

嘉南藥理大學 106 年度 研究計畫成果報告

總計畫名稱：

運用物聯網以提升智慧農業與智慧環境操作效能之探討

子計畫名稱：

再生能源運用於溫室作業之可行性評估

☒整合型計畫 ☐個別型計畫

執行期間：106 年 3 月 29 日至 12 月 31 日

總計畫主持人：陳健民

本（子）計畫主持人：陳健民

中華民國 106 年 12 月 31 日

(一) 摘要

本研究應用校內有志廣場之「綠生活教育館」結合現有太陽能發電系統及即將建置的微風力發電系統、微水力發電系統與燃料發電系統等再生能源設施，併入即將建立的物聯網系統，以即時了解各種再生能源發電及應用狀況進行監控、收集資料發分析。原建置之太陽能發電系統，已可自主建立資料庫，但需靠人工重新統計分析，才能顯現有用資訊，而即將建置的三套新能源系統與物聯網等系統將可把此等數據統整，同時也監控綠生活教育館各電器設備之耗電情況，因此，本計劃中將依此新系統所蒐集之數據進行統計分析，了解綠生活教育館之溫室中的電能應用與平衡關係。

由於物聯網系統的建置工程進度落後，後續才聯網的風力、水力與燃料電池等之數據在 2017 年度皆來不及上線，因此本計畫僅能針對 2016 年的太陽能發電數據予以統計分析。HISG 光電板的年發電總量是 1035.0 度(Kwh)、月平均發電量是 94.0 度；CIGS 則分別是 813.4 度與 74.0 度。但就效率而言，後者卻較高(89.2 vs. 92.0)。造成此現象的原因仍待探討。

(二) 研究動機與研究問題

德國『工業 4.0』提出後，台灣也相對提出『生產力 4.0』，除了『工業 4.0』外，另加『商業 4.0』與『農業 4.0』，其中的整合工具即靠『物聯網』，物聯網之應用範圍相當廣泛，亦可將物聯網運用於環境狀況監測。本學院『綠生活教育館』竣工於 104 年 9 月，該館創立之目的乃為結合環境工程與科學系與環境資源管理系諸位教授之研究結果集合於其中，期能展示環境永續學院之研究成果，目前已設置一智慧農業之實場(溫室)，包含兩大運作系統，其一為太陽能與其他之再生能源發電設施(建置中)，另一為魚菜共生系統(含中水處理再利用與作物植栽)，未來都將透過物聯

網將相關之數據收集並整合於資料庫(106 年度之教育部整體發展獎補助款購置)，並予以即時監測或透過回饋設備加以控制。此物聯網的運用亦符應政府之 5+2 重大產業發展方向之綠能及新農業與循環經濟，更是本院環管系與環工系的未來發展的特色之一。

在綠生活教育館中，首期建置已含蓋太陽能發電、水資源利用、空間規劃與智慧農業概念，而 106 年度之教育部整體發展獎補助款即將再購置『再生能源電力整合系統』與『燃料電池發電系統』兩套系統，再加上溫室外的堆肥處理(生質能源)，亦即，在綠生活教育館中已有太陽能、水力能、風力能、生質能與氫燃料能等再生能源，對於再生能源系統之建置已相當完備，因此，有必要進行再生能源運用於溫室作業之可行性評估，以建立資料庫與進行大數據分析，以為產學業者能用參考。

(三) 文獻回顧與探討

全球暖化與氣候變遷造成環境生態巨變，許多自然資源的開發利用，已超過環境負荷，如要地球永續發展，保護環境資源與妥善管理是極待面對的問題。本校對校園環保議題相當重視，自民國 80 年以來在校園內陸續建造三座機械式污水處理廠、一座人工濕地自然處理系統、及中水回收利用系統，這些硬體設施平時需要妥善操作維護，由環工系的教師群顧問管理。而能源之開發與使用管理，亦是不可或缺的一環，再生能源之強化更是現今主要課題，最易達到再生能源之建置者，乃太陽能發電，而有關水力與風力，鑑於環境限制只能採用微風力發電與微水力發電。

