷能力進行計算。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 空調設備系統圖，以及監控、量測、記錄等功能說明。</li> </ul>
	6.2.2光源及燈具採用符合節能標章之比例。	2	<p>1分：所有螢光燈具有節能標章認證，且該燈具數量占所有燈具數量之80%以上。</p> <p>2分：所有燈具有節能標章認證，且該燈具數量占所有燈具數量之80%以上。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 照明設備系統圖與性能規範說明。</li> <li>· 照明設備設置位置、數量表以及採用率等說明。</li> </ul>
	6.2.3高效率之動力設備(如泵或送排風扇等旋轉機械)，並設置有諧波	2	<p>1分：高效率之動力設備採用率達80%以上，於配有變頻器</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 動力設備系統圖與性能規範說明。</li> </ul>

由於其級數越低越省電，因此可修訂為「採用3級冰水主機能效者，配分1分。

採用2級冰水主機能效者，配分2分。採用1級冰水主機能效者，配分3分。」

最後，對於**鼓勵項目內容之「6.3 節能技術」**方面，本研究團隊建議可增加需量反應的相關技術。

建議可將本案試驗成功的需量反應相關技術寫入，並給予配分鼓勵。包括：「空調週期性暫停用電措施」、「提高主機冰水出水溫度」、「提高主機冰水回水溫度」、或「強制限制主機運轉電流上限」等技術。

<p>6.3 節能技術</p>	<p>6.3.1 建築外層智慧化節能 (如：建築外殼、屋頂、樓梯間、通風管道等設置具有可感知室內外環境，可以自動調整之遮陽、窗戶、通風管道、追日型 BIPV 等降低室內耗能)。</p>	<p>3</p>	<p>可採計一項技術，每項技術可得 3 分。 1 分：可以連動控制之元件或部位占建築外殼面積之 5% 以上。 2 分：可以連動控制之元件或部位占建築外殼面積之 10% 以上。 3 分：可以連動控制之元件或部位占建築外殼面積之 15% 以上。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 建築物立面及剖面圖。</li> <li>· 感應控制之動作關聯圖，以及設置位置以及面積計算等說明。</li> </ul>
---------------------	--	----------	--	---

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

(一) 蒐集國內外 IoT 技術應用於建築空調系統之相關案例。

本項工作內容已完成。

#### 1. 國外相關案例分析

近年來歐美日本等先進國家，則開始大量投入利用空調系統於夏季進行卸載來降低整體國家電網於夏季期間尖峰供電不足的困境，已形成一個全新的發展趨勢。尤其像日本橫濱智慧城市計畫，是因為進行大規模的電力節能與電力需量管制計畫，而獲選為全世界六大智慧創新與科技智慧城市的美譽，可視為最佳典範。

橫濱智慧城市計畫於 2011 年（平成 23 年）該計畫由東芝（Toshiba）開始規劃社區能源管理系統（CEMS）；首先納入丸紅、三井不動產、三菱地所等所屬之大型集合住宅進行 DR 策略之管制與實證。2012 年再逐步擴大至較大量之住友電工等商辦大樓。2013 年更進一步擴大納入東京瓦斯、NTT 等商辦大樓。

其次，由於國外開始大量進行物聯網 IoT 技術以及人工智慧技術的開發與應用，其範圍包含所有工業上，尤其是自動工業製造相關的應用，更為普遍。

然而由於建築空調系統其最主要的設備就是冰水主機，但在這一方面之技術更新與創新卻稍微落後，因為空調主機是製造已經有數 10 年甚至上百年的發展歷史，其中最常見的包含離心式、螺旋式、與往復式等許多的機種，皆遵循 VCR 循環，也就是最傳統的熱力學理論來進行設計製造的。也因此，在這一方面的進步較為緩慢，大底就被歸類為傳統工業之列。

目前國際間的智慧型冰水主機系統上，亦有加裝 Winn Energy Controls, Inc. 廠商之 ADRES Chiller Controller 之方式進行智慧型策略運轉，其系統如下圖 2-3 所示。亦即在原本的冰水主機系統上，加裝 ADRES Chiller Controller 後，可以進行 EE 與 DR 的各種運轉策略，以便達成節約能源與需量反應的目標。

於 EE 節約能源方面，ADRES Chiller Controller 可同時控制 1 台或 2 台冰水主機，其隨著外氣溫度的變化，以調整冰水出水溫度或回水溫度之數值。亦可直接控制冰水泵與冷卻水泵，使得可隨外氣溫度與人員負載多寡進行最佳化之運轉設定。另外，ADRES Chiller Controller 亦能進行每日、每週、或假日的運轉排程，以節省至少 20% 的能源消耗，而不犧牲室內環境的舒適度。於 DR 需量反應方面，ADRES Chiller Controller 可於硬體中直接植入當地電力公司的需量反應時段，使得電力用戶能夠很容易參加當地電力公司需量反應計畫。每年因參加需量反應計畫的電力用戶，至少可節省 10% 的能源消耗，並可協助當地電力公司降低電力尖峰負載。

## 2. 國內相關案例分析

我國內政部建築研究所，於 4 年前開始對 IoT 技術應用於建築空調系統此方面進行系統化之研究。其乃應用建築研究所自民國 92 年開始執行之中央廳舍空調節能改善補助計畫，以及建築能源效率提升計畫，簡稱 BEEUP 計畫，所完成之大量成功案例，開始進行大量結合管理建築能源管理平台 BEMS 及 IoT 控制系統，來進行大規模之智慧型空調運轉 EE + DR 之商業運轉全尺度實驗測試。

經全尺度實驗結果顯示，大型中央空調系統及一般小型空調機，若能導入空調週期性運轉、自動排程運轉、電力需量卸載運轉、與空調溫度調升節能運轉等四大建築空調節能策略，結合 BEMS 及 IoT 控制系統進行推廣應用，將可收立竿見影之顯著節能與需量管制成效。

由以上實際之集中、大量、同步之廣域聯合空調需量卸載現場全尺度試驗之結果顯示，內政部建築研究所之 ABRIDR 聯合卸載平台已正式跨越台電公司之 Aggregator（電力需量反應聚合商）之聯合型最低卸載量門檻值（100 kW）。

