

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小組

作品名稱：500 秒讓地球亮起來!!!

關 鍵 詞：大數據、太陽能、ePy-Lite 智能追光器（最多三個）

編號：

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計

500 秒讓地球亮起來!!!

摘要

2022 年的夏至和冬至的發電量相近，但 2022 年 6 月的總發電量高於 12 月的總發電量表示太陽直射對太陽能發電量的增加是有正向的影響。設計一簡易實驗來估算固定型太陽能板如果改成追日型太陽能板的效果。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機、目的

隨著科技發展越來越好，人們也發明出了太陽發電的機器---太陽能板。太陽能每日的發電量會隨著太陽的變動而改變，所以我們在想讓太陽能跟著太陽的話，每日的發電量是不是就可以有所改變?因此我們開始研究太陽能板，五年級上學期第一單元---太陽，有講到太陽一天之中位置的變化、四季日昇日落的變化和太陽對生活的影響，其中太陽能的應用讓我印象深刻。去年學校川堂的數位看板顯示了太陽能發電的資訊，讓我們激起了對太陽能的興趣。

廣大造林地吸引不少遊客前來，屏東 185 號縣道沿線是台糖花了 20 年種出的樹林，但如今卻想把樹都砍光來種電，你們覺這樣好嗎? 這一個事件引起了一翻討論，因為有人覺得這些樹一年可以吸收 20 萬噸的二氧化碳還能帶來好空氣、碳降低暖化的功能，如果都消失就太不值得了(呂國禎，2020)

由於上述的原因，引起我們想探究以下四個主題：

- (一)分析學校太陽能發電量。
- (二)了解學校所在縣市太陽能發電概況。
- (三)了解學校上空太陽日照量。
- (四)估計追日型太陽板的發電量，以提升發電效率。

二、文獻回顧

一年之中，太陽會經過黃道與赤道的交點二次，分別是春、秋分。以上這段話來判斷，在春、秋分時，太陽會在正東升起，於正西落下。在春分之後，太陽會往北移，則夏至達到最北，即在北回歸線上，此時的太陽會由東偏北升起，於西偏北落下。在秋分之後，太陽會往南移，則冬至時達到最南，即在南回歸線上，此時的太陽會由東偏南升起，於西偏南落下。當春分→夏至→秋分→冬至再回到春分，就是一年(交通部中央氣象局，無日期)。整理以上內容如下表：

節氣	太陽移動的位置	太陽的軌道	中午 12 點太陽的高度角
----	---------	-------	---------------

春分、秋分	經過黃道、赤道交點	由正東升起， 於正西落下	約 68 度
夏至	太陽沿黃道北移 ，夏至時到最北	由東偏北升 起，於西偏北 落下	約 88.5 度
冬至	太陽沿黃道南移 ，冬至時到最南	由東偏南升 起，於西偏南 落下	約 44.5 度

表 1 一年四季太陽變化

資料來源：研究成員整理自製

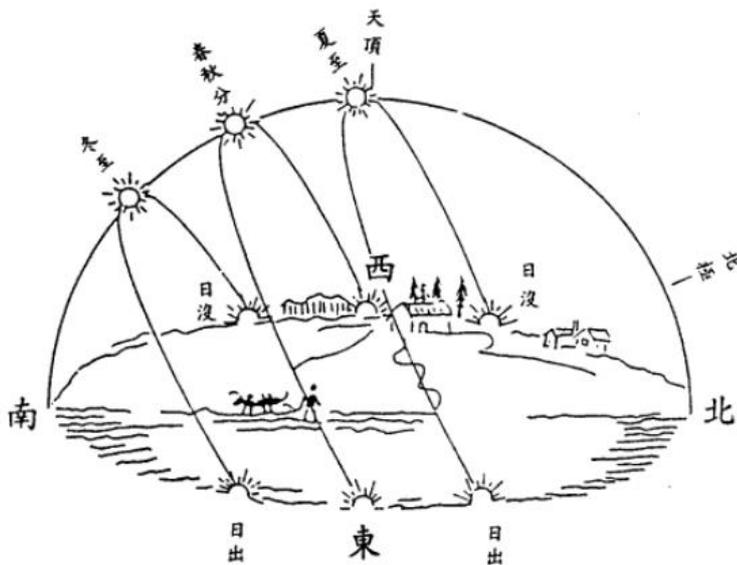


圖 1 四季代表日日出日沒及太陽軌跡圖

資料來源：交通部中央氣象局(無日期)。為何每天太陽東升西落的位置及方位會變化呢？
取自

<https://edu.cwb.gov.tw/PopularScience/index.php/astronomy/267-%E7%82%BA%E4%BD%95%E6%AF%8F%E5%A4%A9%E5%A4%AA%E9%99%BD%E6%9D%B1%E5%8D%87%E8%A5%BF%E8%90%BD%E7%9A%84%E4%BD%8D%E7%BD%AE%E5%8F%8A%E6%96%B9%E4%BD%8D%E6%9C%83%E8%AE%8A%E5%8C%96%E5%91%A2%EF%BC%9F>

郭育維、蔡沛蓁、蔡沅叡、蔡汶諺、蔡汶縈、粘家瑜(2021)提出太陽斜射時面積照度較小，直射時較大，由此可知太陽直射太陽能板的發電率較高。以及灰塵、鳥、葉子和雲朵對

太陽能板發電率的影響，以及了解到太陽能板是如何發電的，還有認識了太陽能晶片的種類及各種太陽能晶片的優缺點。

李漢庭(譯)(2012)在<3 小時讀通太陽能電池解圖版>中，介紹太陽能電池是如何製造的、如何安裝太陽能系統、如何把電賣給電力公司、太陽能板的優缺點以及各種太陽能板的詳細解說。他表示太陽的光能是如何轉換成電，就是原子吸收光能，產生電的現象就是當太陽電池的原子吸收光，就會進入激發狀態，釋放時便能產生電。