鑑於自然環境中水、土、林及空氣，與生態間之緊密關聯性，為符應全球永續發展理念、落實低碳原則、深耕環境教育理念，本學院透過整合院內系所環境工程科學與環境資源管理的『能資源、農業、廢水廢棄物回收再用』特色與研發成果，已在校園中建立一個溫室，其主要目的不外乎『展示研發成果』、『探討研究』、

『教學實習』、『實務習作』等教育功能，命名為『綠生活教育館』。『綠生活教育館』(簡稱綠館)，除可供教學實作與專題研究之外，亦可提供學生實作與實習的場域，並開放全校師生或校外人士做為參觀或環境教育實施場址。

綠生活教育館初期規劃含蓋太陽能發電、水資源、空間規劃與智慧農業概念，未來將陸續加入物聯網及職業安全操演設施，形成環境永續學院各系所綜合實務場所。目前場域除了一樓已逐步完成的空間規劃外，二樓溫室共分魚菜共生系統與綠館屋頂兩大主體，魚菜共生系統共又分『中水處理區』與『蔬菜栽培區』兩區：其中，中水處理區包括『蚵殼處理』、『蓄養池』及『中空管膜過濾組』三個單元、蔬菜栽培區則由『水耕』與『介質耕』兩區組成；綠館屋頂並可分為三區：『太陽光電系統』、『透光板』與『遮光浪板』三大區塊，太陽光電系統共分『HISG 太陽能模組』與『CIGS 太陽能模組』兩組、透光板共分『雙中空懸膜清玻璃』與『強化清膠合玻璃』兩組、遮光浪板(透光率 70%)、以擋風遮雨為主。未來即將建置的『再生能源電力整合系統』與『燃料電池發電系統』兩套系統，則分別有微風力發電機組微水力發電機組及氫燃料電池發電。

本綠館涵蓋太陽能發電、水資源回收再利用、魚菜共生與智慧農業之概念，溫室內部分為中水處理區與蔬果栽培區、屋頂則鋪設太陽能光電板及其他材質。未來即將再增建『再生能源電力整合系統』與『燃料電池發電系統』兩套系統，再加已在溫室外進行的堆肥處理(生質能源)，已完備地完成再生能源系統之建置。接續工作即需進行系統分析及資料庫建立。

(四) 研究方法與步驟

本計劃將依下列步驟，逐一完成。

1. 持續操作太陽能發電系統，彙整與分析數據



已建置之太陽能發電系統，雖然可自主建立資料庫，但目前如需統計數據需靠人工重新分析，才能顯現想要呈現的資訊，本計畫首階段即利用即將建置的能源系統整合系統，將數據統整分析，

2. 查核及整合溫室內耗電與發電情形

目前綠館內有馬達、抽風機等多種電器設備而使用電力，另有太陽能發電併入，未來再增加水力、風力與氫燃料能等再生能源發電加入，然而各電器耗用多少電力及再生能源產生多少電力仍需統計，以便評估操作本溫室的能源平衡關係。

3. 安裝新購再生能源設施，熟悉操作與蒐據技巧

新建的『再生能源電力整合系統』具有電量監視感測功能、蓄電功能組、變流器、微風力發電機組、微水力發電機組等功能，而『燃料電池發電系統』則有金屬板燃料電池設計、氫氣高壓鋼瓶、電池自動充電功能、混成電池及軟體監控等功能，此等設施採購後，需進行安裝測試，並熟悉各系統操作與蒐集數據技巧，並進行耗電監測與分析。

4. 建立各項數據呈現方式，展現再生能源設備在溫室功能。

完成前述工作--建立資料庫之後，接著即可利用大數據分析技巧進行再生能源運用於溫室作業之可行性評估，以展現再生能源設備在溫室功能，作為產學業者能用參考。

(五) 成果

由於物聯網系統的建置工程進度落後，後續才聯網的風力、水力與燃料電池等之數據在 2017 年度皆來不及上線，因此本計畫僅能針對 2016 年的太陽能發電數據予以統計分析。以下四圖為 2016 年四季的每日發電量圖。