經過這 4 年來的實證，成效顯著而且一舉跨越業過參與台電公司大型電力需量反應計畫之最低門檻值 100 kW，而 3 倍以上之成效。

可依據上述成果，研擬大型電力需量反應計畫之執行方式與策略分析，以利未來擴大電力需量反應政策之推展。

## （二）建築空調系統結合 IoT 之設計應用方式

本項工作內容已完成。

### 1. 大型建築空調系統結合 IoT 物聯網之必要性與設計系統架構

本研究團隊建立之大型建築空調系統需量反應運轉策略，包括三種：

1. 冰水主機供應冰水溫度調升策略，包括調升供水溫度 1 °C、1.5 °C、2 °C。
2. 冰水主機回水溫度調升策略，包括調升回水溫度 1 °C、1.5 °C、2 °C。
3. 限制主機之運轉電流策略，包括限制電流為 90 %、80 %、70 %、60 %、50 %。

本研究直接利用 IoT 物聯網進行「限制主機之運轉電流策略」時，其設計系統架構為裝在冰水主機內部的「限制主機之運轉電流策略」控制器，透過 IoT 模組的防火牆與 IoT 模組的控制器相連，IoT 模組的控制器再靠著 4G 通訊與空調 DR 卸載雲端大平台相連。

而上述硬體為裝置在冰水主機的 control box 內，為了使冰水主機控制器能順利控制冰水主機的各種功能與執行 EE 與 DR 不同指令，需瞭解並寫入正確冰水主機通訊欄位。

目前本實驗平台已能於網路上，直接下指令卸載多個參與單位之大型空調主機，詳見現場實證之展演，亦皆完全成功。

## 2. 小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之必要性與設計系統架構

本研究團隊已經擬定小型建築空調系統之需量反應運轉策略，包括：1. 空調週期性運轉策略、2. 運用空調溫度調升進行電力需量管制卸載策略等 2 種。而擬定之空調週期性運轉策略中，藉由不同的空調運轉模式（AC Mode）與送風運轉模式（Fan Mode）之切換，以達到電力需量反應及能源效率提升運轉模式成效最佳化之組合。包括以下 5 種模式：

Mode A：空調模式 20 分鐘與送風模式 10 分鐘

Mode B：空調模式 22 分鐘與送風模式 8 分鐘

Mode C：空調模式 25 分鐘與送風模式 5 分鐘

Mode D：空調模式 28 分鐘與送風模式 2 分鐘

Mode E：空調模式 30 分鐘與送風模式 10 分鐘

小型建築空調系統結合 IoT 物聯網之系統架構，包括裝置一個智慧電表，以便統計逐分逐時逐日逐月逐年之耗電量。其次，亦裝置有一紅外線遙控器，可經由 IoT 物聯網遠端控制小型建築空調系統，使其能進行空調運轉模式（AC Mode）與送風運轉模式（Fan Mode），而達到節約能源與需量反應運轉策略。最後，透過 IoT 模組的控制器，將一組或多組小型建築空調系統藉由 WiFi 信號與路由器相連，再統一由路由器之 4G 通訊與空調 DR 卸載雲端大平台相連。

### (三) 兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析

#### 本項工作內容已完成。

本計畫已於國軍高雄總醫院岡山分院，進行全面性的記錄室內溫度與相對濕度環境，再經過電力需量管制以評估及記錄其前後變化加以比對。於國軍岡山醫院進行兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析有下列 3 個重點：

- (1) 進行不同空調卸載策略以電力需量管制下，所各可獲得之實際電力卸載量 kW。
- (2) 進行這些不同空調卸載策略，是否仍然能夠維持可接受之室內熱舒適環境 T&RH。
- (3) 歸納出這些不同空調卸載策略，應該如何在維持可接受之室內熱舒適環境下，使整體系統運轉達到最佳化與節能化。

有關兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析，為利用國軍岡山醫院參與需量競價抑低用電期間，整理分析其院內的相關數據，以作為推斷出最佳運轉策略之根據。最佳運轉策略歸納如下：

1. T & RH WiFi 探測系統自監視(Monitoring, or auditing)進化為 BEMS 監控(Controlling)系統之一部份;並將 T & RH 探測系統常設化，結合 CO<sub>2</sub> 探測系統進行外氣空調箱 (PAH)之外氣容量控制及室內空調箱(AHU)進行運轉台數控制。
2. 國軍岡山醫院冰水主機用電量卸載達 35 % 時，根據與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析得知，所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，皆屬於在舒適區之範圍內。
3. 當刻意將國軍岡山醫院所有冰水主機完全停機時，亦即用電量卸載達 100 % 時，根據與未卸載日 8 月 20 日之室內溫度與濕度之比較分析得知，所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，皆屬於在舒適區之範圍內。

4. 冰水主機卸載時，對院內 1F 與 2F 空調負荷變化較大之區域，其室內溫度與濕度的影響也相對較大。但對院內 3F 與 5F 病房區空調負荷變化較小之區域，其室內溫度與濕度的影響也相對較小。
5. 國軍岡山醫院整體系統運轉達到最佳化，節能+環保+降低電力需量，一舉數得！

#### (四) 「智慧建築評估手冊」中有關「節能管理指標」之增修訂參考

##### 本項工作內容已完成。

本工作主要為進行內政部建築研究所 105 年 3 月發行的「智慧建築評估手冊」中，有關「節能管理指標」之增修訂參考。

首先，於基本規定內容之「6.2 能源管理系統」方面，本研究團隊建議可增加能源管理系統之分級觀念。亦即於「節能管理指標」基本規定「6.2 能源管理系統」之內容中，可參考上面所列「表 5-2 我國建築能源管理系統處理裝置之分級」，增加以按照樓地板面積，進行能源管理系統之分級。其次，對於基本規定內容之「6.3 設備效率」方面，本研究團隊建議將「空調系統冰水主機能源效率標準」，修正為「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」。最後，對於基本規定內容之「6.4 節能技術」方面，本研究團隊建議可列出卸載運轉模式與執行方式。

「2016 年版智慧建築評估手冊」之「節能管理指標」鼓勵項目內容，首先對於鼓勵項目內容之「6.1 能源管理」方面，本研究團隊建議可增加「6.1.5 單一建築物能源管理系統系統發展為廣域能源管理系統」。其次，對於鼓勵項目內容之「6.2 設備效率」方面，本研究團隊建議應依照今年 109 年 7 月 1 日上路的「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」，其冰水主機能效標示之 3 個等級，進行配分的原則。最後，對於鼓勵項目內容之「6.3 節能技術」方面，本研究團隊建議可增加需量反應的相關技術。



