「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」

成果報告

內政部建築研究所業務委託計畫報告

109年度

「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」
業務委託計畫

成果報告

內政部建築研究所業務委託計畫報告

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）

「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」
業務委託計畫

受委託單位 ： 財團法人台灣建築中心

計畫主持人 ： 楊 冠 雄

協同主持人 ： 王 輔 仁

研　究　員 ： 陳 文 洲

研 究 助 理 ： 許 文 誌、藍 世 福、何 立 揚

研 究 期 程 ： 中華民國 109 年 3 月 至 109 年 12 月

計 畫 經 費 ： 新臺幣貳佰參拾陸萬捌仟元整

內政部建築研究所業務委託計畫成果報告

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

圖　次

摘　要

關鍵詞：廣域智慧能源管理平台、電力需量反應、全尺度實驗印證

本計畫先期研究結果顯示，大型中央空調系統及一般中小型空調機，若能導入空調週期性運轉、自動排程運轉、電力需量卸載運轉及空調溫度調升節能運轉等 4 大建築空調節能策略，結合建築能源管理系統（BEMS）及物聯網（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。

本年度計畫將進一步邀集更多案例，於廣域智慧能源管理平台 WABEMS 進行集中、大量、同步之聯合卸載，同時納入儲冰式空調系統案例，於電力離峰時段進行儲冰，而尖峰時段則配合空調負載之變化，釋放出適量之冷凍能力，以降低電力尖峰負載之需求，形成有效之電力需量反應策略，而收立竿見影之成效。

本計畫將優先邀請本所過去參加建築節能與綠廳舍改善補助計畫、既有建築節能改善擴大計畫（BEEUP）、以及永續智慧社區創新實證示範計畫等，有興趣參與之單位，共同合作進行擬定升級改善策略。主要包括空調主機側、BEMS 側及廣域智慧能源管理平台 WABEMS 聯網側，進行升級改善之實際施作，並驗證其經濟效益，以作為未來擴大具體實施之重要參考依據。

另為利廣域智慧能源管理平台 WABEMS 平台未來能扮演調度者（Aggregator）之角色，推動整合各有興趣參與單位參加台電公司所推行之聯合型電力需量反應計畫，本計畫將評估調度者及參與單位執行上述需量反應所需之改善及營運成本，並研擬參與單位獲得之電價優惠提撥部分額度挹注回饋調度者之可行機制，提出永續發展之商業營運模式，達到調度者及參與單位雙贏之目標。

經由本計畫之執行，可獲得如下之成果：

（一）完成廣域智慧能源管理平台 WABEMS 中層雲端架構之建立與進行電力需量反應應用案例分析。

（二）完成儲冰式空調系統作為電力需量反應策略之建立與應用案例分析。

（三）完成大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程 SOP 之建立與全尺度實驗印證。

（四）完成廣域智慧能源管理平台 WABEMS 擴大進行聯合卸載之電力需量反應應用案例與效益分析。

（五）完成「廣域智慧能源管理平台」WABEMS 之 ABRIDR 商業營運模式之建立。

ABSTRACT

Keywords: Wide-Area Intelligent Building Energy Management System, Demand Response, Full-scale Experimental Validation

In earlier studies, by applying the 4 operational strategies, namely, the Duty Cycling, the Automatic Scheduling, the Demand Response, and the Temperature Setback for the HVAC systems, together with implementation of the BEMS and the IOT systems, solid energy conservation effect can be realized.

It is the goal of this project, to gather more design examples so that a larger scale integration of HVAC systems, including the Thermal Energy Storage systems, can be operated and analyzed in achieving the demand response goal. A lot of successful demonstrative examples from the BEEUP program will be selected and analyzed to study the effectiveness of the Demand Response, including on the chiller side, the BEMS side, and the WABEMS platforms side, so that larger scale implementation of this system will be feasible in the future.

In addition, in analyzing and probing the feasibility of the Aggregator in a WABEMS platform, it is the goal of this project to actually form a team to participate the Demand Response program established by the Taiwan Power Company, so that real power tariff rebates can be received by the team members- a win-win situation.

By the execution of this project, it is anticipated to achieve the goal and making solid contributions as shown in the following:

1. To establish the middle level cloud platform for the Demand Response using actual design projects

2. To establish the technology in using the Thermal Energy Systems as an effective strategy for Demand Response application

3. To accomplish the SOP and performing a full-scale experimental investigation , in retrofitting the central HVAC systems toward intelligent operations.

4. To accomplish and operate a larger scale demand response program so that the economical benefits can be analyzed

5. The business operational model will be established for the WABEMS system for the ABRIDR platform.

第一章　緒　論

第一節　計畫主旨與目標

我國位居亞熱帶，夏季極為濕熱，空調負荷激增常為造成國內夏季供電壓力之主因。於此時刻，若能將大量住商建築之空調系統，利用廣域智慧能源管理平台（Wide-Area BEMS, WABEMS），進行集中、大量、同步之聯合卸載，將可有效紓解尖峰電力之需求，大幅度減輕供電壓力。

本計畫先期研究結果顯示，大型中央空調系統及一般中小型空調機，若能導入空調週期性運轉、自動排程運轉、電力需量卸載運轉及空調溫度調升節能運轉等 4 大建築空調節能策略，結合建築能源管理系統（BEMS）及物聯網（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。

本年度計畫將進一步邀集更多案例，於 WABEMS 進行集中、大量、同步之聯合卸載，同時納入儲冰式空調系統案例，於電力離峰時段進行儲冰，而尖峰時段則配合空調負載之變化，釋放出適量之冷凍能力，以降低電力尖峰負載之需求，形成有效之電力需量反應策略，而收立竿見影之成效。

考量我國既有建築占建築總量之 97％以上，且大多進行商業運轉中之大型空調主機，未具備能自動接受電力需量反應指令而進行良好卸載之功能。因此，亟需開發一套既有大型空調主機可雲端控制需量卸載之改善標準作業程序，使其就地化升級後可與本計畫 WABEMS 管理平台進行整合接受調度，以擴大電力需量反應之應用範圍。

本計畫將優先邀請本所過去建築節能與綠廳舍改善補助計畫、既有建築節能改善擴大計畫（BEEUP）及永續智慧社區創新實證示範計畫有興趣參與之單位，共同合作進行擬定升級改善策略。主要包括空調主機側、BEMS 側及 WABEMS 聯網側，進行

升級改善之實際施作，並驗證其經濟效益，以作為未來擴大具體實施之重要參考依據。

另為利 WABEMS 平台未來能扮演調度者（Aggregator）之角色，推動整合各有興趣參與單位參加台電公司所推行之聯合型電力需量反應計畫，本計畫將評估調度者及參與單位執行上述需量反應所需之改善及營運成本，並研擬參與單位獲得之電價優惠提撥部分額度挹注回饋調度者之可行機制，提出永續發展之商業營運模式，達到調度者及參與單位雙贏之目標。

綜合上述內容，本計畫進行之步驟流程，如下所列：

計畫開始

↓

一、WABEMS 中層雲端架構之建立與進行電力需量反應應用案例分析

↓

二、儲冰式空調系統作為電力需量反應策略之建立與應用案例分析

↓

三、大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程標準作業程序（SOP）之建立與全尺度實驗印證

↓

四、WABEMS 擴大進行聯合卸載之電力需量反應應用案例與效益分析

↓

五、WABEMS 之 ABRIDR 商業營運模式之建立

↓

計畫結束

經由本計畫之執行，可獲得如下之成果：

（一）完成 WABEMS 中層雲端架構之建立與進行電力需量反應應用案例分析。

（二）完成儲冰式空調系統作為電力需量反應策略之建立與應用案例分析。

（三）完成大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程 SOP 之建立與全尺度實驗印證。

（四）完成 WABEMS 擴大進行聯合卸載之電力需量反應應用案例與效益分析。

（五）完成 WABEMS 之 ABRIDR 商業營運模式之建立。

第二節　研究的背景與願景

我國之住商類建築中，大型商業建築（Commercial Buildings）大量採用中央型空調系統，為造成我國夏季供電壓力之主因之一。此供電尖鋒時段，大抵集中於上午 10:30~11:30 及下午 13:30~14:30 兩個時段。為避免產生供電不足之窘境，台電公司必須同步啟動高發電成本之發電機組，導致成本大幅上升。

反之，此時若能經由大量同步之空調主機進行聯合卸載需量反應計畫（Demand Response，簡稱 DR）。則可部份迴避此供電尖峰，形成有效之電力需求面管理計畫（Demand Side Management, 簡稱 DSM）。

我國台電公司自民國 68 年起推動需量反應措施引導用戶管理用電，以提供價格或電費扣減為誘因，促使用戶改變原本用電習慣，減少尖峰用電或將尖峰用電轉移至離峰時間，達到避免電力系統超載、維持供電可靠之目的。目前台電公司實施中的需量反應負載管理措施共有 4 項，分別為：

1. 減少用電措施：包括 計畫性、臨時性。

2. 需量競價措施：包括 經濟型、可靠型、聯合型。

3. 儲冷式空調系統離峰用電措施。

4. 空調暫停用電措施。

本計畫自民國 106 年開始進行商業運轉中大型中央空調主機之 DR 運轉調控。首先，對單一建築單一場域之冰水主機進行，然後逐步擴大到廣域之眾多聯網單位與建築群。本年度計畫將持續擴增納入內政部建築研究所之 109 年度建築能源效率提升計畫之新空調節能改善案例，來進行更大規模之聯線。

並於其中選取 3 個案例，組成聯合團隊，於台電公司之電力需量競價平台上實際來進行聯合型需量反應方案之卸載，並進行成果分析。

這些工作，皆為我國首度進行之原創性與系統化作法，將為我國於此方面之發展奠定重要基礎。

第二章　WABEMS 中層雲端架構之建立與進行電力需量反應應用案例分析

第一節　WABEMS 中層雲端架構簡介

本計畫之 WABEMS 中層雲端架構，乃依據 Hierarchical 架構所建立之控制系統。階層式控制系統（Hierarchical Control system）也稱為分層控制系統，是一種以分層樹狀方式來規劃其設備及控制軟體的控制系統。於進行大型聯合電力需量反應計畫時，具備上下層快速反應，與水平層集體聯合同步之雙重技術優勢。

階層式控制系統中的每一個元件都是階層樹中的鏈結節點。命令、任務及目標都是由較高的節點流向較低的節點，而感測及命令結果會由較低的節點流向較高的節點。節點也會和鄰近同層的節點交換資訊。階層式控制系統有二個特點和其分層有關。

首先階層樹中，較高層的節點，規劃及執行的週期都會比其直接的下一層節點要長。其次，較低層的節點有局部的任務、目標以及感測，其活動是由上層節點所規劃及協調，上層節點一般不會直接覆蓋下層節點的決策。在混合智能系統的分層中，最低層的節點是 sub-symbolic。較高層的節點時間的限制較寬，可以理解抽象世界模型，並且進行規劃。階層式任務網路很適合用來在階層式控制系統中進行規劃。

因此，當最上層雲端之 ABRIDR 平台，下達整體同步卸載指令時，中層雲端所聯屬之單位將即時於線上（Real time online）獲得通知，並積極反應（Response）。

舉例而言，某 C 縣政府衛生局於縣政府接獲電力需量反應下載指令後，會馬上轉指令下達其所指揮之 26 個衛生所，來積極進行其空調設備之四大節能策略之具體實施。然後，再將全縣 26 處衛生所執行聯合卸載之結果，即時通報上載（upload）至 ABRIDR 平台上進行卸載量的總統計。如此雙向溝通，皆在互聯網之瞬間達成。

在本計畫之 108 年第三期之研究結果顯示，某 C 縣政府衛生局於其各單一場域之具體卸載功能，皆已經初步於聯網單位之現場具體實施成功，經過全尺度試驗印證過，相當成功。如下圖 2-1 與圖 2-2 所示。

圖 2-1　某 C 縣政府衛生局之氣冷分離式空調系統

圖 2-2　某 C 縣政府衛生局之原有 BEMS 能源管理系統

本年度 109 年分項工作，進一步推進，來進行橫向，不同場域單位但規屬於統同一中層雲端之廣域聯網聯合卸載及進行商業運轉，以積極進行成效分析與，做出具體貢獻。

2.1.1　WABEMS 中層雲端架構上層--- 某 C 縣政府衛生局

系統架構-1：*某 C 縣政府衛生局*之電力及空調系統負載監測及控制

本案例之 WABEMS 中層雲端架構上層，首先為某 C 縣政府衛生局自己本身所在建築物之電力及空調系統負載監測及控制。亦即於某 C 縣政府衛生局更新後空調系統監控管理之各項運轉資料收集，並整合至暨設能源管理系統內。同時，也納入所有樓層 B1F~3F 新增之 69 台紅外線轉 RS-485 冷氣控制器，並將上述冷氣控制器整併至暨設能源管理系統之需量控制卸載控制功能內，以達 C 縣政府衛生局本身所在建築物之節約能源之目的。

圖 2-3 為 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統首頁，圖 2-4 與圖 2-5 則分別為能源管理系統 B1F 平面圖與設備控制圖。而圖 2-6 與圖 2-7 則分別為能源管理系統 1F 平面圖與設備控制圖。

圖 2-3　某 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統首頁

圖 2-4　某 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統 B1F 平面圖

圖 2-5　某 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統 B1F 設備控制圖

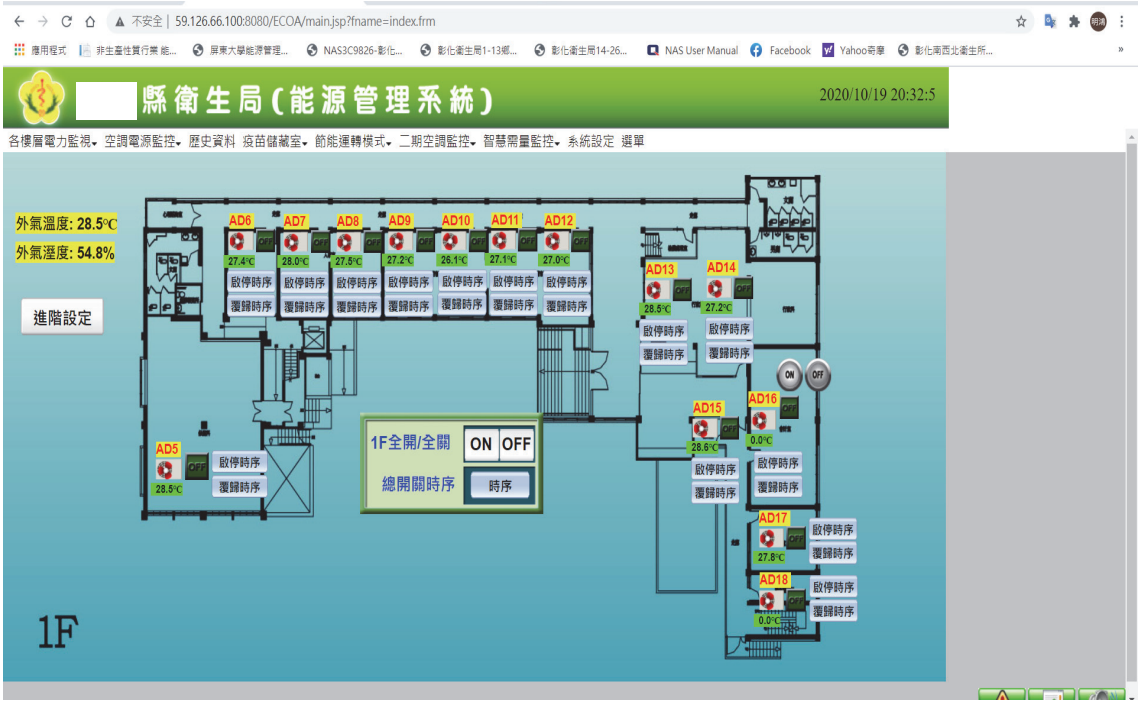


圖 2-6　某 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統 1F 平面圖

返回	開機設定	室內溫度		風速設定				風速選擇	
	設定	溫度	溫度設定	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F保健科	關閉	28.5℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F政風室	關閉	27.4℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F人事室-1	關閉	28.0℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F人事室-2	關閉	27.5℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F疾病管制科-1	關閉	27.2℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F疾病管制科-2	關閉	26.1℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F疾病管制科-3	關閉	27.1℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F疾病管制科-4	關閉	27.0℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F行政科	關閉	28.4℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F行政科服務櫃台	關閉	27.2℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F哺乳室	關閉	28.6℃	0.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F會計室	關閉	0.0℃	0.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F司機室	關閉	27.8℃	25.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風
1F衛生稽查室	關閉	0.0℃	0.0℃	低速	中速	高速	自動	冷氣	送風

圖 2-7　某 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統 1F 設備控制圖

圖 2-8　某 C 縣政府衛生局本身之能源管理系統中多功能空氣品質監測圖

系統架構-2：*全 C 縣 26 處衛生所*之電力及空調系統負載監測及控制

其次，為連接*某 C 縣衛生局*及*全 C 縣 26 處衛生所*之能源管理系統各項設備及數值，並透過網路通訊連線至新設雲端伺服器能源管理系統，其通訊雲端伺服器能源管理系統設置電力需量控制程式及圖控軟體，可經由連結全 C 縣 26 處鄉鎮市衛生所之能源管理系統，並上傳至雲端伺服器能源管理系統集中管理。

雲端伺服器能源管理系統亦建置各項資料庫平台，以利資料上傳及演算，達到遠端監視及控制之功能，並可進行全 C 縣 26 處衛生所之需量控制卸載控制功能，以達全 C 縣 26 處衛生所之節約能源之目的。

上述全 C 縣 26 處衛生所之控制器、傳訊器、電表資料連結後，經通訊網路連結至*某 C 縣衛生局*能源管理系統進行控制及資料處理，由監控電腦瀏覽圖控監測畫面及數據等各項設備運轉狀況及需量卸載功能、以減少需量超約及節約能源。且本系統可經由網路 Internet 遠端進行多台電腦及不限人數瀏覽監測畫面及數據等各項設備耗能現況。本案例之 WABEMS 中層雲端上層架構示意圖，如下圖 2-9 所示。

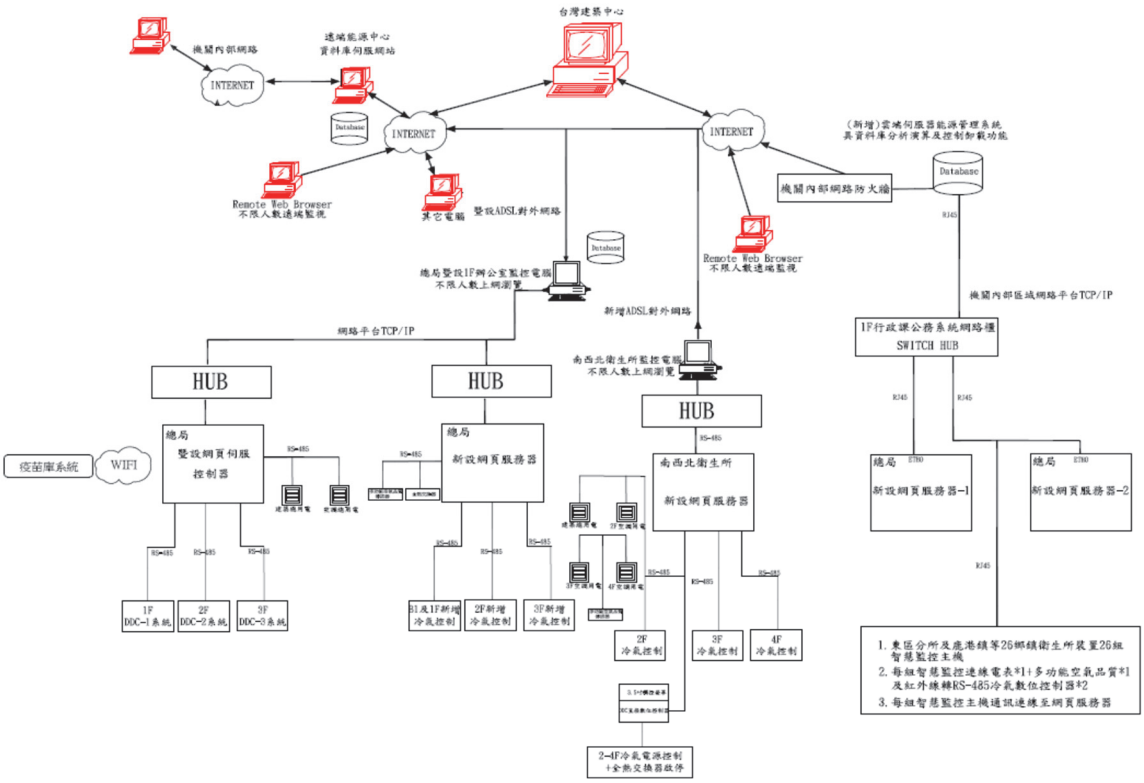


圖 2-9　WABEMS 中層雲端架構上層--- 某 C 縣政府衛生局

2.1.2　WABEMS 中層雲端架構下層--- 全 C 縣 26 處衛生所

本案例之 WABEMS 中層雲端架構下層，主要功能為於*全 C 縣 26 處衛生所*進行電力及空調系統監控管理之各項運轉資料收集。

亦即於全 C 縣每一處衛生所，皆設置 1 台智慧監控主機、1 只數位電表、數個多功能空氣品質傳訊器、及數個空調控制器。經由裝設在上述*全 C 縣 26 處衛生所*所需之控制器、傳訊器、電表資料連結後，經通訊網路連結至*全 C 縣 26 處衛生所*本身能源管理系統進行控制及資料處理，由監控電腦瀏覽圖控監測畫面及數據等各項設備運轉狀況及需量卸載功能、以減少需量超約及節約能源，如下圖 2-10 與圖 2-11 所示。

除供可全 C 縣 26 處衛生所自己本身獨立控制與監視外，且可將透過內部區域網路，連線至某 C 縣政府衛生局網頁服務器，並上傳至雲端伺服器能源管理系統。

圖 2-10　某 C 縣政府衛生局所轄某 T 鄉衛生所能源監控平面圖

圖 2-11　某 C 縣政府衛生局所轄某 P 鎮衛生所能源監控平面圖

上述將其全 C 縣 26 處衛生所之總用電、空氣品質各項數值、及冷氣控制器控制功能，透過雲端伺服器做用電量管控、空氣品質監測及冷氣監控之用途，以達到全 C 縣 26 處鄉鎮市衛生所節約能源與需量反應之目的。

本案例之 WABEMS 中層雲端下層架構上傳至雲端伺服器，分成 2 個部分。亦即每一雲端伺服器管理 C 縣 13 處衛生所。全 C 縣共 26 處衛生所，需 2 台雲端伺服器來管理。其系統示意圖，分別如下圖 2-12 與圖 2-13 所示。

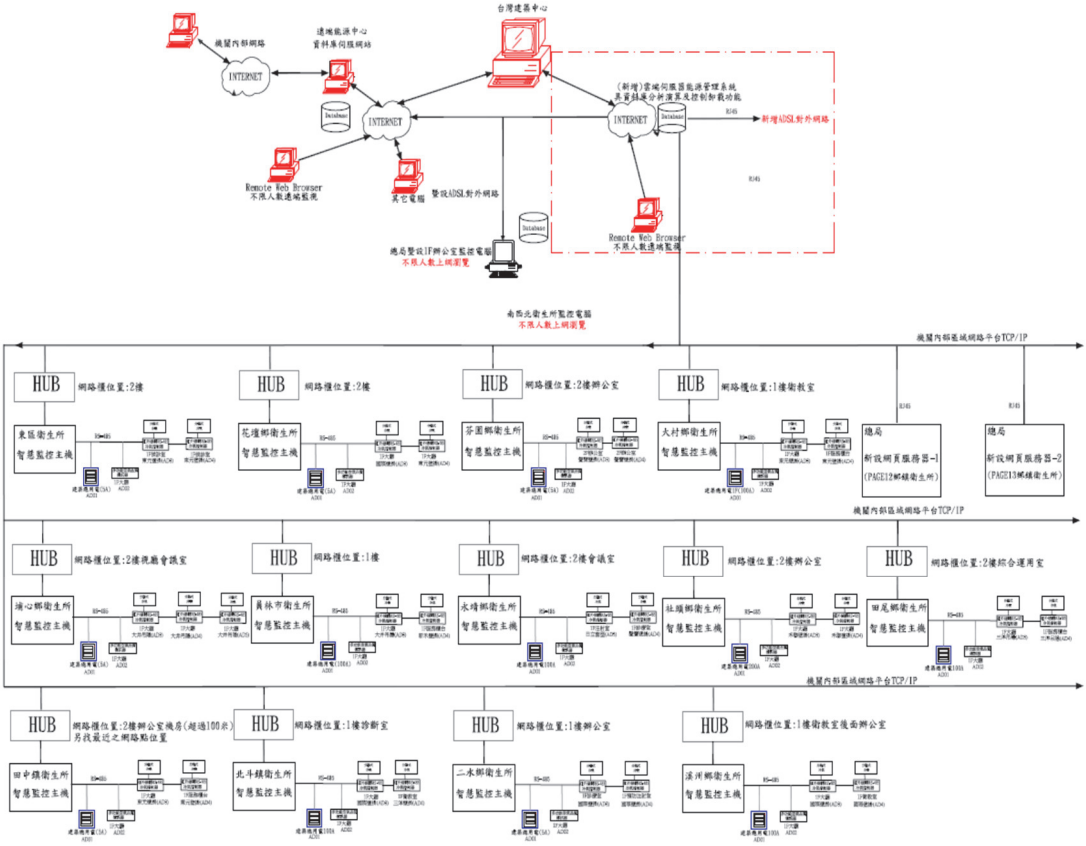


圖 2-12　WABEMS 中層雲端架構下層--- 全 C 縣 26 處衛生所第 1 部分

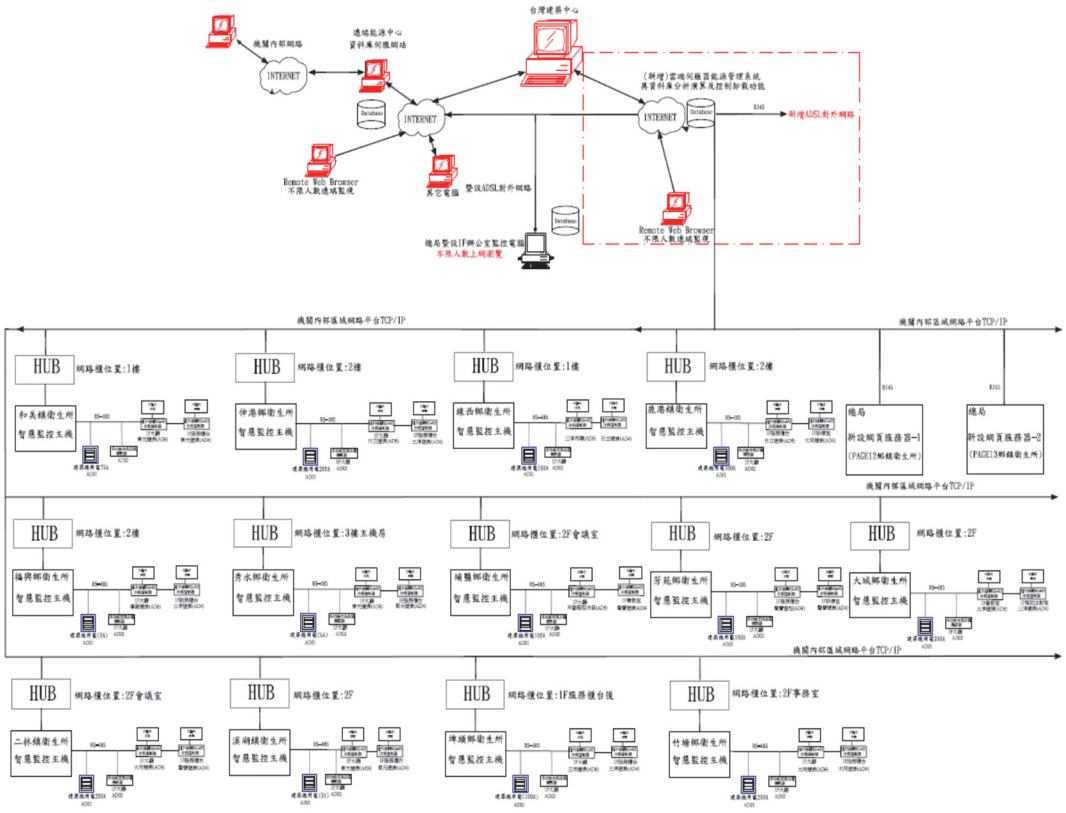


圖 2-13　WABEMS 中層雲端架構下層--- 全 C 縣 26 處衛生所第 2 部分

第二節　WABEMS 中層雲端架構需量反應案例分析

本項工作選定目前某 C 縣政府衛生局及全縣 26 所衛生所，進行 WABEMS 中層雲端架構需量反應案例分析。

本案例主要聯結某 C 縣政府衛生局及全縣 26 所衛生所，其冷氣空調系統用電及空氣品質納入本局管理。WABEMS 中層雲端架構以寬頻或乙太網路為基礎，其主要目的是為集中管理衛生局冷氣空調系統及全縣 26 所鄉鎮市衛生所能源管理系統，透過對內及對外通訊網路，系統整合後至 WABEMS 中層雲端能源管理系統。

其 WABEMS 中層雲端能源管理系統，可管理本局及全縣處衛生所用電、空氣品質監測、與冷氣空調控制功能，其電力需量控制程式及軟體功能，可經由連結上傳至 WABEMS 中層雲端能源管理系統，作為本局及全縣 26 所衛生所用電負載監測及空氣品質監測及需量冷氣空調卸載控制，如下圖 2-14 所示。

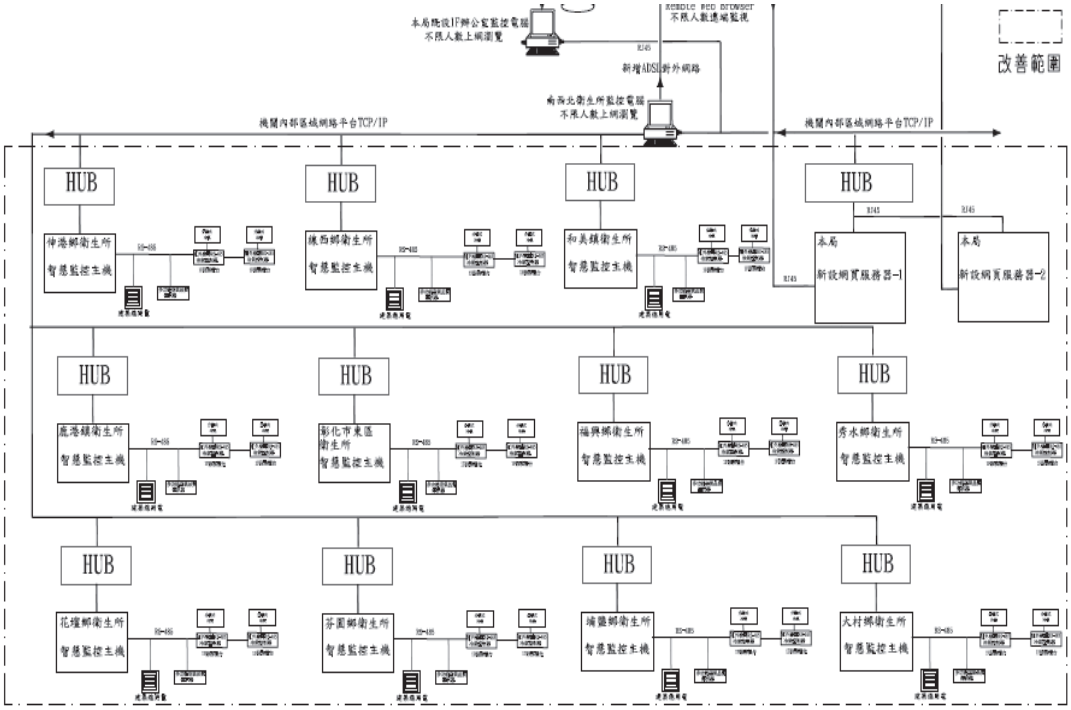


圖 2-14　本案 WABEMS 中層雲端架構以寬頻或乙太網路為基礎

本案例並於某些較大型衛生所入口大廳及門診等候區，增設 1 組全熱交換器及風管風口。第一診療室、兒童健診診療室、及醫生診療室之室內天花板設置輕鋼架 UV 殺菌燈，增設 3 台移動式空氣清淨機（有過濾 PM 2.5 及電漿滅菌等功能）以利各室使用並比較其使用性能等。為兼顧節能需量反應與環保為多贏之策略，如下圖 2-15 所示。

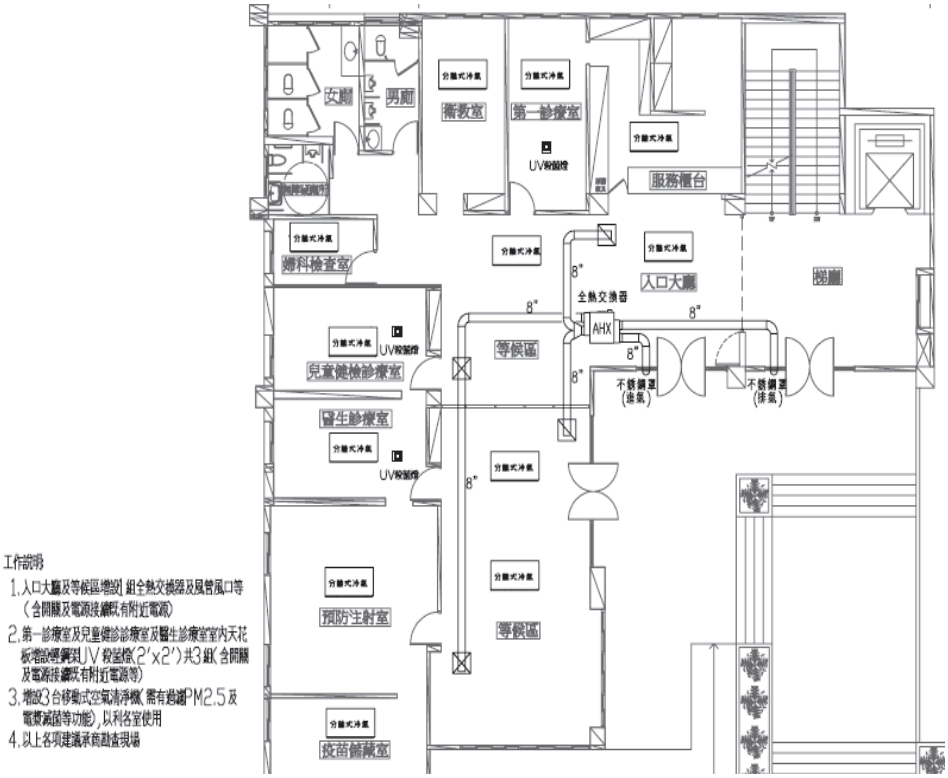


圖 2-15　WABEMS 中層雲端架構需量反應案例之設備位置圖

本計畫 WABEMS 中層雲端架構實際之雲端智慧需量卸載測試，如下說明。首先圖 2-16 與圖 2-17 分別為 C 縣所轄 26 處衛生所需量卸載前智慧需量控制圖控畫面與數值，由圖中可知相關卸載前之數據。