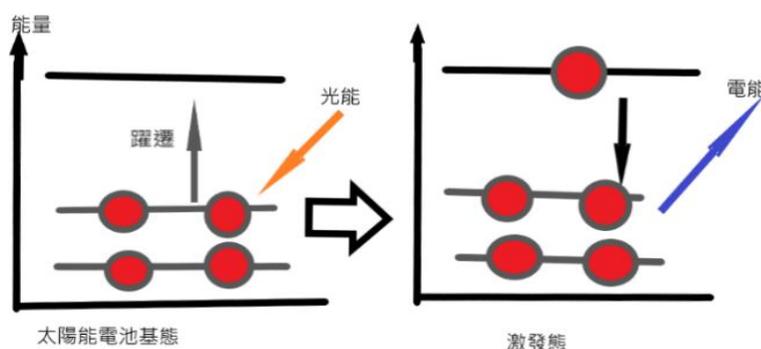


圖 2 太陽能發電原理

資料來源：李漢庭(譯)(2012)。3 小時讀通太陽能電池(圖解版)(原作者：齊藤勝裕)。新北市：世茂。(原著出版年：無)

姜采君、陳玟卉、李若瑜、李宛靜(2009)提到他們發現太陽能板並聯的效果比串聯好，還有在無日照的環境下會造成電流逆流並使電量變少而影響太陽能板的壽命，他們也說氣溫不影響充電功能。但李漢庭(譯)(2012)提到溫度每上升 10 度，發電效率也會降低 4%~5%，所以溫度不影響太陽能板的功能，但如果溫度太高則會影響太陽能板的發電率。

徐天佑、曾鴻陽(2007)探討台灣各縣市個月份的日照變化，並把各地區分成北部、中部、南部的天氣變化以及詳細的說明。各地的日照差距蠻大，也會影響到太陽能的利用，所以透過蒐集台灣各地的氣象資料發現中南部比較適合選擇成為未來太陽能接收站的地點。

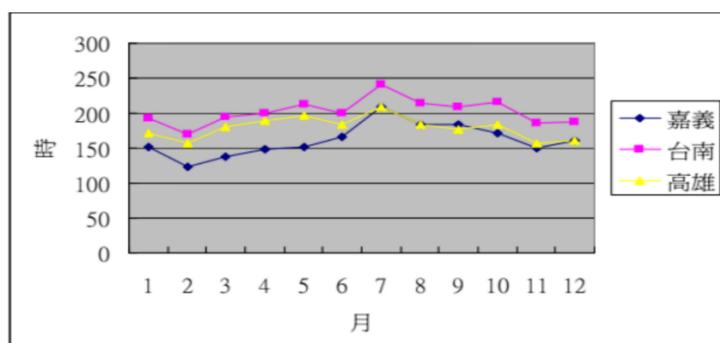


圖 3 台灣南部地區月平均日照量變化

資料來源:徐天佑、曾鴻陽(2007)。台灣地區有關太陽能日照量之環境時空因素研究探討。環境教育學刊 第六期。取自 <https://envir.utapei.edu.tw/var/file/83/1083/img/1227/162491627.pdf>

羅運俊、何梓年、王長貴(2007)提出太陽能發射出來的總輻射能量非常巨大，但只剩 22 億分之一到達地球，因為有些的被大氣吸收，占到達地球範圍內的太陽總輻射能量的 23%，被大氣分子和塵粒反射太陽輻射能，占 30%，穿過大氣層到地球表面的，占 47%，到地球陸地表面的占 10%。這 10%等於全世界一年產生的能量總合的 3.6 萬倍，被植物吸收的僅占 0.015%，被人們當作燃料和食物的僅占 0.002%，可以看到我們利用的只有一點點，相對的太陽能的潛力是非常大的。

貳、研究設備及器材

一、日-地-月模型



二、ePy-Lite 智能追光器簡介

ePy-Lite 追光器是透過旋轉雲台設計讓太陽能板能夠面向天空中的太陽。其設計原理是透過四個象限的光強度感測器所偵測到的數據來控制雲台的旋轉，達成追(太陽)光的目的是。