## 第二節 建議

### 建議一：立即可行之建議

本計畫進行內政部建築研究所 105 年 3 月發行的「2016 年版智慧建築評估手冊」中，有關「節能管理指標」基本規定與鼓勵項目內容之增修訂參考。

首先，「節能管理指標」基本規定內容，於基本規定內容之「6.2 能源管理系統」方面，建議可增加能源管理系統之分級觀念。亦即於「節能管理指標」基本規定「6.2 能源管理系統」之內容中，可參考上面所列「表 5-2 我國建築能源管理系統處理裝置之分級」，增加以按照樓地板面積，進行能源管理系統之分級。對於基本規定內容之「6.3 設備效率」方面，建議將「空調系統冰水主機能源效率標準」，修正為「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」。最後，對於基本規定內容之「6.4 節能技術」方面，建議可列出卸載運轉模式與執行方式。

其次，「節能管理指標」鼓勵項目內容，對於鼓勵項目內容之「6.1 能源管理」方面，建議可增加「6.1.5 單一建築物能源管理系統系統發展為廣域能源管理系統」。對於鼓勵項目內容之「6.2 設備效率」方面，建議應依照今年 109 年 7 月 1 日上路的「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項方法及檢查方式」，其冰水主機能效標示之 3 個等級，進行配分的原則。對於鼓勵項目內容之「6.3 節能技術」方面，建議可增加需量反應的相關技術。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。

## 建議二：立即可行之建議

經由本計畫之研究分析，目前皆具備可經由 BEMS 及/或 IoT 物聯網界面來進行大型電力需量聯合反應計畫之空調系統、BEMS 系統、及 TAB。此不但為我國之首創進行之新興項目，且已真正踏出帶動產業升級的重要第一步。未來隨著本計畫之大力推廣，將形成更大的產業升級推動力量。

我國目前之大型中央空調主機製造經提升其智慧化程度後，已具體引領其製造之升級。目前其最高端之磁浮離心變頻機種之造價，已逐步向傳統空調逼近，具有極高之 CP 值。

未來可經由本計畫之大力帶動，將可形成一個全面性空調主機製造、BEMS 系統、及 TAB 工項同步提升，大幅促進智慧化及產值。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。

## 建議三：立即可行之建議

本計畫於有關兼顧節能與熱舒適環境之運轉策略分析，為利用國軍岡山醫院參與需量競價抑低用電期間，整理分析其院內的相關數據，以作為推斷出最佳運轉策略之根據。依照與未卸載日之室內溫度與濕度之比較分析得知，所有樓層之室內溫度與濕度的變化情形，皆屬於在舒適區之範圍內。

此重要試驗結果亦由本計畫做成建議事項，可提供日後參與聯合型需量競價團隊的參考，做為後續進一步推廣空調系統卸載之重要依據。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。



附錄一：評選審查意見及回覆一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
一	1. 本案採用 BEEUP 成功的案例主要集中在哪幾種建築的應用上？	BEEUP 的案例大體分佈在商業建築中之辦公與醫療兩大類。尤其是各行政單位的總部大樓，以及衛生福利部所屬各地區醫院，行政院退輔會所屬之榮民醫院，和國防部所屬之國軍醫院等，列為最優先應用之對象。
二	1. 預估效益方面，可否舉實際案例說明。	今舉國軍岡山醫院，加以說明，可視為 BEEUP 中最典型之案例。岡山醫院在進行空調主機需量 DR 反應後可迴避夏季尖峰用電為 20%。與日本橫濱市智慧城市 YSCP 計畫之卸載結果 18% 相較，平分秋色。在建築節能，每天之節約 EE 流動電費約為 1,500 元，成效極為顯著。
三	1. 本計畫的技術創新應用點，請加以說明。	本計畫的創新在於為國內首創，直接由雲端運算平台，透過物聯網 IoT 介面，可指揮大型中央空調主機進行電力需量反應。此為我國首度進行。另傳統的方式，必須經由雲端運算中心指揮各單位專屬之建築能源管理平台 BEMS 然後再由 BEMS 系統下令去指揮底下的空調主機，再來執行 DR 之電力需量反應。但系統複雜化且效率變差，而且 BEMS 系統經常損壞並欠缺專業人員維修，甚至 BEMS 年久失修，使整個系統不堪使用，而導致整個計畫失敗。因此本計畫透過大雲端平台與中央空調主機 IoT 直接連線之方式為之，為創新之應用技術。

<p>四</p>	<p>1.請舉一實例加以說明 IoT 實際應用以及對室內熱環境之影響。</p>	<p>本計畫於 BEEUP 案例中，屏東教育大學與大型中央空調主機廠堃霖公司合作。已經成功完成 IoT 介面，並配合 4G 通訊系統成功卸載。而且成效可高達 40% 以上。其卸載量遠遠超過參與台電大型需量反應計畫之最低門檻值，也就是 100 kw。本計畫可輕易達到 3 倍以上的卸載量。另外，國軍岡山醫院，除了良好的 EE+DR 績效以外，也做了完整的熱舒適環境量測。共設置 48 組溫度濕度量測點。同時包含洗腎中心，門診大樓等病患集中之處。現場全尺度實驗結果顯示，在空調主機冰水升溫 1 度至 1.5 度時，所有的室內熱環境都在 ASHRAE 熱舒適區以內。但若在再升高 2°C 則有些測點就會超過標準。此重要的實驗結果，也證實了每個個案都必須進行全尺度試驗，以便測驗出這些可行方案的限度所在。為本計畫的另一重要成果。</p>
<p>五</p>	<p>1.計畫書對國內外相關研究只說明日本橫濱市案例。建議執行計畫書加入 ICT 大國如美國韓國的案例。夏威夷電力公司案例不知有無運用 IoT 技術？</p>	<p>目前所知，IoT 應用在大型中央空調主機，極為稀少。所以內政部建築研究所的 WABEMS 計畫才會在 3 年前自行研發。本計畫進行時，將會進一步去搜尋國外相關案例。計畫書中所言夏威夷電力，用的是其用戶端的 BEMS 系統，由各單位組合而成。並未進行 IoT 技術的研發和應用。</p>
<p>六</p>	<p>1.計畫目標之一是完成適用於濕熱型氣候之智慧化空調運轉策略；電力需量管制 DR 不能犧牲熱舒適。因此，計畫執行時，應舉出成功實例或文獻。</p>	<p>同委員四之意見回復內容。</p>
<p>七</p>	<p>1.為減援夏季尖峰用電，如何導入物聯網及智慧化控制整合建築空調系統節能，日益重</p>	<p>本計畫之具體整合對象，為 BEEUP 應用成功之商業建集，尤其是辦公類與醫療類。另整合內政部建築研</p>