其次，本 WABEMS 中層雲端架構以亦透過用電地理平面圖，瞭解全 C 縣所轄 26 處衛生所之總用電情形，如圖 2-18 所示。

圖 2-16　某 C 縣所轄 26 處衛生所需量卸載前智慧需量控制圖控畫面

編號	顯示的文字	種類	點數 位址	符號名稱	值	modifyTime	歷史資料
237	用電比例%	AI	237	scale21	3.39266	2020:11:05 08:40:00	history
238	用電比例%	AI	238	scale22	4.63938	2020:11:05 08:40:00	history
239	用電比例%	AI	239	scale23	6.30840	2020:11:05 08:40:00	history
240	用電比例%	AI	240	scale24	4.80651	2020:11:05 08:40:00	history
241	用電比例%	AI	241	scale25	0.89014	2020:11:05 08:40:00	history
242	用電比例%	AI	242	scale26	2.23412	2020:11:05 08:40:00	history
243	用電比例%	AI	243	scale27	1.40485	2020:11:05 08:40:00	history
244	用電比例%	AI	244	scale28	1.79579	2020:11:05 08:40:00	history
245	參考基準點數值2	AI	245	referenceP2	217.98494	2020:11:05 08:40:00	history
246	參考基準點時間(分)	AI	246	lastMin	30.00000	2020:11:05 08:31:00	history
247	參考基準點時間(時)	AI	247	lastHr	8.00000	2020:11:05 08:31:00	history
248	暫存變數4	AI	248	tempval4	50.00000	2020:11:05 08:40:00	history
249	暫存變數14	AI	249	tempval14	NA	2020:11:04 17:34:51	history
250	暫存變數15	AI	250	tempval15	NA	2020:11:04 17:34:51	history
251		AV	251	tempval12	127.55875	2020:11:05 08:40:00	history
252	暫存變數	AI	252	tempval	45.00000	2020:11:05 08:31:00	history
253	昨天為x年	AI	253	yeartemp	2020.00000	2020:11:05 08:40:00	history
254	昨天為x月	AI	254	monthtemp	11.00000	2020:11:05 08:40:00	history
255	昨天為x號	AI	255	daytemp	4.00000	2020:11:05 08:40:00	history
256	預測需量R	AI	256	kW_DEMAND	221.96508	2020:11:05 08:40:00	history
257	可卸載電力	AI	257	KW_U	-498.03492	2020:11:05 08:40:00	history
258	今日用電累積量	AI	258	nowKWHday	127.55875	2020:11:05 08:40:00	history
259	暫存變數	AI	259	referenceP3	NA	2020:11:04 17:34:51	history
260	暫存變數	AI	260	referenceP4	NA	2020:11:04 17:34:51	history
261	測試用	AV	261	test	500.00000	2020:11:04 17:34:51	history

圖 2-17　某 C 縣所轄 26 處衛生所需量卸載前智慧需量控制數值

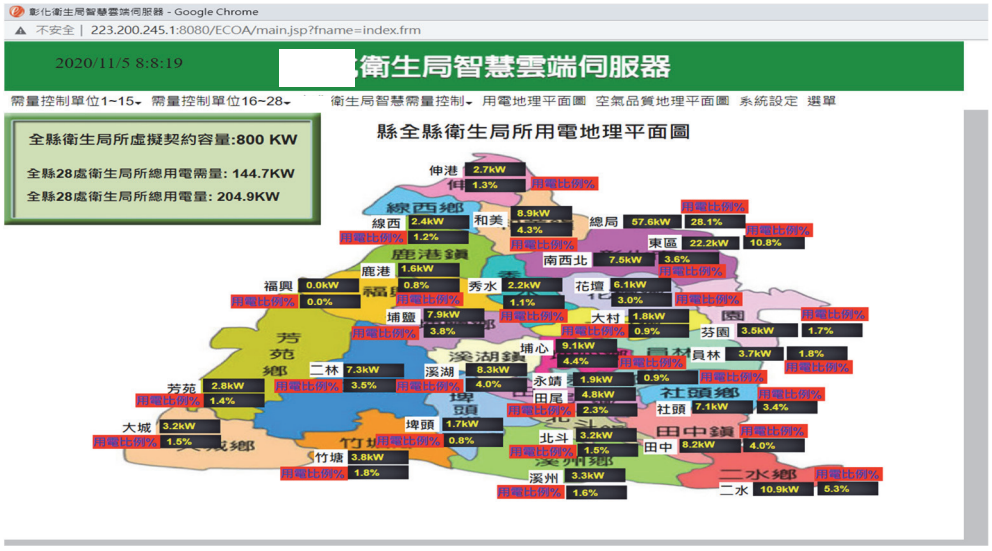


圖 2-18　某 C 縣所轄 26 處衛生所用電地理平面圖

圖 2-19 為 C 縣所轄某處衛生所需量卸載前之用電量，由圖中可知卸載前為 23 kW。而由圖 2-20，可知 C 縣所轄某處衛生所需量卸載前之空調系統為冷氣模式。

圖 2-19　某 C 縣所轄某衛生所開啟二台空調時之耗電量為 23 kW

圖 2-20　某 C 縣所轄某處衛生所需量卸載前之空調系統為冷氣模式

圖 2-21 為 C 縣所轄某處衛生所進行智慧卸載之設定畫面，由圖中可知將於 08:30 卸載至 08:45。而圖 2-22 為 C 縣所轄某處衛生所進行智慧卸載時之控制列表，空調模式自動跳至送風。最後，圖 2-23 為顯示卸載二台空調後之耗電量為 16.5 kW。故本計畫 WABEMS 中層雲端架構實際之雲端智慧需量卸載測試極為成果！

圖 2-21　某 C 縣所轄某處衛生所進行智慧卸載之設定畫面

圖 2-22　某 C 縣所轄某處衛生所進行智慧卸載時之控制列表，空調模式自動跳至送風

圖 2-23　某 C 縣所轄某衛生所卸載二台空調後之耗電量為 16.5 kW

第三章　儲冰式空調系統作為電力需量反應策略之建立與應用案例分析

第一節　儲冰式空調系統簡介

儲冰式空調系統，利用夜間之離峰電力，將隔日白天所須之冷房能力儲存起來，白天以融冰泵釋放出冷房能力，來削減白天尖峰之電力需求，進行有效之電力需求面管理計畫 DSM。亦符合目前台電公司實施中的需量反應負載管理措施其中之一「儲冷式空調系統離峰用電措施」。

儲冰空調系統，亦簡稱「熱能儲存」系統（Thermal Energy Storage System，或 TES 系統）。其系統運作原理如下圖 3-1 所示，於夜間時使用便宜的離峰電費驅動空調主機，將冰或冰水儲存於儲冰槽中，等待白天高負載時再將冰水取出供應室內空調。

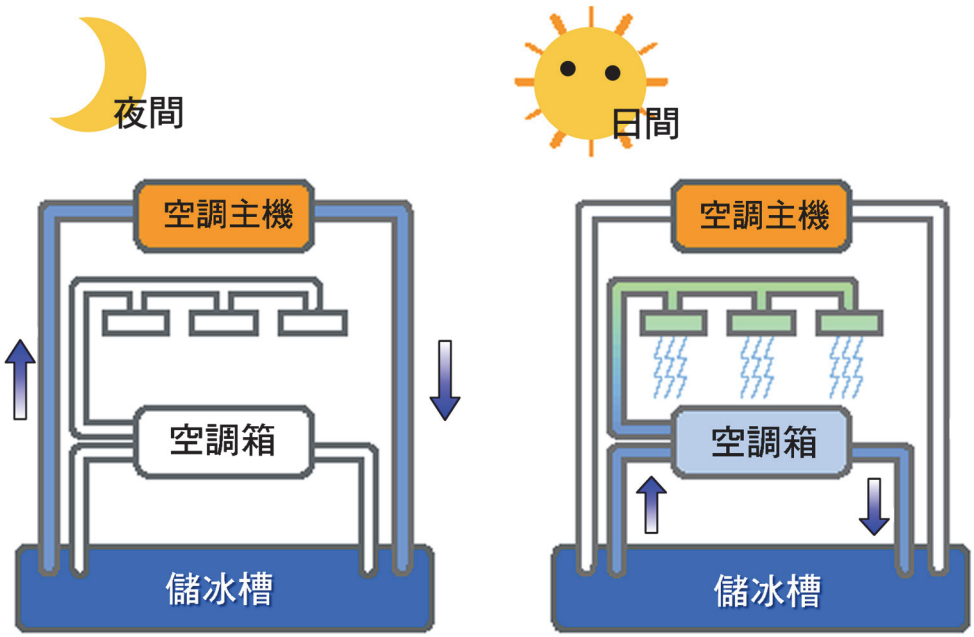


圖 3-1　儲冰空調系統之運作原理

儲冰空調系統的運轉模式，分成白天與夜間模式。於白天為融冰模式，滷水（由 25 % 乙烯乙二醇與 75 % 的水組成，可降低水的凝固點）不經由主機，直接到達儲冰桶將儲存的冰融解，再將融解的冰水傳送到空調系統，讓我們夏天在室內能感覺到涼爽；於夜間為製冰模式，滷水則不經過負載，改經過冰水主機到達儲冰桶進行儲冰，直到白天再切換為融冰模式進行融冰，其流程圖下圖 3-2 所示。

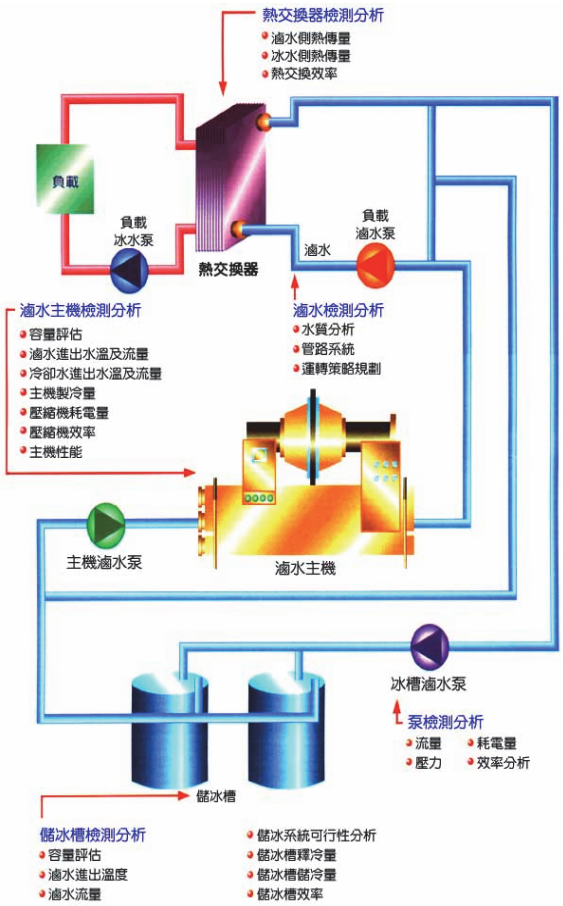


圖 3-2　儲冰空調系統之運轉模式

換言之，就是利用空調主機製冷，而將多餘的冷凍能力儲存起來。那麼，在尖峰時段釋放出來的一種可大量節省運轉電費的空調系統。換句話說，如果利用冷凍主機每天二十四小時連續運轉，而將多餘的冷凍能力使水結冰，儲存起來。那麼，在白天上班時，只要將這些前晚結的冰融化，作為空調系統的冰水使用，不就可以不必耗電於白天啟動冷凍主機了嗎？這就是儲冰系統最原始的「負荷平移」（Load Shifting）

觀念。簡單講，白天的電價(尖峰)較貴，可利用夜間較便宜的電價(離峰)來製冰。這是可以想像得出來的一種有利條件，儲能之物質可以是各種會產生「相變化」的化學物質，但以「冰」最為簡便。

再舉個例子，譬如教堂，每個星期只使用一次，亦即星期天早晨四個小時。假設這個教堂可容納 100 個人作禮拜，而此時之空調系統負荷為四十冷凍噸。那麼，傳統之空調主機顯然須設計 40 噸以上方始足夠。結果，除了星期天早上以外，這套設備幾乎都是閒置，或在很低負載下運轉，效率很低。總共所需的製冷能力為 160「噸小時」。反之，以儲冰（儲冷）式空調系統設計的話，則可利用漫長的一個星期，共 168 小時來製冰儲存，即使的保守估計，扣除融冰使用的 4 小時不製冰，也有接近 160 小時左右的時間來運轉製冰。那麼所需要設置的冷凍主機便只需要 1 冷凍噸（1 RT）的容量即可！因為，一冷凍噸主機運轉 160 個小時，所產生的製冷能力就是 160「噸小時」。剛好足夠供應需要 40 噸冷氣的教堂使用 4 小時。

由 40 噸冷氣可縮減為 1 噸冷氣主機，是何等誘人的結果?這就是「儲冰空調系統」的另一重要特性：「負荷攤平」（Load Leveling）。上述的「負荷平移」及「負荷攤平」效應，如下圖 3-3 所示，是儲冰空調系統很大的貢獻，用電戶多多利用夜間較便宜的離峰電力，其「負荷平移」的效應便可使得台電的電力負載管理更有效率。

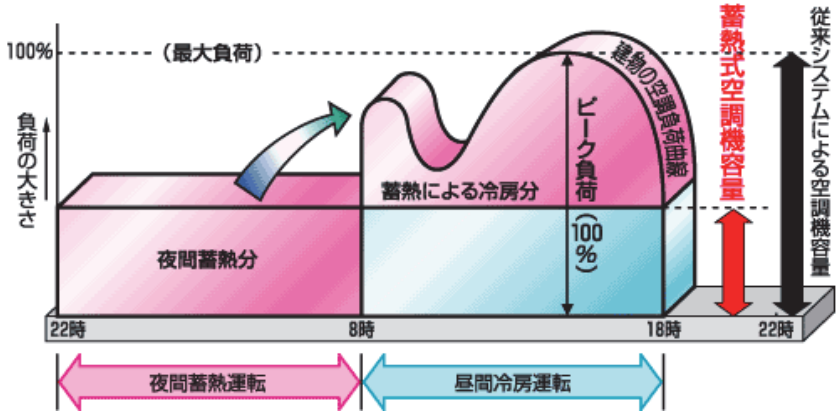


圖 3-3　儲冰空調系統之「負荷平移」及「負荷攤平」效應

另外，儲冰式空調系統設計，可分為兩大設計方向。第一種設計，為全量儲冰式設計（Full Thermal Energy Storage systems），詳見圖 3-4。

亦即於夜間儲冰後，於白天融冰，將冷房能力全部釋放出來，大型空調主機於白天完全運轉。直接全部冷房能力由夜間儲存，白天融冰提供。這種設計的優點，在於白天尖峰時段運轉之耗電量，一般只有冰水主機泵、小融冰泵、區域冰水泵、以及相關冷卻水塔等等小的動力系統運轉，耗電量相對極小。因此對於電力尖峰之制轉移可說是極大化，效果極為顯著。

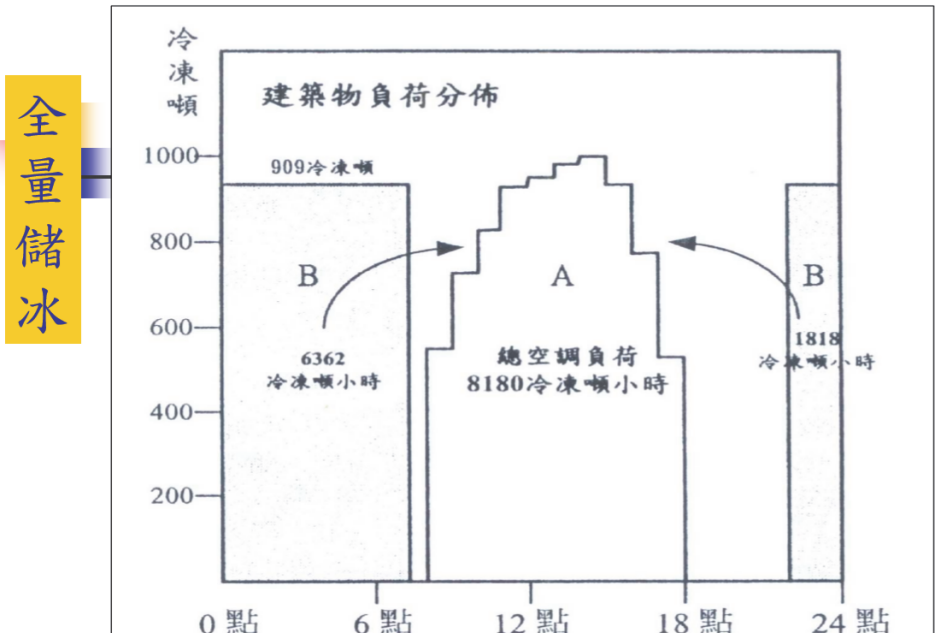


圖 3-4　儲冰式空調系統設計之全量儲冰式設計

這個特色，若進一步應用在要進行電力需量反應之時，做為迴避尖峰電力之手段之一，將會是一強有力而具顯著效果之運轉策略。本年度計畫，將選取適當之 Beeup 案例來加以執行，並進行全尺度實驗印證以具體評估其效益。

第二種設計，為分量儲冰設計（Partial Thermal Energy Storage Systems），詳見圖 3-5 所示。

顧名思義，於夜間儲冰，儲存一部分冷房冷力。而另一部分冷房能力，必須要於白天運轉一般空調主機來補足。也因此，白天只有部分融冰，來提供部份之冷房能力。

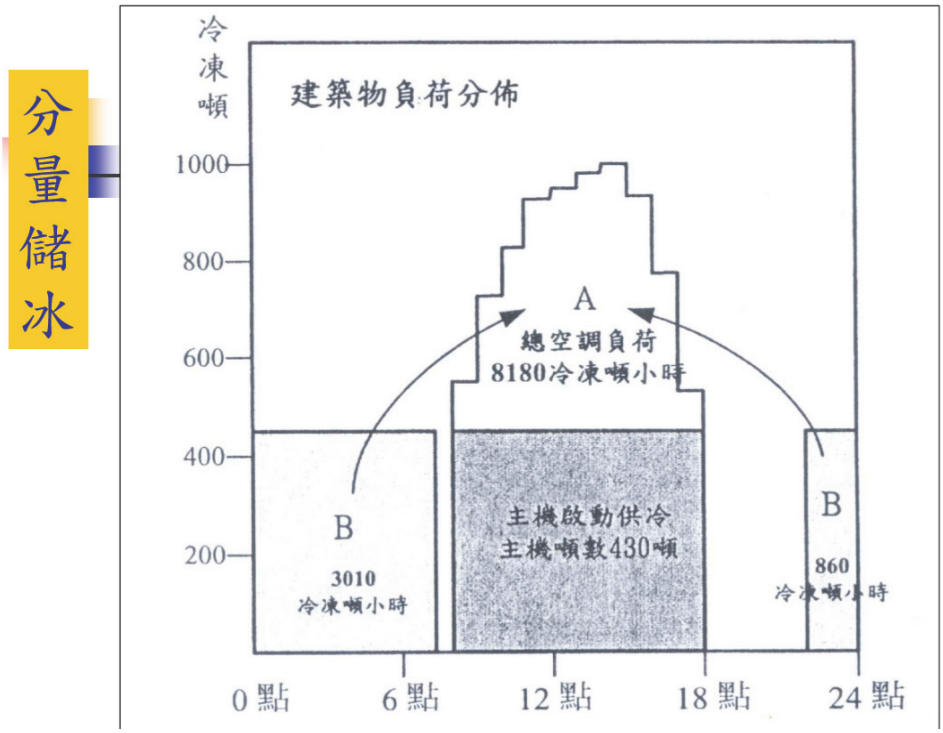


圖 3-5　儲冰式空調系統設計之分量儲冰設計

這種系統的優點是，其儲冰量不必如全量儲冰系統那麼具大。而且，冰水主機之噸位也相對較小。整體建築物之電力需量降低，一般降至約原來傳統空調之 50％～60％左右。設備費用可以節約。另一方面，由於白天的冷房能力是由部分融冰以及部分運轉空調主機而來，相互支援。因此，其融冰之策之策略就極為重要。

以前，許多分量儲冰系統，於營業前一天晚上次儲存的冰，過早的於次一日開始營業階段就融冰釋放完畢，結果只好於接近中午時段，又起動大量的冰水主機群來提供冷房能力。許多營運單位，也因此超約受罰。此種情況下，於融冰泵加裝變頻器 VSD，並進行智慧化之融冰控制，是極為必要的。這些工作內容，將於本項目中進行全尺度實驗來加以印證。

第二節　儲冰式空調系統需量反應案例之廠測與施工

本工作項目選定今年 BEEUP 南團隊受補助單位中，有裝置儲冰式空調系統之國立 PGH 學校改善案。首先，於為預備裝置於受補助單位之儲冰式空調主機進行廠測，以確認日後運轉時可有效執行電力需量反應策略。

首先，進行廠測前先確認冰水主機系統各項諸元，如圖 3-6 所示。其次，再比對進行廠測時之冰水主機系統測試條件，如圖 3-7 所示。而圖 3-8 顯示，進行廠測之冰水主機系統已經裝上 WABEMS 控制器，日後運轉時可有效執行電力需量反應策略。

圖 3-6　進行廠測前先確認冰水主機系統各項諸元

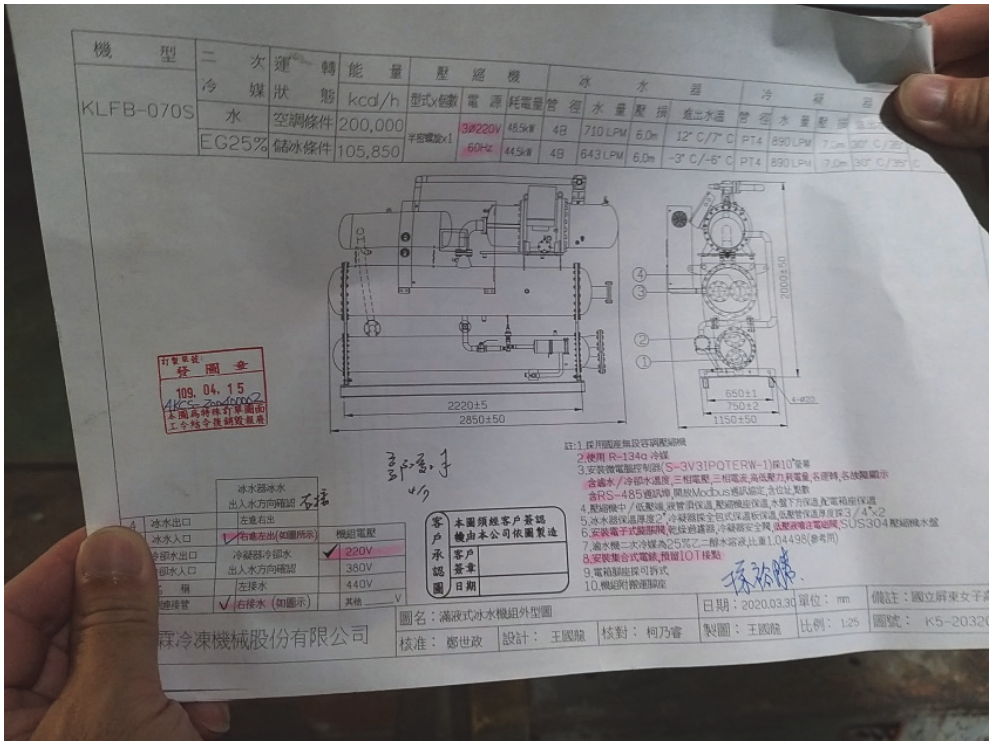


圖 3-7　進行廠測時之冰水主機系統測試條件

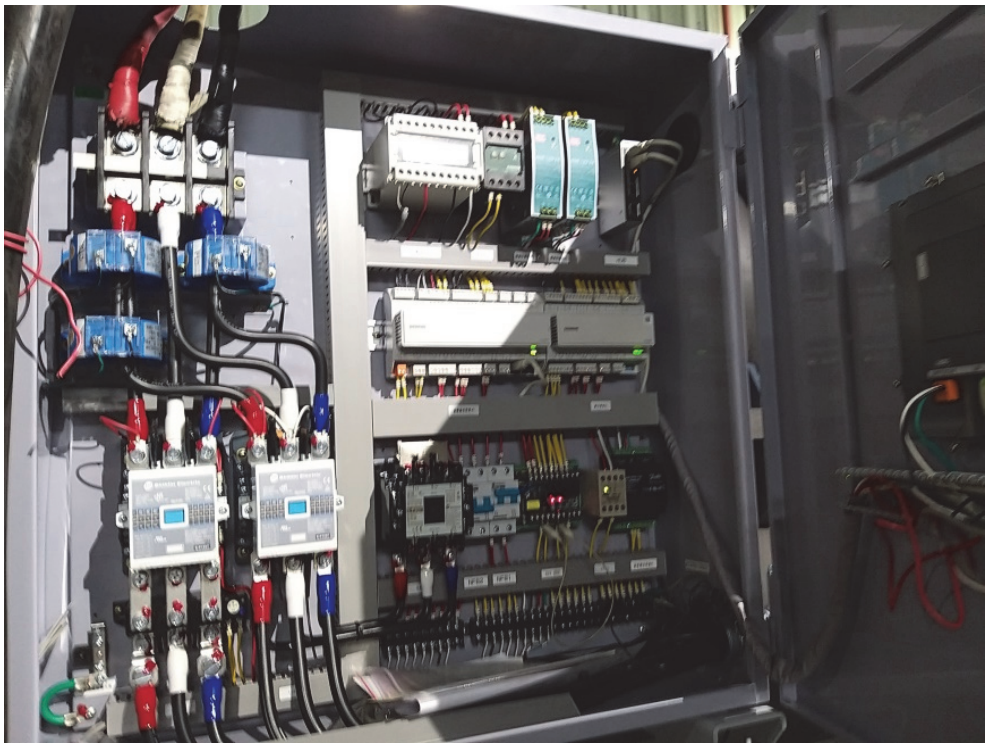


圖 3-8　進行廠測之冰水主機系統已經裝上 WABEMS 控制器

上述為進行廠測前之準備與核對工作。圖 3-9 則為冰水主機進行廠測之情形，而圖 3-10 為冰水主機進行廠測之結果。其廠測結果顯示，此冰水主機日後運轉時可有效執行電力需量反應策略。

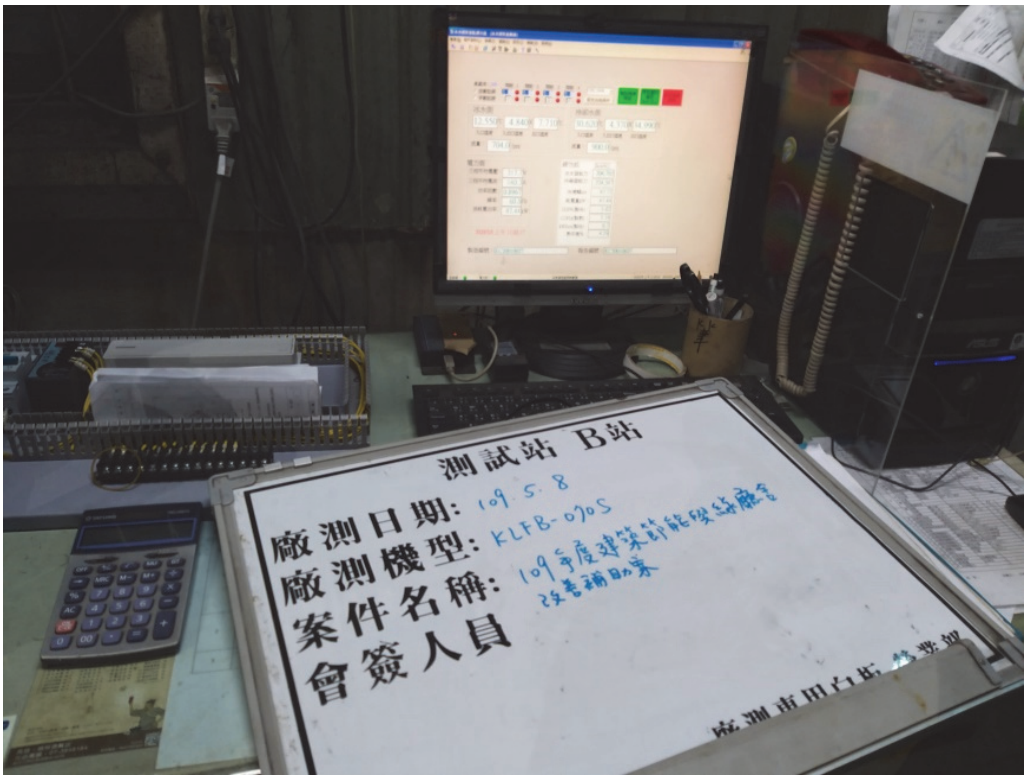


圖 3-9　冰水主機進行廠測之情形

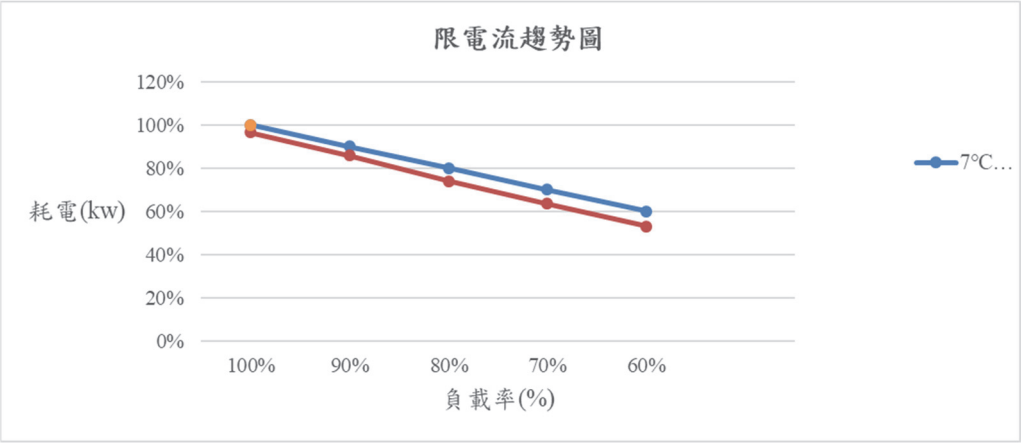


圖 3-10　冰水主機進行廠測之結果

以下為本團隊於儲冰式空調系統現場施工組裝，以及完工之照片。

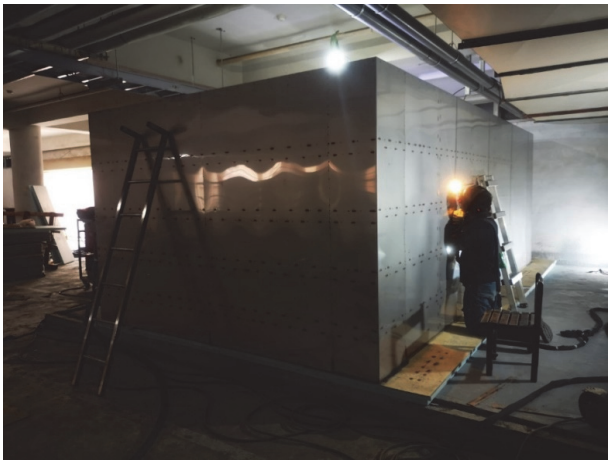


圖 3-11　國立 PGH 學校儲冰槽外部立板施工之情形

（非本計畫內執行成果，僅提供參考需完成計畫之前置作業）

圖 3-12　國立 PGH 學校儲冰槽內部施工之情形

（非本計畫內執行成果，僅提供參考需完成計畫之前置作業）

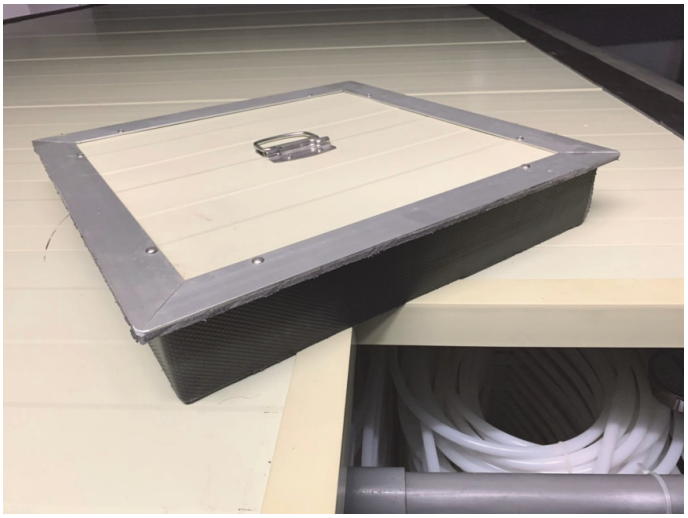


圖 3-13　國立 PGH 學校儲冰槽完工之情形

（非本計畫內執行成果，僅提供參考需完成計畫之前置作業）

圖 3-14　國立 PGH 學校儲冰空調系統完工之情形

（非本計畫內執行成果，僅提供參考需完成計畫之前置作業）

第三節　儲冰式空調系統需量反應案例之實測分析

國立 PGH 學校儲冰空調系統完工後，進行實際的儲冰與溶冰的趨勢圖分析，以確認日後可進行儲冰式空調系統需量反應。

圖 3-15 為國立 PGH 學校儲冰空調系統溶冰趨勢圖分析，可確認本套儲冰式空調系統可使用至少 4 小時以上，且空調系統用電約 30 kW 左右。而圖 3-16 為國立 PGH 學校儲冰空調系統儲冰趨勢圖分析，空調系統用電約 60 kW 左右。