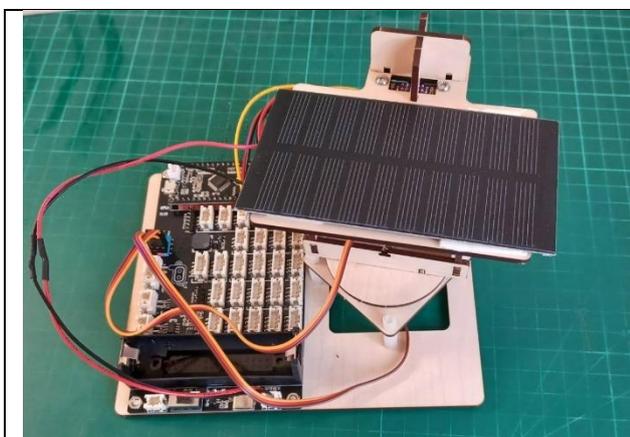


圖 4 ePy-Lite 追光器俯視圖一

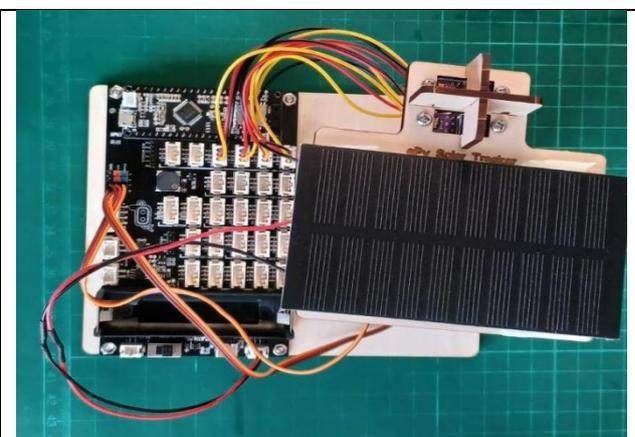


圖 5ePy-Lite 追光器俯視圖二

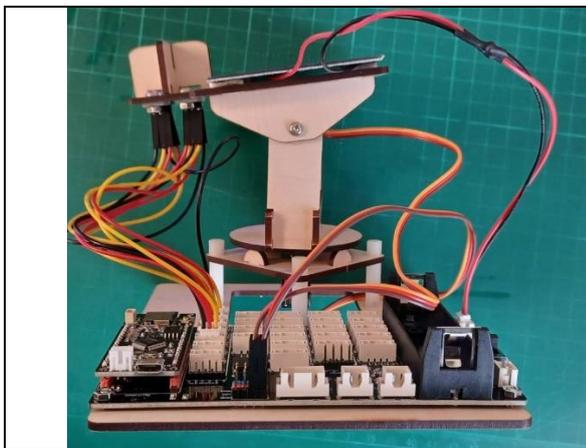


圖 6 ePy-Lite 追光器側視圖一

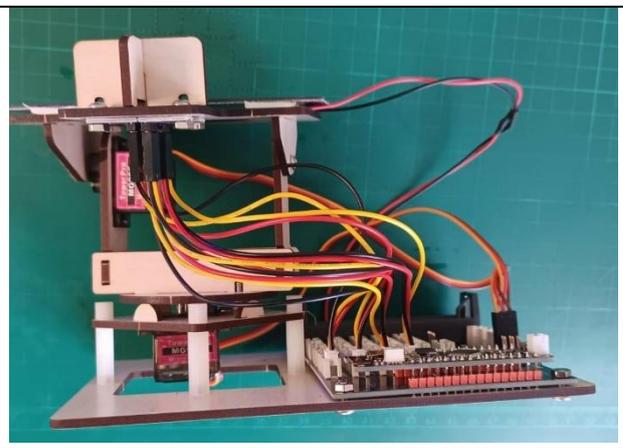


圖 7 ePy-Lite 追光器側視圖二

追光器使用一種輸入與一種輸出，透過光強度的偵測轉換成類比數值輸入給 ePy-Lite，ePy-Lite 進行邏輯判斷後，控制伺服馬達旋轉的角度與方向，進行追日。

5V200mA 單晶矽太陽能板 1W 功率：「單晶矽」太陽能單獨的轉換效率是市售品中最高的，但價格最昂貴的，與矽薄膜太陽能電池(非晶矽太陽能電池)相較，在高溫下性能明顯下降。

三、校園能源管理系統



圖 8 屏東縣校園能源管理系統畫面

資料來源：屏東縣政府。取自

<https://ems.ptc.edu.tw:8443/portal/schoolacHome.action>

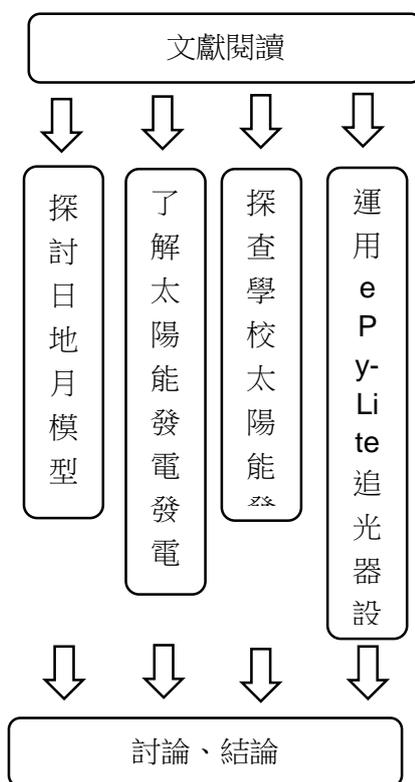
校園能源管理系統能提供太陽能發電量的數據，供管理人員或研究人員參考。

參、研究過程或方法

一、擬定研究進度

項目 期程	文獻 探討	擬定 問題	記錄 發現	擬訂 計畫	進行 實驗	撰 寫 報 告	實驗 進度	備註
2022年 12/21~12/27	✓							
12/28~2023年 01/03	✓		✓					日-地-月模型
01/04~01/10	✓		✓					
01/11~01/17	✓		✓	✓				
01/18~01/24	✓		✓	✓	✓		5%	發電量資料分析
01/25~01/31	✓	✓	✓	✓	✓			
02/01~02/07		✓	✓	✓				
02/08~02/14		✓	✓					
02/15~02/21			✓		✓	✓	50%	ePy-Lite 追光器
02/22~02/28			✓		✓	✓		
03/01~03/07					✓	✓		實驗計設與探究
03/08~03/14					✓	✓	100%	

二、研究架構



三、估算追日型太陽能板的發電量

設計一組『ePy-Lite 追光器』追日發電量(實驗組)，一組『ePy-Lite 追光器』固定角度發電量(對照組)。比較其差異性，並推估追日型太陽能發電量的效益。