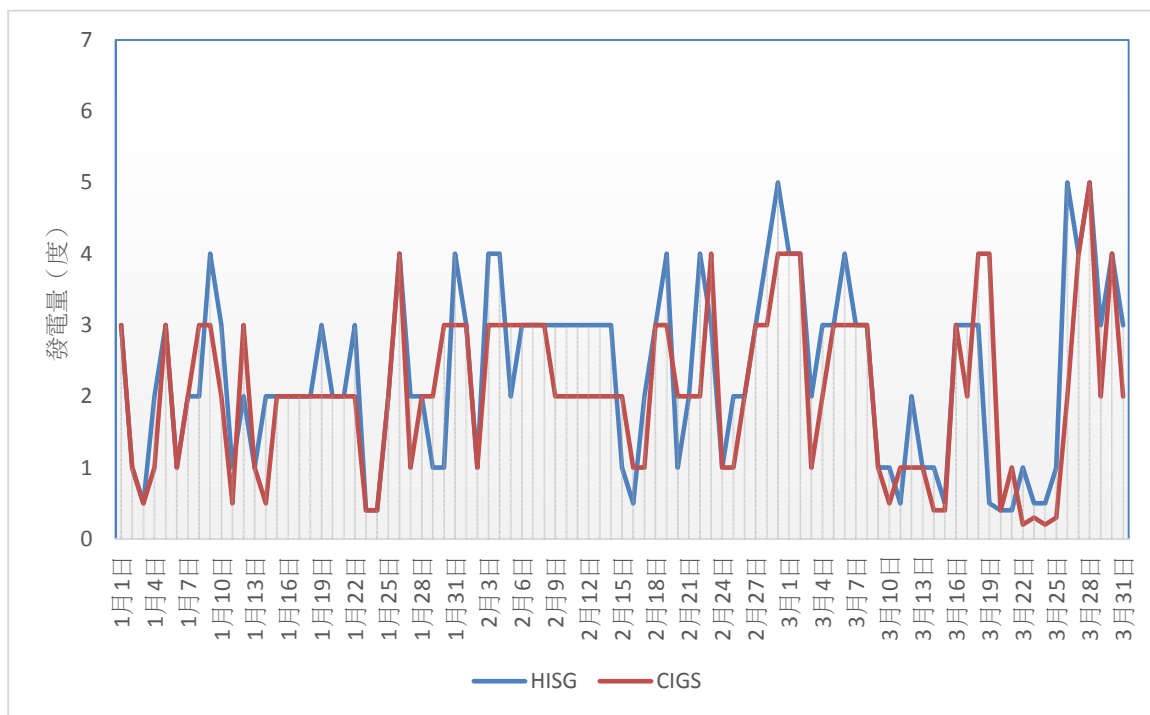


圖 1. 兩種太陽能光電板的第一季發電量比較

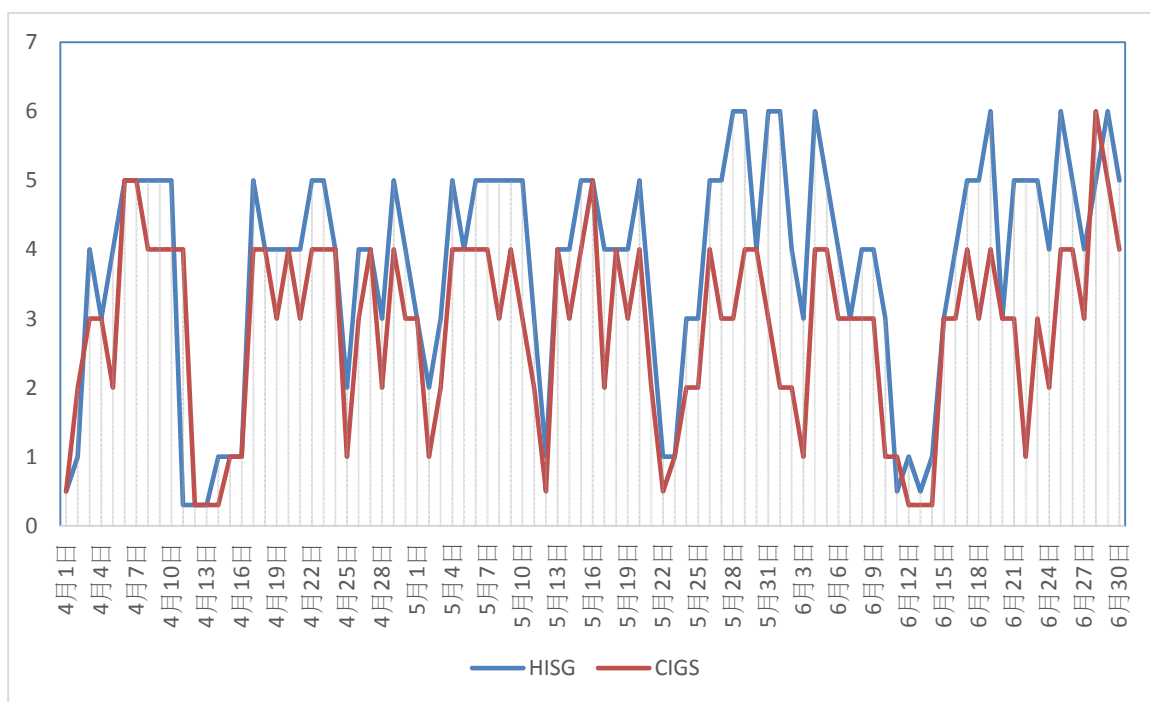


圖 2. 兩種太陽能光電板的第二季發電量比較



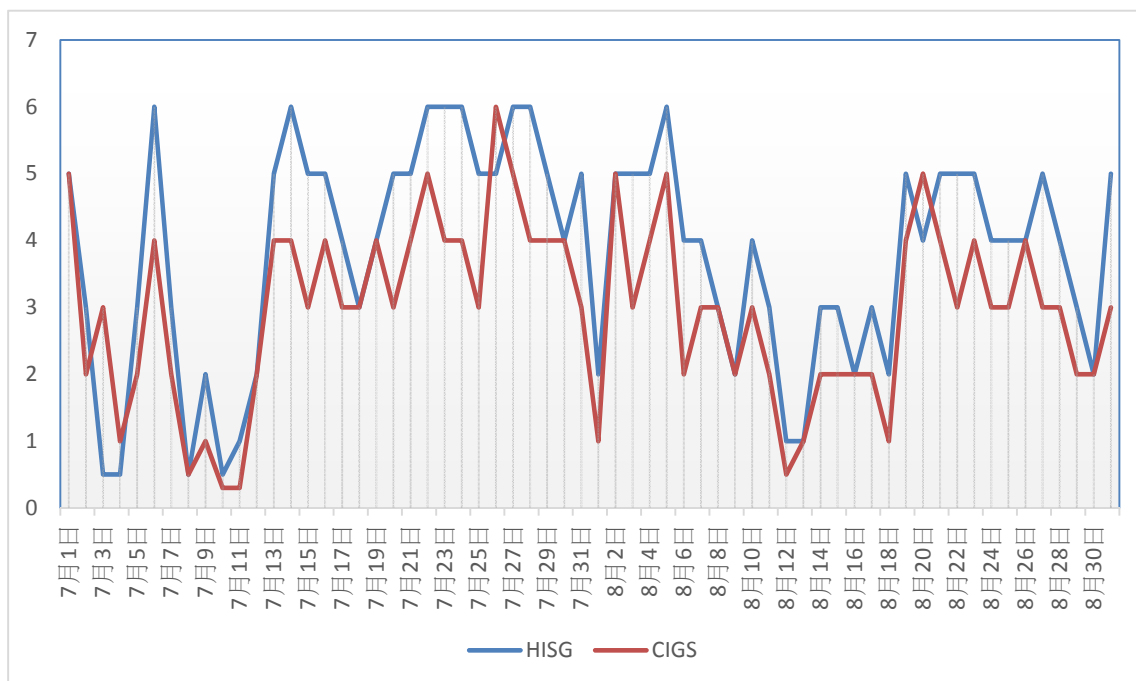


圖 3. 兩種太陽能光電板的第三季(無 9 月份數據，故障維修)發電量比較

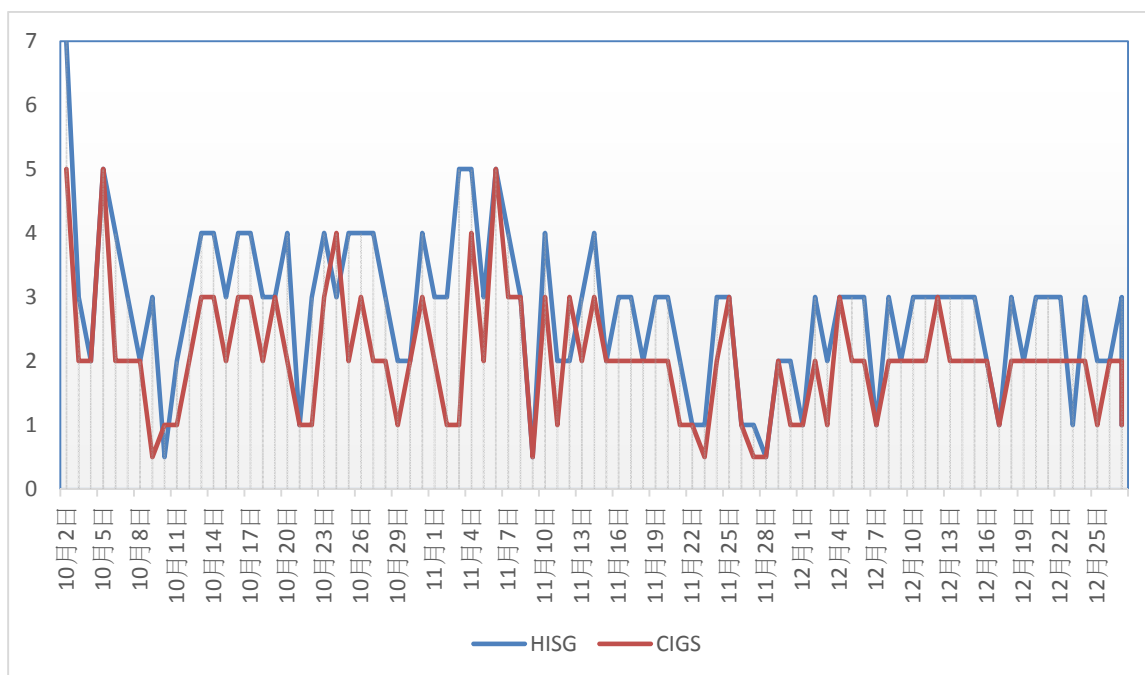


圖 4. 兩種太陽能光電板的第四季發電量比較

第一季發電量由於陽光較弱所以日發電量最高僅達 5 度，每日發電量的季平均度數相較於其他季約有 1~2 度之差異。