最後，由圖 3-17 國立 PGH 學校儲冰空調系統溶冰與儲冰連續使用趨勢圖分析得知，可確認日後本套系統可進行儲冰式空調系統需量反應。

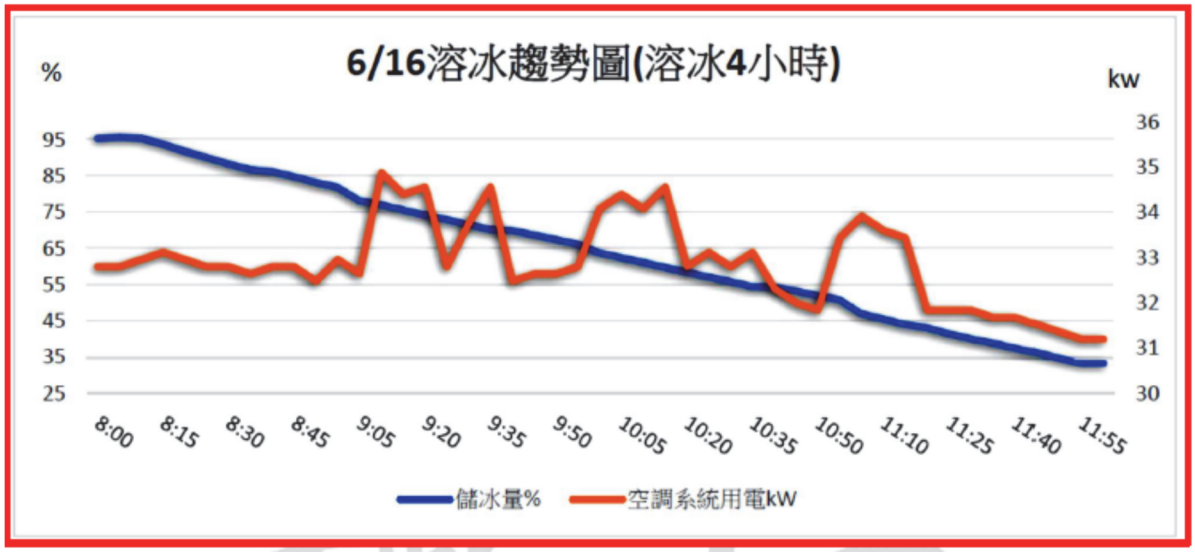


圖 3-15　國立 PGH 學校儲冰空調系統溶冰趨勢圖分析

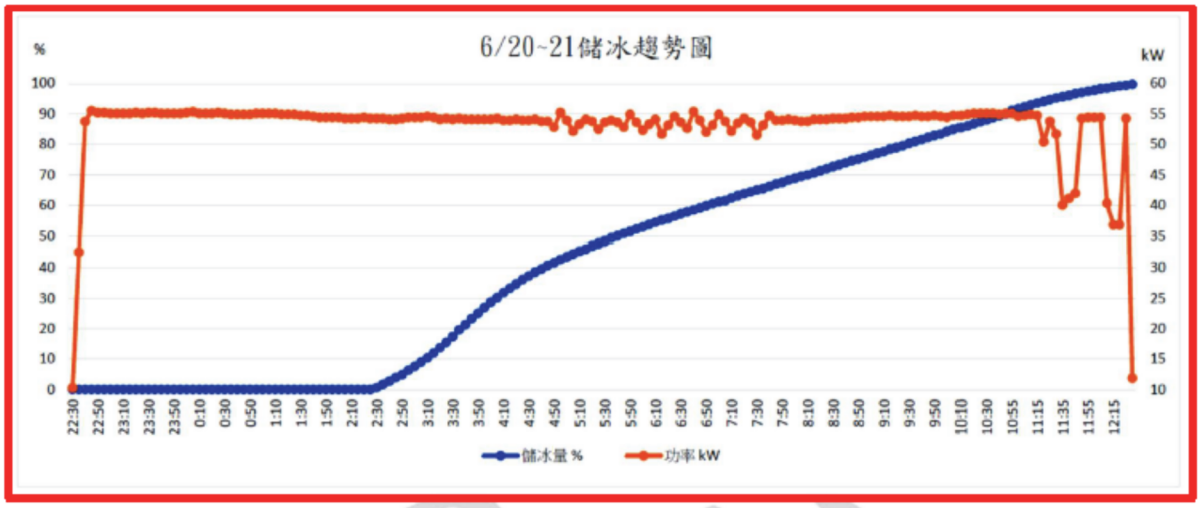


圖 3-16　國立 PGH 學校儲冰空調系統儲冰趨勢圖分析

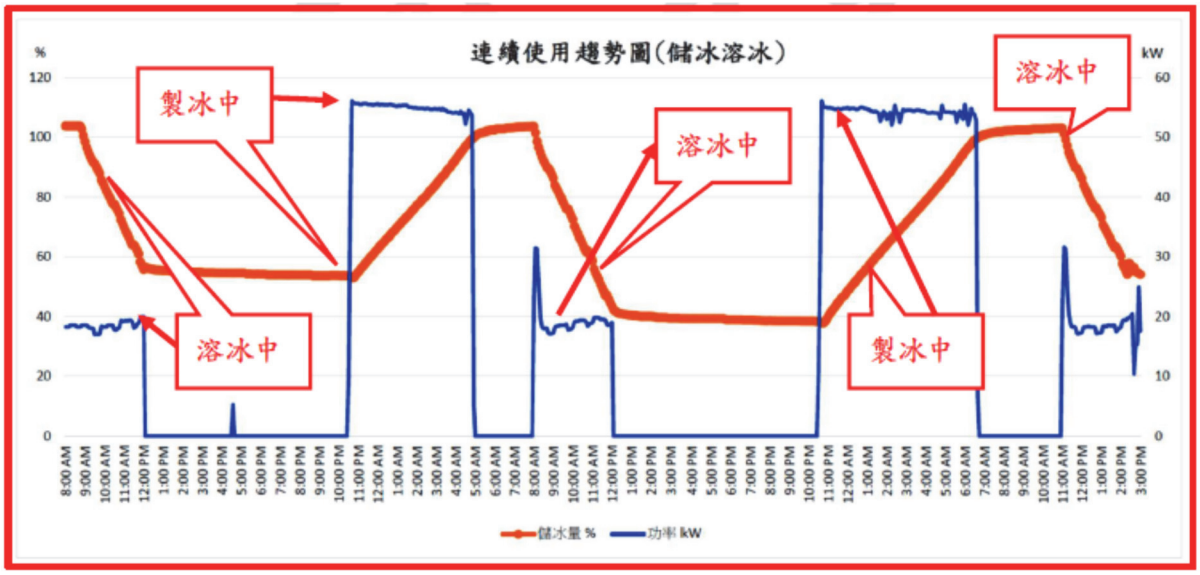


圖 3-17　國立 PGH 學校儲冰空調系統溶冰與儲冰連續使用趨勢圖分析

第四章　大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程標準作業程序 SOP 之建立與全尺度實驗印證

第一節　卸載智慧化改善工程標準作業程序 SOP

有關本案大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之標準作業程序 SOP，可分為三個方向來進行，亦即冰水主機側硬體之改善、冰水主機側軟體之修改、與 BEMS 界面之修改與升級。

1. 冰水主機側硬體之改善

首先，於冰水主機側硬體之改善方面，需加裝電流轉換器（Current Transducer, CT）。其為偵測導線內電流的裝置，並且產生和電流成比例的信號。產生的信號可以是類比的電壓或是電流信號，也可以是數位信號。產生的信號可以接到儀表（例如電流表）顯示，亦可以儲存在資料拮取系統中，作進一步的分析，也可以用在控制上。亦即日後運轉時，可執行「限制運轉電流」之電力需量反應策略。

配合上述加裝硬體之電流轉換器，螺旋式一定頻一變頻主機需加裝控制閥（Control Valves），以使冷媒流量符合「限制運轉電流」之數值。其原理為將控制閥安裝至原本的冰水主機上，以便能透過不同位置控制閥之啟動，控制冷媒的流量。

2. 冰水主機側軟體之修改

於冰水主機側軟體之改善方面，先進行主機軟體之修改，亦即主機側控制邏輯之修改，請見下圖 4-1 所示。

圖 4-1　冰水主機側控制邏輯之修改

其次為主機通訊界面之修改，主要是與 ABRIDR 雲端大平台聯網側之軟體增設與修改，如圖 4-2 所示。並新增 IoT 物聯網直接控制之設備，示如圖 4-3。

圖 4-2　大型冰水主機與 ABRIDR 雲端大平台聯網側之軟體修改

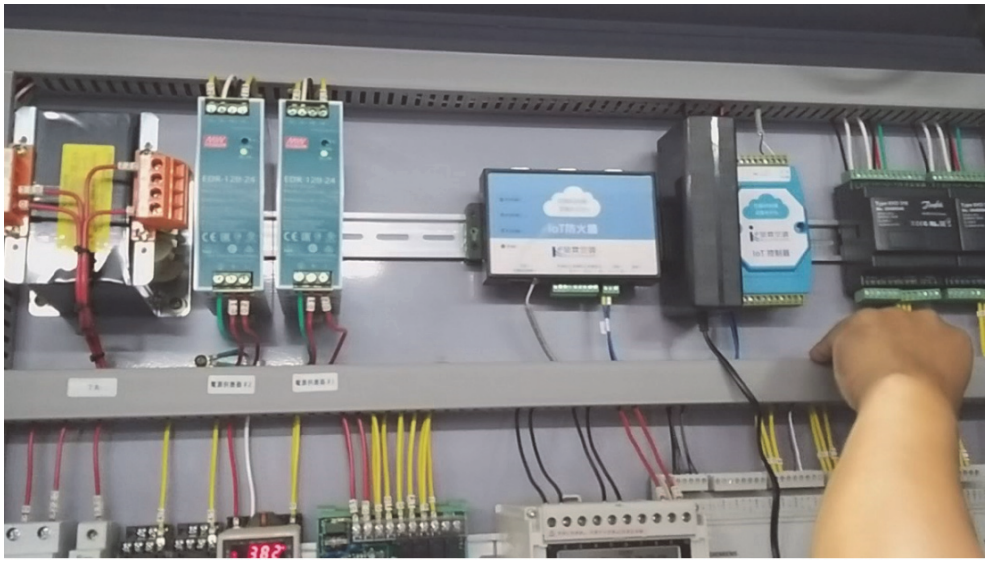


圖 4-3　大型中央空調主機 IoT 物聯網直接控制設備之新增

3. BEMS 界面之修改與升級

傳統的中央空調主機系統，大抵皆配備冰水出水溫度調變（CWST）及冰水回水溫度（CWRT）調變控制之運轉模式。然而，本計畫由於必須將這些大型主機系統加以整合，並於 ABRIDR 擴大實施四大節能策略之聯合運轉及需量卸載，因此其 BEMS 界面之修改與升級，加以擴編寫入四大節能策略。此四大節能策略分別為：

A. 週期性空調運轉策略 Duty Cycling

藉由週期性 22 分鐘 +8 分鐘，或 25 分鐘 +5 分鐘等等不同時段之空調模式與送風模式相互切換，以達到節約能源與電力需量管制是之雙重目的。

B. 時程控制運轉策略 Time Scheduling

藉由設定不同運轉時程，並參考外氣溫度為參考，進行預測運轉模式之排程，以達到節約能源運轉模式之目的。

C. 電力需量反應策略 Demand Response

藉由建立尖峰時段，設定空調冰水溫度調升，或冰水回水溫度調整升，或限制運轉電流等策略，來進行大型主機之卸載，以達電力需量管制之目的。

D. 溫度調整運轉策略 Temperature Setback

藉由不同運轉時段，智慧型調升室內空調室內設定溫度，以達到節能源與電力需量管制之目標。

故有關本案大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之標準作業程序 SOP 與預估之所需經費，可條列如下：

1.冰水主機側硬體之修改，Current Transducer CT 控制器及控制回路之新建置，以加入可限制運轉電流模式，26,000 NTD。

2. 螺旋式一定頻一變頻主機 Control Valves 之階段控制增設，76,000 NTD。

3. 冰水主機 IOT 物聯網化，60,000 NTD。

4. 冰水主機控制軟體之修改，20,000 NTD。

5. 冰水主機通訊界面之修改，20,000 NTD。

6. 冰水主機與 BEMS 界面之修改與升級，92,000 NTD。

7. 冰水主機與 ABRIDR 雲端平台界面之修改與升級，92,000 NTD。

8. 冰水主機整體系統試車 30,000 NTD。

總計 416,000 NTD for 350 RT 國產冰水主機，以 KL 為例。

第二節　實際改善施工案例分析

有關大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之實際改善施工案例，將選取長期而成功的運轉案例--- 國軍 G 醫院。G 醫院於 2015 年接受 Beeup 建築節能與綠廳舍改善補助計畫，將舊有耗能冰水主機，更換為節能高效率冰水主機；同時設置 BEMS 建築能源管理系統，以使有效監控與管理。

由於 G 醫院當初之 BEMS 建築能源管理系統中，只能進行提高冰水供應溫度、與提高回水溫度之節能措施。今若將進行「限制運轉電流」之電力需量反應集中卸載測試的話，必須透過硬體與軟體兩方面之修改與精進，才能達到目的。

首先，進行硬體方面之修改與精進。將現場冰水主機之機械部分進行修改，亦即先將其冷媒回收與高低壓調整，如圖 4-4 所示。

圖 4-4　G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進--- 冷媒回收與高低壓調整

其次，將 SV 閥安裝至原本的冰水主機上，以便能透過不同位置 SV 閥之啟動，控制冷媒的流量。此冰水主機修改後，具備四段式容調系統。其由一個容調滑塊、三個

NC 電磁閥與一組容調活塞組成，可調節的範圍有 25％、50％、75％、100％。其原理系利用活塞帶動容調滑塊，當負載需求降低時，容調滑塊移動將部份冷媒傍通回吸氣端，使冷媒排氣量減少以達到降低負載之功能。其 SV 閥安裝完成的情形，如圖 4-5 與圖 4-6 所示。

圖 4-5　G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進--- SV 閥安裝完成的情形(1)

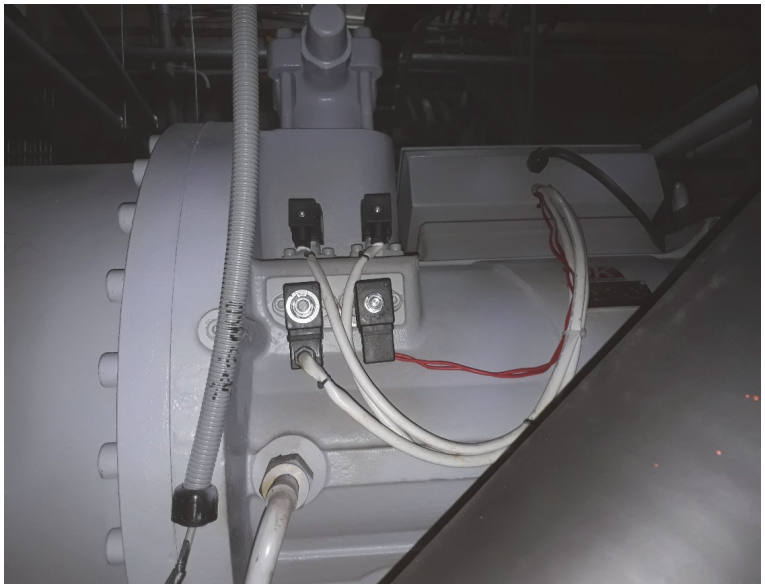


圖 4-6　G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進--- SV 閥安裝完成的情形(2)

於冰水主機 SV 閥安裝完成後，緊接著將進行現場電機線路修改。此項工作亦即將冰水主機之控制線路，拉入新安裝之 SV 閥。如此，之後可由冰水主機面板之進端操作，或是 BEMS 建築能源管理系統之遠端操作，以進行「限制運轉電流」之電力需量反應集中卸載測試。

G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進，有關冰水主機現場電機線路修改情形，如圖 4-7 與圖 4-8 所示。

上述為 G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進。全部完成後，接著進行軟體方面之修改與精進，其主要內容為冰水主機之控制軟體修改。

亦即，讓 G 醫院冰水主機具備可由冰水主機面板之進端操作，或是 BEMS 建築能源管理系統之遠端操作，以進行「限制運轉電流」之電力需量反應集中卸載測試。G 醫院冰水主機控制軟體修改情形，如圖 4-9 與圖 4-10 所示。

圖 4-7　G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進--- 現場電機線路修改(1)

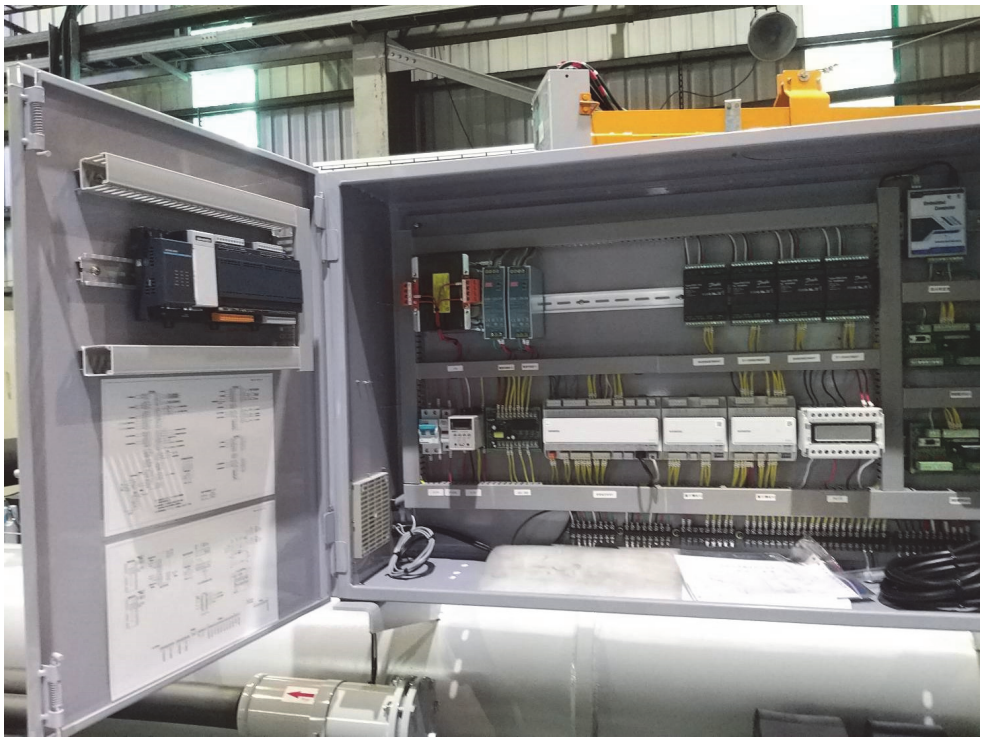


圖 4-8　G 醫院冰水主機硬體方面之修改與精進--- 現場電機線路修改(2)

圖 4-9　G 醫院冰水主機軟體方面之修改與精進--- 主機控制軟體修改(1)

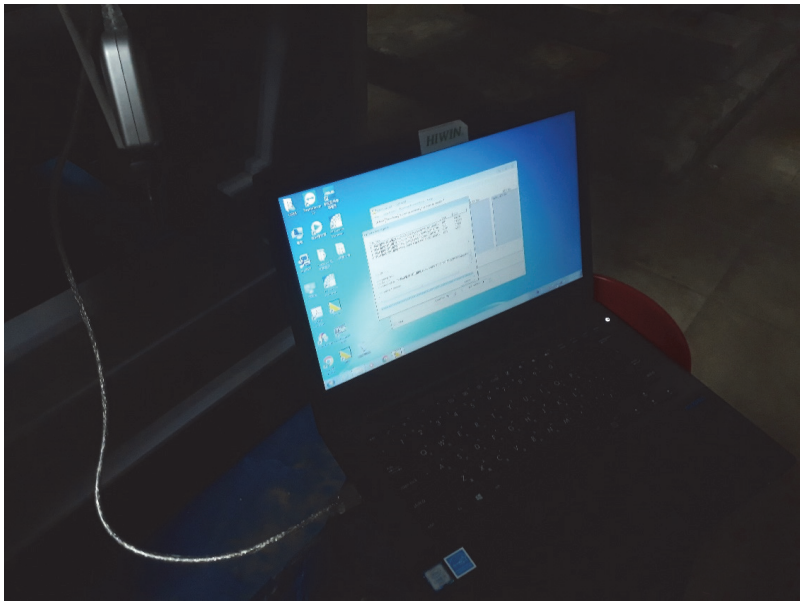


圖 4-10　G 醫院冰水主機軟體方面之修改與精進--- 主機控制軟體修改(2)

最後，G 醫院冰水主機硬體與軟體方面之修改與精進，所有項目皆完成後，將進行整個系統之試俥，以檢視冰水主機是否可正常運轉，並可進行「限制運轉電流」之電力需量反應集中卸載測試。G 醫院冰水主機之試俥情形，如圖 4-11 與圖 4-12 所示。

圖 4-11　G 醫院冰水主機硬體與軟體方面之修改與精進完成後之系統試俥(1)

圖 4-12　G 醫院冰水主機硬體與軟體方面之修改與精進完成後之系統試俥(2)

另外，由於傳統的中央空調主機系統，大抵皆配備冰水出水溫度調變（CWST）及冰水回水溫度（CWRT）調變控制之運轉模式。故 G 醫院 BEMS 系統必須於 ABRIDR 擴大實施四大節能策略之聯合運轉及需量卸載，因此其 BEMS 系統需修改與升級，並加以擴編寫入四大節能策略，如下圖 4-13 與圖 4-14 所示。

圖 4-13　G 醫院 BEMS 系統需修改與升級

圖 4-14　G 醫院 BEMS 系統加以擴編寫入四大節能策略

期待透過本次 G 醫院大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之實際改善施工案例分析，可獲得下列之運轉營運目標：

1. 電力需量管制所可獲得之尖峰電力卸載量（kW）--- 限制運轉電流模式。

2. 於外氣氣象負荷或建築內部負荷減少時,提升空調冰水供應溫度或回水溫度.歸納出節約能源運轉模式節約運轉電費,同步維持可接受之室內熱舒適環境(Indoor Thermal Comfort)---

3. 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 CO2 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)。

4. 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　WABEMS 擴大進行聯合卸載之電力需量反應應用案例與效益分析

第一節　「減少用電措施」需量反應應用案例效益分析

「減少用電措施」簡介

「減少用電措施」係由電業提供電價誘因，在系統高載期間或電力供應發生困難時，引導用戶減少或暫停部分用電，以改善系統負載型態，進而延緩對新設電源之開發或降低可能面臨之限電風險，電業則將所節省之投資相關成本反映在電價上。用戶可衡量本身之作業特性，與電業簽訂減少用電措施契約。

從經濟觀點而言，用戶乃在成本效益評估下選擇有利之方案，而電業也在可接受的範圍內給予電費折扣，除雙方可獲益外，亦可降低停限電所帶來之社會衝擊。

台電公司目前訂有「計畫性減少用電措施」月減 8 日型、日減 6 時型、及日減 2 時型共 3 種，與「臨時性減少用電措施」限電回饋型及緊急通知型共 2 種，合計 5 種。以下就台電公司「計畫性減少用電措施」之月減 8 日型實行方式簡介如下：

1. 可選用對象	經常契約容量 100 瓩以上(特)高壓用戶得申請選用，但選用三段式尖峰時間可變動時間電價用戶不適用。
2. 抑低用電期間	每年 6 月 1 日至 9 月 30 日，每月星期一至星期五(離峰日除外)中選擇 8 日抑低用電(日期由雙方約定)，每一約定日上午 10 時至下午 5 時抑低用電 7 小時。得以月份為單位選用。

<table>
<tr><td>3. 實施目的</td><td>每月選擇 8 日，將尖峰時間之用電移轉至離峰時間使用。</td></tr>
<tr><td>4. 最低抑低契約容量</td><td>依經常契約容量之 25 %計算，但不得低於 50 瓩。</td></tr>
<tr><td>5. 基準用電容量(CBL)</td><td>依每一約定日前 5 日(執行抑低用電日、離峰日、週六、週日等除外)上午 10 時至下午 5 時用電需量(15 分鐘平均)之平均值計算，但超出經常契約容量時，按經常契約容量計算。</td></tr>
<tr><td>6. 實際抑低容量</td><td>基準用電容量－約定日上午 10 時至下午 5 時用電需量平均值，如為負值，按 0 計算。</td></tr>
<tr><td>7. 電費扣減及獲得條件</td><td>1.全月約定日實際抑低容量≧最低抑低契約容量。

2.抑低契約容量之基本電費依執行率按下列標準扣減：

<table>
<tr><td>執行率 x</td><td>x<60%</td><td>60%≦x<80%</td><td>80%≦x<100%</td><td>x≧100%</td></tr>
<tr><td>扣減比率</td><td>0%</td><td>10%</td><td>20%</td><td>30%</td></tr>
</table>

註：執行率 x ＝每月等於或超出最低抑低契約容量之約定日實際抑低容量之平均值/抑低契約容量×100%

3.每月約定日之實際抑低容量未全數達最低抑低契約容量時，上述扣減標準依下列方式調整：

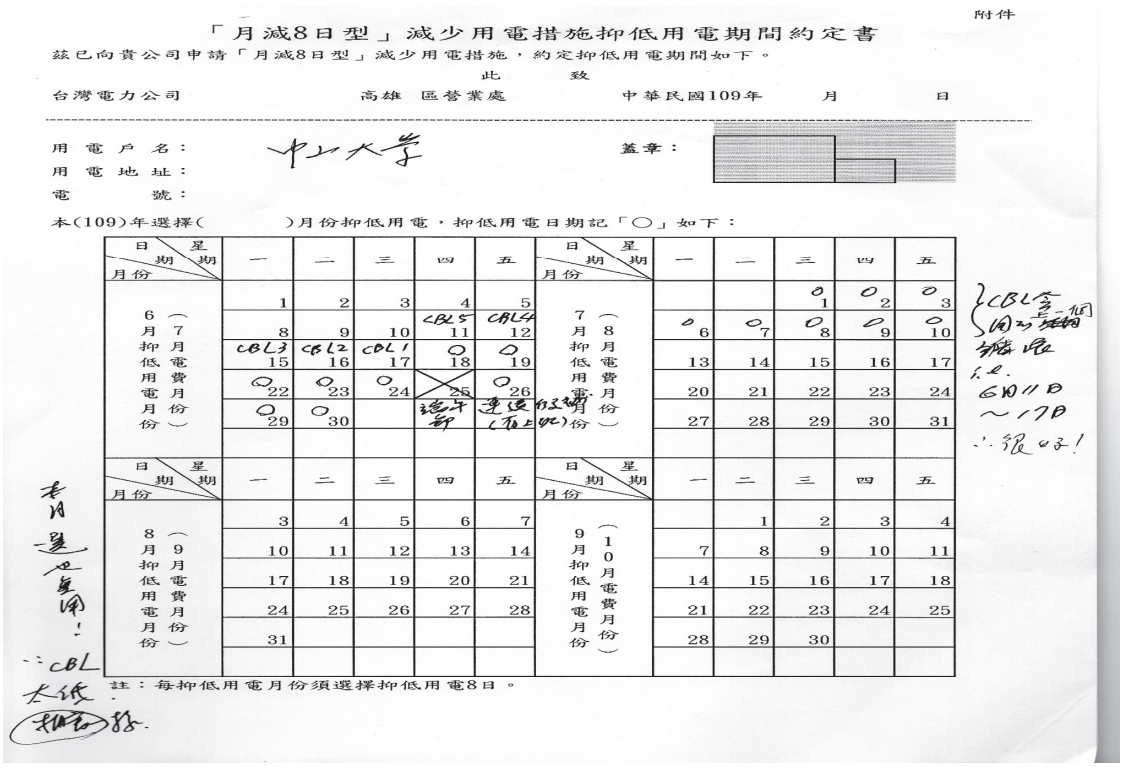
扣減比率×(1－未達最低抑低契約容量之日數/ 8)</td></tr>
</table>

S 大學參與「計畫性減少用電措施」之月減 8 日型成功案例

S 大學為目前實際參與台電電力需量競價平台進行業商業運轉，並且獲得成功的案例。這所大學為南部知名大學，經常契約容量高達 6,000 kw 以上，具備極大之卸載彈性與容量，並配置了良好的太陽能發電設備。因此，不但對於綠能的推動以及節能的發展，相互推進，並獲得良好的成果。

本計畫特別選取這個大學作為標竿案例之一，除了其契約容量夠大，有極大的 DR 卸載空間之外，而且其 BEMS 系統已極為完備。再配合台電的兩個重要的資訊平台，第一為高壓用戶入口網站平台，第二為電力需量競價平台，兩個都可以相互有資訊之備份，因此得以相互比對，形成極好的案例之一。

S 大學於 2020 年 6 月開始與台電公司一同進行規劃，並與台電公司商訂較為可行的 DR 日期與方案，如下圖 5-1 所示。


附件

「月減8日型」減少用電措施抑低用電期間約定書

茲已向貴公司申請「月減8日型」減少用電措施，約定抑低用電期間如下。

此　致

台灣電力公司　　高雄　區營業處　　中華民國109年　　月　　日

用電戶名：中山大學　　蓋章：

用電地址：

電　　號：

本(109)年選擇(　　)月份抑低用電，抑低用電日期記「○」如下：

6月(7月抑低用電月份) 日期 / 星期	一	二	三	四	五
	1	2	3	4	5
	8	9	10	CBL5 11	CBL4 12
	CBL3 15	CBL2 16	CBL1 17	○ 18	○ 19
	○ 22	○ 23	○ 24	× 25	○ 26
	○ 29	○ 30		遠東停卸	遠東停卸(取上限)

7月(8月抑低用電月份) 日期 / 星期	一	二	三	四	五
			○ 1	○ 2	○ 3
	○ 6	○ 7	○ 8	○ 9	○ 10
	13	14	15	16	17
	20	21	22	23	24
	27	28	29	30	31

CBL全部用為測試 e.g. 6月11日～17日 ∴很好!

8月(9月抑低用電月份) 日期 / 星期	一	二	三	四	五
	3	4	5	6	7
	10	11	12	13	14
	17	18	19	20	21
	24	25	26	27	28
	31				

9月(10月抑低用電月份) 日期 / 星期	一	二	三	四	五
		1	2	3	4
	7	8	9	10	11
	14	15	16	17	18
	21	22	23	24	25
	28	29	30		

本月還是重用! ∴CBL太低 抑低多.

註：每抑低用電月份須選擇抑低用電8日。

圖 5-1　S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型之約定書

因此事先規劃由六月底往前算 8 天，來進行集中月減 8 日型的卸載日期。由於台電的需量競價規則，有仔細及嚴格的規劃，必須要必須在卸載日期再往前推算及記錄 5 日之平均用電量，通稱為基準用電容量（Customer Baseline, CBL），做為卸載前的比對標準，如下圖 5-2 所示。因此，實際用電記錄是從六月中就開始了，基準用電容量 CBL 的選取極為關鍵，而且必須排除一般例假日或國定假日等，因為這些日期用電量將會異常的低，並不適合做為基準用電容量 CBL 使用。

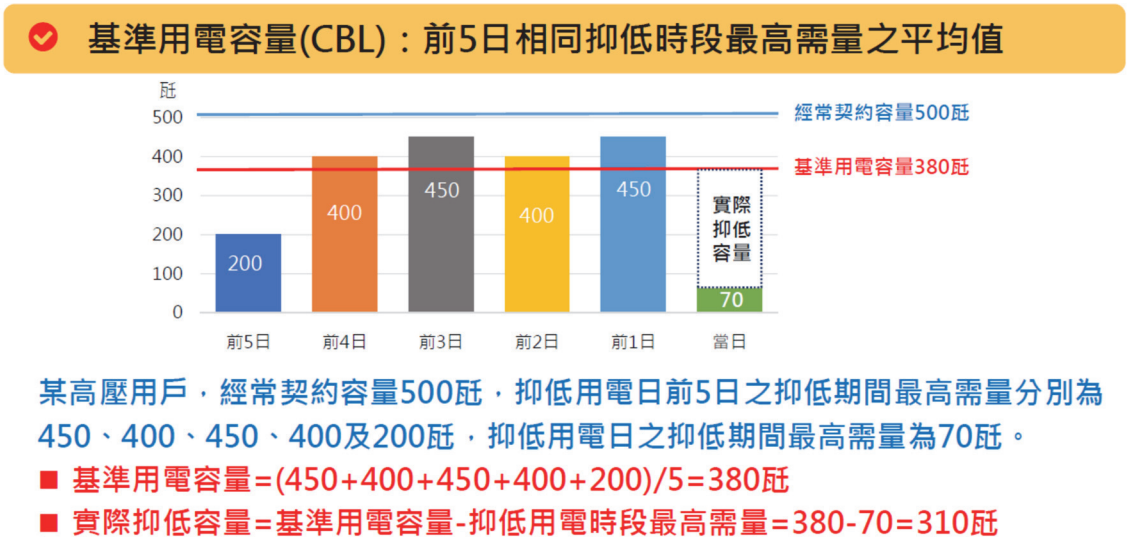


圖 5-2　台電公司有關基準用電容量 CBL 之說明

因此，S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型之第一步驟，為選定抑低用電日共 8 天，分別為 6 月 18 日、6 月 19 日、6 月 22 日、6 月 23 日、6 月 24 日、6 月 26 日、6 月 29 日、與 6 月 30 日。

而基準用電容量 CBL 之抑低用電日前 5 日，須皆為一般工作日，不得為例假日，也不得為已卸載日。故抑低用電日前 5 日分別為 6 月 11 日、6 月 12 日、6 月 15 日、6 月 16 日、與 6 月 17 日。以下所列為 S 大學抑低用電日前 5 日之全天用電量圖表，分別示如圖 5-3 至圖 5-7。

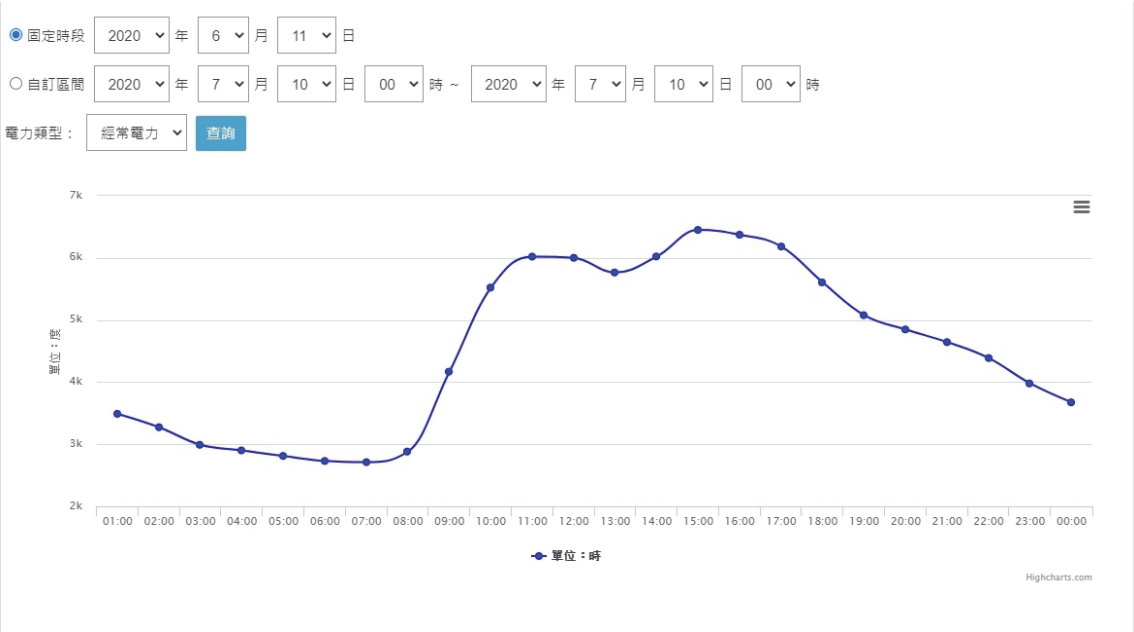


圖 5-3　S 大學抑低用電日前 5 日之 6 月 11 日全天用電量統計圖

圖 5-4　S 大學抑低用電日前 5 日之 6 月 12 日全天用電量統計圖

圖 5-5　S 大學抑低用電日前 5 日之 6 月 15 日全天用電量統計圖

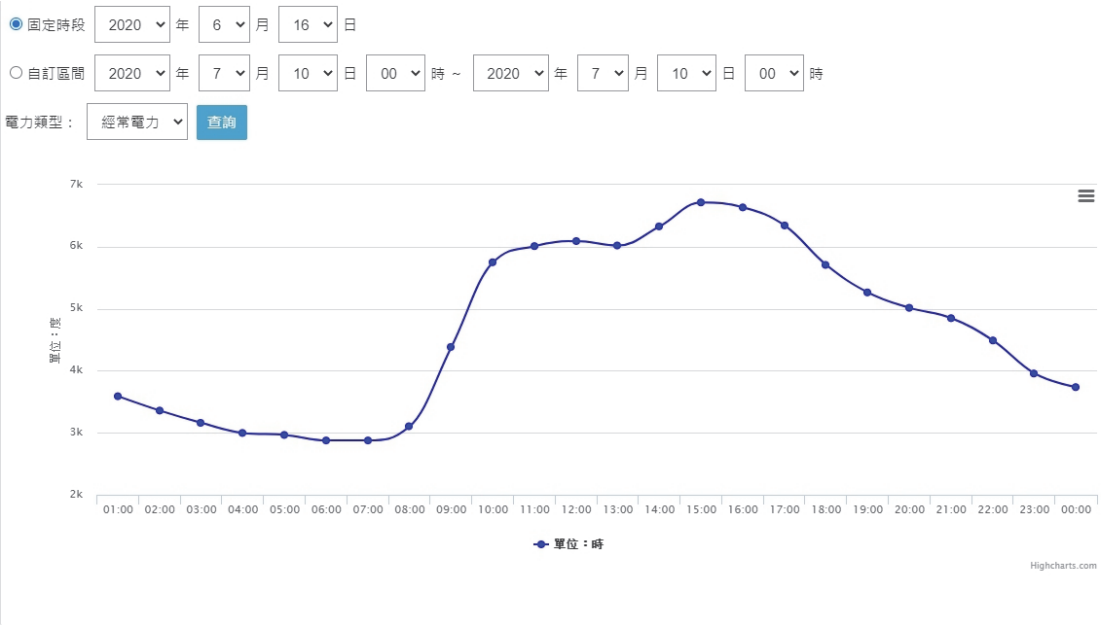


圖 5-6　S 大學抑低用電日前 5 日之 6 月 16 日全天用電量統計圖

圖 5-7　S 大學抑低用電日前 5 日之 6 月 17 日全天用電量統計圖

而 S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型選定抑低用電日共 8 天，分別為 6 月 18 日、6 月 19 日、6 月 22 日、6 月 23 日、6 月 24 日、6 月 26 日、6 月 29 日、與 6 月 30 日。其個別之全天用電量統計圖，分別示如圖 5-8 至圖 5-15。