圖 9 學校太陽板與水平面夾角約為 18 度

經測量學校太陽板與水平面夾角約為 18 度，所對照組固定角度設定為 18 度，以便測得『ePy-Lite 追光器』的發電量後可評估追日型太陽能板的發電效益。

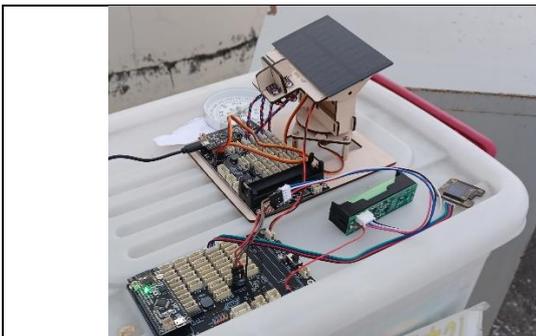


圖 10 ePy-Lite 追光器實驗組

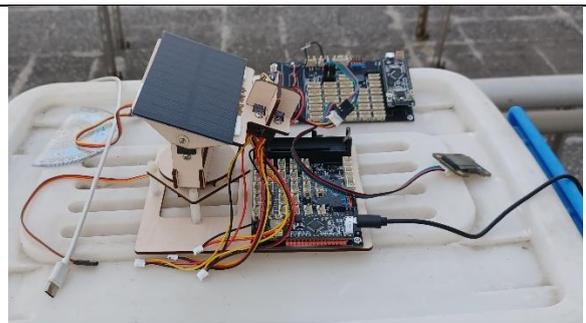


圖 11 ePy-Lite 追光器對照組



圖 12 對照組太陽能板斜度測量

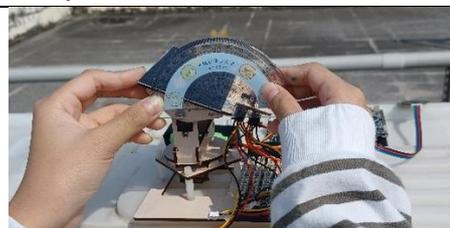


圖 13 太陽能板平面與水平面角度測量

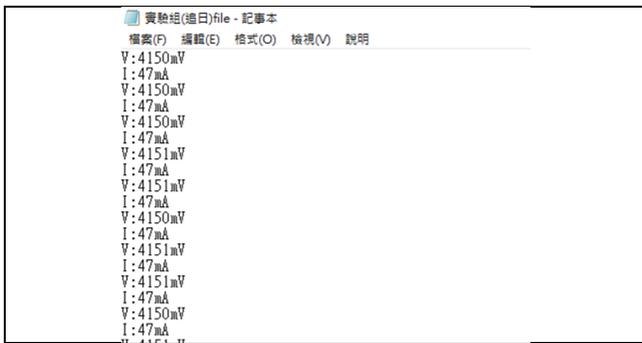


圖 14 ePy-Lite 追光器實驗組發電數據



圖 15ePy-Lite 追光器對照組發電數據



圖 16 OLED 屏顯示發電電壓、電流

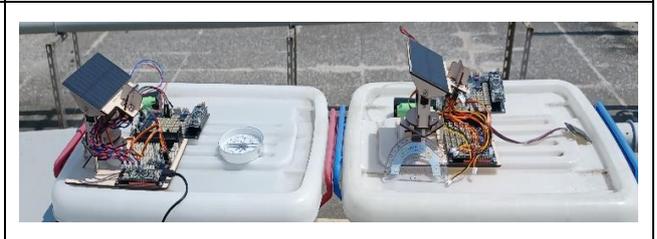


圖 17 ePy-Lite 追光器放置同一地點

肆、研究結果

一、從日-地-月模型了解太陽直射與斜射的現象

透過模型，我們了解雖然夏至時，地球在遠日點，但此時太陽直射北半球的臺灣屏東地區；冬至時，地球在近日點，但此時太陽斜射北半球的臺灣屏東地區。因此，造成四季溫度的不同，也就是太陽能量到達地球的能量因季節而有不同。洪連輝(2022)指出，太陽斜射讓地球表面單位面積接受到的能量比較少。我們是不是能由學校的太陽能板的發電量來驗證這樣的自然現象呢？