	<p>要。請問本案應用對象為何？誰可來整合？需具備哪些條件？</p>	<p>究所所建立之 abridr 大雲端平台。此平台將擔任 aggregator，需量反應聚合商的角色，來整合底下需量反應參與的單位。參與需具備之條件為，大型中央空調主機系統，最好噸位在 200 RT 以上。如此，其聯合卸載量才明顯，而且具有商業應用價值。目前智慧建築評估手冊對於節能管理要項中，只著重於各種元件智慧化技術之應用。而手冊增修時，必須導入系統最佳化之概念 (System Optimization)。其導引之 EE+DR 成效，將數倍於單一個元件之成效。</p>
<p>八</p>	<p>1. 本所智慧建築評估手冊中，針對節能管理亦有評估。請問本案之增修建議為何？</p>	<p>尤其以前至今，DR 之導入一直被建築節能手法所忽略，但這是未來的世界發展趨勢，應於手冊增修時一併納入。同時應藉此機會，將 IoT 物聯網與建築空調主機系統整合的觀念導入。初期，先與 BEMS 系統並行，然後未來 IoT 加上 AI 技術應該會遠超過 BEMS 之應用層面。尤其是 5G 之導入，更會快速催生這種未來的發展趨勢。因此應該未雨綢繆，把這些物聯網概念先行導入手冊中，加以增修。更何況，本案與 BEEUP 計畫合作已經有許多成功的物聯網導入大型中央空調主機實際案例，應該是獨步全球，處於領先地位。</p>





附錄二：期中審查意見及回覆一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
何教授明錦	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建築研究所長期推動之節能計畫，確定有一定執行成效。</li> <li>2. 能源效率提升(EE)及需量反應(DR)透過 BEHS+Iot 控制系統已證實有效；惟當前國內大型中央空調主機軟硬體之控制仍未達最佳化情境。</li> <li>3. 可提建築空調系統結合 Iot 之智慧運轉模式，對適時降載節能有益，但如何同時兼顧空間之熱舒適度，智慧運轉模式策略期待期末報告可提出。</li> <li>4. 建議本案可提出適當之有效驗證及簡易操作方式，以利後續推廣運用。</li> </ol>	<p>感謝委員肯定，遵照辦理，將全力以赴。</p>
黃教授彥男	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在電力尖峰負載吃緊的情狀下，此研究有其重要的意義及價值。</li> <li>2. 使用 2017 年及 2018 年的數據，似乎和目前 2020 年份情況不同，應說明可能有差異之處。</li> <li>3. 請說明選擇岡山醫院之原因及其與一般大型醫院的差異。</li> <li>4. 請說明空調模式及舒適度與外部之溫濕度和樓層高度關係。</li> <li>5. 請說明空調卸載對電價上之影響。</li> <li>6. 請說明資通訊安全之作為。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 實施空調主機性能改善工程，進一步到 BEMS 的改善，以及最終做到將室內熱環境由監視系統，也就是室內溫度及相對濕度的監視紀錄系統，共 48 組探測器，大幅度升級為常設性的監控系統。並與 BEMS 整合，納入室內空氣品質 IAQ 及節能策略之雙重考量，結合 AHU 及 PAH 兩種空調箱，進行台數控制策略實際進行商業運轉，而獲得大幅度節約能源改善的情況。目前每個月皆為獲得良好的節能效果。</li> <li>2. 岡山醫院因為在這幾年之間，其熱環境之監視系統升級為監控系統，同時納入資本門投資，如此已經超過千萬元，這是當時去進</li> </ol>

		<p>行這個案例改善最主要的原因，其他大型醫院並沒有如此的去進行逐步改善工程。改室內熱舒適環境與室內空調負荷，及之外氣熱負荷有關，但和樓層高度較無相關，電價的影響並不明顯。</p> <p>3.IoT有資安的考量，在這裡是反而是一大優點，因為目前的冰水主機廠已經安裝自己保護主機的資安閘門，這是專屬的獨特性的設計，因此極難破解。</p>
<p>廖建築師 慧燕</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.電力需量管制對降低用電備載確實會有很大的助益，所以能源管理系統配合電力需量管制之作法值得肯定與推動。</li> <li>2.目前本案的作法似乎是應用IoT由計畫單位直接控管，此作法業主是否會喪失主控權，影響未來推廣應用的可能性。</li> <li>3.未來是否可能藉由電力公司提供之競標制度，本案是否可建立運作模式以為參考典範，作為其他各團隊競標後分區域控制，以擴大效益。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.感謝委員肯定。</li> <li>2.目前本案做法雖然是由IoT直接管控主機，但這是在測試技術可行性階段，未來在應用面，會多方參酌參與單位的意見，再訂訂具體可行的商業模式，以利推廣。</li> <li>3.本計畫已具體參與台電公司提供的需量反應計畫，並利用其競價平台進行競標，列為本案的主要經濟效益印證工具，台電公司此平台也是國內唯一可以真正競價的平台，並可結合其高壓用戶入口網站等電表資料直接獲得最公平公正公開的競價運轉結果。我們所建立的平台，只是跟他進行比較，作虛擬電廠以及模擬使用，兩者相輔相成。</li> </ol>
<p>黎院長淑婷 (趙主任 又蟬代)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.本研究內容應兼顧說明性，緒論中有關研究流程、研究方法，以及後面的現場實測有關過程、初步成果，均應詳實交代。</li> <li>2.請說明「雲端裝載平台」系統的使用機制。</li> <li>3.第四章有關「熱濕氣候智慧化空調運轉策略」之內容說明性不足。</li> <li>4.建議補充專家諮詢會議紀錄。</li> </ol>	<p>感謝委員指正，將按照所有建議，遵照辦理。</p>