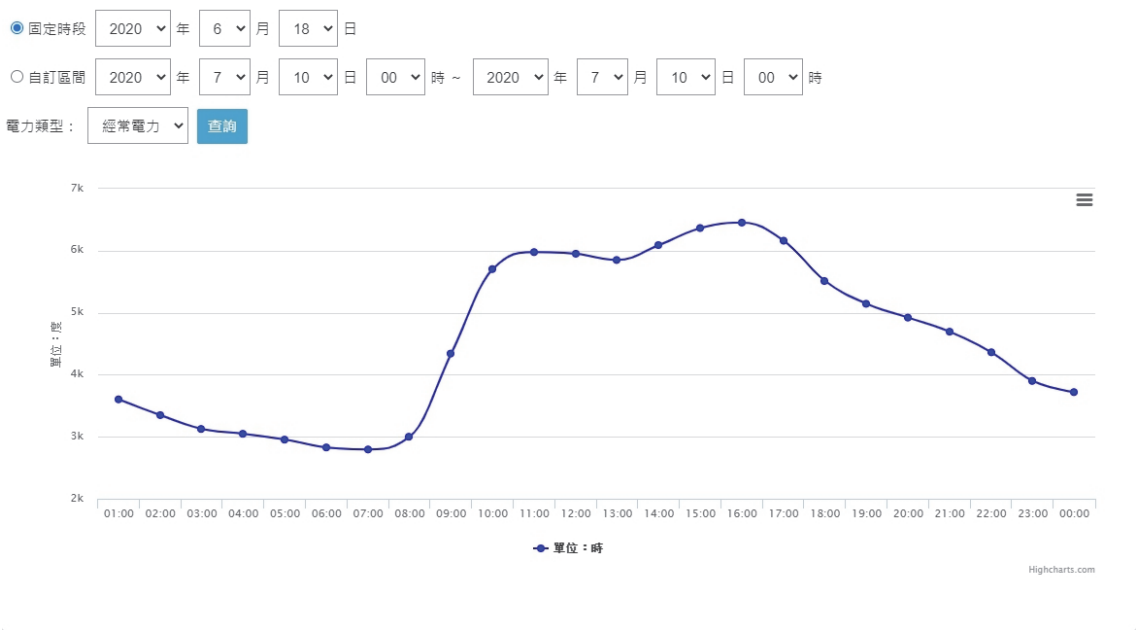


圖 5-8　S 大學抑低用電日之 6 月 18 日全天用電量統計圖

圖 5-9　S 大學抑低用電日之 6 月 19 日全天用電量統計圖

圖 5-10　S 大學抑低用電日之 6 月 22 日全天用電量統計圖

圖 5-11　S 大學抑低用電日之 6 月 23 日全天用電量統計圖

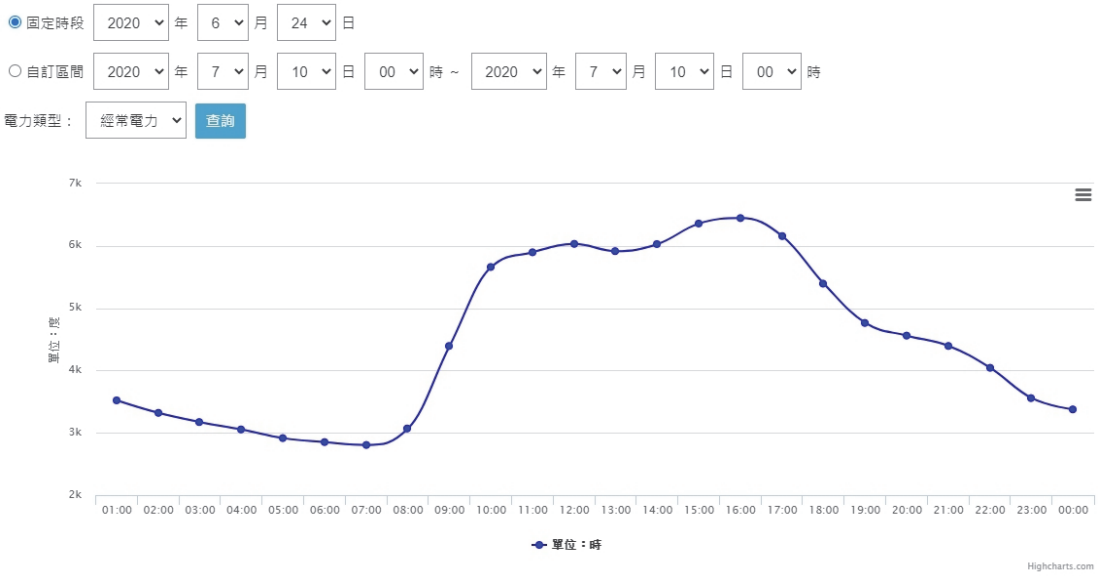


圖 5-12　S 大學抑低用電日之 6 月 24 日全天用電量統計圖

圖 5-13　S 大學抑低用電日之 6 月 26 日全天用電量統計圖

圖 5-14　S 大學抑低用電日之 6 月 29 日全天用電量統計圖

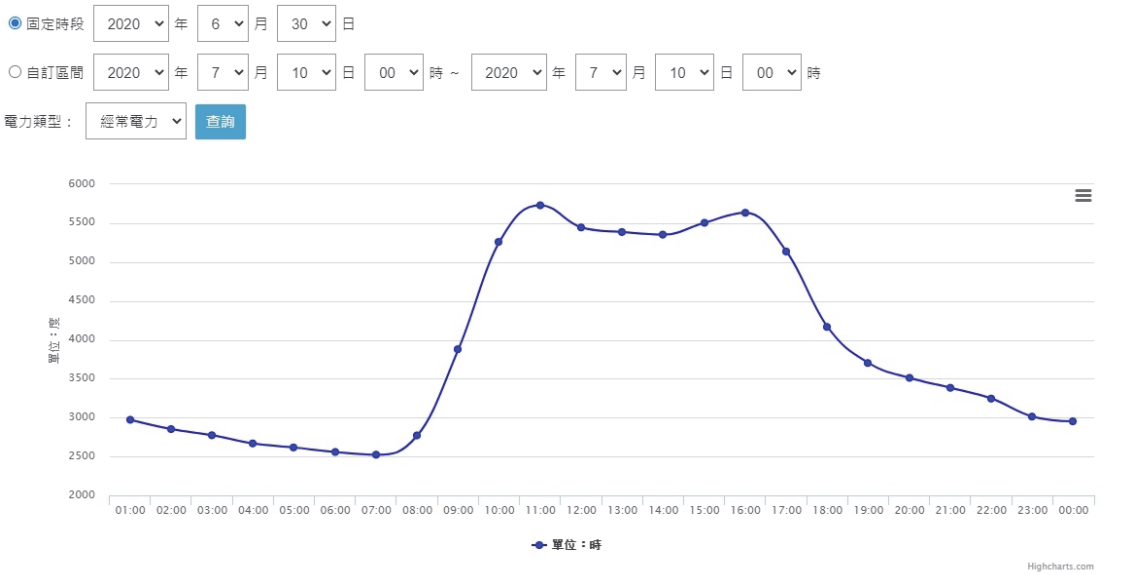


圖 5-15　S 大學抑低用電日之 6 月 30 日全天用電量統計圖

根據上述 S 大學選定抑低用電日共 8 天之全天用電量統計圖顯示，6 月 26 日為成功抑低用電日！其全天 15 分鐘之用電量統計圖，如圖 5-16 所示。而 S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型其減免電費之網路記錄畫面顯示，**總共減免電費 15,830.9 元**，如圖 5-17 所示。

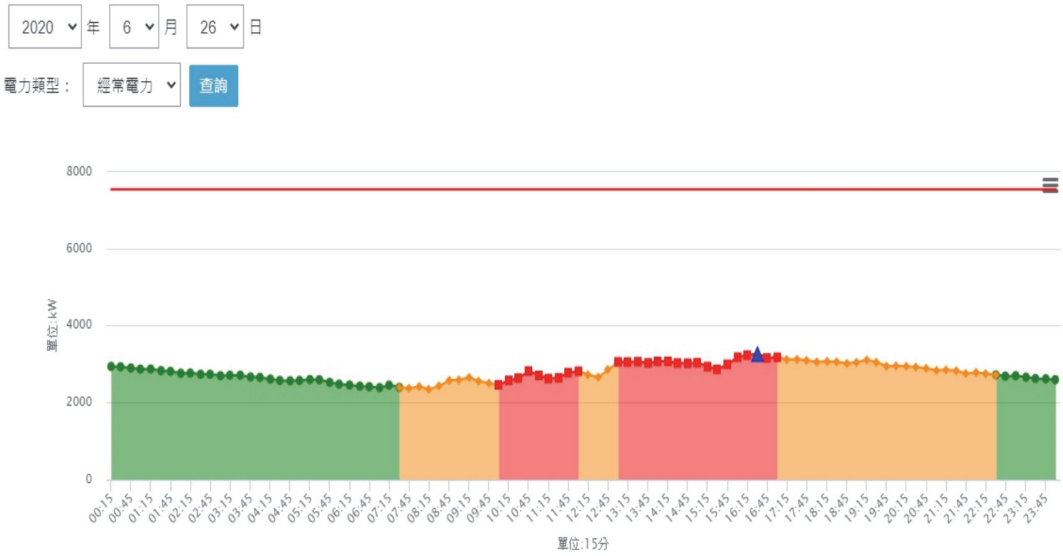


圖 5-16　S 大學抑低用電日之 6 月 26 日 15 分鐘用電量統計圖

圖 5-17　S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型其減免電費之網路記錄畫面

第二節　經濟型「需量競價措施」需量反應應用案例效益分析

「需量競價措施」簡介

「需量競價措施」係指系統高載時期，開放用戶把節省下來的電回賣給台電，並由用戶出價競標，台電則採愈低報價者先得標方式決定得標者，若得標者於抑低用電期間確實減少用電，則可獲得電費扣減。本措施藉由用戶自報回饋價格方式，賦與用戶更多自主權，激發抑低用電潛能，以改善系統負載型態，進而延緩對新設電源之開發或降低可能面臨之限電風險。用戶可衡量本身之負載特性，確認可緊急配合降載，與台電公司簽訂「需量競價措施」契約，以達到減少電費支出的目的。對用戶而言，選用本措施的好處有二：

(一) 節省基本電費

用戶申請「可靠型」方案，若每次執行之「實際抑低容量」均等於或超出約定之抑低契約容量，則依申請之抑低契約容量，可獲得每瓩每月最多 78 元之基本電費扣減。

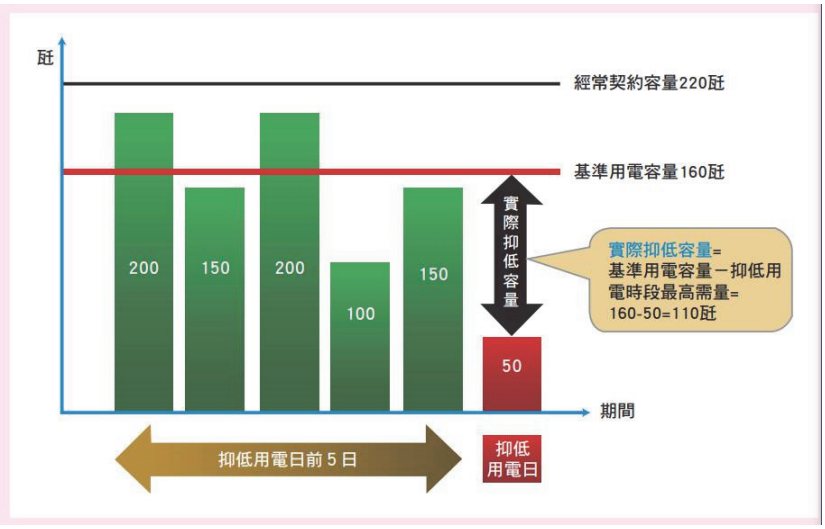
(二) 減輕流動電費

流動電費扣減為按次計費，用戶當次執行之「實際抑低容量」等於或超出「最低抑低契約容量」時，依實際抑低容量、執行抑低時數、報價可獲得不同電費扣減。

有關台電公司「需量競價措施」之內容如下所列：

1.可選用對象	1.經常契約容量 100 瓩以上(特)高壓用戶得申請選用，但選用三段式尖峰時間可變動時間電價用戶夏月期間及離島地區用戶不適用。 2.聯合型每一群組戶數需 2 戶(含)以上，至多以 10 戶為限，並由群組用戶中指定 1 戶為代表戶。

2.抑低用電期間	每年 1 月 1 日至 12 月 31 日，用戶得以月份為單位 ，選擇抑低用電月份。
3.實施目的	透過用戶報價及競價結果，於電力系統有需要時，取得最經濟之抑低量。
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)。
8.基準用電容量與實際抑低容量	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.實際抑低容量：依基準用電容量扣除抑低用電 時段最高需量之差額計算，未達最低抑低契約容量者則按 0 計算。 3.案例： 某一高壓用戶，經常契約容量 220 瓩，抑低用電日前 5 日相同抑低用電時段最高需量分別為 150、100、200、150 及 200 瓩，抑低用電日之抑低用電時段最高需量為 50 瓩，則：(1)基準用電容量：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 最高需量平均值=(150+100+200+150+200)/5=160 瓩 (2)實際抑低容量：實際抑低容量=基準用電容量-抑低用電時段最高需量=160-50=110 瓩 (3)圖示

<table>
<tr><td></td><td>


</td></tr>
<tr><td>9.電費扣減</td><td>
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。
<table>
<tr><td>執行率x</td><td>x<60%</td><td>60%≦ x<80%</td><td>80%≦x ≦120%</td><td>120%< x ≦150%</td><td>x>150%</td></tr>
<tr><td>扣減比率
非夏月期間
(1月至5月及
10月至12月)</td><td rowspan="2">100%</td><td rowspan="2">105%</td><td>105%</td><td rowspan="2">105%</td><td rowspan="2">100%</td></tr>
<tr><td>扣減比率
夏月期間
(6月至9月)</td><td>110%</td></tr>
</table>
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。
2.聯合型同經濟型，電費扣減金額統一由代表戶之電費帳戶中扣抵，當期電費不足以扣減部分，遞延至次期電費中扣減，台電公司不提供電費扣減分攤至群組內各別用戶之服務。
</td></tr>
</table>

經濟型「需量競價措施」之實際運作情形

目前及未來有關經濟型「需量競價措施」之實際運作情形，單位包括：國立 P 大學、國立 PT 大學、國立 PGH 中學、國立 S 大學、國軍 G 醫院、與 C&P 署 EGR 處等。

不過因台電公司目前並不缺電，因此上述單位不論競價金額由缺電高峰期的 6 元，直降至 3 元、2 元、甚至 1.5 元，皆無法競價成功！以下則列出各單位，實際參加台電公司經濟型「需量競價措施」之競價情形，示如圖 5-18 至圖 5-20。

圖 5-18　國立 P 大學實際參加台電公司經濟型「需量競價措施」之競價情形

圖 5-19　國立 PT 大學實際參加台電公司經濟型「需量競價措施」之競價情形

圖 5-20　國立 S 大學實際參加台電公司經濟型「需量競價措施」之競價情形

檢視台電公司網站揭露的資料，由於近 2 年來台電公司發電容量大增，備載容量亦隨之提升至 10 % 以上，因此整個台灣並不缺電！由 108 年及 109 年統計得知，需量競價之申請量與需量競價之抑低量大約是 5 比 1。亦即「需量競價措施」之競價得標率低於 20 %，如圖 5-21 所示。

108及109年需量競價比較

項目	年月	申請量(萬瓩)	抑低量(萬瓩)
		5月	5月6日
需量競價	108年	107.9	11.0
	109年	129.9	26.1

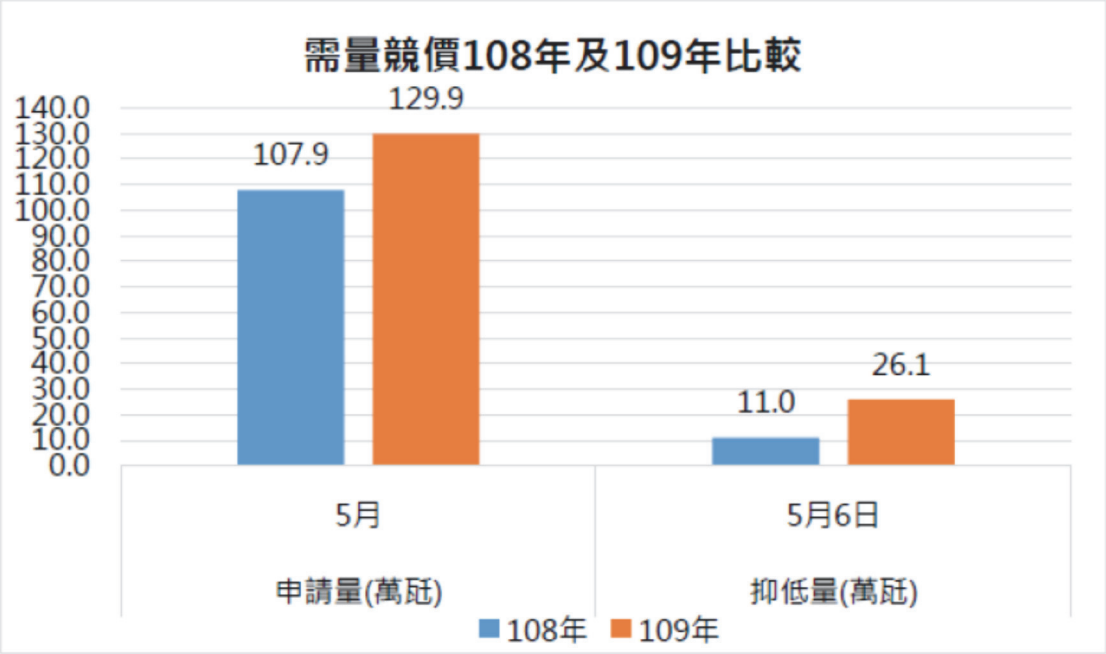


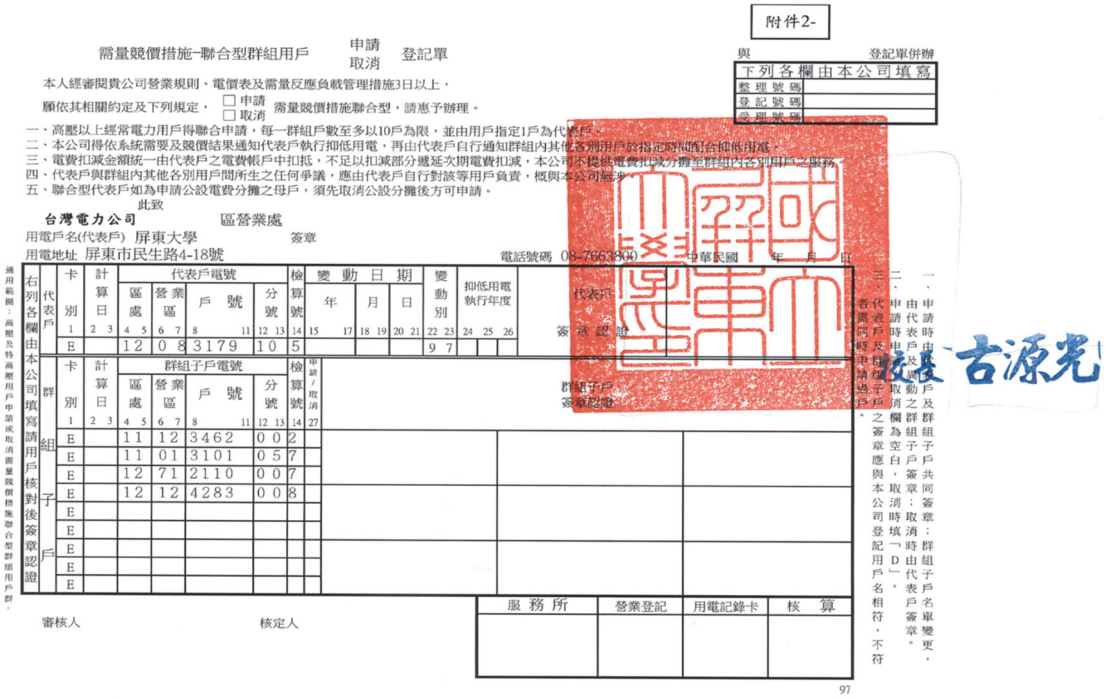
圖 5-21　108 年及 109 年需量競價之申請量與需量競價之抑低量大約是 5 比 1

第三節　聯合型「需量競價措施」需量反應應用案例效益分析

5.3.1　本計畫聯合型電力需量反應系統團隊之組織與規劃

本計畫組成團隊實際參予台電公司聯合型電力需量競價方案，參與之單位包括：國立 P 大學、國軍 G 醫院、與國立 PGH 中學等 3 個單位。並由國立 P 大學担任代表戶 Aggregator，統籌向台電公司提出申請，並於台電公司電力需量競價平台之網站上直接操作。

圖 5-22 為國立 P 大學向台電公司申請參加聯合型「需量競價措施」，並擔任代表戶之用印申請書。而圖 5-23 與圖 5-24，則分別為國軍 G 醫院與國立 PGH 中學向台電公司申請參加聯合型「需量競價措施」，擔任群組用戶之用印申請書。本計畫聯合型電力需量反應系統之團隊，即組成完畢。


附件2-

需量競價措施-聯合型群組用戶　申請 取消　登記單

與　登記單併辦

下列各欄由本公司填寫

整理號碼

登記號碼

受理號碼

本人經審閱貴公司營業規則、電價表及需量反應負載管理措施3日以上，

願依其相關約定及下列規定，□申請 □取消 需量競價措施聯合型，請惠予辦理。

一、高壓以上經常電力用戶得聯合申請，每一群組戶數至多以10戶為限，並由用戶指定1戶為代表戶。

二、本公司得依系統需要及競價結果通知代表戶執行抑低用電，再由代表戶自行通知群組內其他各別用戶於指定期間配合抑低用電。

三、電費扣減金額統一由代表戶之電費帳戶中扣抵，不足以扣減部分遞延次期電費扣減，本公司不提供電費扣減分攤至群組內各別用戶之服務。

四、代表戶與群組內其他各別用戶間所生之任何爭議，應由代表戶自行對該等用戶負責，概與本公司無涉。

五、聯合型代表戶如為申請公設電費分攤之母戶，須先取消公設分攤後方可申請。

此致

台灣電力公司　區營業處

用電戶名(代表戶) 屏東大學　簽章

用電地址 屏東市民生路4-18號　電話號碼 08-7663800　中華民國　年　月　日

右列各欄由本公司填寫請用戶核對後簽章認證	卡別	計算日	代表戶電號 區處	營業區	戶號	分號	檢算號	變動日期 年	月	日	變動別	抑低用電執行年度	代表戶簽章認證
代表戶	E		12	08	3179	10	5				97		

群組子戶	卡別	計算日	群組子戶電號 區處	營業區	戶號	分號	檢算號	申請/取消	群組子戶簽章認證		
	E		11	12	3462	00	2				
	E		11	01	3101	05	7				
	E		12	71	2110	00	7				
	E		12	12	4283	00	8				
	E										
	E										
	E										
	E										
	E										

服務所	營業登記	用電記錄卡	核算

審核人　核定人

一、申請時由代表戶及群組子戶共同簽章；取消時由代表戶簽章。

二、申請時由代表戶及群組子戶簽章；取消時欄為空白，取消時填「D1」。

三、代表戶與群組子戶之簽章應與本公司登記用戶名相符，不符者代表戶有權拒絕群組子戶申請。

97

圖 5-22　國立 P 大學參加聯合型「需量競價措施」擔任代表戶之申請書

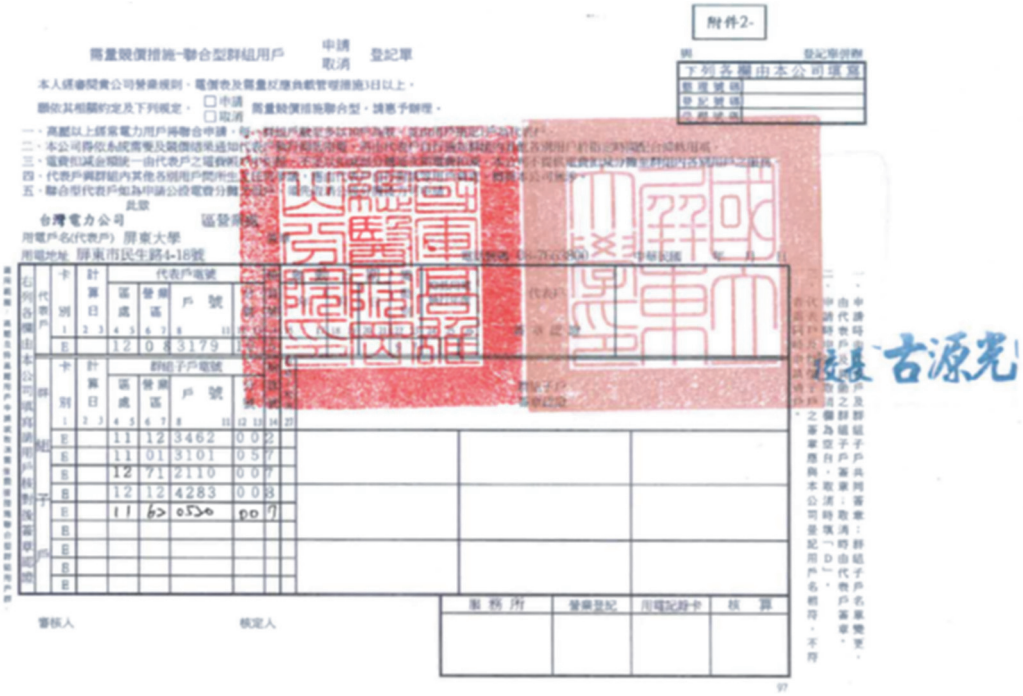


圖 5-23　國軍 G 醫院參加聯合型「需量競價措施」擔任群組用戶之申請書

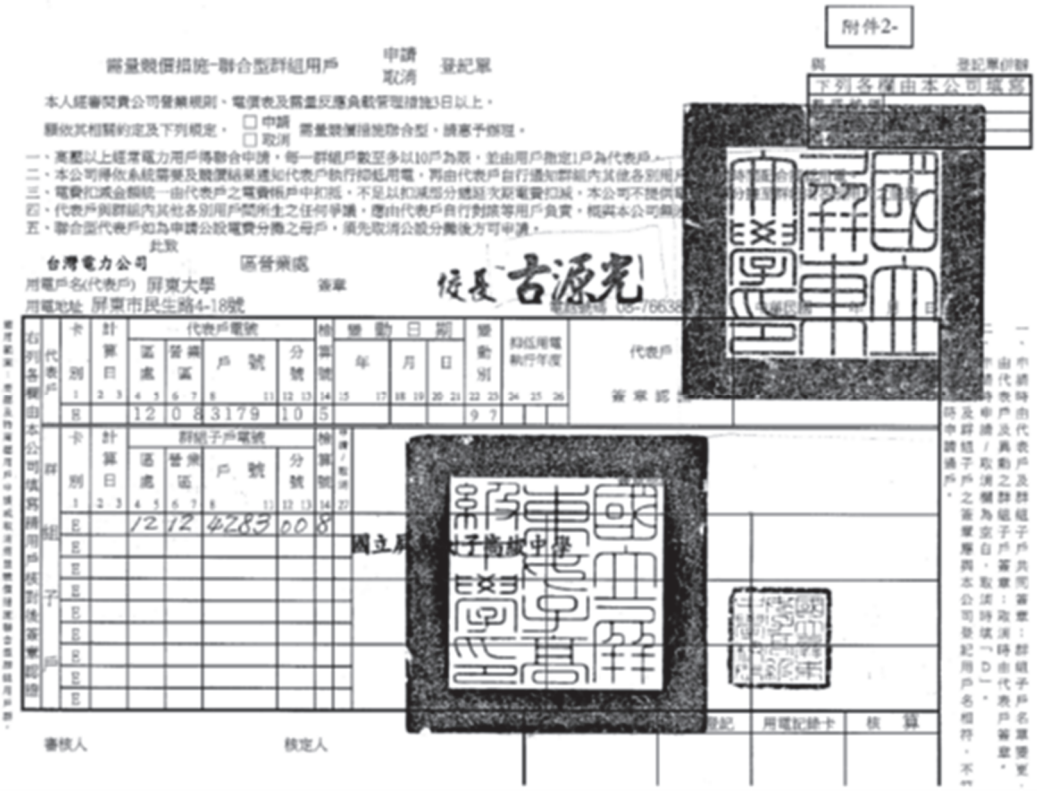


圖 5-24　國立 PGH 中學參加聯合型「需量競價措施」擔任群組用戶之申請書

5.3.2　台電公司電力需量競價平台之申請與登入競價

接著於聯合型電力需量反應系統團隊組成完畢後，代表戶國立 P 大學即於網路上申請台電公司電力需量競價平台之註冊與登入，網址為：

https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=93

圖 5-25　參加聯合型「需量競價措施」申請台電公司電力需量競價平台之註冊與登入

5.3.3　實際上網競標

註冊完畢且登入後，代表戶國立 P 大學即可進行聯合型「需量競價措施」之競價，競價內容包含「抑低用電日期」與「抑低用電報價」二項。

本計畫由於為台灣第一次進行聯合型「需量競價措施」，因此「抑低用電報價」特別只報價抑低之用電每 1 度電為 1 元。而「抑低用電日期」方面，選定 109 年 8 月份與 9 月份來進行。

代表戶國立 P 大學進行聯合型「需量競價措施」之實際上網競標畫面，分別如圖 5-26 至圖 5-28 之所示。

圖 5-26　本計畫進行聯合型「需量競價措施」抑低用電日期與報價之競標畫面-1

圖 5-27　本計畫進行聯合型「需量競價措施」抑低用電日期與報價之競標畫面-2

圖 5-28　本計畫進行聯合型「需量競價措施」抑低用電日期與報價之競標畫面-3

5.3.4　得標後台電公司通知團隊之代表戶

於聯合型「需量競價措施」之抑低用電日期與報價得標後，台電公司會在在前一天下午 16:00 到 18:00 之間，以手機簡訊通知聯合型「需量競價措施」之代表戶國立 P 大學。簡訊通知內容如下：

「親愛的用戶國立 P 大學您好，提醒您需量競價已得標，用電抑低期間為 2020-08-18 20:00~22:00，詳情請至需量競價平台查詢，台灣電力公司敬上！」

因此，台電公司只會通知聯合型「需量競價措施」之代表戶，其他群組用戶需接受代表戶之轉寄台電公司通知，而得知隔日確定之用電抑低期間去進行卸載，並自行導入相對應之卸載與節能運轉策略。Aggregator 代表戶扮演之重要角色，由此可知！圖 5-29 則為手機簡訊相關之通訊內容。

圖 5-29　本計畫進行聯合型「需量競價措施」手機簡訊相關之通訊內容

5.3.5　運轉結果分析

本計畫進行聯合型「需量競價措施」實際之運轉結果分析，以下將就 109 年 8 月份與 9 月份分別說明。

109 年 8 月份聯合型「需量競價措施」實際之運轉結果分析

有關本計畫 109 年 8 月份聯合型「需量競價措施」之實際運轉結果，首先於圖 5-30 為台電需量反應競價平台詳細記載 2020 年 8 月份得標抑低用電日期與報價，亦即得標之抑低用電日期為 2020 年 8 月 12 日至 8 月 31 日之上班日，抑低用電報價為每抑低 1 度電 1 元。

其次，圖 5-31 則為台電需量反應競價平台詳細記載著 2020 年 8 月份投標結果及是否成交實況，圖 5-32 則為特別標出 2020 年 8 月 26 日之抑低達成實績。

圖 5-30　台電需量反應競價平台詳細記載 2020 年 8 月份得標抑低用電日期與報價

圖 5-31　台電需量反應競價平台詳細記載著 2020 年 8 月份投標結果及是否成交實況

圖 5-32　台電需量反應競價平台記載 2020 年 8 月 26 日之抑低達成實績

本計畫 109 年 8 月份聯合型「需量競價措施」之實際運轉結果，其所有得標日期相關之抑低用電實績表格與長條圖，如圖 5-33 至圖 5-36 所示。可從其抑低用電實績表格中，得知參加聯合型「需量競價措施」代表戶與群組用戶詳細之「基準用電容量」（CBL）、抑低時段最高需量、與抑低用電實績等數據。

聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表

執行日期：109/08/21

序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	724	687	37
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	851	696	155
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	226	158	68
	合　計				1801	1541	260