二、學校太陽能發電量分析

(一)四季代表日校園太陽能發電量

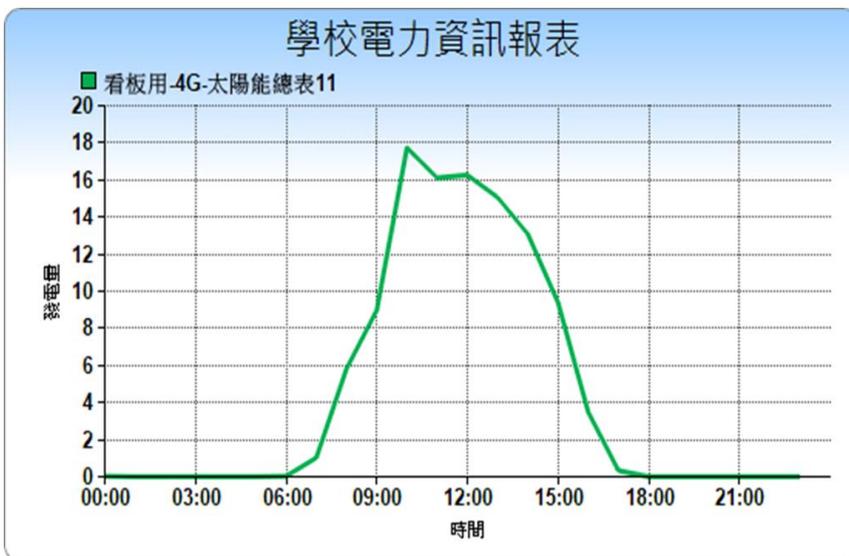


圖 18 2022 年 12 月 22 日(冬至)發電量

註：總發電量 107.31 度，當日最大發電量 17.76，平均每小時發電量 4.47 度

資料來源：屏東縣校園能源管理系統

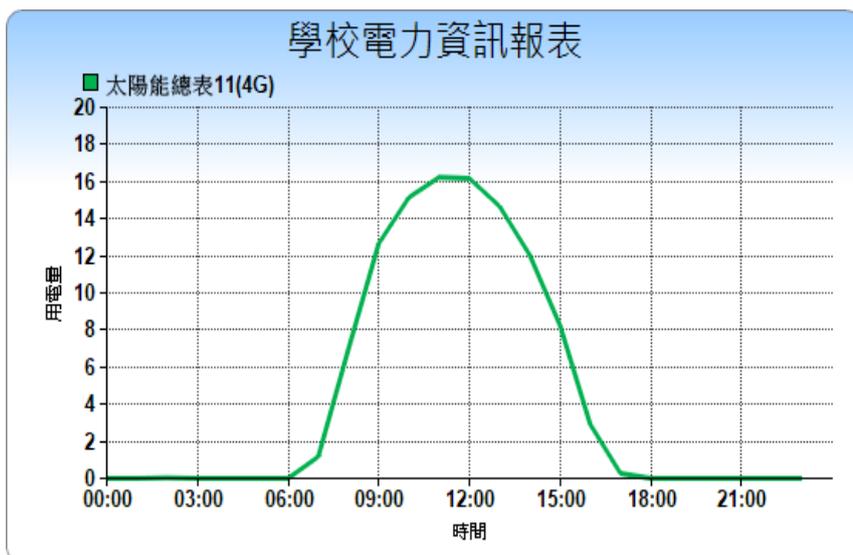


圖 19 2022 年 12 月 21 日(冬至減一日)發電量

註：總發電量 106.53 度，當日最大發電量 16.23，平均每小時發電量 4.44 度

資料來源：屏東縣校園能源管理系統

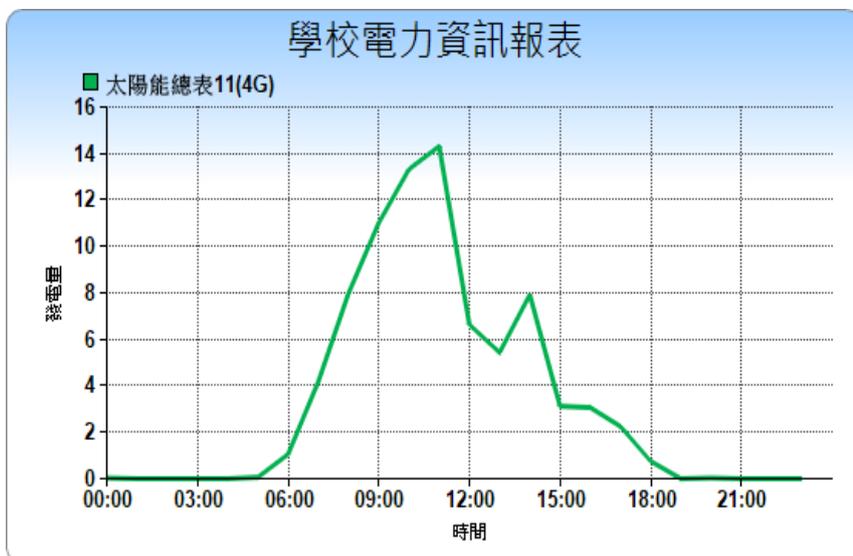


圖 20 2022 年 06 月 21 日(夏至) 發電量

註：總發電量 81.12 度，當日最大發電量 17.76 度，平均每小時發電量 3.38 度

資料來源：屏東縣校園能源管理系統

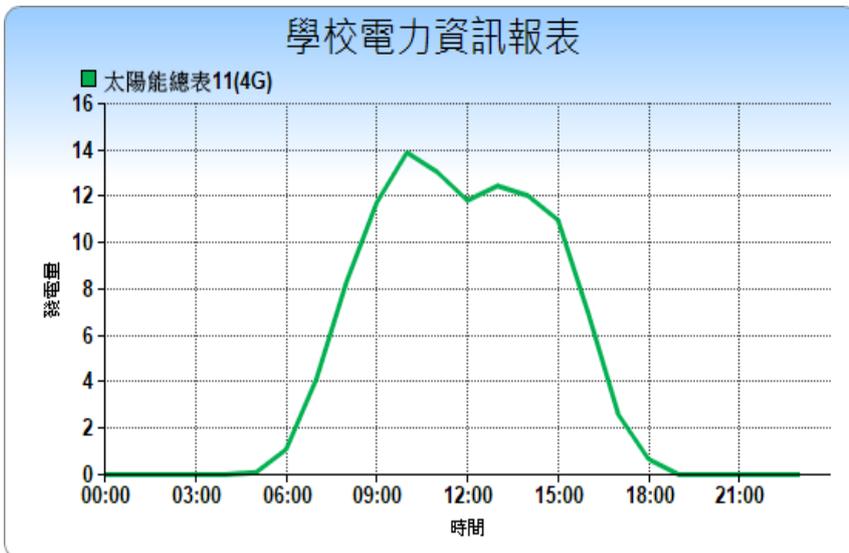


圖 21 2022 年 06 月 20 日(夏至減一日) 發電量

註：總發電量 109.74 度，當日最大發電量 13.89，平均每小時發電量 4.57 度

資料來源：屏東縣校園能源管理系統

夏至太陽直射屏東，冬至太陽斜射屏東，由屏東縣校園能源管理系統監測得到的數據：在夏至減一日總發電量為 109.74 度，當日最大發電量 13.89 度，平均每小時發電量 4.57 度；在冬至總發電量 107.31 度，當日最大發電量 17.76 度，平均每小時發電量 4.47 度。



圖 22 2022 年 12 月 發電量

註：總發電量 2413.59 度，當月最大發電量 107.31，平均每日發電量 77.85774 度

資料來源：屏東縣校園能源管理系統



圖 23 2022 年 6 月 發電量

註：總發電量 2760.96 度，當月最大發電量 120.46，平均每日發電量 92.032 度

資料來源：屏東縣校園能源管理系統

從月報表得知，六月的學校太陽能板總發電量是 2760.96 度；十二月的學校太陽能板總發電量是 2413.59 度，我們可以知道，六月的發電量還是比較多的，2022 年 6 月的總發電量高於 12 月的總發電量表示太陽直射對太陽能發電量的增加是有正向的影響。