	<p>5.本研究進度已大幅超前，預期成果應用性高。</p>	
<p>練協理文旭</p>	<p>1.本研究期中報告書，未列研究進度甘特圖，建議予以補充，以便了解以執行及待執行項目。</p> <p>2.第二章國外案例分析，建議補充較近期之案例(橫濱案為2011-2013)及增加參考案例。chiller controler，具有參考價值。</p> <p>3.報告書第 19 頁，小型空調五種模式只呈現用電曲線，建議增加節能效益及熱舒適度之關聯及成效。研究建議可針對教室冷氣節能管理策略。</p> <p>4.冰水主機出水及回水控制節能與電流限制節能策略效益的差別補充說明。</p>	<p>1.遵照辦理，將盡量補充說明。</p> <p>2.由於大型冰水主機的 Iot 應用，確實在國外大廠並未具體實施，因此要找到具體案例，有所困難！</p> <p>3.本計畫也是國內首創進行的。至於採用主機出水及回水控制，由於必須經由空氣側、冰水測、與主機冷媒側才能具體反應。此 5 道熱交換環節之熱質量效應較長，一般續數分鐘至 10 分鐘才能真正達到這個卸載的效果，曾在第一年度計畫中，於中山大學之圖書館冰水主機，及衛服部朴子醫院的皆已試驗印證過。反之，經過本計畫 4 年來的試驗，直接限制運轉電流整合 BEMS，或者 Iot 來進行需量反應，一般可於兩分鐘內就可以馬上產生效果。因此列為第一優先，這已經經過數十部主機案例進行印證了，而且獲得所有主機製造廠的技術認可，具體可行，這也是本計畫的重要貢獻之一。</p>
<p>鍾經理振武</p>	<p>1. 報告書第 7 頁，市面上除了 Andres chiller controler 亦有 Trane 等其他公司的軟硬體配合程度為何。</p> <p>2. 報告書第 7 頁，磁浮式冰機 DR 反應快但是現有場域仍然以傳統冰水機為主就是新建案因為採購法或初設成本考量不一定會選磁浮式冰水機。</p> <p>3. 報告書第 12 頁，請說明私人機構參加 ABRIDR 之現況。</p> <p>4. 報告書第 13 頁，主機平常時運轉，如氣候快速變化不常發生，大部分不太會卸載非常頻繁，所以冰水機的啟停對長期間之主機運轉損傷應該有限度。</p>	<p>計畫的主旨為結合內政部建築研究所 Beup 18 年來大計畫所進行空調節能改善工程成功的案例大約 678 案件，挑其中近年來有進行大型主機改善及置換工程的範例，挑選出來進行聯合即時，同步，的廣域卸載，來嘗試迴避夏季的空調電力需求，進行電力需量反應，這是計畫的主旨，也因此本計畫是從 EE 再加上 DR 作為考量。由於計畫直接整合許多組織，但初步仍只選取 Berup 計畫中的案例，因此民間尚未有參與，當然這也不是一蹴可及的。至於國外大廠他們的軟硬體測試，並未就此 IoT 方面有較多的著墨，仍只著重他們自己的節能策略因為本計畫是屬於與電力公司整合</p>

	<p>5. 報告書第 14 頁,台電計畫有一部分失敗的原因是因為私人企業的參與意願低,例如大賣場、百貨公司、私人醫院等等,另外各公私立建築的操作人員是否有專業能力或配合意願?冰水機軟體是否為開放碼(open source)亦是評估重點。</p> <p>6. 報告書第 16 頁,請說明虛擬主機費用分攤是否採 ESCO 方式,與此型態公司承接這類 ESCO 專案之意願。</p> <p>7. 報告書第 19 頁,請說明 Mode A/B/C/D/E 最佳之測試方式。</p> <p>8. 報告書第 31 頁,對人的舒適考量及資料分析請說明是否納入考量與感測器裝置位置,並請補充測試方法。</p> <p>9. 報告書第 35 頁,建築舒適度是因不同建築型態而有所不同,請說明成果的適用範圍。</p> <p>10. 依據經驗冰水主機、冷卻水塔、冰水泵浦,夏季時冷卻水泵浦,只要回水溫度降 1°C,用電量可以降低 2-3%,春冬秋季時冷卻水塔轉速加速可以因大氣濕度溫度不同可以降低冷卻泵浦回水流量及風扇轉速,進而節電。</p>	<p>的方法,亦即 Demand Side Management 的一環。那目前本計畫並沒有採 ESCO 模式,反而是採取台電公司的 Aggregator 模式進行聯合卸載。磁浮式主機雖然成本較高一些,但其部分負載時的效率較高,很多計畫也積極推出 iplv 的效率標示制度,這方面未來仍有發展空間,至於小新機器的 A, B, C, D, E 運轉模式,這是因為台電當年只有 22 加 8 一個模式而且是空調跟暫停兩種模式,還是我們推出的是空調或送風模式,對於室內的熱衝擊大幅度降低很多,變得具體可行,同時通知將 22 + 8 分大幅度放寬為 25 +5, 20 + 10, 等等等等於嘗試更多的可行性。</p>
<p>中華民國全國建築師公會(江建築師星仁)</p>	<p>報告書部分圖表模糊,字過小,不易閱讀,請改善。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>中華民國電機技師公會(劉總經理火炎)</p>	<p>1.請說明空調系統 Iot 最小單元。</p> <p>2.單獨提升冰水溫度一度,是以巨觀來做節能控制,請說明對於微觀建築物內所有空間之舒適是否納入考慮。</p>	<p>1.Iot 最小單元為主機的控制器、資安開門、以及 4G 數據通訊模組。</p> <p>2.相關微觀的室內熱環境衝擊,已經安裝室內溫度及相對濕度探測器,已有考慮。</p>