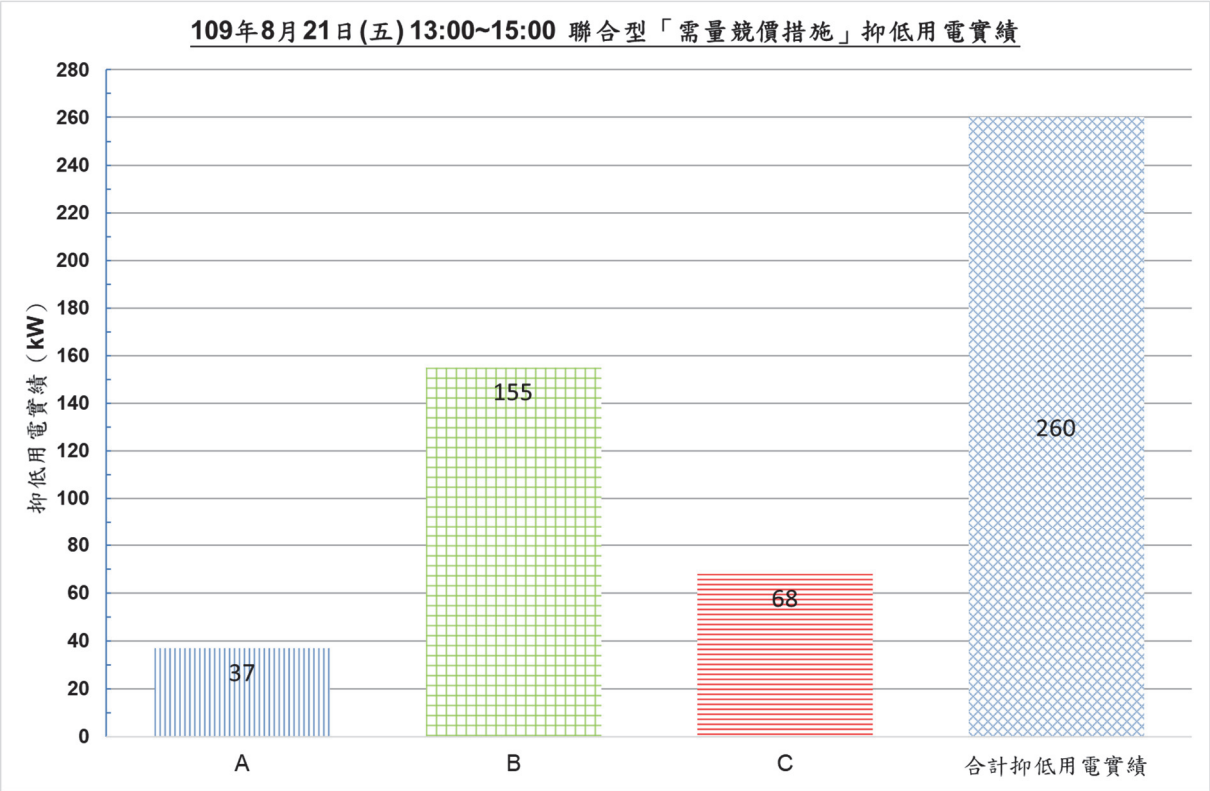


圖 5-33　2020 年 8 月 21 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表

執行日期：109/08/25

序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	724	772	-48
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	851	767	84
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	226	150	76
	合 計				1801	1689	112

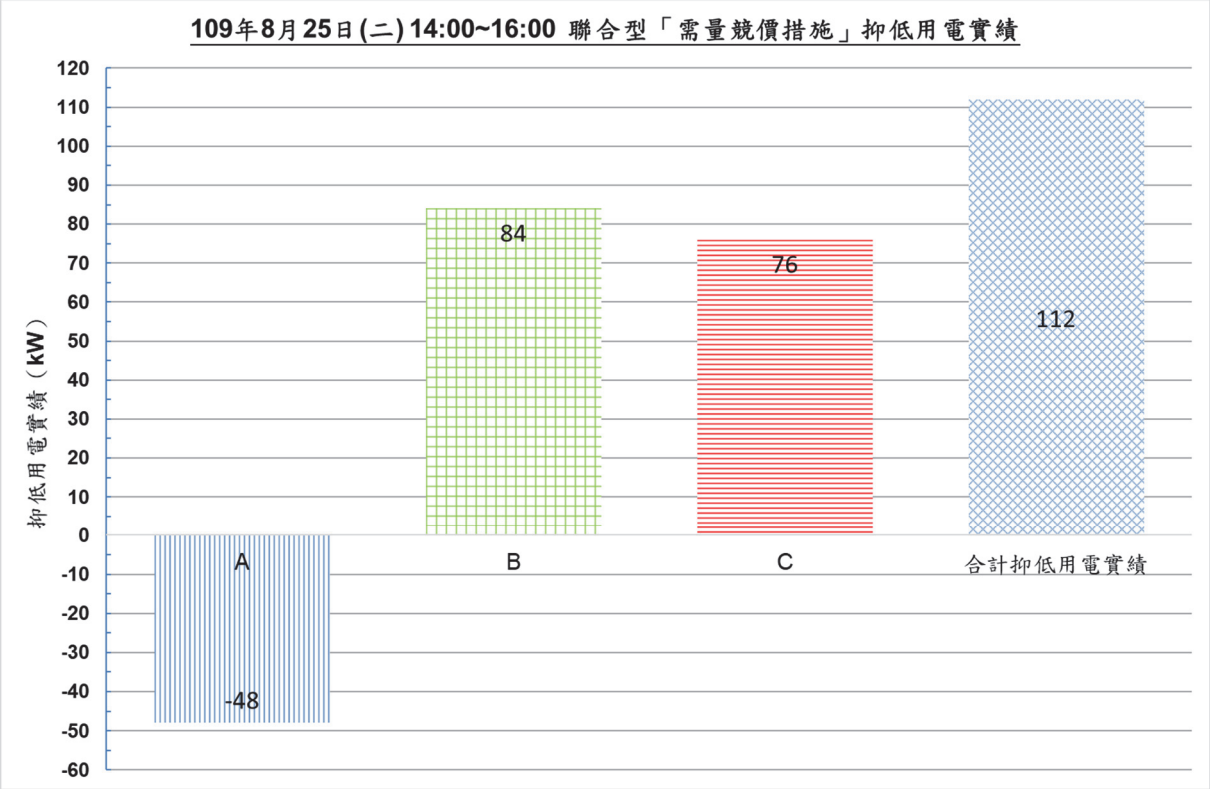


圖 5-34　2020 年 8 月 25 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/08/26						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	721	566	155
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	857	689	168
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	228	174	54
	合　計				1806	1429	377

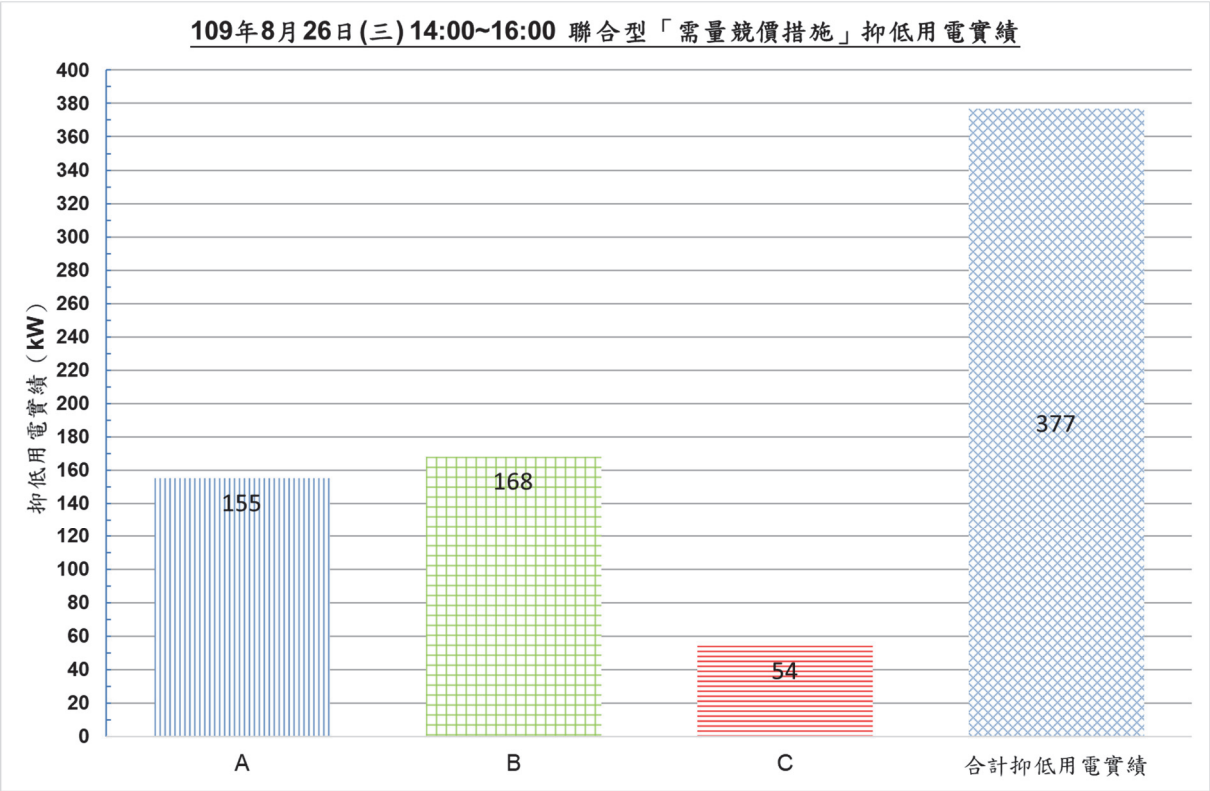


圖 5-35　2020 年 8 月 26 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/08/27						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	280	263	17
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	674	591	83
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	75	69	6
	合 計				1029	923	106

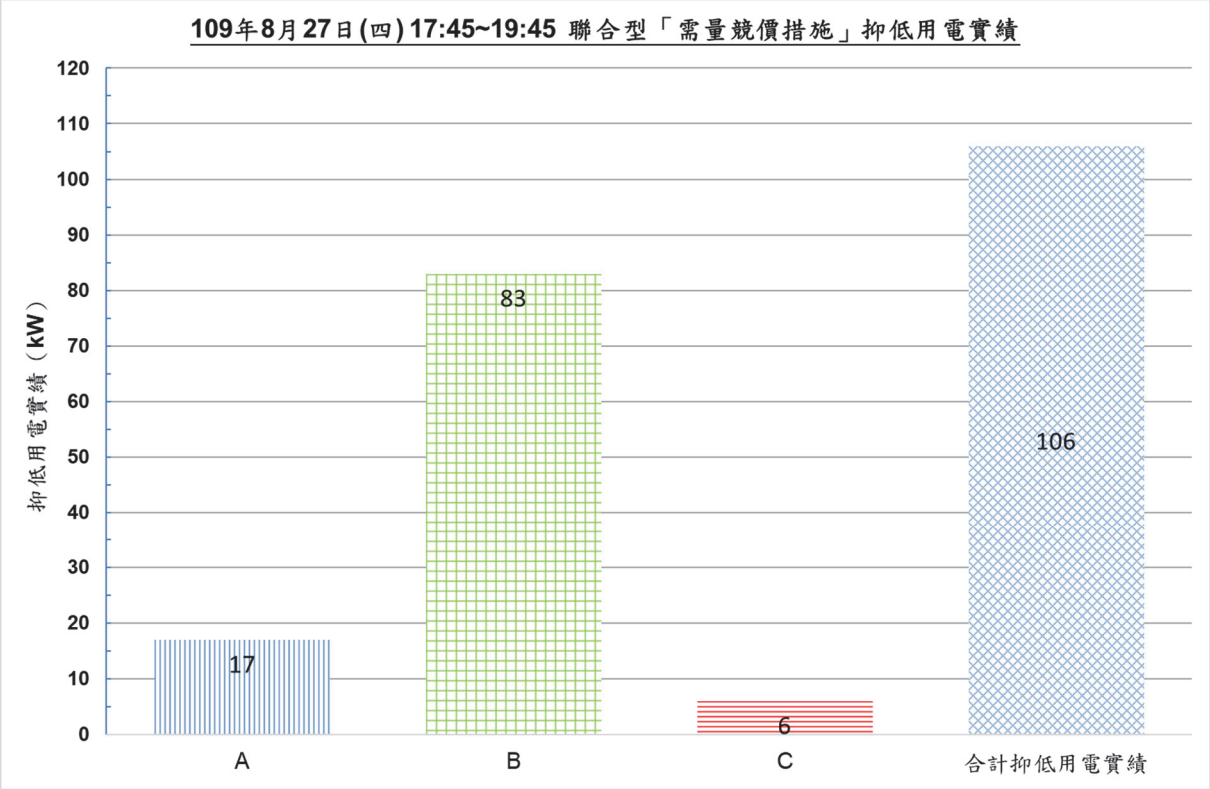


圖 5-36　2020 年 8 月 27 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

由上述之得標日期相關之抑低用電實績表格與長條圖得知，本計畫之聯合型「需量競價措施」團隊 2020 年 8 月份之實際運轉結果，分別於 2020 年 8 月 21 日獲得 572 元扣減金額、8 月 25 日獲得 224 元扣減金額、8 月 26 日獲得 791.7 元扣減金額、與 8 月 27 日獲得 212 元扣減金額。亦即 2020 年 8 月份共獲得 1799.7 元之總扣減金額，如下圖 5-37 所示之於台電需量平台顯現出每一天之成交與計算結果。

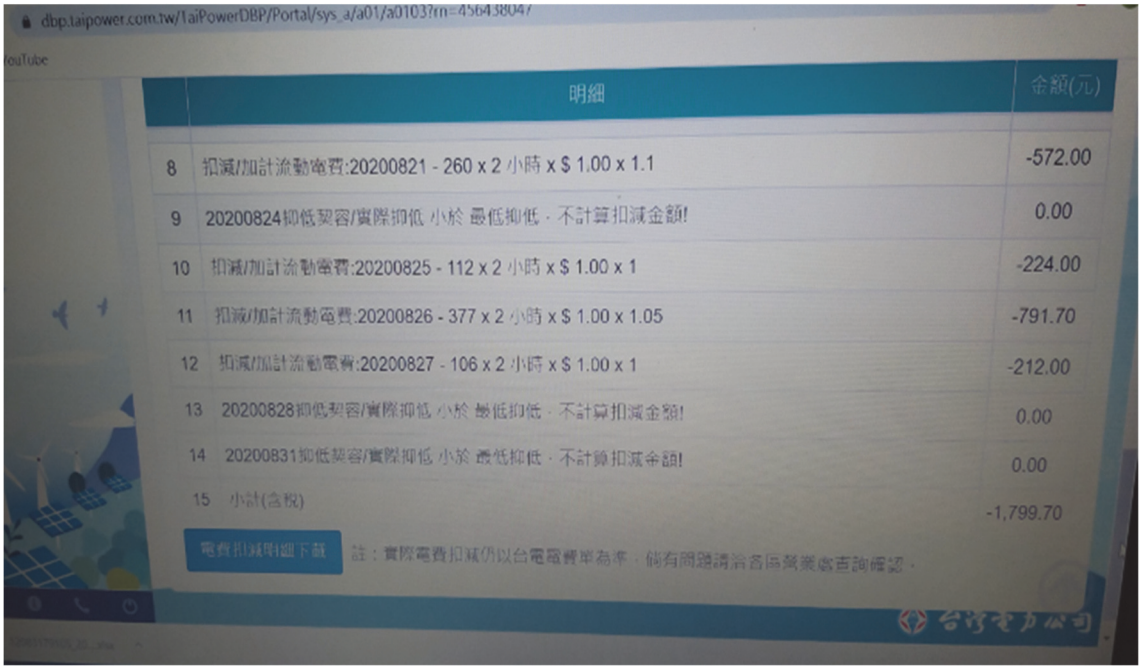
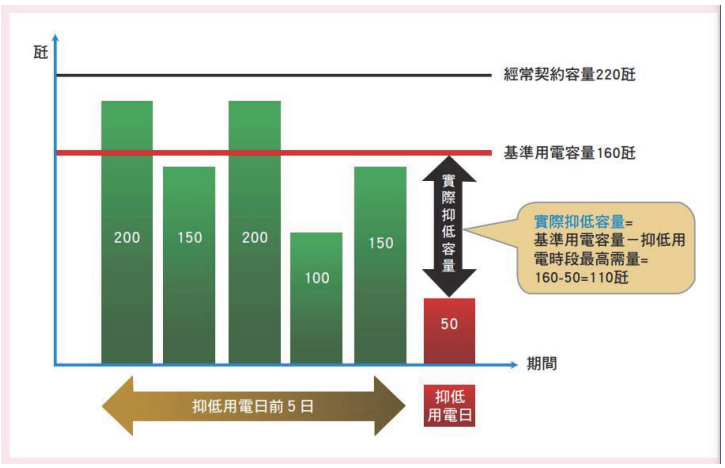


圖 5-37　2020 年 8 月份運轉成果良好於台電需量平台顯現出每一天之成交與計算結果

而圖 5-38 亦為 2020 年 8 月份運轉成果良好於台電需量平台顯現出每一天之抑低實績與扣減金額。另外，同時也列出台電公司需量反應之 CBL 計算及執行率加計成果列表，如圖 5-39 所示。

最後，列出本計畫參加聯合型「需量競價措施」代表戶國立 P 大學 2020 年 8 月份之電費單。於電費單上，詳細記載「配合減少用電減收」之 1799.7 元抵減金額，如圖 5-40 所示。

圖 5-38　2020 年 8 月份運轉成果良好於台電需量平台顯現出每一天之抑低實績與扣減金額



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%		

圖 5-39　台電公司需量反應之 CBL 計算及執行率加計成果列表

帳單明細

用戶名稱：	國立　　大學	
用電地址：	4 - 1 8號	
通訊地址：	4 - 1 8號	
二氧化碳排放量：	128986公斤	行動支付掃描繳費

基本資料	
電號：	12083179105
繳費期限：	109年09月20日
用電計費期間：	109年08月01日 至 109年08月31日
本月抄表日期：	109年09月01日
下次抄表日期：	109年10月01日
收據月份：	109年09月
用戶營利事業統一編號：	91004005
本公司營利事業統一編號：	90461209
輪流停電組別：	A
用電種類：	高壓需量綜合非營業用
電表號碼：	11930342
饋線代號：	NB31

計費內容	
基本電費(約定):	287,773.2元
流動電費:	640,444元
功率因數調整費:	-13,896.2元
配合減少用電減收:	-1799.7
優惠金額:	-27,792.5元
客服專線：	1911
服務單位：	屏東區營業處
服務地址：	屏東市忠孝路３２９號
稅前應繳總金額:	842,599元
營業稅:	42,130元
應繳總金額:	884,729元

專屬匯款帳號	
匯款銀行：	台灣銀行(004)公館分行(034/0347)
匯款帳號：	15812083179105
收款人戶名：	台灣電力股份有限公司

用電資料	
經常（尖峰）契約:	1287
經常（尖峰）需量:	876
離峰需量:	264
功率因數（％）:	100
尖峰度數:	153800
週六半尖峰度數:	18000
週六半尖峰需量:	334
離峰度數:	70200
去年同期用電度數:	251200
去年同期用電日數:	31
較去年同期（度）:	-9200
去年同期應繳總金額:	906319
本期較前期（度）:	-47400
去年下期用電度數:	439600
去年下期用電日數:	30
優惠度數:	242000

抄表指數					
表別	上期指數	電表倍數	拆表指數	本期指數	裝表指數
1	03281.3	2000		03358.2	
3	01792.4	2000		01827.5	
4	00596.3	2000		00598.4	
6	016.442	2000		016.880	
8	010.275	2000		010.407	
11	00397.1	2000		00406.1	
12	010.289	2000		010.456	

圖 5-40　聯合型「需量競價措施」代表戶 2020 年 8 月份之電費單記載「配合減少用電減收」之電費抵減金額

109 年 9 月份聯合型「需量競價措施」實際之運轉結果分析

有關本計畫 109 年 9 月份聯合型「需量競價措施」之實際運轉結果，首先於圖 5-41 為台電需量反應競價平台詳細記載 2020 年 9 月份得標抑低用電日期與報價，亦即得標之抑低用電日期為 2020 年 9 月 1 日至 9 月 24 日之上班日，抑低用電報價為每抑低 1 度電 1 元。

其次，圖 5-42 則為台電需量反應競價平台詳細記載著 2020 年 9 月份投標結果及是否成交實況，圖 5-43 則為特別標出 2020 年 9 月 3 日之抑低未達成實績。

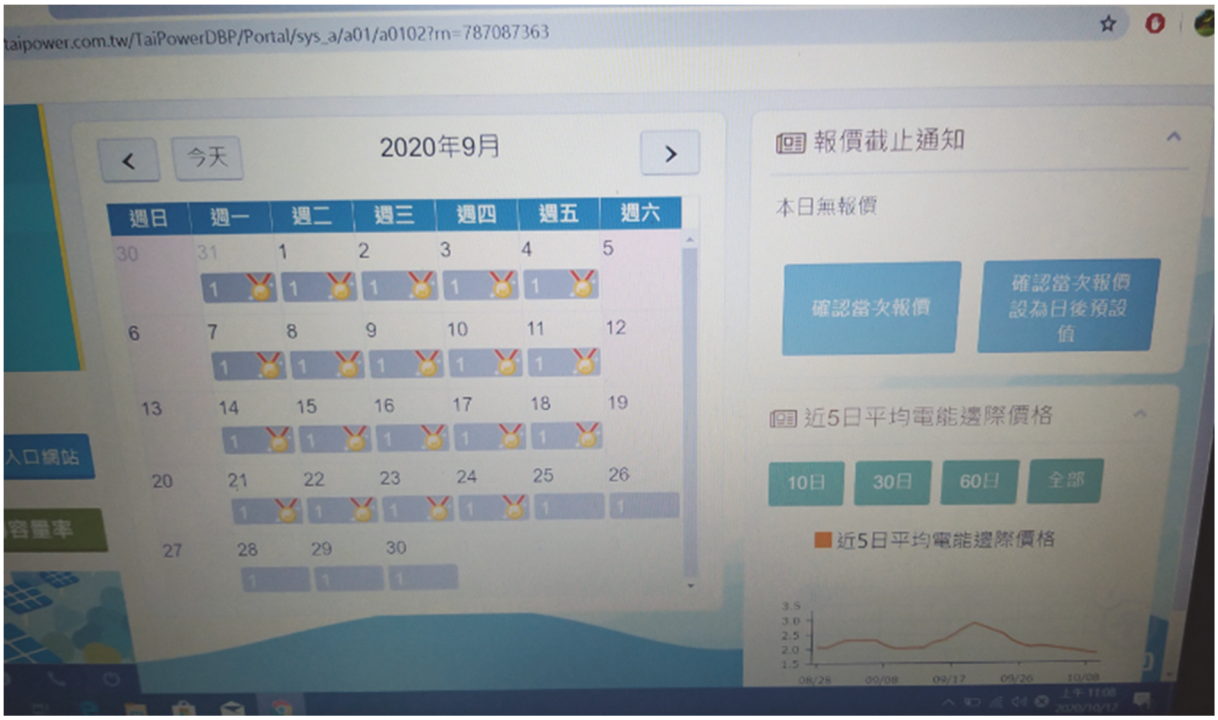


圖 5-41　台電需量反應競價平台詳細記載著 2020 年 9 月份投標日期及標價實況

圖 5-42　台電需量反應競價平台詳細記載著 2020 年 9 月份投標結果及是否成交實況

圖 5-43　台電需量反應競價平台記載 2020 年 9 月 3 日之抑低未達成實績

本計畫 109 年 9 月份聯合型「需量競價措施」之實際運轉結果，其所有得標日期相關之抑低用電實績表格與長條圖，如圖 5-44 至圖 5-61 所示。可從其抑低用電實績表格中，得知參加聯合型「需量競價措施」代表戶與群組用戶詳細之「基準用電容量」（CBL）、抑低時段最高需量、與抑低用電實績等數據。

聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表

執行日期：109/09/01

序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量 (瓩)	抑低時段最高需量 (瓩)	抑低用電實績 (瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	702	607	95
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	775	796	-21
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	213	278	-65
	合 計				1690	1681	9

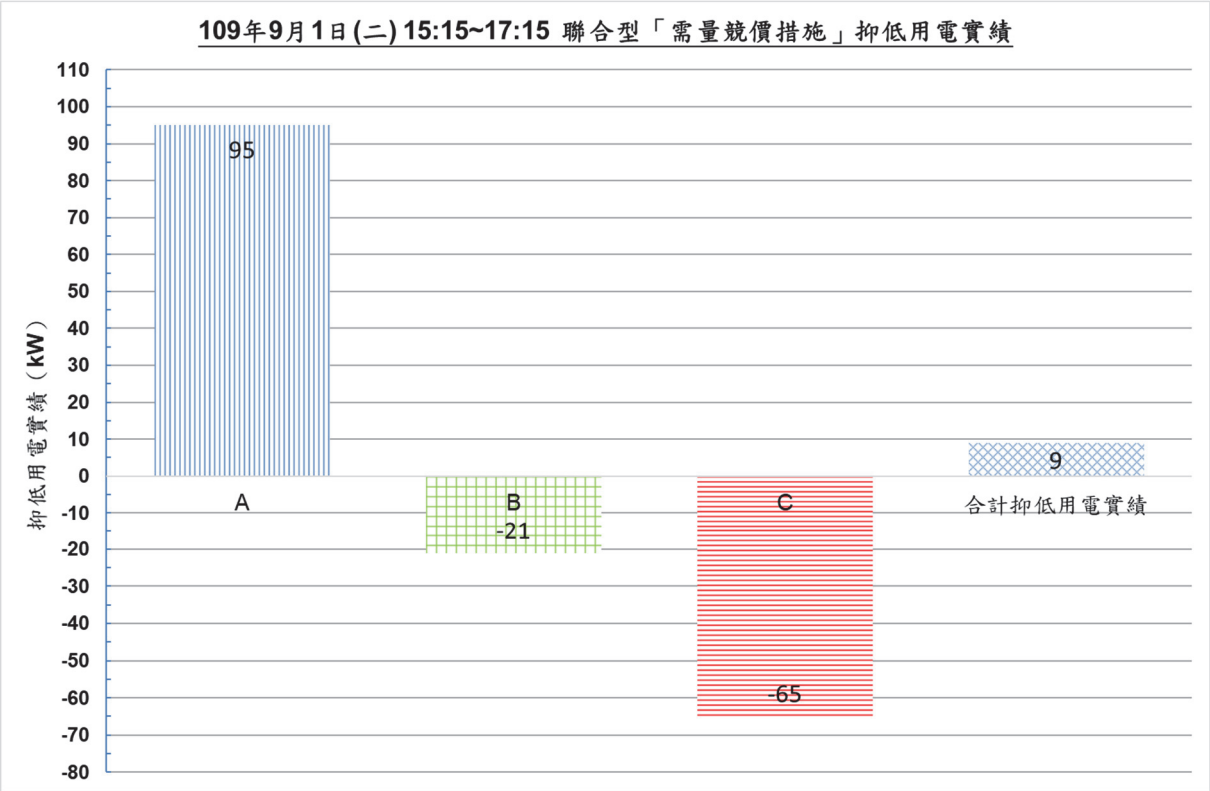


圖 5-44　2020 年 9 月 1 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/02						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	277	299	-22
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	643	600	43
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	74	116	-42
	合　計				994	1015	0

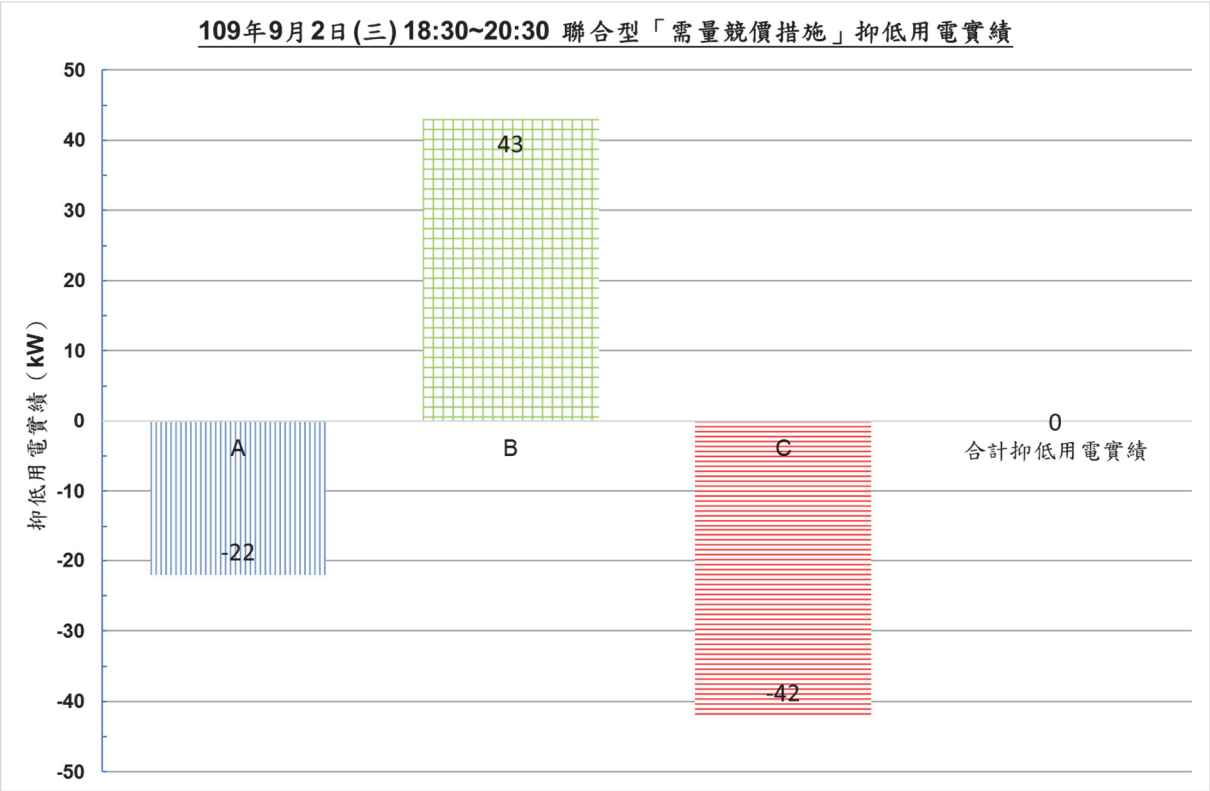


圖 5-45　2020 年 9 月 2 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/03						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	706	856	-150
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	773	713	60
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	217	316	-99
	合 計				1696	1885	0

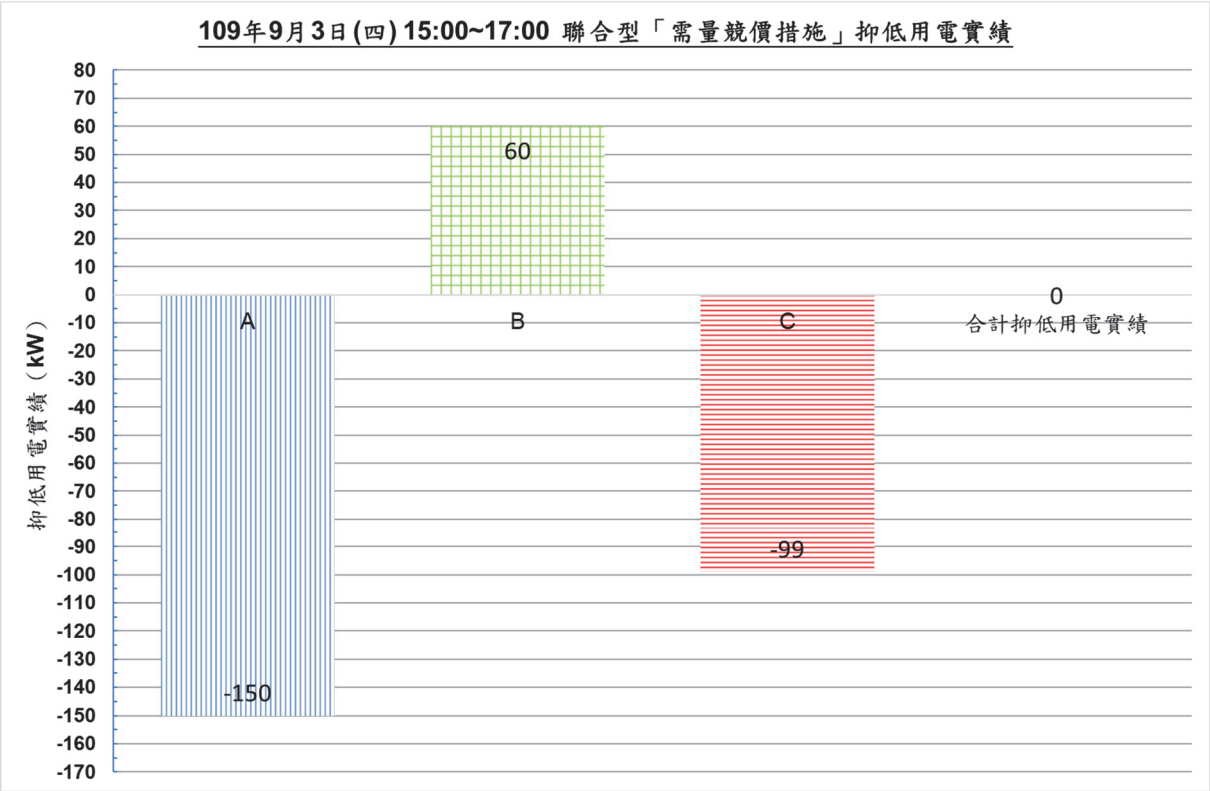


圖 5-46　2020 年 9 月 3 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/04						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	276	320	-44
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	660	569	91
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	75	66	9
	合　計				1011	955	56

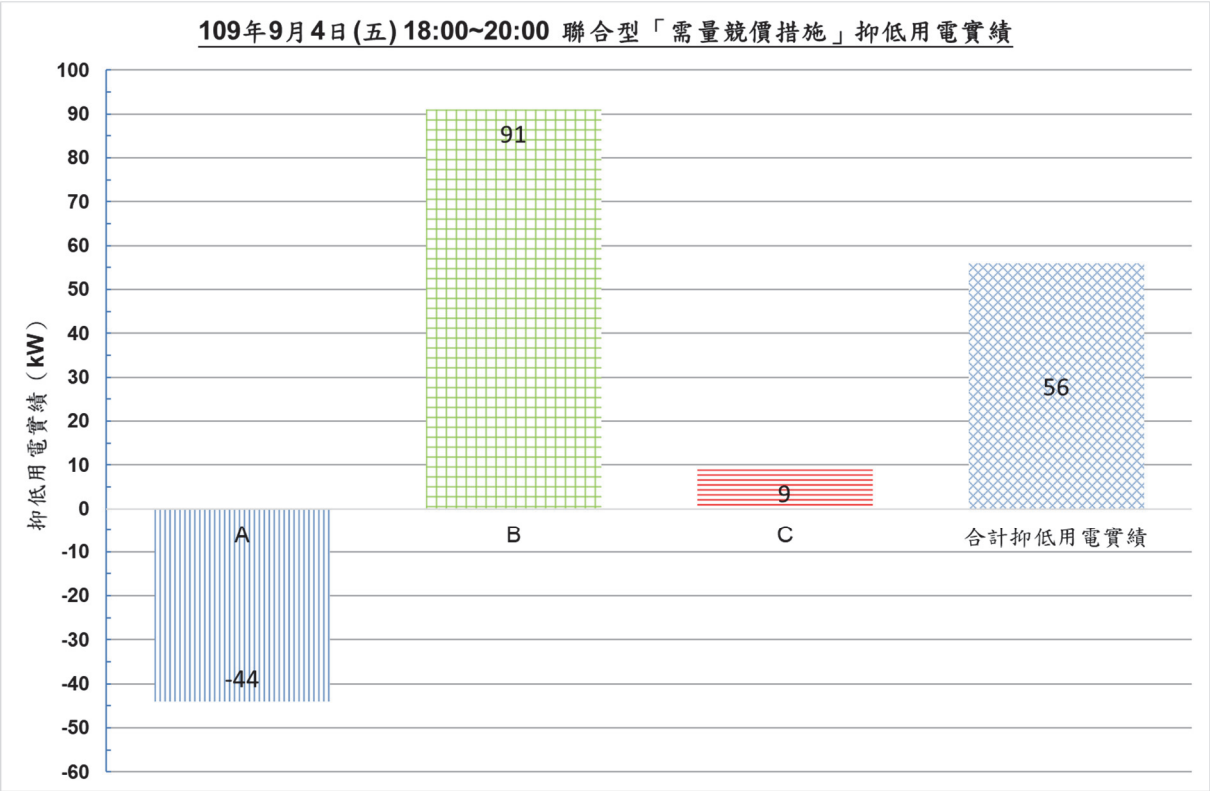


圖 5-47　2020 年 9 月 4 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/07						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	725	991	-266
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	851	762	89
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	228	309	-81
	合 計				1804	2062	0