時間範圍	發電量	平均發電量	需量	電壓	電流	功率
Mar-22	1594.54		10.17	232.75	26.82	10.17
Apr-22	2856	2529.998182	3.97	232.69	10.53	3.97
May-22	2268.78	2529.998182	3.05	233.15	8.28	3.05
Jun-22	2760.96	2529.998182	3.77	232.34	10.06	3.77
Jul-22	2902.62	2529.998182	3.96	232.6	10.51	3.96
Aug-22	2675.22	2529.998182	3.59	232.23	9.71	3.59
Sep-22	2512.41	2529.998182	3.46	232.55	9.18	3.46
Oct-22	2210.01	2529.998182	2.9	233.05	7.73	2.9
Nov-22	2387.97	2529.998182	3.27	232.71	8.5	3.27
Dec-22	2413.59	2529.998182	3.23	233.47	8.44	3.23
Jan-23	2540.31	2529.998182	3.36	233.74	8.66	3.36
Feb-23	2302.11	2529.998182	3.38	233.1	8.75	3.38

表 2 2022 年 3 月 ~2023 年 2 月發電量

資料來源：屏東縣校園能源管理系統

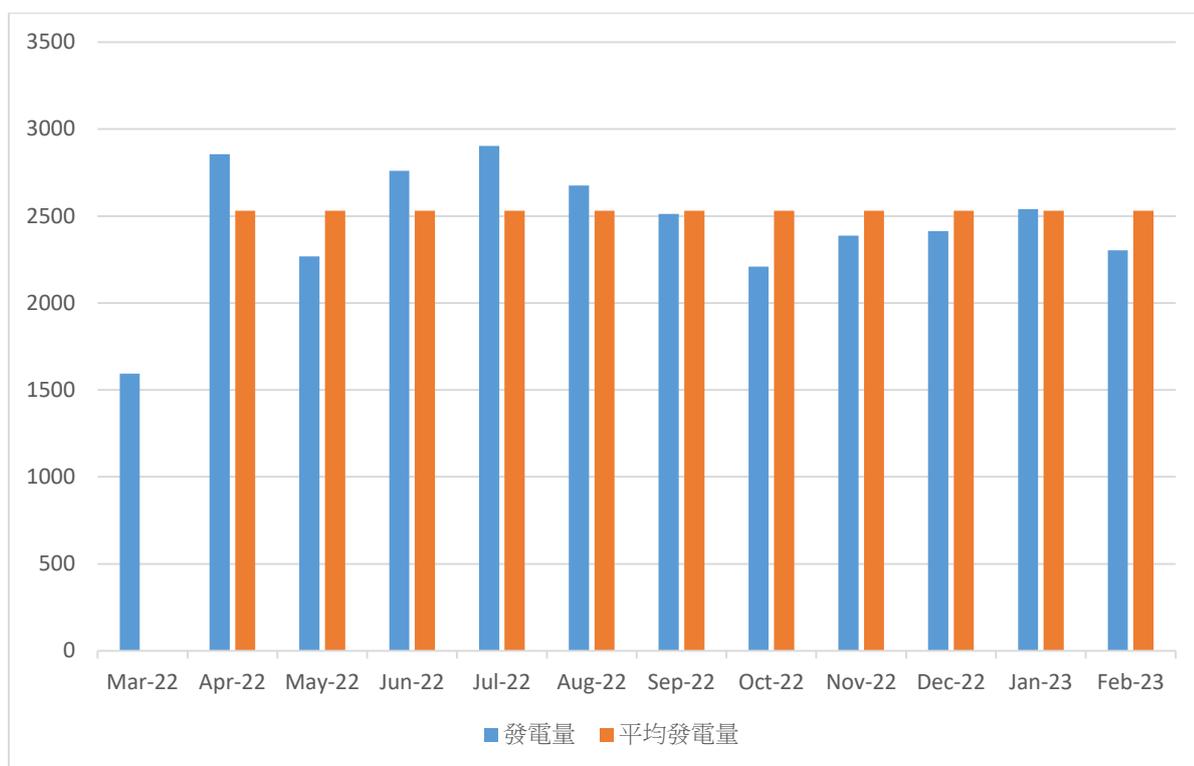


圖 24 2022 年 3 月 ~2023 年 2 月發電量
 資料來源：研究成員整理自屏東縣校園能源管理系統

由圖可發現接近夏至前後，學校太陽能發電高於年平均値;冬至前後，學校太陽能發電低於年平均値。以統計學檢定 t 考驗如下：

平均數	2529.998			
標準差	240.0533		11 開根號 =3.317	
標準誤	72.37061			
Jul-22	5.1488	t 檢定值		年發電量最高值
	0.000216	P 值單尾	顯著	
	0.000432	P 值雙尾	顯著	
Jun-22	3.191376	t 檢定值		夏至
	0.009633	P 值單尾	顯著	
	0.004816	P 值雙尾	顯著	
Oct-22	-4.42152	t 檢定值		
	0.000646	P 值單尾	顯著	
	0.001291	P 值雙尾	顯著	
Dec-22	0.142486	t 檢定值		冬至
	0.444758	P 值單尾	不顯著	
	0.889515	P 值雙尾	不顯著	

得知六(夏至)、七月(年發電量最高值)發電量不同於年平均値，且高於年平均値；十月(年發電量最低值) 發電量不同於年平均値，且低於年平均値；十二月(冬至) 發電量與年平均値相當。從統計的角度，我們可以更明白發電量最高的夏季不同於冬季。

四、學校所在縣市太陽能發電概況說明。

年別	縣市	自有	收購	合計
102	屏東縣	1458	66627	68085
103	屏東縣	1458	81479	82937
104	屏東縣	1458	102881	104339
105	屏東縣	1458	119636	121094
106	屏東縣	1458	151100	152558
107	屏東縣	1458	228583	230041
108	屏東縣	1458	379425	380883
109	屏東縣	1458	593566	595024
110	屏東縣	1458	818333	819791
111	屏東縣	1458	1012228	1013686

表 3 屏東縣太陽光電裝置容量

資料來源：研究成員整理自 台灣電力公司(2023)。購入電力概況 - 發電資訊 - 資訊揭露 - 台灣電力股份有限公司。取自

<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=207&cid=165&cchk=a83cd635-a792-4660-9f02-f71d5d925911#b03>