<p>財團法人台灣建築中心 (廖工程師偉廷)</p>	<p>1.報告書第 10 頁,指出 108 年 7 月 7 日至 9 日進行雲端平台控制卸載,其中於 7 日最高卸載量達到 300kW,請補充說明該次卸載空調系統之主機數量與冷凍噸數、卸載策略,該建築物使用單位是否有反應舒適度不足等問題。</p> <p>2.報告書第 14 頁,指出藉由限制主機之運轉電流策略控制器進行 90%~50% 限電流卸載,請問該控制器是否適用於所有冰水主機設備;而冰水主機本身皆有原廠控制器及控制策略,例如保護機制,是否會於卸載過程中,忽略原廠控制指令。報告書第 19 頁,小型空調為 Iot 控制器進行卸載,請問是否適用於所有廠牌。報告書第 26 頁與 27 頁,指出於空調 DR 卸載雲端平台中,具有 WABEMS(A) 與 WABEMS(B)空調卸載控制頁面,這兩者網頁功能有何差異性,請說明。</p> <p>3.本研究案後續將探討節能與熱舒適控制策略分析,必須全面性佈設溫濕度感測器,建議提出溫濕度感測器精度及設置規範,以利未來提供實證案場設計規劃與施工之依據。</p> <p>4.報告書格式修正建議如下:內頁封面多一頁、P.VII 第 1 點多一個句號、報告書第 3 頁,結約運轉應為節約運轉、報告書第 12 頁,一舉跨越業應為一舉跨越。</p>	<p>1.108 年的試驗數據,屏東大學及屏東科技大學等等之總卸載量就達到 300 kW,他們的參與主機噸數接近 1,000 RT。</p> <p>2.限制主機運轉電流適合所有國產冰水主機設備,而且經過 4 年的試驗並無任何問題或實施上有所困難,反而是國內所有主機廠認可之技術。</p> <p>3.後續進行全面性附設溫濕度感測器規範,可訂定溫度精度為正負 0.1 度 oC,以及相對溼度正負 3% 到 5%。</p> <p>4.遵照辦理。</p>
<p>財團法人資訊工業策進會(書面意見)</p>	<p>1.建益增加建物空調導入智慧型運轉錢後的效益比較,如: (1)環境面:室內溫度、外氣溫度、室內濕度、二氧化碳濃</p>	<p>1.本計畫應用面之主旨為空調主機 Iot 的技術可行性評估,及和台電公司的電力需量反應平台,來進行實際印證。而且計劃經費因為</p>

	<p>度 PM2.5 值                  (2)設備面: 風管靜壓、冰水進出水溫、變頻器功率、回風溫度、能源面等運轉。                  2.為監控效益變化建議可在各監控點加裝 Iot 感測裝置 以蒐集數據進行分析。</p>	<p>只有數十萬元，其中並無資本門投資，因此無法進行所謂風管靜壓，等等各方面的參數監控。                  2.未來計畫發展可再進一步考量納入，感謝指導。</p>
<p>本所— 羅組長時麒</p>	<p>1.有關國內外 Iot 技術文獻蒐集及出處應予以詳述，尤其需分析智慧化空調潛在使用者之特性，使成果更為完備周延。                  2.有關智慧建築評估手冊節能管理指標修訂之建議草案，請加強與本所精進計畫連繫，俾利納入手冊。                  3.智慧化空調運轉策略，須依使用對象撰寫，俾利後續推廣應用。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>主席(王副 所長安強)</p>	<p>本案請補充說明空調卸載系統應用的管理平台;及伺服器主機之管理維護單位。</p>	<p>管理維護單位為台灣建築中心。</p>

附錄三：期末審查意見及回覆一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
何教授明錦	<p>1.本研究國內外文獻蒐集豐富，具有極高之應用價值，尤其建研所 ABRIDR 平台運作，聯合空調卸載量高達 300kW 值得肯定，並具有展示與推廣效益。</p> <p>2.利用 IoT 智慧互聯網對節能有助益，但對室內環境品質與舒適度是否同時能維持水準，評估方式及是否使用自動監控，請補充說明。</p> <p>3.DR 未來推廣，請補充說明對使用者意願是否具有強制性。此外，如何使公有建築願意與本系統連線並受控制，尚待研擬可行之策略。為鼓勵各界主動參與 DR 管控，應考量提供誘因以提高實現性，另應考量是否可於一定規模下變成內建控制組件，及提高設備之能耗效率。</p>	<p>1.感謝委員之肯定。</p> <p>2.利用 Iot 智慧互聯網可以達到兼顧室內環境品質及舒適度及節能。而其評估方法，即為利用 ASHRAE 之熱舒適指標來進行，經過 BEMS 自動監控系統來達成目的。</p> <p>3.未來 DR 發展除了強制性以外，應該可以增強誘因。目前台電公司之需量競價策略就是利用競標的方式來進行，未來或許可以進一步提高競價之價格，並考慮新建電廠的迴避成本，其應用層面將可大幅提升。</p>
陳教授振誠 (周教授碩彥代理)	<p>1.報告書未能清楚說明研究貢獻，亦未對台灣現有已進行相關研究及成效有完整的陳述。例如:台電已進行 ADR 之測試於空調設備卸載，與本案之差異處建議研究團隊可列入考量，請予補充。</p> <p>2.本研究於大型場域測試，實屬不易，但未呈現對場域整體的影響，僅就單點變化陳述，節能需量和舒適度調節的規則</p>	<p>1.本研究之主要貢獻，在於針對大型中央空調主機進行卸載，與台電公司已進行之 ADR 測試較為不同。其主要原因，為我國之大型主機製造廠，於進行需量控制時，其反應並無法如所預期。而呈現大幅度的 ON/OFF 及追逐現象。例如國立中山大學 F 棟電機大樓之國產 KL 主機與國外 MQ 主機對同一需量控制，反應卻大不相同，於期末報告中已有詳細敘</p>

	<p>並未提出，僅以案列說明可以調節，後續研究應可再精進。</p> <p>3.本研究為驗證資通技術能否協助資訊掌握與回應，資訊標準和通訊協定的結合度為核心議題，兩者之關聯性請再說明。</p>	<p>述。本計畫之主要貢獻，在於針對國內這些大型主機來進行改善，經由實驗印證來證明可行。另一方面，本研究案是利用網際網路連線，來進行不同場域之聯合型需量反應測試，並以限制大型空調主機之運轉電流為主軸，因此核心議題為主機卸載所應用之冰水出水溫度及回水溫度之提升與限制運轉電流等等策略為主，資通信技術反而為輔，二者相輔相成。</p> <p>2.室內熱舒適之規範，乃採取美國冷凍空調學會 ASHRAE Standard 55-2017 Thermal Comfort 之相關規定，該規範已發展為 ANSI 規範，並於全世界廣為應用。</p> <p>3.遵照辦理。</p>
<p>黃教授彥男</p>	<p>1.本研究值得肯定，利用新科技來提升建築空調效率計畫確有其重要性。</p> <p>2.本研究成果已運用在一些實際的場域。</p> <p>3.空調及人體的舒適程度的關聯應列入考量，舒適度也和冷氣口的位置有關，可以考量如何調整冷風口來降低耗電量。</p> <p>4.報告內關於 Contributions(貢獻、績效)之部分，請再加強說明。</p>	<p>1.感謝委員之肯定。</p> <p>2.空調及人體的舒適程度的確應納入考量。本計畫之貢獻所在，乃選取大型中央空調系統作為需量反應計畫之對象並加以改善。</p> <p>3.已詳細補充說明，請參閱委員一之回應。</p>
<p>練協理文旭</p>	<p>1.兼顧環境舒適度之運轉模式(含 DR)兼具參考性及效益。</p> <p>2.針對小型空調系統 Mode A-E 五組系統，請補充說明節能效益與環境舒適度之關聯性，以及最佳選擇策略。</p> <p>3.建議針對運轉策略(IoT 調控)</p>	<p>1.感謝委員之肯定。</p> <p>2.小型空調系統之 5 個運作模式中，以 25+5 及 28+2 之效果最好，可兼顧節能及熱舒適環境。另外，22+8 為台電公司之週期性空調用電運轉模式。由於本省氣候較為濕熱，所以停止空調運轉 8 分鐘或者 8 分鐘改為送風模式，</p>