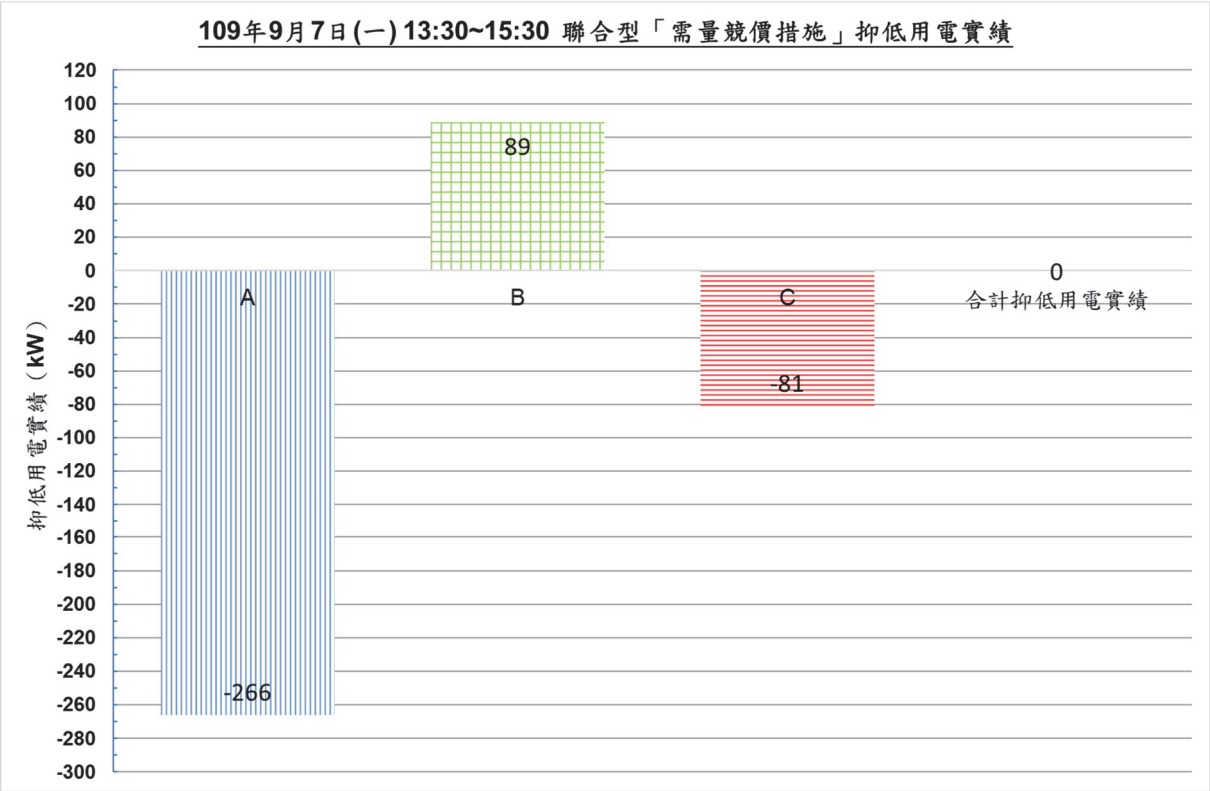


圖 5-48　2020 年 9 月 7 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/08						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	725	1095	-370
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	851	729	122
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	228	328	-100
	合　計				1804	2152	0

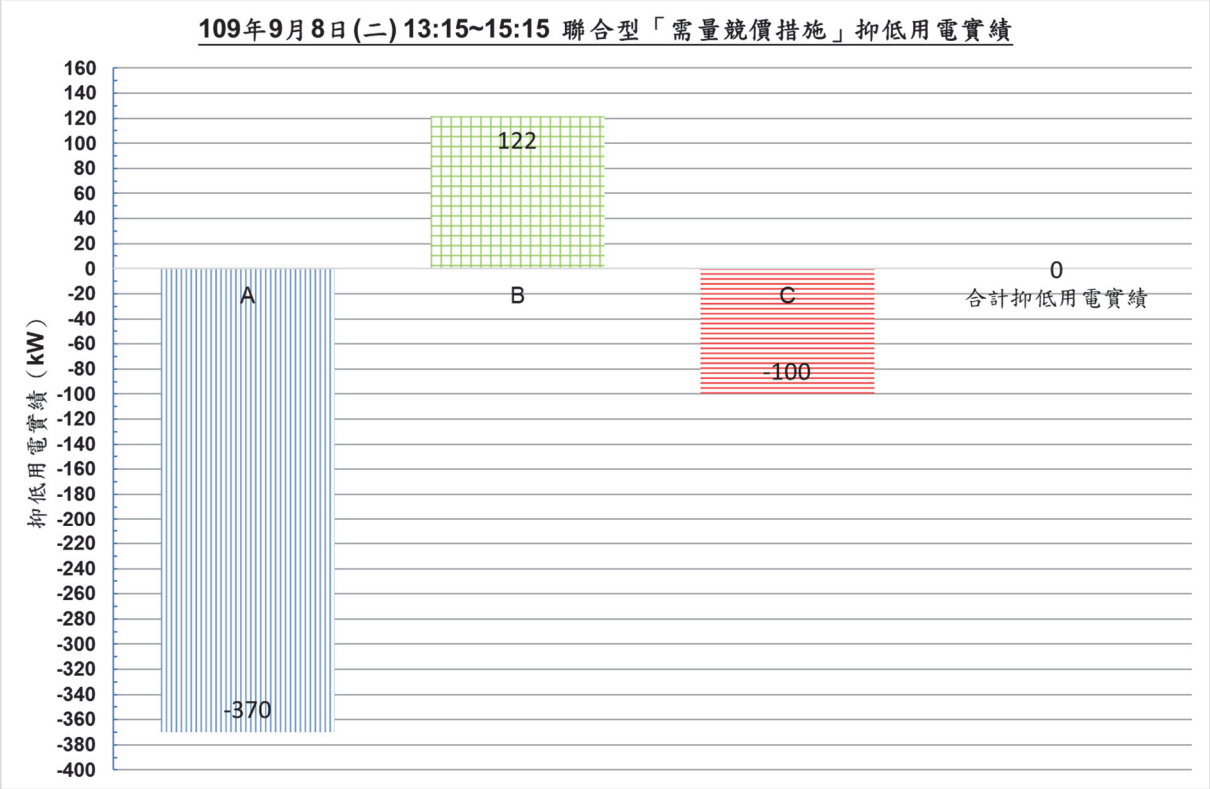


圖 5-49　2020 年 9 月 8 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/09						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	276	530	-254
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	660	593	67
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	75	136	-61
	合 計				1011	1259	0

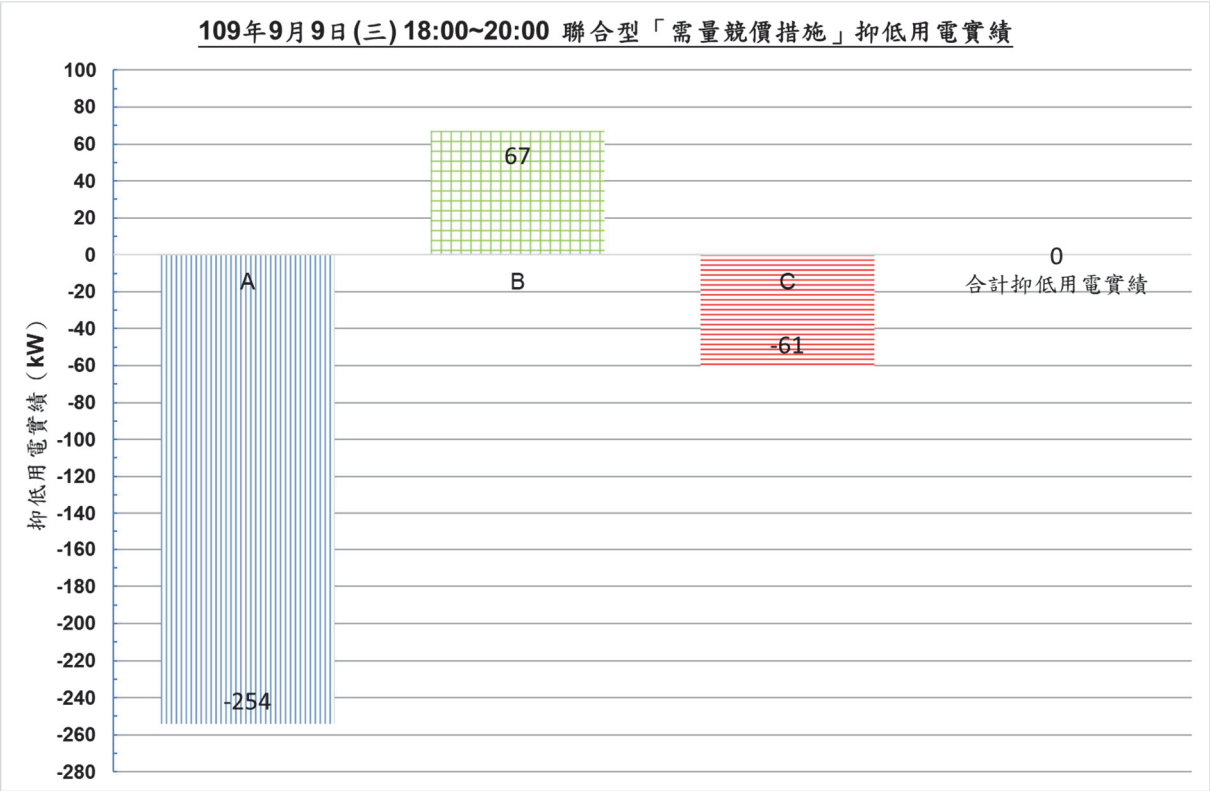


圖 5-50　2020 年 9 月 9 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/10						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	721	903	-182
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	857	801	56
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	228	301	-73
	合　計				1806	2005	0

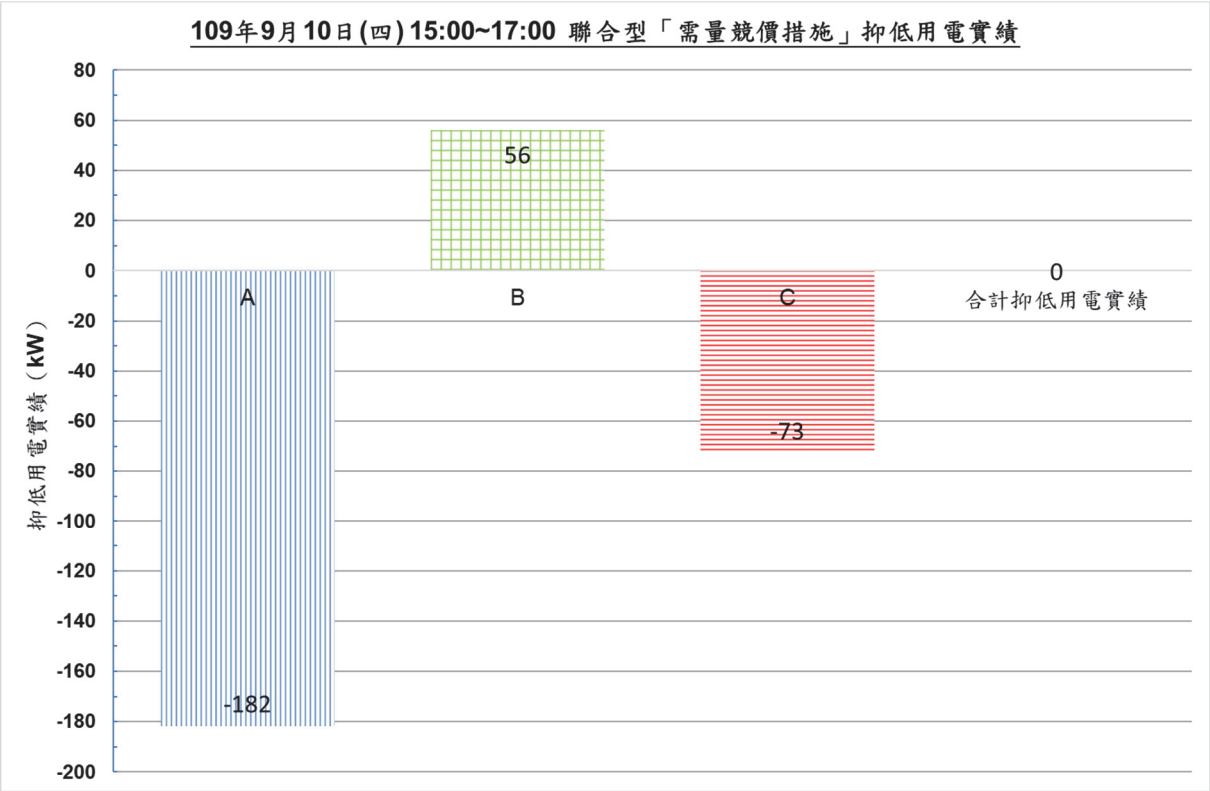


圖 5-51　2020 年 9 月 10 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表

執行日期：109/09/11

序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	724	807	-83
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	851	717	134
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	226	288	-62
	合 計				1801	1812	0

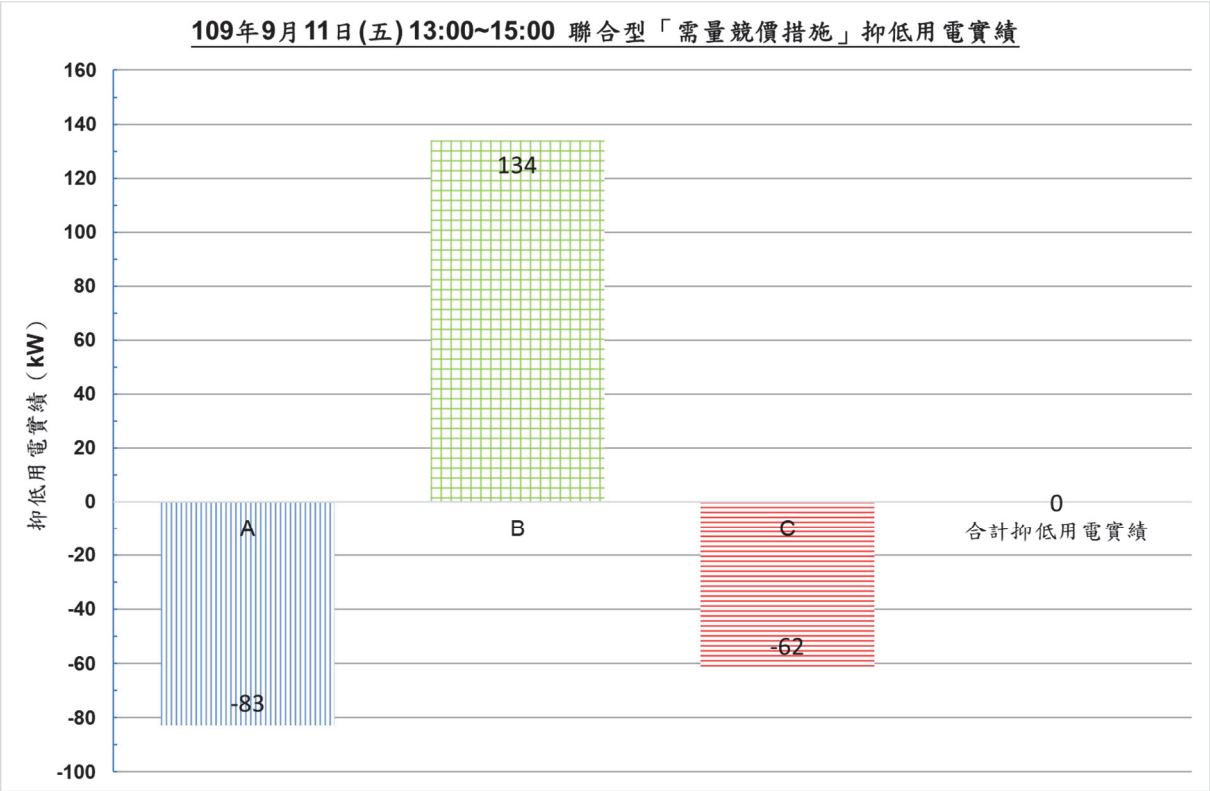


圖 5-52　2020 年 9 月 11 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表

執行日期：109/09/14

序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量 (瓩)	抑低時段最高需量 (瓩)	抑低用電實績 (瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	271	1012	-741
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	641	614	27
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	73	134	-61
	合　計				985	1760	0

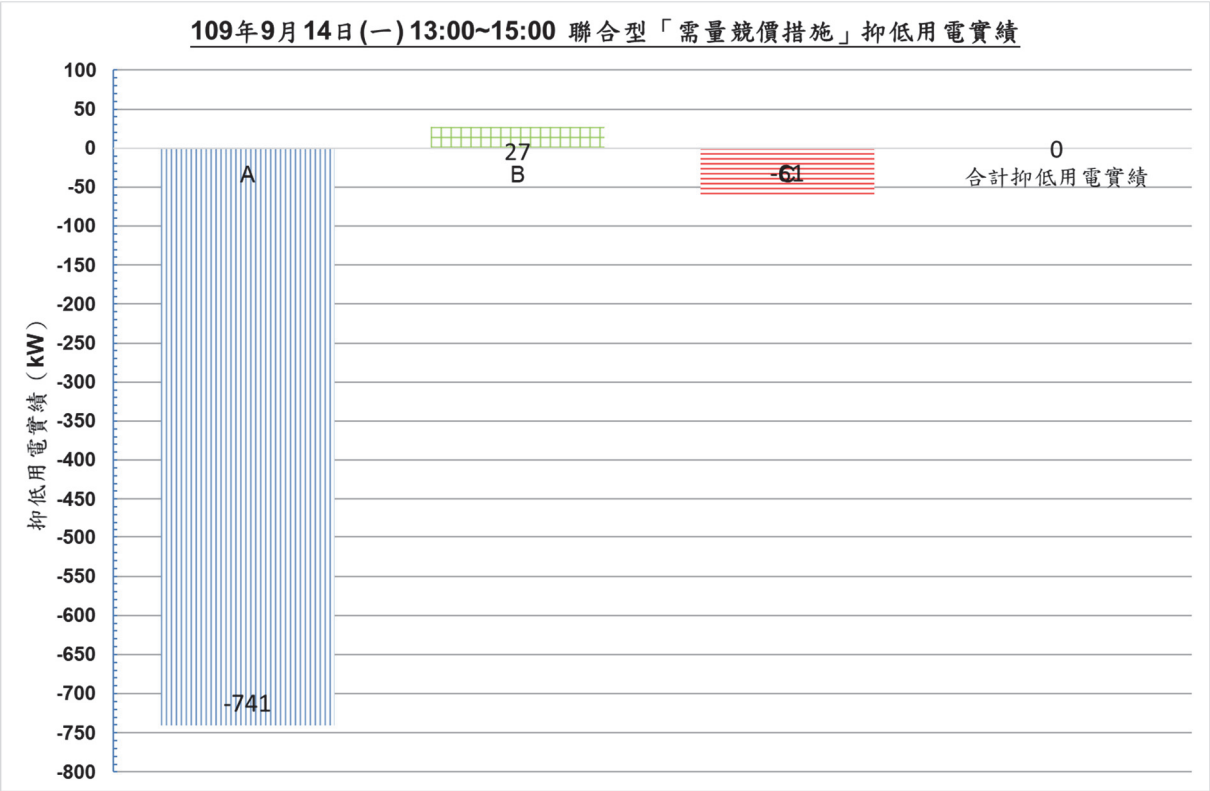


圖 5-53　2020 年 9 月 14 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/15						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	706	999	-293
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	773	801	-28
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	217	276	-59
	合 計				1696	2076	0

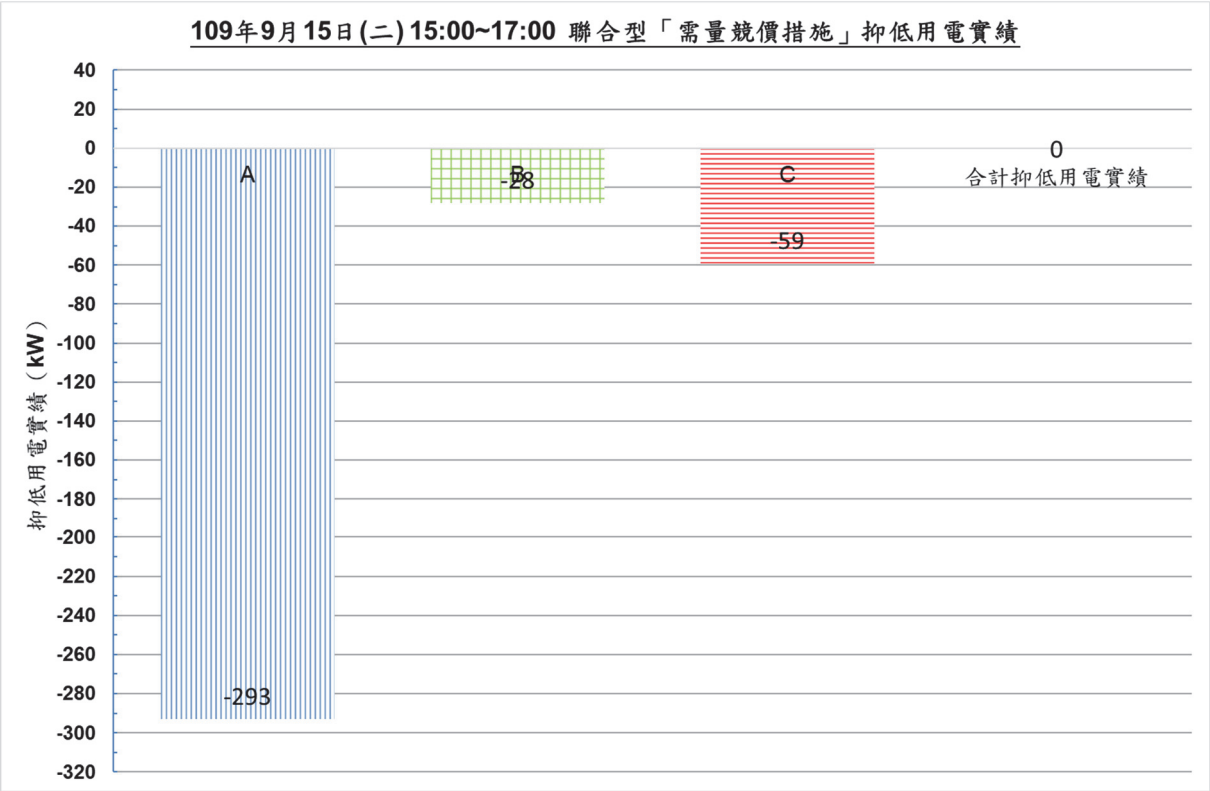


圖 5-54　2020 年 9 月 15 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/16						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	706	1052	-346
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	773	968	-195
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	217	246	-29
	合　計				1696	2266	0

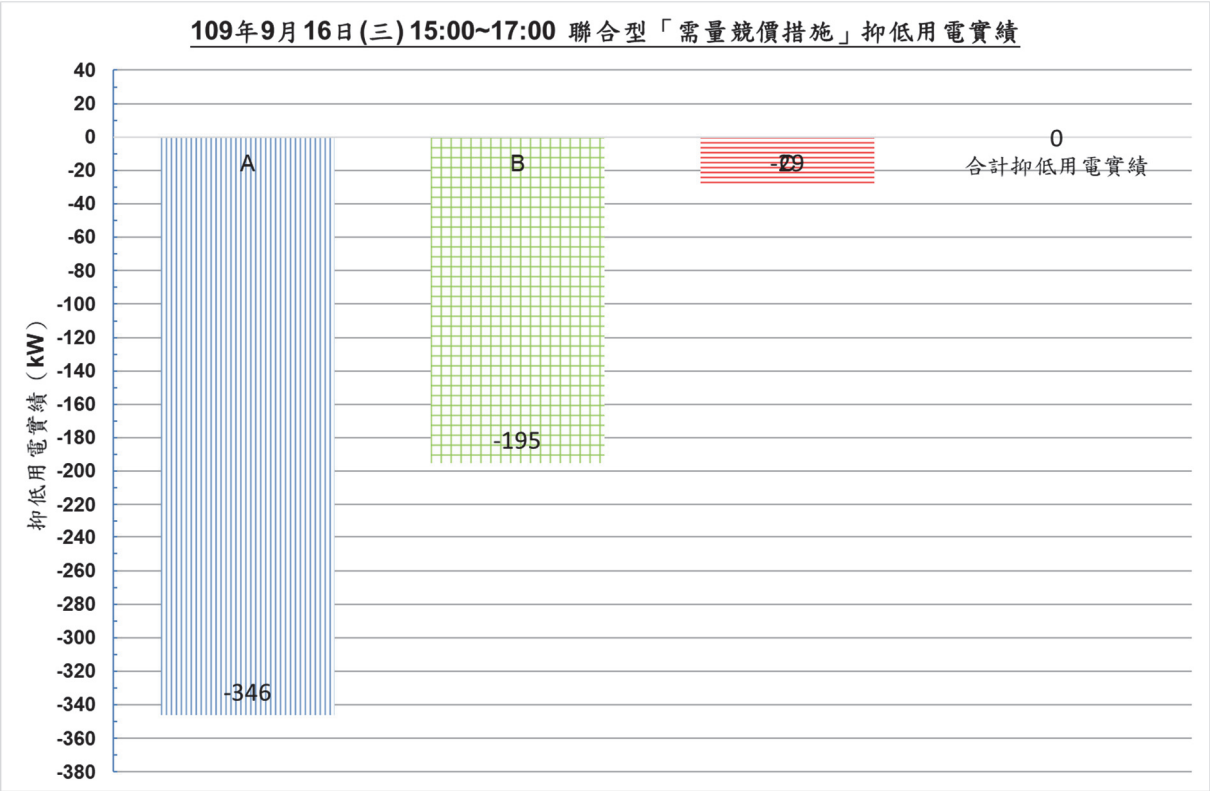


圖 5-55　2020 年 9 月 16 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/17						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	277	1085	-808
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	649	629	20
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	74	132	-58
	合 計				1000	1846	0

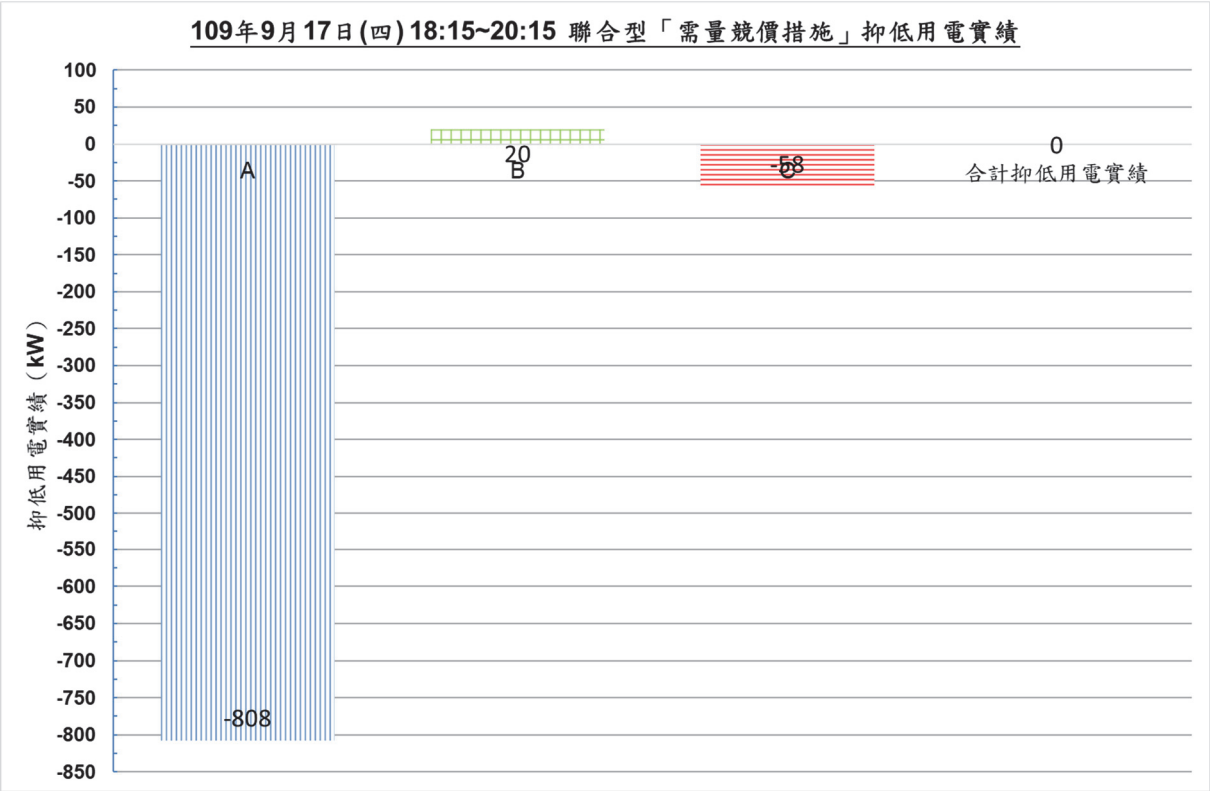


圖 5-56　2020 年 9 月 17 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/18						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	276	912	-636
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	660	653	7
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	75	107	-32
	合　計				1011	1672	0

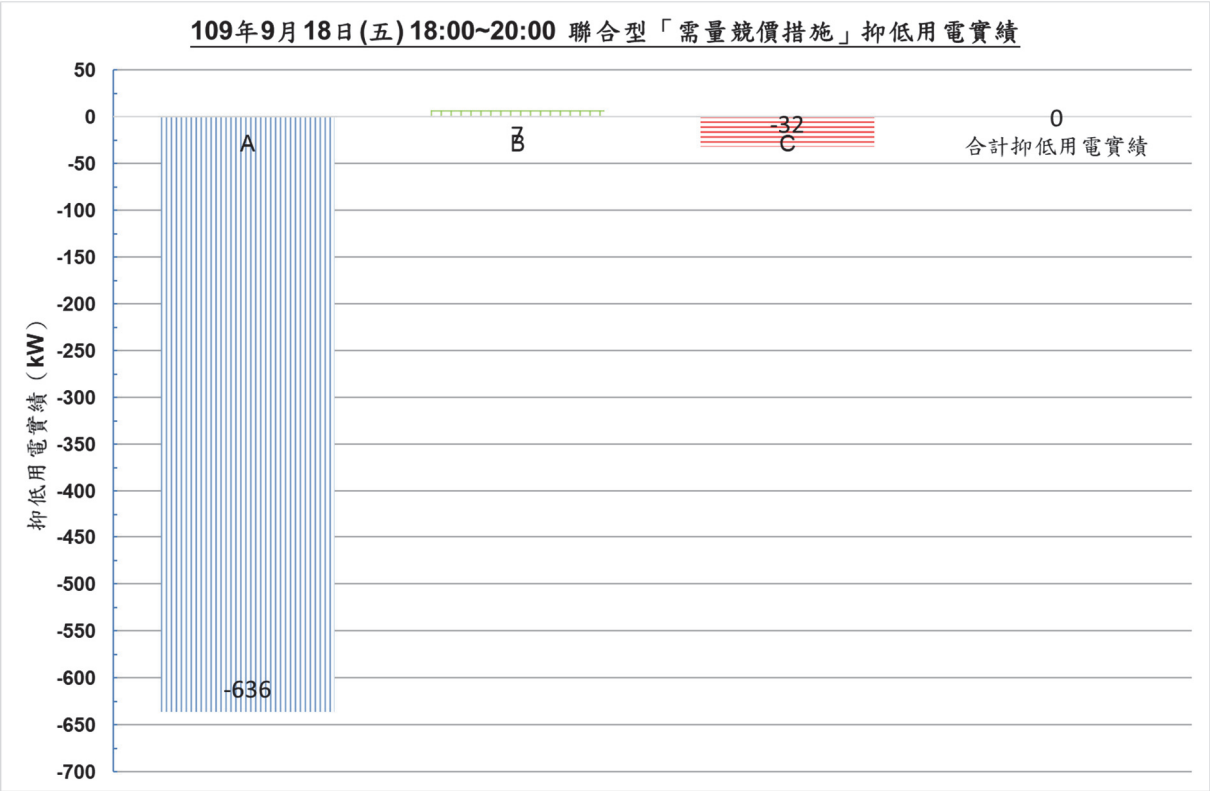


圖 5-57　2020 年 9 月 18 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/21						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	721	1209	-488
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	857	765	92
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	228	324	-96
	合 計				1806	2298	0

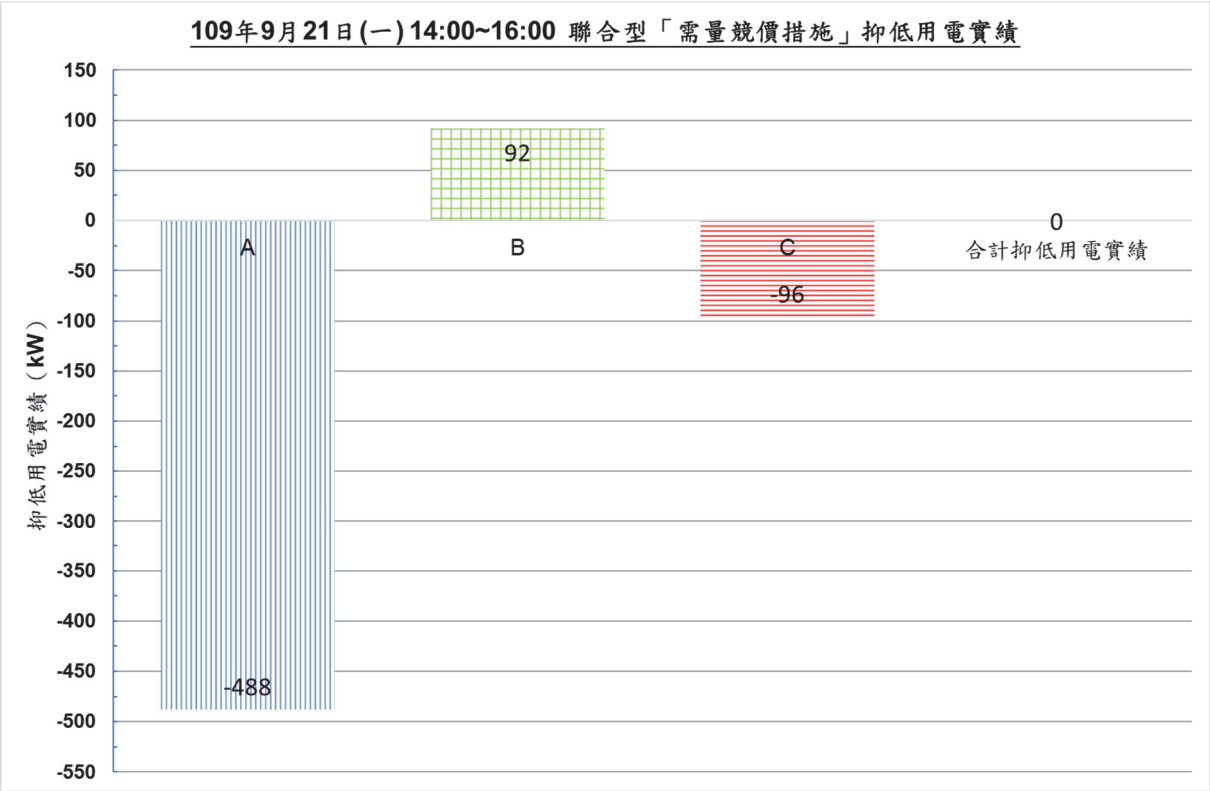


圖 5-58　2020 年 9 月 21 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/22						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	674	1093	-419
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	743	803	-60
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	159	272	-113
	合　計				1576	2168	0