在一年當中，單日發電量最高是 7 度(10/2)，最低則不到 1 度，但由於主機故障維修之故，9 月份沒有數據，也許有更高的日發電量也說不一定。一般而言，若比較每日的發電量，HISG 通常會較高，但也有少數幾日卻是 CIGS 較高，唯差異並不大，皆在 1 度以內。

HISG 光電板的年發電總量是 1035.0 度(Kwh)、月平均發電量是 94.0 度；CIGS 則分別是 813.4 度與 74.0 度。但就效率而言，後者卻較高(89.2 vs. 92.0)。造成此現象的原因仍待探討。

總結來說，CIGS 光電板雖有較高的發電效率，到可能由於結構不同，其年發電總量是低於 HISG 光電板。況且 HISG 具有較佳的隔光效能，對溫室的降溫具有較佳的效果。很可惜，由於相關連線作業之工程進度較慢，其他再生能源及環境相關數據未能即時連結上線進入資料庫，所以僅能比對兩種不同太陽能光電板的發電效能。未來透過物聯網將發電之相關數據收集於資料庫，並能累積長期的資料，以及配合其他溫室內外環境或氣象資料，透過數據分析與比對，將來更能掌握不同再生能源之效能。

(六) 參考文獻

1. 李得元,陳健民, **綠生活教育館之籌建規劃**, 中華民國環境工程學會, 環境資訊與規劃管理研討會, 2016)
2. 李得元,陳健民,蘇子琄,梁芳瑜, 李宸宇, **校園溫室綠生活教育館之實務操作初探**, 中華民國環境工程學會, 環境資訊與規劃管理研討會, 2016)
3. 李得元,劉瑞美,蘇子琄,梁芳瑜,陳健民, **校園溫室建置與蔬菜植栽實錄--以嘉藥綠生活教育館為例**, 中華民國環境教育學會, 中華民國環境教育學術暨實務交流國際研討會, 2016)