	<p>與傳統 BEMES 在導入建置成本方面之差異、節能及 DR 效益回收年限等補充說明。</p>	<p>皆有小部分之室內環境較為悶熱之感覺，此亦為本計畫實驗後之收穫與貢獻。</p> <p>3.遵照辦理。</p>
<p>黎院長淑婷 (林教授 衍良代)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 為何 ADRES Chiler Controller 為唯一解決方法，請補充說明。</li> <li>2. 報告書第 13-16 與 22-24 頁部分，請補充說明。</li> <li>3. 關於設定新標準有效溫度，報告書第 40 頁有誤，溫度、濕度、二氧化碳濃度的舒適性等方面，請補充說明。</li> <li>4. 本研究以岡山醫院為範例，在案例上是否具代表性與在推廣上的可行性，請補充說明。</li> <li>5. 請補充說明本研究所提之建議事項，有關智慧建築評估手冊增修訂之依據來源與研究內容關聯性。</li> <li>6. 附錄一、二、三所得建議需予整理，參考書目及附錄三內容及圖表皆未註明出處來源，請補充說明。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ADRES Chiller Controller 為美國目前唯一開發成功之，適用於各種不同類型與廠牌大型中央空調主機之控制器，所以稱之為唯一之解決方案。這個方案於 2020 年才開始在市場上流通。</li> <li>2. p.13-p.16 主要在說明，本計畫實際開發空調系統結合 Iot 物聯網資通訊之系統架構，包含三種主機控制模式，即為冰水溫度調升、冰水回水溫度調升、與限制主機之運轉電流策略。這些策略皆已在我國國產主機製造廠進行實際廠測，印證為可行。</li> <li>3. 第 40 頁標準有效溫度已更正。醫院由於是 24 小時空調，所以具備較完整之空調主機卸載量，反應手段較為完整。</li> <li>4. 岡山醫院做為範例試驗成功後，事實上可大量推廣至一般類似之醫院，皆具有可行性。</li> <li>5. 增修之依據，乃沿習現有之智慧建築評估手冊的架構，以便與現行法規無縫接軌。而本研究之內容，空調主機之節約能源 EE 與需量反應 DR，與之習習相關。</li> <li>6. 遵照辦理。</li> </ol>
<p>鍾經理振武 (書面意見)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究值得肯定，整體報告書達成計畫成果非常完整。</li> <li>2. 建築空調系統結合 IoT 之設計應用方式，考慮大型建築空調系統與小型建築空調系統之設計架構，細部設備裝置亦考慮周全。</li> <li>3. 節能與熱舒適環境之運轉分析，亦完成實證結果，相當難</li> </ol>	<p>感謝委員肯定。</p>

	得。	
中華民國全國建築師公會(黃建築師錫洲)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.用電尖峰時間進行卸載後舒適度如何確保，請補充說明。</li> <li>2.如報告書研究案列分析中，都在標準以內，但未提出何種情況下舒適度不佳，請補充說明。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.於尖峰卸載後，只要冰水溫度之提升不超過 2 °C，一般熱舒適程度即可確保。</li> <li>2.本計畫曾經試驗，在超過 2 °C 以上之時，熱舒適就有小部分超標，會感覺不適。具體情況與該建築之室內空調負荷存在較大之直接關係，應予考慮。</li> </ol>
中華民國電機技師公會(黃技師維智)	如以遠端遙控電力卸載未來成為政策，需了解透過網路進行遠端控制的可靠性、可行性及人員安全性。	網路進行遠端監控之可靠性，端賴於系統規劃之妥適，以及現場運轉人員的專業性及資通安全性之確保
中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會(王技師偉棟)	建築物如導入空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式，建議需考量與建築物本身的功能有所配合，以不偏離建物用途與使用者規畫。	委員之考量極為正確。尤其，對於智慧運轉模式的考量，更需與建築物之負載與功能相互配合。
財團法人資訊工業策進會(劉協理培權)	本研究已完成建築空調之智慧化運轉策略，建議可再補充以下內容： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)建築空調 AI 導入策略與建議。</li> <li>(2)空調系統結和 IoT 設計之 ROI 效益分析與推廣策略。</li> </ol>	感謝委員指正，遵照辦理。
財團法人台灣建築中心(廖工程師偉廷)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.報告書第 14 頁，指出 108 年 7 月 7 日至 9 日進行雲端平台控制卸載，其中於 7 日最高卸載量達到 300kW，請補充說明該次卸載空調系統之主機數量與冷凍噸數、卸載策略，與室內舒適度，俾利參閱比較。</li> <li>2.報告書第 31-34 頁，指出空調 DR 卸載雲端平台中，具有 WABEMS(A)與 WABEMS(B)空調卸載控制頁面，這兩者網頁功能有何差異性，請說明。</li> <li>3.報告書第 42 頁，建議室內空氣品質的管控未來可搭配導</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.300 kW 之卸載，主要為屏東科技大學及屏東大學之磁浮式主機為主。</li> <li>2.在雲端平台中，WABEMS A 及 WABEMS B 控制頁面，主要為不同 BEMS 廠商之案例加以分別，使網路點選上較為方便而已。事實上，未來會歸入於 TABC 之中，不必再另行分隔出來。</li> <li>3.遵照辦理。</li> <li>4.岡山醫院之常設型溫度感測器，精確度為 0.1 °C 攝氏度。其設置之數量乃端視該空間是否一個或數個溫度感測器才能區分出不同</li> </ol>