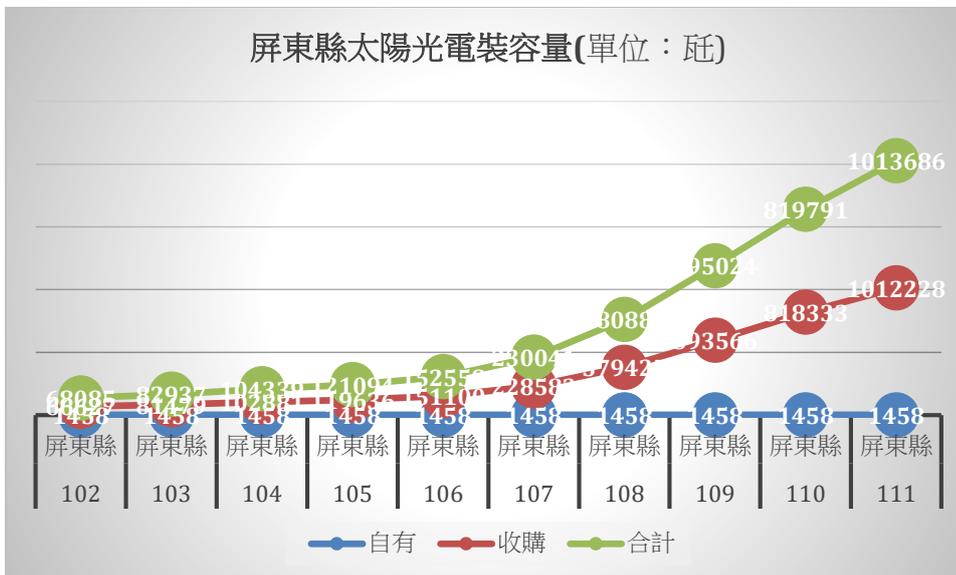


圖 25 屏東縣太陽光電裝置容量變化趨勢

資料來源：研究成員整理自 台灣電力公司(2023)。購入電力概況 - 發電資訊 - 資訊揭露 - 台灣電力股份有限公司。取自

<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=207&cid=165&cchk=a83cd635-a792-4660-9f02-f71d5d925911#b03>

五、ePy-Lite 追光器發電量分析

時間	電流	電壓	功率	時間	電流	電壓	功率				
1	197mA	197	4064mV	4064	800608	1	276mA	276	4138mV	4138	1142088
2	210mA	210	4065mV	4065	853650	2	276mA	276	4138mV	4138	1142088
3	223mA	223	4066mV	4066	906718	3	269mA	269	4139mV	4139	1113391
4	234mA	234	4066mV	4066	951444	4	251mA	251	4134mV	4134	1037634
5	245mA	245	4066mV	4066	996170	5	231mA	231	4129mV	4129	953799
6	256mA	256	4067mV	4067	1041152	6	212mA	212	4123mV	4123	874076
7	265mA	265	4067mV	4067	1077755	7	195mA	195	4122mV	4122	803790
8	283mA	283	4068mV	4068	1151244	8	178mA	178	4121mV	4121	733538
9	291mA	291	4069mV	4069	1184079	9	163mA	163	4121mV	4121	671723
10	299mA	299	4069mV	4069	1216631	10	135mA	135	4120mV	4120	556200
11	306mA	306	4068mV	4068	1244808	11	123mA	123	4120mV	4120	506760
12	312mA	312	4069mV	4069	1269528	12	111mA	111	4120mV	4120	457320
13	318mA	318	4069mV	4069	1293942	13	100mA	100	4120mV	4120	412000
14	324mA	324	4069mV	4069	1318356	14	89mA	89	4120mV	4120	366680
15	329mA	329	4070mV	4070	1339030	15	80mA	80	4119mV	4119	329520
追日 ePy-Lite 追光器						固定角 ePy-Lite 追光器					

表 4 ePy-Lite 追光器比較表

資料來源：研究成員整理

追日 ePy-Lite 追光器有較佳成效。

伍、討論

學校太陽能發電量分析

夏至太陽直射屏東，冬至太陽斜射屏東，由屏東縣校園能源管理系統監測得到的數據：在夏至減一日總發電量為 109.74 度，當日最大發電量 13.89，平均每小時發電量 4.57 度；在冬至總發電量 107.31 度，當日最大發電量 17.76，平均每小時發電量 4.47 度。從月報表得知，六月的學校太陽能板總發電量是 2760.96 度；十二月的學校太陽能板總發電量是 2413.59 度，我們可以知道，六月的發電量還是比較多的，2022 年 6 月的總發電量高於 12 月的總發電量表示太陽直射對太陽能發電量的增加是有正向的影響。

六(夏至)、七月(年發電量最高值)發電量不同於年平均值，且高於年平均值；十月(年發電量最低值)發電量不同於年平均值，且低於年平均值；十二月(冬至)發電量與年平均值相當。從統計的角度，我們可以更明白發電量最高的夏季不同於冬季。