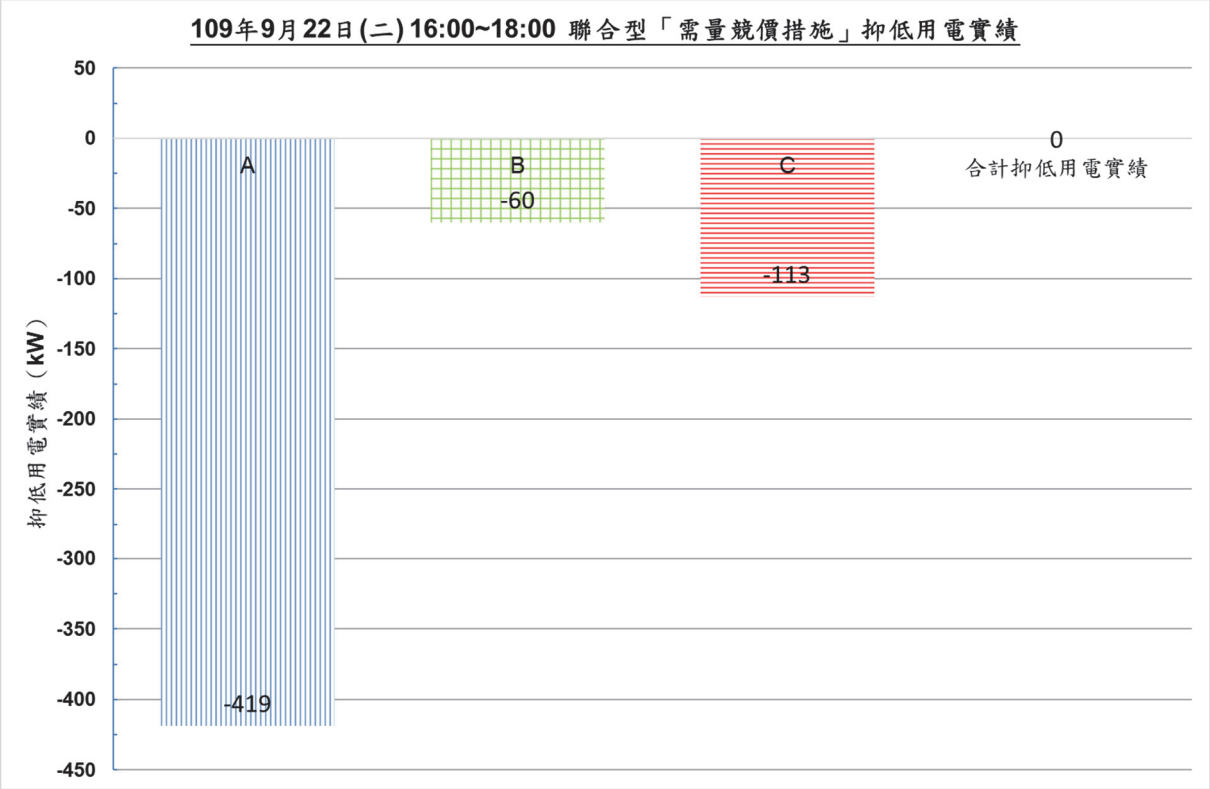


圖 5-59　2020 年 9 月 22 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表

執行日期：109/09/23

序號	用戶電號	通知方式	類別	戶 名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	277	1045	-768
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	649	630	19
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	74	151	-77
	合 計				1000	1826	0

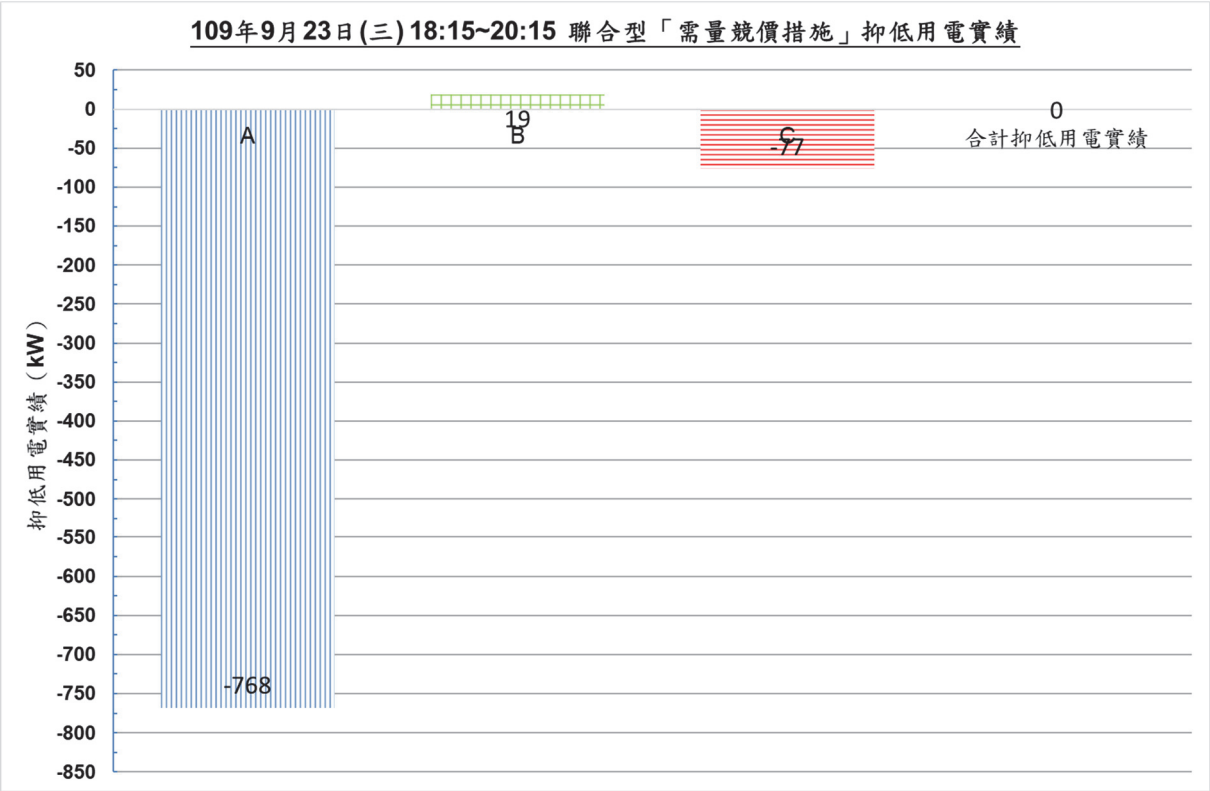


圖 5-60　2020 年 9 月 23 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

	聯合型「需量競價措施」抑低用電實績紀錄表						
	執行日期：109/09/24						
序號	用戶電號	通知方式	類別	戶　名	本次執行需量競價措施		
					基準用電容量(瓩)	抑低時段最高需量(瓩)	抑低用電實績(瓩)
A	120xxxxx105	日前	代表戶	國立 P 大學	277	1079	-802
B	116xxxxx007	日前	群組用戶	國軍 G 醫院	649	492	157
C	121xxxxx008	日前	群組用戶	國立 PGH 中學	74	148	-74
	合　計				1000	1719	0

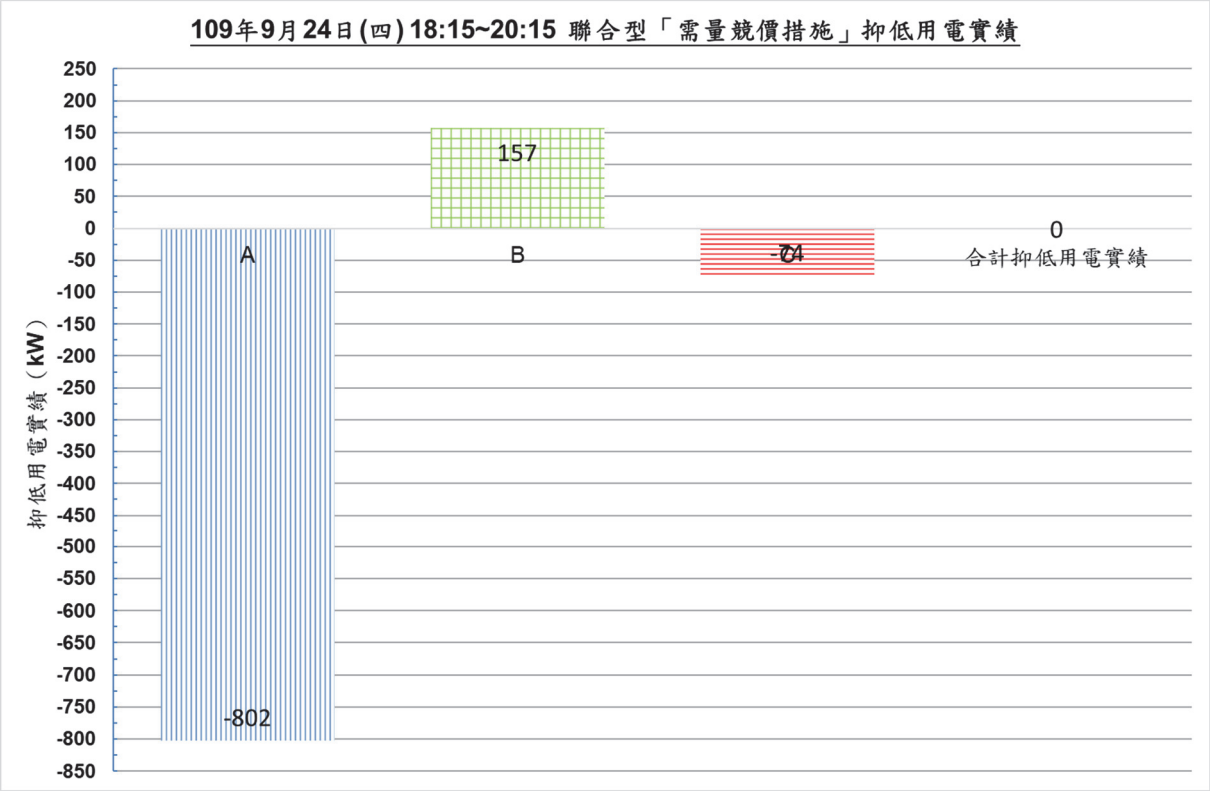


圖 5-61　2020 年 9 月 24 日聯合型「需量競價措施」抑低用電實績表格與長條圖

由上述之得標日期相關之抑低用電實績表格與長條圖得知，本計畫之聯合型「需量競價措施」團隊 2020 年 9 月份之實際運轉結果，全部未達成抑低用電之目標，因而未獲得任何電費扣減金額。

圖 5-62 至圖 5-64 分別為台電需量反應競價平台，記載 2020 年 9 月 14 日、9 月 17 日、以及 9 月 24 日之抑低未達成實績。由圖中可知，竟然”賠掉一個資本額以上”---- 可能隱藏著結構性的問題，提供了反思的良機，究其抑低未達成之原因如下所述。

台電公司計算本次進行聯合型「需量競價措施」3 個單位的基準用電容量（CBL）為 2020 年 8 月 5 日、8 月 6 日、8 月 7 日、8 月 10 日、與 8 月 11 日等 5 天。當時對於代表戶國立 P 大學而言為暑假時期，用電量當然偏低，基準用電容量亦隨之偏低。

而 2020 年 9 月以後，國立 P 大學各學制陸續開學上課，因而用電量激增，當然抑低用電未能達成之情形天天發生。甚至於台電公司通知抑制用電時間為晚上時，代表戶國立 P 大學因晚上有進修學院正在上課，同樣抑低用電未能達成，造成整個 2020 年 9 月份未獲得任何電費扣減金額。亦可從代表戶國立 P 大學 2020 年 9 月份之電費單上顯現出來，如圖 5-65 所示。

圖 5-62　台電需量反應競價平台記載 2020 年 9 月 14 日之抑低未達成實績

圖 5-63　台電需量反應競價平台記載 2020 年 9 月 17 日之抑低未達成實績

圖 5-64　台電需量反應競價平台記載 2020 年 9 月 24 日之抑低未達成實績

帳單明細

用戶名稱：	國立　　大學	
用電地址：	4 - 1 8號	
通訊地址：	4 - 1 8號	
二氧化碳排放量：	225459公斤	行動支付掃描繳費

基本資料

電號：	12083179105
繳費期限：	109年10月20日
用電計費期間：	109年09月01日 至 109年09月30日
本月抄表日期：	109年10月01日
下次抄表日期：	109年11月01日
收據月份：	109年10月
用戶營利事業統一編號：	91004005
本公司營利事業統一編號：	90461209
輪流停電組別：	A
用電種類：	高壓需量綜合非營業用
電表號碼：	11930342
饋線代號：	NB31

貴戶最高需量已大於契約容量

計費內容

基本電費(約定):	287,773.2元
流動電費:	1,108,198元
功率因數調整費:	-20,939.5元
基本電費(非約定):	45,167.2元
優惠金額:	-56,413.1元
客服專線：	1911
服務單位：	屏東區營業處
服務地址：	屏東市忠孝路３２９號
稅前應繳總金額:	1,298,844元
營業稅:	64,942元
應繳總金額:	1,363,786元

專屬匯款帳號

匯款銀行：	台灣銀行(004)公館分行(034/0347)
匯款帳號：	15812083179105
收款人戶名：	台灣電力股份有限公司

用電資料

經常（尖峰）契約:	1287
經常（尖峰）需量:	1388
離峰需量:	788
功率因數（％）:	100
尖峰度數:	263400
週六半尖峰度數:	29600
週六半尖峰需量:	984
離峰度數:	130000
去年同期用電度數:	439600
去年同期用電日數:	30
較去年同期（度）:	-16600
去年同期應繳總金額:	1346780
本期較前期（度）:	+181000
去年下期用電度數:	458600
去年下期用電日數:	31
優惠度數:	423000

抄表指數

表別	上期指數	電表倍數	拆表指數	本期指數	裝表指數
1	03358.2	2000		03489.9	
3	01827.5	2000		01892.5	
4	00598.4	2000		00599.4	
6	016.880	2000		017.574	
8	010.407	2000		010.801	
11	00406.1	2000		00420.9	
12	010.456	2000		010.948	

圖 5-65　聯合型「需量競價措施」代表戶 2020 年 9 月份之電費單並無記載「配合減少用電減收」之電費抵減金額

第六章　WABEMS 之 ABRIDR 商業營運模式之建立

第一節　商業營運模式之計畫

本計畫已針對 WABEMS 之 ABRIDR 擬定完整而具體可行的商業營運模式計畫，其重點有如下 4 點：

A. 各參與單位輪流擔任值星代表戶，經每次需量競價後，統計各參與子戶之實際抑減需量與電價抵減金額，供各參與子戶之間相互拆帳。

B. 各參與子戶 A,B, C 各成立 1 及 2 兩種帳戶：

A1, B1, C1 帳戶，為可彈性運用於其他用途的真正現金。有如國立大學所開設之財團法人校務基金帳戶。

A2, B2, C2 帳戶，為各子戶輪流當代表戶時繳交台電電費之扣繳帳戶，有如國立大學之一般會計帳戶。

C. 由平台營運單位成立循環基金帳戶，提供各帳戶間之沖帳所需之流動資金。

D. 導入 TABC 等營運單位，進行相關需量競價所有工作，並獲得部分報酬。包含提供現金帳戶之資金，及上述所有行政工作，創造被利用的價值及進行實際營運管理

以上為本計畫創新獨創之商業營運模式。以下就本計畫參與聯合型台電電力需量反應計畫之運轉結果加以說明。

於 2020 年 8 月份，總共獲得電價抵減金額為 1,799.7 元整，為方便說明取整數 1,800 元整。根據實際運轉數據顯示：

A 戶（代表戶）實際抑減比例為 41 %，可獲得 738 元整。

B 戶（子戶 1）實際抑減比例為 45 %，可獲得 810 元整。

C 戶（子戶 2）實際抑減比例為 14 %，可獲得 252 元整。

本計畫 8 月份總共獲得台電 1,800 元電價抵減，就按實際運轉成果比例記帳，各子戶之間也皆獲得電費抵減數據。因此，可如以下說明：

1. 本計畫 2020 年 8 月份總共獲得台電 1,800 元之電價抵減。全數直接於代表戶(A 戶)中呈現並執行電價扣減。後續於各子戶間之效益分配由代表戶進行，台電公司不予過問。

2. 按實際運轉成果抑減負載記錄，各子戶之間也皆獲得電費抵減或經由本計畫創新之商業營運模式折算為現金收入。

3. A 戶應獲得 738 元整之電價抵減，實獲(台電公司)1800 元之電價抵減(A2 帳戶)，其溢價金額 1,062 元，應由 A1 帳戶匯入至循環基金帳戶進行沖帳。

4. B 戶應獲得 810 元整之電價抵減，實獲 810 元之現金收入，由循環基金進行匯入至 B 戶之 B1 帳戶。

5. C 戶應獲得 252 元整之電價抵減，實獲 252 元之現金收入，由循環基金進行匯入至 C 戶之 C1 帳戶。

6. 或採另一方式進行。由各子戶開始輪值代表戶，因此亦可記錄其實際之正負現金流金額，然後相互扣抵，以 EXCEL 統計其淨抵減金額（−）及現金收入（+）。於各帳戶及循環基金帳戶間進行記帳沖帳，於數輪循環後再實際進行給付兌現。

上述整個運作模式，具有極大應用潛力！

第二節　商業營運模式推動之省思

1. 台電公司之電力需量競價平台特性

台電公司之電力需量競價平台，為目前國內唯一正式之平台，其操作結果一方面形成正式紀錄，另一方面也可直接在平台上面顯示，並與高壓用戶入口網站平台，同步進行分析，台電公司之電力需量競價平台具有如下的特性：

1. 台電公司在即時線上調配全國之電力需量時，所在意的是各單位於其指定時段之總卸載量。因此，操作以及讀取的數據，皆由總電錶讀取而來，也就是電費單上面的單一電號。而該電錶是台電公司自行鉛封，並經過繁複之校正與認證過程，因此其他單位不管是公家或民營自行開發之需量卸載平台，只能自己做為參考，並不能作為實際認證計價使用。

2. 需量競價採計之實用的是該電表該用戶單位之總卸載電量，因此，雖然空調主機是極為有效的卸載工具，但是該平台採計的是總電錶，也就是整個使用單位，用戶，或整體建築物之總耗電量，空調系統耗電只是其中一部分，而空調主機又是空調系統設備之一部分。也因此，台電電力需量反應平台之運轉結果，所顯示的更為全面而確實，而且跟每個月的電費單直接連結，更顯方便，

3. 電力需量競賽，除了價格以外，更重要的是卸載時段。換言之，台電在某一時段需要降低全國多少電力負載，那個特定時段的價格，對於電力調配，才有意義。並不是一味的，價格越低越好，而越容易得標。因為價格跟時段，是有直接重要關連性的。本團隊在實際進行電力需量期間，曾經發生過以超低的價格，也就是每度電 1 元參與競標，然而卻創下連續 1 個月沒有成交的紀錄。經進一步深究其原因，問題就發生在卸載時段。這個沒有成交的紀錄，從此打開了一扇門，並可歸納出非常重要的競標方法，也成為本研究重要貢獻與成果之一。

2. CBL 值之最佳化為電力需量反應計畫之極重要關鍵因素之一

Customer Base Load 簡稱 CBL，可視為在需量卸載前之該用戶電力需量較具代表性值，以做為與卸載後之比較標準。

換言之，CBL 乃採取該用戶前 5 天，在該卸載時段之用電需量，加以平均而得。若 CBL 值太高，當然該用的基本電費亦將會隨之增加。但反之，若 CBL 值太低，那麼相當於該用戶於該時段之電力需量負載，已經很低了，此時若用戶再去強制卸載，那根本是緣木求魚，沒有成交的可能！有如台諺所言：生吃都不夠了，還要曬乾（存貨）？

由本團隊於 2020 年 9 月份 9 月 1 日到 9 月 24 日期間實際運轉結果顯示，仔細觀察其 CBL 之變化情形，可以發現台電要求這些卸載時段，以前幾天觀之皆是電力需量最不足的時段，所以 CBL 被大幅度拉低，完全驗證了我們的推論。

近 30 年來，有一項極為有效而被普遍使用之電力基本契約容量之設定辦法，那就是選取大用戶電力契約容量時，宜因選取一年之中，設定後大約可被小量超約罰款，一年約一個月或兩個月，那就是最佳契約容量設定值。反之，若去訂定拉得太高，顯示出從來沒有罰款，那麼就代表用戶的契約容量訂得太高了。

這個策略我們在 Beep 1.0 案例中也常大量使用過,而且可說不需用任何設備改善，只是進行一些手算，模擬，就可以獲得一個月數十萬元 的基本電費節約，可以說是極為有效的策略！

同樣道理，電力需量反應可走上同一方向來發展策略，也就是在決定 CBL 上來下功夫，應該就幾種可能性加以運算，模擬，那麼寧願在某些特定時段不要造成太低的 CBL，因為那是非常難以挽回的。

一根短的 CBL 需要再跟前 5 天中，4 天較長的 CBL 需量平均以後，其實平均值已經被整個往下拉了，這樣在後面繼續進行電力需量競標，是處於極為不利的狀態的！

我們從 2020 年 9 月份全盤皆墨，就可以看出這個問題的嚴重性！也從此確立了下一期的 WABEMS 重要的發展方向，也就是來歸納出 CBL 訂定的的最佳化！

3. CBL 值與建築空調負載型態之密切關係，攸關整體聯合型 DR 方案之成敗

國軍 G 醫院為 Beeup 計畫中，極為成功之節能改善案例，國軍 G 醫院於 2020 年 9 月期間參加本計畫聯合型方案，屢屢擔任救援投手的重要關鍵角色。

其中，自 9 月 1 日至 15 日代表戶國立 P 大學逐步進入開學之準備期，用電量逐步增加，能夠卸載的需量逐步減少。此時唯有靠著國軍 G 醫院於傍晚時段，外部空調負荷變小，盡可能的再擠出一些需量卸載能力，加以支應。

這個趨勢持續到了 9 月下旬，終於獨木難以撐天，國立 P 大學進修學院開始上課，於傍晚時段雖然外氣條件造成之空調外部負荷降低，但是內部空調負荷卻大幅度增加，國軍 G 醫院能夠救援的能力也不足了，整體聯合團隊形成一面倒的態勢，終於導致全盤皆墨的結果，

這段期間，其實際卸載不但沒有任何正向成果，反而逆向發展至原始需量值之 1 倍以上。深究其原因，CBL 之訂定由台電所發出卸載通知之時段有極密切的關係，此一時段若選取於傍晚之時段，將導致 CBL 值偏低，

另一方面，於此時段團隊之救援與互補能力，則端視個子戶空調負荷型態之影響，這在每日 10 小時空調之辦公類建築，或具備夜間部之學校類建築 14 小時空調，或醫院類 24 小時空調就產生了極大的不同影響，

換言之，台電公司選取之卸載時段同時影響了 CBL 值的訂定與各子戶之卸載性能表現，也因此直接影響了整體聯合型計畫的需量反應結果。

至於競標價格，反而只是成為在決定團隊之參與資格與條件罷了，此有如博士學位之資格考，而真正決定成交與否的反而是博士口試之當場表現，也就是取決於卸載時段之選取。

此項重大的發現，經過本團隊於 2020 年 9 月，經正向及反向重複驗證後，可以確定，此一發現對於台電公司未來要繼續推廣全國性之大型需量反應計畫，可提供良好之參考，

目前，國際間各種大型需量反應計畫，皆指向實現虛擬電廠作為重大目標之一，也就是說，以能迴避及替代新蓋電廠，尤其是火力發電廠之替代性，這牽涉到新廠設計規劃建造，以及最後棄置之整體生命週期費用考量，並非單單的燃料成本考慮，

以另一方面，需量反應計畫之採計合理性，包含上述 CBL 值計算方式,皆有必要做更詳細之規劃研究，才能進行全國性的推廣與應用。

第七章　結論與建議

第一節　結　論

（一）WABEMS 中層雲端架構之建立與進行電力需量反應應用案例分析。

1. 建立 WABEMS 中層雲端架構

本計畫之 WABEMS 中層雲端架構，乃依據 Hierarchical 架構所建立之控制系統。階層式控制系統（Hierarchical Control system）也稱為分層控制系統，是一種以分層樹狀方式來規劃其設備及控制軟體的控制系統。於進行大型聯合電力需量反應計畫時，具備上下層快速反應，與水平層集體聯合同步之雙重技術優勢。

階層式控制系統中的每一個元件都是階層樹中的鏈結節點。命令、任務及目標都是由較高的節點流向較低的節點，而感測及命令結果會由較低的節點流向較高的節點。節點也會和鄰近同層的節點交換資訊。階層式控制系統有二個特點和其分層有關。

首先階層樹中，較高層的節點，規劃及執行的週期都會比其直接的下一層節點要長。其次，較低層的節點有局部的任務、目標以及感測，其活動是由上層節點所規劃及協調，上層節點一般不會直接覆蓋下層節點的決策。在混合智能系統的分層中，最低層的節點是 sub-symbolic。較高層的節點時間的限制較寬，可以理解抽象世界模型，並且進行規劃。階層式任務網路很適合用來在階層式控制系統中進行規劃。

因此，當最上層雲端之 ABRIDR 平台，下達整體同步卸載指令時，中層雲端所聯屬之單位將即時於線上（Real time online）獲得通知，並積極反應（Response）。

舉例而言，某 C 縣政府衛生局於 C 縣政府接獲電力需量反應下載指令後，會馬上轉指令下達其所指揮之 26 個衛生所，來積極進行其空調設備之四大節能策略之具體實

施。然後，再將 26 個衛生所執行聯合卸載之結果，即時通報上載（upload）至 ABRIDR 平台上進行卸載量的總統計。如此雙向溝通，皆在互聯網之瞬間達成。

2. WABEMS 中層雲端架構需量反應案例分析

本項工作選定的某 C 縣政府衛生局，進行 WABEMS 中層雲端架構需量反應案例分析。本案例主要改善某 C 縣政府衛生局及全縣 26 所衛生所，其冷氣空調系統用電及空氣品質納入本局管理。WABEMS 中層雲端架構以寬頻或乙太網路為基礎，其主要目的是為集中管理衛生局冷氣空調系統及全縣 26 所鄉鎮市衛生所能源管理系統，透過對內及對外通訊網路，系統整合後至 WABEMS 中層雲端能源管理系統。

其 WABEMS 中層雲端能源管理系統,可管理本局及全縣 26 所鄉鎮市衛生所用電、空氣品質監測、與冷氣空調控制功能，其電力需量控制程式及軟體功能，可經由連結上傳至 WABEMS 中層雲端能源管理系統，作為本局及全縣 26 所衛生所用電負載監測及空氣品質監測及需量冷氣空調卸載控制。

本計畫 WABEMS 中層雲端架構實際之雲端智慧需量卸載測試，結果相當成功！

（二）儲冰式空調系統作為電力需量反應策略之建立與應用案例分析

1. 儲冰式空調系統簡介

儲冰式空調系統，利用夜間之離峰電力，將隔日白天所須之冷房能力儲存起來，白天以融冰泵釋放出冷房能力，來削減白天尖峰之電力需求，進行有效之電力需求面管理計畫 DSM。

儲冰空調系統，亦簡稱「熱能儲存」系統（Thermal Energy Storage System，或 TES 系統）。其系統運作原理，於夜間時使用便宜的離峰電費驅動空調主機，將冰或冰水儲存於儲冰槽中，等待白天高負載時再將冰水取出供應室內空調。

儲冰空調系統的運轉模式，分成白天與夜間模式。於白天為融冰模式，滷水（由 25 % 乙烯乙二醇與 75 % 的水組成，可降低水的凝固點）不經由主機，直接到達儲冰桶將儲存的冰融解，再將融解的冰水傳送到空調系統，讓我們夏天在室內能感覺到涼爽；於夜間為製冰模式，滷水則不經過負載，改經過冰水主機到達儲冰桶進行儲冰，直到白天再切換為融冰模式進行融冰。

另外，儲冰式空調系統設計，可分為兩大設計方向。第一種設計，為全量儲冰式設計（Full Thermal Energy Storage systems）。亦即於夜間儲冰後，於白天融冰，將冷房能力全部釋放出來，大型空調主機於白天完全運轉。直接全部冷房能力由夜間儲存，白天融冰提供。這種設計的優點，在於白天尖峰時段運轉之耗電量，一般只有冰水主機泵、小融冰泵、區域冰水泵、以及相關冷卻水塔等等小的動力系統運轉，耗電量相對極小。因此對於電力尖峰之制轉移可說是極大化，效果極為顯著。

第二種設計，為分量儲冰設計（Partial Thermal Energy Storage Systems）。顧名思義，於夜間儲冰，儲存一部分冷房冷力。而另一部分冷房能力，必須要於白天運轉一般空調主機來補足。也因此，白天只有部分融冰，來提供部份之冷房能力。這種系統的優點是，其儲冰量不必如全量儲冰系統那麼具大。而且，冰水主機之噸位也相對較小。整體建築物之電力需量降低，一般降至約原來傳統空調之 50％~60％左右。設備費用可以節約。另一方面，由於白天的冷房能力是由部分融冰以及部分運轉空調主機而來，相互支援。因此，其融冰之策之策略就極為重要。

2. 儲冰式空調系統需量反應案例之廠測與施工

本工作項目選定今年 BEEUP 南團隊受補助單位中，有裝置儲冰式空調系統之國立 PGH 學校改善案。首先，於為預備裝置於受補助單位之儲冰式空調主機進行廠測，以確認日後運轉時可有效執行電力需量反應策略。

首先，進行廠測前先確認冰水主機系統各項諸元。其次，再比對進行廠測時之冰水主機系統測試條件。而進行廠測之冰水主機系統已經裝上 WABEMS 控制器，日後運轉時可有效執行電力需量反應策略。上述為進行廠測前之準備與核對工作。其廠測結果顯示，此冰水主機日後運轉時可有效執行電力需量反應策略。預備裝置於受補助單位之儲冰式空調主機完成廠測後，即可搬運至現場進行組裝。

3. 儲冰式空調系統需量反應案例之實測分析

國立 PGH 學校儲冰空調系統完工後，進行實際的儲冰與溶冰的趨勢圖分析，以確認日後可進行儲冰式空調系統需量反應。由儲冰空調系統溶冰趨勢圖分析，可確認本套儲冰式空調系統可使用至少 4 小時以上，且空調系統用電約 30 kW 左右。另由儲冰空調系統儲冰趨勢圖分析，空調系統用電約 60 kW 左右。最後由儲冰空調系統溶冰與儲冰連續使用趨勢圖分析得知，可確認日後本套系統可進行儲冰式空調系統需量反應。

（三）大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程標準作業程序 SOP 之建立與全尺度實驗印證

1. 卸載智慧化改善工程標準作業程序 SOP

有關本案大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之標準作業程序 SOP，可分為三個方向來進行，亦即冰水主機側硬體之改善、冰水主機側軟體之修改、與 BEMS 界面之修改與升級。

1. 冰水主機側硬體之改善

首先，於冰水主機側硬體之改善方面，需加裝電流轉換器（Current Transducer, CT）。其為偵測導線內電流的裝置，並且產生和電流成比例的信號。產生的信號可以是類比的電壓或是電流信號，也可以是數位信號。產生的信號可以接到儀表（例如電流表）顯

示，亦可以儲存在資料拮取系統中，作進一步的分析，也可以用在控制上。亦即日後運轉時，可執行「限制運轉電流」之電力需量反應策略。

配合上述加裝硬體之電流轉換器，螺旋式一定頻一變頻主機需加裝控制閥（Control Valves），以使冷媒流量符合「限制運轉電流」之數值。其原理為將控制閥安裝至原本的冰水主機上，以便能透過不同位置控制閥之啟動，控制冷媒的流量。

2. 冰水主機側軟體之修改

於冰水主機側軟體之改善方面，先進行主機軟體之修改，亦即主機側控制邏輯之修改。其次為主機通訊界面之修改，主要是與 ABRIDR 雲端大平台聯網側之軟體增設與修改，並新增 IoT 物聯網直接控制之設備。

3. BEMS 界面之修改與升級

傳統的中央空調主機系統，大抵皆配備冰水出水溫度調變（CWST）及冰水回水溫度（CWRT）調變控制之運轉模式。然而，本計畫由於必須將這些大型主機系統加以整合，並於 ABRIDR 擴大實施四大節能策略之聯合運轉及需量卸載，因此其 BEMS 界面之修改與升級，加以擴編寫入四大節能策略。

故有關本案大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之標準作業程序 SOP 與預估之所需經費，可條列如下：

1.冰水主機側硬體之修改，Current Transducer CT 控制器及控制回路之新建置，以加入可限制運轉電流模式，26,000 NTD。

2. 螺旋式一定頻一變頻主機 Control Valves 之階段控制增設，76,000 NTD。

3. 冰水主機 IOT 物聯網化，60,000 NTD。

4. 冰水主機控制軟體之修改，20,000 NTD。

5. 冰水主機通訊界面之修改，20,000 NTD。

6. 冰水主機與 BEMS 界面之修改與升級，92,000 NTD。

7. 冰水主機與 ABRIDR 雲端平台界面之修改與升級，92,000 NTD。

8. 冰水主機整體系統試車 30,000 NTD。

總計 416,000 NTD for 350 RT 國產冰水主機，以 KL 為例。

2. 實際改善施工案例分析

有關大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之實際改善施工案例，將選取長期而成功的運轉案例--- 國軍 G 醫院。G 醫院於 2015 年接受 Beeup 建築節能與綠廳舍改善補助計畫，將舊有耗能冰水主機，更換為節能高效率冰水主機；同時設置 BEMS 建築能源管理系統，以使有效監控與管理。

由於 G 醫院當初之 BEMS 建築能源管理系統中，只能進行提高冰水供應溫度、與提高回水溫度之節能措施。今若將進行「限制運轉電流」之電力需量反應集中卸載測試的話，必須透過硬體與軟體兩方面之修改與精進，才能達到目的。期待透過本次 G 醫院大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程之實際改善施工案例分析，可獲得下列之運轉營運目標：

A. 電力需量管制所可獲得之尖峰電力卸載量（kW）--- 限制運轉電流模式。

B. 於外氣氣象負荷或建築內部負荷減少時，提升空調冰水供應溫度或回水溫度。歸納出節約能源運轉模式節約運轉電費，同時維持可接受之室內熱舒適環境（Indoor Thermal Comfort）。

C. T & RH 探測系統自監視（Monitoring, or auditing）WiFi 式進化為 BEMS 監控（Controlling）系統之一部份；並將 T & RH 探測系統常設化，結合 CO_2 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）。

D. 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）WABEMS 擴大進行聯合卸載之電力需量反應應用案例與效益分析

1. 「減少用電措施」需量反應應用案例效益分析

「減少用電措施」係由電業提供電價誘因，在系統高載期間或電力供應發生困難時，引導用戶減少或暫停部分用電，以改善系統負載型態，進而延緩對新設電源之開發或降低可能面臨之限電風險，電業則將所節省之投資相關成本反映在電價上。用戶可衡量本身之作業特性，與電業簽訂減少用電措施契約。

從經濟觀點而言，用戶乃在成本效益評估下選擇有利之方案，而電業也在可接受的範圍內給予電費折扣，除雙方可獲益外，亦可降低停限電所帶來之社會衝擊。

台電公司目前訂有「計畫性減少用電措施」月減 8 日型、日減 6 時型、及日減 2 時型共 3 種，與「臨時性減少用電措施」限電回饋型及緊急通知型共 2 種，合計 5 種。