	<p>入。</p> <p>4.報告書第四章，請補充岡山分院常設型溫度感測器精度規格與多大範圍設置一個感測器、位置與數量；以利未來提供實證案場設計規劃與施工之依據。</p> <p>5.報告書格式與文字誤植部分列舉如下，請參考修正：</p> <p>(1)內頁封面多一頁。</p> <p>(2)報告書第 3 頁，結約運轉，應為節約運轉。</p> <p>(3)電表請修正為電錶，例如報告書第 23 頁之單位” KW “，請修正” kW” 例如報告書第 29 頁。</p> <p>(4)報告書第 41 頁為已完成工作項目，請將預定去除。</p> <p>(5)報告書第 46 頁中 25 度，應為誤植。</p>	<p>之溫度分佈情況而定，因此必須進行場地勘查規劃。</p> <p>5.報告書之文字與格式已依建議修正。</p>
<p>本所一 羅組長時麒</p>	<p>1.報告書應參照本所規定格式撰寫，例如摘要、結論、建議等項目，請研究團隊修正。</p> <p>2.針對智慧化運轉策略，建議依通案方式予以敘明，俾利後續推廣應用。</p> <p>3.有關所提智慧建築評估手冊建議修正(草案)內容，將提供本所精進計畫參酌修正。</p>	<p>遵照辦理。</p>



## 附錄四 建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究之 第一次專家諮詢座談會

由於本項建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究，為我國首度進行之產官學研交流平台。因此，將召開 2 場專家諮詢座談會，透過專家諮詢方式，對於未來應用推廣進行討論。

第一次專家諮詢座談會於計畫執行期間 109 年 6 月 24 日，在新北市新店區大坪林聯合開發大樓 13 樓之內政部建築研究所簡報室舉行。共邀請多位專家參與諮詢，包含本計畫相關承辦人員、建築與空調工程從業人員、學校研究人員等等。本專家諮詢會議之開會通知單、示如圖 A-1 所示。

專家諮詢會議於當天上午 9 時 30 分準時開始，首先由協同主持人楊冠雄教授簡報相關研究內容與目前所獲致之成果，隨後進行諮詢討論及意見交流的部分。當時與會人員與專家諮詢之情形，如照片 A-2 與 A-3 所示。

109 年度內政部建築研究所協同研究計畫  
「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」  
專家諮詢座談會 開會通知單

受文者：內政部建築研究所

發文日期：109 年 6 月 11 日

發文字號：無

速 別：普通

附 件：無

開會事由：「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」  
專家諮詢座談會

開會時間：109 年 6 月 24 日（星期三）上午 9 時 30 分

開會地點：內政部建築研究所簡報室

（23143 新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓）

主持人：楊教授冠雄

聯絡人及電話：葉博士琮勤 0935-450 627

出席者：內政部建築研究所、行政院公共工程委員會 崔技師伯義、正  
宜電機冷凍空調技師事務所 洪技師再崑、陳建築師顯明（台  
電公司退休副處長）、中國科技大學建築系 陳教授海曙、張建  
築師矩墉。

列席者：無

楊冠雄 



A-2 第一次專家諮詢座談會開會情形-1



A-3 第一次專家諮詢座談會開會情形-2





## 附錄五 建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究之 第二次專家諮詢座談會

第二次專家諮詢座談會於計畫執行期間 109 年 9 月 15 日，在新北市新店區大坪林聯合開發大樓 13 樓之內政部建築研究所簡報室舉行。共邀請多位專家參與諮詢，包含本計畫相關承辦人員、建築與空調工程從業人員、學校研究人員等等。本專家諮詢會議之開會通知單、示如圖 A-4 所示。

專家諮詢會議於當天上午 10 時準時開始，首先由研究團隊簡報相關研究內容與目前所獲致之成果，隨後進行諮詢討論及意見交流的部分。當時與會人員與專家諮詢之簽到單，如圖 A-5 所示。

109 年度內政部建築研究所協同研究計畫  
「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」  
專家諮詢座談會 開會通知單

受文者：內政部建築研究所

發文日期：109 年 9 月 7 日

發文字號：無

速 別：普 通

附 件：無

開會事由：「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」  
第二次專家諮詢座談會

開會時間：109 年 9 月 15 日（星期二）上午 10 時 00 分

開會地點：內政部建築研究所討論室(一)

（23143 新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓）

主持人：楊教授冠雄

聯絡人及電話：葉博士琮勤 0935-450 627

出席者：內政部建築研究所、行政院公共工程委員會 崔技師伯義、正  
宜電機冷凍空調技師事務所 洪技師再崑、陳建築師顯明（台  
電公司退休副處長）、中國科技大學建築系 陳教授海曙、張建  
築師矩墉。

列席者：無

109 年度內政部建築研究所協同研究計畫  
「建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究」  
專家諮詢座談會簽到單

一、時間：109 年 9 月 15 日（星期二）上午 10 時 00 分

二、地點：內政部建築研究所 討論室(一)

（新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓）

三、出席人員：

崔伯義

葛瑋勤

李宗舜

陳強明

呂文弘

陳麒任

洪伯聖

劉錦輝

符宮母

A-5 第二次專家諮詢座談會與會人員簽到單



## 參考書目

- [1]. Yokohama Smart City Project, "*Yokohama Smart City Project Demonstrates Energy Management and Demand Response in Smart Cities*", Toshiba Corporation, 2013.  
  
<http://www.greenfuture.sg/2013/10/22/yokohama-smart-city-project-demonstrates-energy-management-and-demand-response-in-smart-cities/>
- [2]. ANSI/ASHRAE Standard 55- 1981, ASHRAE Standard: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, USA.
- [3]. ASHRAE Handbook of Fundamentals- 2009, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, USA.
- [4]. 楊冠雄，2019，「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」成果報告，內政部建築研究所。
- [5]. 楊冠雄，2018，「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」成果報告，內政部建築研究所。
- [6]. 楊冠雄，2017，「廣域智慧能源管理平台建置示範案例應用分析計畫」成果報告，內政部建築研究所。



建築空調系統整合物聯網與智慧型運轉模式之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：羅時麒、楊冠雄、林谷陶、陳麒任、藍世福、

陳賢榮、陳亮宇、徐富國

出版年月：109年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-5450-69-4（平裝）