S 大學為目前實際參與台電電力需量競價平台進行業商業運轉，並且獲得成功的案例。這所大學為南部知名大學，經常契約容量高達 6,000 kw 以上，具備極大之卸載彈性與容量，並配置了良好的太陽能發電設備。因此，不但對於綠能的推動以及節能的發展，相互推進，並獲得良好的成果。

本計畫特別選取這個大學作為標竿案例之一，除了其契約容量夠大，有極大的 DR 卸載空間之外，而且其 BEMS 系統已極為完備。再配合台電的兩個重要的資訊平台，

第一為高壓用戶入口網站平台，第二為電力需量競價平台，兩個都可以相互有資訊之備份，因此得以相互比對，形成極好的案例之一。

S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型之第一步驟，為選定抑低用電日共 8 天，分別為 6 月 18 日、6 月 19 日、6 月 22 日、6 月 23 日、6 月 24 日、6 月 26 日、6 月 29 日、與 6 月 30 日。而基準用電容量 CBL 之抑低用電日前 5 日，須皆為一般工作日，不得為例假日，也不得為已卸載日。故抑低用電日前 5 日分別為 6 月 11 日、6 月 12 日、6 月 15 日、6 月 16 日、與 6 月 17 日。

根據上述 S 大學選定抑低用電日共 8 天之全天用電量統計圖顯示，6 月 26 日為成功抑低用電日！而 S 大學參與「計畫性減少用電措施」月減 8 日型其減免電費之網路記錄畫面顯示，**總共減免電費 15,830.9 元，為成功的案例**。

2. 經濟型「需量競價措施」需量反應應用案例效益分析

「需量競價措施」係指系統高載時期，開放用戶把節省下來的電回賣給台電，並由用戶出價競標，台電則採愈低報價者先得標方式決定得標者，若得標者於抑低用電期間確實減少用電，則可獲得電費扣減。本措施藉由用戶自報回饋價格方式，賦與用戶更多自主權，激發抑低用電潛能，以改善系統負載型態，進而延緩對新設電源之開發或降低可能面臨之限電風險。用戶可衡量本身之負載特性，確認可緊急配合降載，與台電公司簽訂「需量競價措施」契約，以達到減少電費支出的目的。

目前及未來有關經濟型「需量競價措施」之實際運作情形，單位包括：國立 P 大學、國立 PT 大學、國立 PGH 學校、國立 S 大學、國軍 G 醫院、與 oo 署 EGR 處等。不過因台電公司目前並不缺電，因此上述單位不論競價金額由缺電高峰期的 6 元，直降至 3 元、2 元、甚至 1.5 元，皆無法競價成功！

檢視台電公司網站揭露的資料，由於近 2 年來台電公司發電容量大增，備載容量亦隨之提升至 10 % 以上，因此整個台灣並不缺電！由 108 年及 109 年統計得知，需量競價之申請量與需量競價之抑低量大約是 5 比 1。亦即「需量競價措施」之競價得標率低於 20 %。

3. 聯合型「需量競價措施」需量反應應用案例效益分析

本計畫組成團隊實際參予台電公司聯合型電力需量競價方案，參與之單位包括：國立 P 大學、國軍 G 醫院、與國立 PGH 中學等 3 個單位。並由國立 P 大學担任代表戶 Aggregator，統籌向台電公司提出申請，並於台電公司電力需量競價平台之網站上直接操作。

於聯合型「需量競價措施」之抑低用電日期與報價得標後，台電公司會在在前一天下午 16:00 到 18:00 之間，以手機簡訊通知聯合型「需量競價措施」之代表戶國立 P 大學。

本計畫進行聯合型「需量競價措施」實際之運轉結果分析，以下將就 109 年 8 月份與 9 月份分別說明。

由 2020 年 8 月份得標日期相關之抑低用電實績表格與長條圖得知，本計畫之聯合型「需量競價措施」團隊 2020 年 8 月份之實際運轉結果，分別於 2020 年 8 月 21 日獲得 572 元扣減金額、8 月 25 日獲得 224 元扣減金額、8 月 26 日獲得 791.7 元扣減金額、與 8 月 27 日獲得 212 元扣減金額，亦即 2020 年 8 月份共獲得 1799.7 元之總扣減金額。

由 2020 年 9 月份得標日期相關之抑低用電實績表格與長條圖得知，本計畫之聯合型「需量競價措施」團隊 2020 年 9 月份之實際運轉結果，全部未達成抑低用電之目標，因而未獲得任何電費扣減金額。

台電公司計算本次進行聯合型「需量競價措施」3 個單位的基準用電容量（CBL）為 2020 年 8 月 5 日、8 月 6 日、8 月 7 日、8 月 10 日、與 8 月 11 日等 5 天。當時對於代表戶國立 P 大學而言為暑假時期，用電量當然偏低，基準用電容量亦隨之偏低。

而 2020 年 9 月以後，國立 P 大學各學制陸續開學上課，因而用電量激增，當然抑低用電未能達成之情形天天發生。甚至於台電公司通知抑制用電時間為晚上時，代表戶國立 P 大學因晚上有進修學院正在上課，同樣抑低用電未能達成，造成整個 2020 年 9 月份未獲得任何電費扣減金額。

（五）WABEMS 之 ABRIDR 商業營運模式之建立

本計畫已針對 WABEMS 之 ABRIDR 擬定完整而具體可行的商業營運模式計畫，其重點有如下 4 點：

A. 各參與單位輪流擔任值星代表戶，經每次需量競價後，統計各參與子戶之實際抑減需量與電價抵減金額，供各參與子戶之間相互拆帳。

B. 各參與子戶 A,B, C 各成立 1 及 2 兩種帳戶：

A1, B1, C1 帳戶，為可彈性運用於其他用途的真正現金。有如國立大學所開設之財團法人校務基金帳戶。

A2, B2, C2 帳戶，為各子戶輪流當代表戶時繳交台電電費之扣繳帳戶，有如國立大學之一般會計帳戶。

C. 由平台營運單位成立循環基金帳戶，提供各帳戶間之沖帳所需之流動資金。

D. 導入 TABC 等營運單位，進行相關需量競價所有工作，並獲得部分報酬。包含提供現金帳戶之資金，及上述所有行政工作，創造被利用的價值及進行實際營運管理

本計畫 8 月份總共獲得台電 1,800 元電價抵減，就按實際運轉成果比例記帳，各子戶之間也皆獲得電費抵減數據。因此，可如以下說明：

1. 本計畫 2020 年 8 月份總共獲得台電 1,800 元之電價抵減。全數直接於代表戶(A 戶)中呈現並執行電價扣減。後續於各子戶間之效益分配由代表戶進行，台電公司不予過問。

2. 按實際運轉成果抑減負載記錄，各子戶之間也皆獲得電費抵減或經由本計畫創新之商業營運模式折算為現金收入。

3. A 戶應獲得 738 元整之電價抵減，實獲(台電公司)1800 元之電價抵減(A2 帳戶)，其溢價金額 1,062 元，應由 A1 帳戶匯入至循環基金帳戶進行沖帳。

4. B 戶應獲得 810 元整之電價抵減，實獲 810 元之現金收入，由循環基金進行匯入至 B 戶之 B1 帳戶。

5. C 戶應獲得 252 元整之電價抵減，實獲 252 元之現金收入，由循環基金進行匯入至 C 戶之 C1 帳戶。

6. 或採另一方式進行。由各子戶開始輪值代表戶，因此亦可記錄其實際之正負現金流金額，然後相互扣抵，以 EXCEL 統計其淨抵減金額（−）及現金收入（+）。於各帳戶及循環基金帳戶間進行記帳沖帳，於數輪循環後再實際進行給付兌現。

上述整個運作模式，具有極大應用潛力！

第二節　建議事項

建議一：廣域智慧能源管理平台維運及展示（立即可行之建議）

本計畫所建立之 WABEMS 平台於未來將納入更多「建築能源效率提升方案」(簡稱 BEEUP 2.0)之正進行商業運轉中之更多應用案例。執行建築能源效率提升（Energy Efficacy Upgrade, EE）以及電力需量反應（Demand Response, DR）兩項策略，並於所建立之 WABEMS 平台執行智慧型商業運轉。並具體參與台電公司聯合型電力需量反應計畫，擔任 Aggregator 之角色，以實際獲得電費之優惠補助。

故廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫已進行多年，隨著愈來愈多案例之鏈接，除對 WABEMS 平台加以升級與更新外，其成效擬藉由智慧化居住空間展示中心導覽作業，透過情境及資訊的展示，讓更多潛在使用者能知道計畫執行效益，以利本計畫廣域智慧能源管理平台之永續發展。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。

建議二：編撰廣域智慧能源管理平台導入指引手冊（立即可行之建議）

依據本計畫所得成果之大型裝央空調主機系統卸載智慧化改善工程標準作業程序編撰廣域智慧能源管理平台導入指引，以利推廣廣域智慧能源管理技術及空調系統應用 IoT 推廣手法。

並可邀集具智慧節能建置及改善實務經驗的專家學者，分享廣域智慧能源管理平台及建築節能改善技術，以利與會專業人員了解廣域智慧能源管理平台、建築節能改善策略與其效益評估，進而達到鼓勵加入平台及可供其自行改善時參考仿效之推廣宣導目的。

主辦機關：內政部建築研究所。

協辦機關：無。

附錄一　評選會議廠商回應表與期中、期末審查會議委員意見回覆

「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」業務委託之專業服務案
評選會議廠商回應表

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
委員一 張委員清山	1. 這是個延續性推廣計畫，如 P.4 所述 108 年第三期成果顯示為初步聯網單位實施成功。本計畫進行橫向聯網，請說明期間操作之差異及其成效差異說明。	1. 先前 108 年第三期之成果為於 ABRIDR 平台上，直接對所有參加個案進行卸載。其優點為可由上而下直接進行卸載，成果顯著。但隨著連上 ABRIDR 平台之單位愈來愈多時，此種由上而下直接執行卸載之方式將愈來愈不適合實際運作。因此，才有建立 WABEMS 中層雲端架構，進行橫向聯網之想法。利用最上層雲端之 ABRIDR 平台，下達整體同步卸載指令時，中層雲端所聯屬之單位將即時於線上獲得通知，並會馬上轉指令下達其所指揮單位進行卸載。再將其所指揮單位執行聯合卸載之結果，即時通報上載至 ABRIDR 平台上進行卸載量的加總統計。此項工作預計於本年度計畫中實施，並獲得其成效評估。
	2. 分量儲冰式設計優於全量式是否有經實務驗證？有何變數？	2. 分量式儲冰式設計與全量式儲冰式設計以往皆有實務案例驗證。於本年度的計畫中，亦將選取適當之 Beeup 案例來加以執行，並進行全尺度實驗印證，以具體評估參與案例之儲冰時段與融冰時機之最佳化運轉策略。

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
委員二 李委員文興	1. 有關更換冰水主機之更新所節省之能源是否直接納入本案成效需再確認。	1.有關更換冰水主機之更新所節省之能源，並非直接納入本案成效。而是透過汰換目前進行商業運轉中之大型空調主機，可使其就地升級後，與本計畫 WABEMS 管理平台進行整合接受調度，以擴大電力需量反應之應用範圍。回收之這些效益，可以分享給使用單位，也可以部分用於支援 ABRIDR 雲端平台的操作，作為營運資金。同時，也可以一直來支援更多的改善汰換案例，實質循環相生。
	2. 儲冰系統之尖峰節電為主要特色，與本案之關聯請進一步說明。	2.儲冰系統可大量轉移尖峰用電，與本案之關聯為將之視為變相之卸載手段。因此，本年度計畫除為進一步邀集更多案例，於 WABEMS 進行集中、大量、同步之聯合卸載外，同時納入儲冰式空調系統案例，於電力離峰時段進行儲冰，而尖峰時段則配合空調負載之變化，釋放出適量之冷凍能力，以降低電力尖峰負載之需求。
委員三 劉委員政良	1. 本案為延續性計畫，執行成功之關鍵課題為何？有何困難性?相應之對策為何？	1.本年度計畫執行成功之關鍵課題為進一步邀集更多案例，於 WABEMS 進行集中、大量、同步之聯合卸載。相應之對策一，為建立 WABEMS 中層雲端架構之想法，利用最上層雲端之 ABRIDR 平台，下達整體同步卸載指令時，中層雲端所聯屬之單位將即時於線上獲得通知，並會馬上轉指令下達其所指揮單位進行卸載。相應之對策二，為納入儲冰式空調

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
		系統案例，於電力離峰時段進行儲冰，而尖峰時段則配合空調負載之變化，釋放出適量之冷凍能力，以降低電力尖峰負載之需求。相應之對策三，為開發一套既有大型空調主機可雲端控制需量卸載之改善標準作業程序，使其就地化升級後可與本計畫 WABEMS 管理平台進行整合接受調度，以擴大電力需量反應之應用範圍。
	2. Living3.0 所顯示成效，以 10 月份局部幾天短時間顯示，未能涵蓋一周 7 日之成效，可否補充說明長時間所顯現之成效。	2. 簡報中所顯示之卸載，為以去年 10 月份局部幾天短時間顯示，未能涵蓋一周 7 日之成效。其原因為有些結果配合 Beeup 改善案例完工之日期，導致無法涵蓋一周 7 日之成效。另外，有些結果為剛好碰到國慶日國定假日休假 4 日所致。
委員四 林委員	1. 以儲冰系統作為及時調度卸載之策略時請考慮儲冰與融冰空調兩者運作之時間差。	1. 遵照辦理。例如，設置分量儲冰系統時，於營業前一天晚上次儲存的冰，過早的於次一日開始營業階段就融冰釋放完畢，結果只好於接近中午時段，又起動大量的冰水主機群來提供冷房能力。因此超約受罰。此種情況下，於融冰泵加裝變頻器 VSD，並進行智慧化之融冰控制，是極為必要的。這些工作內容，將於本年度計畫中進行全尺度實驗來加以印證。
	2. 操控 DUTY CYCLE 節能時，應多考慮空調使用場域或空調品質下修的發生及容忍度。。	2. 遵照辦理。將於本年度計畫中操控 DUTY CYCLE 節能時，注意參與聯合卸載場域之人員舒適度情形，以作為日後推廣的重要參考依據。

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
	3. 參與及時調度的客戶非僅以電價優惠為誘因，而且應加以”節能”價值論述以求內化。	3.遵照辦理。於本年度計畫中，參與聯合卸載之個案效益，非僅以電價優惠為誘因，另有大型中央冰水主機汰換後之能源節約的部分，亦即以”節能”價值為論述。
委員五 羅組長時麒	1. 本案係為減緩建築尖峰用電之需求，嘗試透過廣域智慧能源平台進行聯合卸載之應用推廣，請補充說明參與聯合卸載之效益。	1.未來參與聯合卸載之效益來自兩大部分。第一部分為大型中央冰水主機汰換後能源節約的部分。也就是 Energy Efficiency, 簡稱 EE。採較保守估計，以 20 % 估算，此第一部分節能量將相當可觀。此部分是將原先主機老舊所浪費的能源，將之去除過量設計，汰換為適當容量而性能效率高的新冰水主機，回收之這些效益，可以分享給使用單位，也可以部分用於支援 ABRIDR 雲端平台的操作，作為營運資金，為雙贏的策略。第二部分，為參加台電公司電力需量反應計畫，所可獲得的電價優惠補助收入。也就是 Demand Response, 簡稱 DR。此部分的收入一樣的，可以進入整個真用戶端共享外，部分留存於 ABRIDR 營運，部分再來進行更多的改善案例的分析。
	2. 有關工作小組會議紀錄指出服務建議書第 23 頁第 2 項之說明內容提及說明會等相關活動，與邀標書不一致，請補充說明係承諾事項或是誤繕。	2.本案服務建議書第 23 頁第 2 項之說明內容提及說明會等相關活動，與邀標書不一致之部分，此為誤繕。

「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」業務委託之專業服務案
期中審查會議委員意見回覆一覽表

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
陳委員瑞鈴	1. 有關報告書圖 3-16，PGH 儲冰空調儲冰趨勢圖及圖 3-17 溶冰與儲冰連續使用趨勢圖，兩者在時間軸上不對稱，實際欲表達意義為何？建議宜增加敘明文字以利解讀。 2. 儲冰空調所需儲冰槽面積龐大，易影響建置意願。故若採分量儲冰則可有效降低儲冰槽面積。惟其溶冰策略採溶冰供冷及空調主機供冰並行(同時間)是否可行？國內空調技師之知能及技術，以及相關設備是否可呼應兩者並行之設計？ 3. 中央補助國中小約 10 萬間教室於 109~111 年裝設冷氣 1 案，如何避免造成未來尖峰用電吃緊，本案可否研析提出比較節能之建置類型，或本計畫之節能策略是否可對應處理？請補充說明。	1. 遵照委員意見辦理。已增加敘明文字以利解讀。 2. 儲冰式空調系統應用於需量反應計畫之主要考量，乃因為可藉由設計變頻式之溶冰系統，使得在白天尖峰時段，一方面利用融冰泵較小的電力需求，來迴避啟動大型冰水主機的需量。另一方面，經過變頻器的控制可控制溶冰比例，來達到逐步釋放冷能，配合部分主機運轉的良好模式。這個模式在本計畫中，獲得極大的成功，顯示完全的技術可行性。 3. 建議可參考本案所建立之 WABEMS 中層雲端架構，避免造成未來尖峰用電吃緊。中層雲端架構乃依據 Hierarchical 架構所建立之控制系統。階層式控制系統（Hierarchical Control system）也稱為分層控制系統，是一種以分層樹狀方式來規劃其設備及控制軟體的控制系統。
張建築師矩墉	1. 儲冰使用離峰電力在經濟成本上看可能有效益，但是「先製冰再以冰來做空調」與「直接使用空調」，差異是多一次轉換多一次耗損，從整個能源或碳排的角度思考，是值得的嗎？請補充說明。 2. 不常用的大型空調系統(如屏東女中禮堂等)，是否可考慮	1. 儲冰式空調系統，利用夜間離峰電力來製冰，只是節省電費，並不能節約能源，其原因除了熱交換損失外，最主要的是要冷媒蒸發溫度降到零下，這主機耗電量是較大的損失。但是針對整體國家而言，離峰電力轉移是極大的優點，包含白天國家電網電力尖鋒的迴避，是在這是其最基本的功

	使用吸收式較適合，較不占契約容量？	能，如此大的電力公司就不用把最高成本的電發出來，來提供這一兩個小時的電力尖峰負載，甚至省下 1 座大型電廠的建置費用，就是對國家層面的貢獻。 2.至於吸收式冷凍主機，這在早期台灣 20 年前也風行過一陣子，但是並不適合台灣的空調負荷式下使用，這在日本極為風行，那是因為較冷的外氣，以及其空調負載以及熱水負合荷幾乎相當，因為日本有較大熱水的需求。
陳建築師顯明	1. 本案成果具體而卓著，對於國家能源用戶端管理將具有立即而明顯之成效，符合預期成果需求。 2. 有關供電尖峰之敘述除了 10:30~11:30 及 13:30~14:30 之時段外，建議增加我國再生能源逐年提高下的變化，即所謂鴨子曲線（Duck Curve）的變化，本案成果均可適用以降低其發電量需求。 3. 目前台電實施的「需量反應負載管理措施」為計畫性減少用電措施、臨時性減少用電措施、需量競價措施及空調暫停用電措施等 4 項，報告書另提「儲冷式空調系統離峰用電措施」確實具有移轉尖峰用電需求的功能，但不具有需量反應負載管理之功能，建請補充說明。 4. 依台電規定，中央空調系統已享有儲冷式空調系統離峰用電優惠者，不得再申請需量反應競價，建議本案進行「儲冷	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員建議，本案成果均可適用以降低其發電量需求。 3. 遵照委員意見辦理。將說明「儲冷式空調系統離峰用電措施」不具有需量反應負載管理之功能。 4. 遵照委員意見辦理。 5. 感謝委員建議。目前「聯合型」競價措施之參與單位可取得分配總額尚未決定精確數字。將充分考量參與單位之最大利益後，再行分析決定。 6. 遵照委員意見辦理，將提出台電提供各子戶用電詳細資料之建議，以供經濟部能源局參採。 7. 遵照委員意見辦理，將提出提高「聯合型」競價措施參加戶數之建議，以供經濟部能源局參採。

	式空調系統離峰用電優惠」或「需量反應競價」策略之利弊分析，以利各機關選擇採用何種優惠措施。 5. 有關商業營運模式研究中「聯合型」競價措施之參與單位可取得分配總額之 80%，是否會造成各單位寧可自行申請「經濟型」以獲取較大之收益，建議以參與單位角度再行分析其利弊得失。 6. 現行台電對「聯合型」競價措施係明文不提供電費扣減分攤至群組內各別用戶，由於台電具有各項用電之詳細資料，提供此項服務應有助於「聯合型」在國內之發展，建請執行單位提出建議以供經濟部能源局參採。 7. 台電對「聯合型」競價措施係有 10 戶之限制，對於本案以雲端管理系統的方式，似有妨礙大型化發展之現象建請執行單位提出建議以供經濟部能源局參採。	
廖建築師慧燕	1. 本案進度及成果符合預期。 2. 本案結合多棟建築利用網路控制卸載達到降低尖峰用電之效果，惟目前之作法必須去控制參與之建築，對於未來推廣應用是否受到限制，請補充說明。 3. 若台電採用浮動電價，依尖峰時間、一般及夜間等時段訂定不同費率，可否具體有效達到降低尖峰用電之成效，建議可配合智慧電錶一併考慮。	1. 感謝委員肯定。 2. 已加入中英文摘要。 3. 目前廣域連網節能，仍以 BEEUP 案例為主。未來可再推廣至民間。

財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所（林工程師奉怡）	1. 有關報告書第 53 頁 S 大學選定之抑低用電日中，僅 6 月 26 日成功，其他天的抑低量為何？簡報中有提到其他日亦成功，建請修正報告書。	1. 有關 S 大學實際通過或沒通過之日期，因台電並未主動提供資訊，因此惟有自行進入其高壓入口網站內搜尋，極不方便，且不一定準確！但此為執行上之一項小障礙並無大之影響。
羅組長時麒	1. 本年度依契約規定須完成商業運轉模式的建立，在制度面請清楚說明參與單位的責任及義務，包含電費扣抵方式、省電的效益如何變現並合理分配等，且於參與前先行告知。 2. 針對台電需量競價措施的參與限制，請研擬具體改善方案向台電提出建議，以利本案後續推動。 3. 目前聯合卸載的案例分析，僅呈現夏季成果，於非夏季卸載是否可行，請分析其參與需量競價措施折抵電費的效益，以完整呈現一整年度的績效。	1. 感謝委員肯定。另外，本計畫已擬定完整而具體可行的商業營運模式，其重點如下 4 點： a. 各參與單位輪流擔任值星代表戶，經每次需量競價後，統計各參與子戶之電價抵減金額，供各參與子戶之間相互拆帳。 b. 各參與子戶成立真正有現金的帳戶來沖帳。 c. 各參與子戶另立一項目，編列電費預算，並真正少編，將可收入之台電公司電價抵減扣除。 d. 導入 TABC 等營運單位，進行相關需量競價所有工作，並獲得部分報酬。包含提供現金帳戶之資金，及上述所有行政工作，創造被利用的價值及實際營運管理。1. 已改正。 2. 遵照委員意見辦理，將研擬並向台電提出需量競價措施的具體改善方案之建議。 3. 本案所選取聯合卸載的案例，皆為政府單位，於非夏季時，幾乎未開啟空調主機。因此，要進行空調主機之卸載有其難度。
主席 王所長榮進	1. 本案最大的貢獻為平台的商業運轉模式，平台操控的技術層面已經沒有問題，但操作維運部分，可思考是否有其他的建議方式，讓商轉模式順利地擴大運行。	1. 感謝委員肯定。本計畫已獨創開發完成的商業運轉模式，具體可行而且簡單。主要規劃考量，一個是因應參加需量反應所獲得的電價抵減，是一減項，而並非由台電公司來的現金的給付。所以必須

		要有第二個帳戶作為現金的支出。這個現金賬戶由於具有較大的應用彈性，可以應用到電費以外的項目。如此對於公家機關而言，才能夠維持它的彈性。這中間關鍵的角色，就是設置循環基金。因為如此，不管增加或者減項，不管溢領或者是該得的款項，都可以經過循環基金加以充沖帳及兌現，而形成了一個良好的現金流。這在本計畫算是一項特色！

「廣域智慧能源管理平台應用推廣計畫」業務委託之專業服務案
期末審查會議委員意見回覆一覽表

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
陳建築師顯明	1. 本案成果具體卓著，對於國家能源用戶端管理具有立即而明顯之成效；原則上同意通過。 2. 依台電規定中央空調系統已享有儲冰式空調系統離峰用電優惠者，不得再申請「空調暫停用電措施」之需量競價，建議報告書第三章可以增加分析用戶端選擇各方案之利弊比較：(A)採用離峰用電優惠不參加空調暫停用電措施但參加其他三型 DR 方案優劣、(B)不採用離峰用電優惠而參加空調暫停用電措施，以供各機關選擇採用何種優惠措施之參考。 3. 有關報告書第三章分析儲冰式空調系統之全量或分量設計之優劣，除了所述之設備建置成本、運轉及用電成本之外，由於儲冰空調設備所需空間甚為龐大，建議加以敘述該空間的建造及容積(經常超出法規機電設備免計容積範圍）成本。 4. 有關報告書第 112 頁談及虛擬電廠對火力電廠（尖載機組）之替代性成本，建議除整體生命週期費用及燃料成本之敘述外，可以增加說明尖載	1.感謝委員肯定。 2.這是一個很好的建議。不過由於本案只有一個儲冰空調系統的案例，無法提供相關用戶端選擇各方案之利弊比較。日後若再進行類似計畫內容時，可加以考量。 3. 至於儲冰空調系統所需空間建造及容積問題，在設計階段已經充分考量其可行性，本案只是運轉階段之考量。 4. 電力需量反應計畫的價格，除了生命週期與燃料發電成本的基本考量之外，應積極擴大範圍，以虛擬電廠之迴避成本概念加以進一步考量。因為這是牽涉到國家能源安全的重要議題，並非簡單的以單一發電成本作為比較的唯一標準。在嚴重缺電的尖峰時段，其實再貴的電，都要發出來供應的，這個虛擬電廠的概念，就顯得更為重要了，這也是本計畫之長遠目標與主旨所在。

	機組之運轉時間極短(由於燃料成本高僅於尖載時段運轉)，其相對之單位使用時間之平均建置成本極為昂貴，以強化說明採用需量反應是國內當前相當值得推展的方向。	
林教授憲德	1. 電費抵減補助優惠太少，期待未來可持續發展電費抵減相關方案。	1. 感謝委員肯定。委員的指教極為正確，希望以後國家會因能源使用的調整，而改變電費抵減相關方案。
黃理事長秀莊	1. 本案符合預期成果需求。 2. 有關報告書第 118 頁實際改善施工案例分析，獲得之 4 項營運目標，建議針對營運目標內容詳細說明。	1. 感謝委員肯定。 2. 遵照委員意見辦理，已補充說明文字詳細說明。
廖建築師慧燕	1. 本案已完成要求辦理事項，符合預期成果。 2. 本案已建立可行之商業模式，惟依據實際測試僅收入不到 2,000 元，與所需投入增加之成本似不成比例；依據研究指出，顯然是目前台電之 CBL 之計算公式未盡合理，造成實際執行成果未盡理想。 3. 本案未來最大之效益應該是作為降低尖峰備載容量之策略，但依目前現況，若以 CP 值來看，尚無推動利機。	1. 感謝委員肯定。 2. 本年度計畫的主要成果，已充分印證技術上是 100%絕對可行的，而且具有極良好的應用潛力。於經濟可行性方面，則受到以下幾個因素的影響：第一點，我國長久以來，嚴重缺電的情況已經逐步獲得改善。第二點，自本計畫之實驗結果歸納，可發現台電指定的卸載時段是決定是否成交的另一大關鍵因素。第三點，目前台電公司所採取的 CBL 計算方式，乃利用 5 天的移動平均線來進行，這在統計學上是可行的。但是這一個簡化的模式，在經過台電公司，排除已進行抑減日、及排除星期六日、及例假日等後，這個移動平均線，反而沒有真正移動起來，而變成須追朔到相當長遠的過去時段，因而產生極大的失真情況。 3. 本計畫之主旨與目標，為實際組成團隊，利用廣域智慧平台進行

		全面性及系統化的分析，並實際參與台電公司聯合型需量反應計畫以印證技術可行性與經濟可行性；並創新開發具體可行之商業運轉模式加以實際評估其成效。基本上，所有工作內容已達到本計畫之預期目標。
張建築師 矩墉	1.商業模式下的電費抵減是否已扣除競價團隊的運作成本？預估 1 年抵減約多少百分比？請補充說明。 2.商業模式的方式或許成效目前看來不是很高，但應該是值得讚許的模式。若能持續累積經驗，未來將會有更佳的回饋與成果。	1.由於競價團隊的運作，完全聽從計畫主持人的指揮，因此運作成本極為微小。日後若進行大規模的需量競價時，競價團隊的運作成本初估可控制在 10 % 以內。 2.感謝委員肯定。
陳委員伯勳	1.本案具創新應用之意義，有關報告書第 60 頁圖 5-13，S 大學於 6 月 26 日之用電，較其他同為用電抑低日的圖 5-14 及圖 5-15 低，請補充說明。 2.建議於報告書摘要中，「WABEMS」前，加入中文全名「廣域智慧能源管理平台」，以利閱讀及對照。 3.建議將評選會議、期中審查及期末審查之意見回應表一併列入成果報告書，以完整呈現年度成果報告。	1.感謝委員肯定。S 大學 6 月 26 日之用電較其他同為用電抑低日為低，其原因為該日為端午節的補假日，全校停課停班大型冰水主機關閉。但在台電公司的 CBL 認定上，該日為上班日。因此，用電較其他同為用電抑低日為低。 2.遵照委員意見辦理。 3.遵照委員意見辦理，將評選會議、期中審查及期末審查之意見回應表一併列入成果報告書。
周理事長 瑞法	1.有關報告書第 116 頁，大型中央空調主機系統卸載智慧化改善工程標準作業程序 SOP 之建立，內容應以告知冰水主機廠商、硬體廠商、軟體廠商及 BEMS 介面公司應達到何種功能，而非僅敘述改善方式。	1.由於本案所選取的改善案例為基本款，先著重於改善方式 SOP 之建立。未來後續計畫再進行更詳細的論述與說明。 2.日後 WABEMS 平台開放給空調技師參觀學習的方式與形式，建議由內政部建築研究所統籌決定。可行方式之一，為可先行利用

	2. 建議 WABEMS 平台開放給空調技師參觀學習。 3. 建議 WABEMS 平台未來可與綠建築連接，邀請綠建築申請單位與 WABEMS 平台連接，供建研所參考使用。 4. 本案報告書有太多基礎敘述，應予簡化，如：儲冰式空調系統簡介、CT 功能之說明等。	於 Living 3.0 進行相關展示。 3. 遵照委員意見辦理。日後可建議綠建築申請單位與 WABEMS 平台連接，供建研所參考使用。 4. 遵照委員意見辦理，相關內容與予簡化。
財團法人台灣大電力研究試驗中心（鄒高級專員金台）	1.有關報告書第 24 頁，「…利用冷凍主機每天二十四小時連續運轉…」與不必耗電於白天啟動冷凍主機，情境請說明清楚，語句不夠周全。 2. 本案實際參與台電聯合型需量競價措施，具有首發性與突破性，值得肯定。建議若能就團隊同質性與異質性，進一步強化切入時機點，將更能創造亮點。	1. 遵照委員意見辦理，相關內容已補充說明。 2. 感謝委員肯定。日後將對競價團隊之同質性與異質性與切入時機點，進一步強化陳述。
中華民國全國建築師公會（楊建築師勝德）	1. 儲冰式空調的設置，建議列入鼓勵事項，如容積獎勵。	1. 遵照委員意見辦理。建議日後儲冰空調系統所需空間建造及容積問題，在設計階段列入鼓勵事項。
財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所（林工程師奉怡）	1. 本案上層雲端平台下達同步卸載指令，中層系統可即時獲得通知並做反應。經案例證明可行，未來應積極推廣應用。 2. 儲冰系統為轉移尖峰電力之有效方法之一，除積極推廣外，對業者而言，增設儲冰系統所需之空間、設備成本，是否有獎勵措施，建議加以探討，以降低推動障礙。 3. 大型中央空調智慧化工程須對既有系統改裝，BEMS 介面也須依計畫策略修改，案例成	1. 感謝委員肯定。 2. 遵照委員意見辦理。建議日後儲冰空調系統所需空間建造及容積問題，在設計階段列入鼓勵事項。 3. 遵照委員意見辦理。將建議後續計畫追蹤其長期節電成果。 4. 感謝委員肯定。將建議後續計畫通盤評估聯合型參與單位，進行參與競價之效益。

	本一套 41.6 萬，建議改善後應持續運轉，以追蹤長期節電成果，並進一步針對該系統進行成本效益評估。 4. 需量競價在不缺電情況下，會產生價低無人競標情況，應先行評估參與競價之效益；另聯合型參與單位是否需先自我評估，才能發揮聯合型競價優勢？請補充說明。	
本所－ 陳副研究員 麒任	1. 建議於報告書中，就試行商業運轉模式實際運作所面臨之問題、先天不利條件及建議對策等，予以整理說明。	1. 遵照委員意見辦理。本年度計畫的主要成果，已充分印證技術上是絕對可行的，而且具有極良好的應用潛力。於經濟可行性方面，則受到以下幾個因素的影響：第一點，我國長久以來，嚴重缺電的情況已經逐步獲得改善。第二點，自本計畫之實驗結果歸納，可發現台電指定的卸載時段是決定是否成交的另一大關鍵因素。第三點，目前台電公司所採取的 CBL 計算方式。
羅組長時麒	1. 建議將今年度影響需量競價效益之因子加以強化，作為未來遇到相同氣候環境趨勢時之模擬情境之一。 2. 針對儲冰式空調系統應如何正確操作並參與需量卸載，建議應採系統性介紹，供各界參考。 3. 在 WABEMS 展示方面，希望執行團隊導覽人員能夠繼續汲取計畫主持人經驗，以達到推廣效果。	1. 遵照委員意見辦理。本年度計畫的主要成果，已充分印證技術上是絕對可行的。但由於受到氣候環境之影響，目前需量競價效益或許不高。但此技術可備而不用，一旦國家政策需要時，即可馬上進行運用。 2. 儲冰式空調系統應用於需量反應計畫之主要考量，乃因為可藉由設計變頻式之溶冰系統，使得在白天尖峰時段，一方面利用融冰泵較小的電力需求，來迴避啟動大型冰水主機的需量。另一方面，經過變頻器的控制可控制溶冰比例，來達到逐步釋放冷能，配合部

		分主機運轉的良好模式。這個模式在本計畫中，獲得極大的成功，顯示完全的技術可行性。未來將採系統性介紹，供各界參考。 3. 遵照委員意見辦理。將協助執行團隊導覽人員完成展示情境演練，以淺顯易懂的方式向參訪民眾說明，俾達宣導推廣成效。
主席 （鄭主任秘書元良）	1. 本案期許商業運轉模式之利潤可以回饋給建研所，讓商轉模式順利地擴大運行。	1. 感謝委員指導，未來將參酌辦理。

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。

[7]. 楊冠雄主編，2008，「綠空調實踐與應用」專書，內政部建築研究所出版。