如何兼顧農地農用---太陽能板下的魚菜共生，下圖提供一個可行的方式。

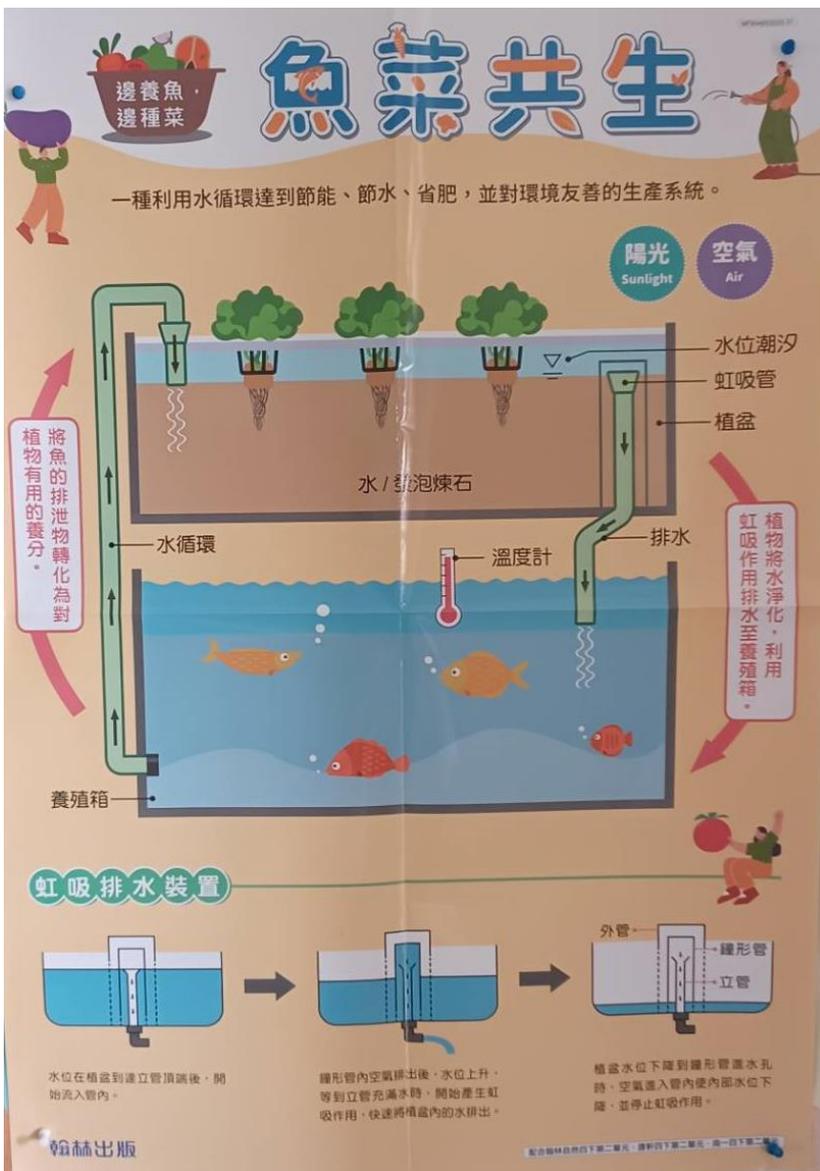


圖 26 太陽光能板下的農業----魚菜共生示意圖

資料來源：翰林出版社(2023)。魚菜共生。

陸、結論

如果校園是一片森林，建築物也是一棵特別的樹，太陽能板相當於葉片，因為它們也可能運用太陽的能量，讓其中的運作動起來，如同植物體的內部運作一般。如果能將運作的每個環節進行記錄、計算並讓一套系統管理它，節能減碳的效益逐漸提升。

追光型 ePy-Lite 追光器有比較佳的發電功率，建議太陽能板改成追日型的效益較佳。

太陽能板發電是一種再生能源，它是一種綠色能源，如何在農地上維持農業的生產，又能減少氣候日益暖化的問題，是未來可以努力的目標。

柒、參考資料及其他

郭育維、蔡沛蓁、蔡沅叡、蔡汶諺、蔡汶縈、粘家瑜(2021)。太陽運行軌跡與太陽能板之製作(中華民國第 61 屆中小科學展覽會作品)。彰化：湖東國民小學。

- 吳柏慶、余承恩、張丘(2015)。陽仰得意-探討太陽能板的擺設的最佳角度(中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品)。臺中市：光榮國小。
- 姜采君、陳玟卉、李若瑜、李宛靜(2009)。綠色奇機(中華民國第 49 屆中小學科學展覽會作品)。臺北縣：德音國民小學。
- 李漢庭(譯)(2012)。3 小時讀通太陽能電池(圖解版)(原作者：齊藤勝裕)。新北市：世茂。(原著出版年：無)
- 徐天佑、曾鴻陽(2007)。台灣地區有關太陽能日照量之環境時空因素研究探討。環境教育學刊 第六期。取自 <https://envir.utaipei.edu.tw/var/file/83/1083/img/1227/162491627.pdf>
- 呂國禎(2020 年 06 月 16 日)。20 年造林一夕砍伐 屏東拿綠電取代綠樹，值得嗎？。天下雜誌 700 期。取自 <https://www.cw.com.tw/article/5100707>
- 交通部中央氣象局(無日期)。臺灣四季太陽仰角與方位角。取自 <https://www.cwb.gov.tw/Data/astrometry/season.pdf>
- 交通部中央氣象局(無日期)。為何每天太陽東升西落的位置及方位會變化呢？。取自 <https://edu.cwb.gov.tw/PopularScience/index.php/astrometry/267-%E7%82%BA%E4%BD%95%E6%AF%8F%E5%A4%A9%E5%A4%AA%E9%99%BD%E6%9D%B1%E5%8D%87%E8%A5%BF%E8%90%BD%E7%9A%84%E4%BD%8D%E7%BD%AE%E5%8F%8A%E6%96%B9%E4%BD%8D%E6%9C%83%E8%AE%8A%E5%8C%96%E5%91%A2%E5%9F%BC%9F>
- 儲述傑(2023)。ePy-Lite 智能追光器(未出版之課程講義)。沅鉅科技，新竹。
- 屏東縣政府綠能專案推動辦公室(無日期)。太陽光電發電系統一年可發多少度電？。取自 <https://pge.pthg.gov.tw/%E5%B8%B8%E8%A6%8B%E5%95%8F%E9%A1%8C/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E8%83%BD%E7%99%BC%E9%9B%BB%E7%9B%B8%E9%97%9C#1539529885633-8852eab2-3c68>
- 羅運俊、何梓年、王長貴(2007)。太陽能發電應用與技術。台北縣:新文京開發。
- 趙宏仁(2023)。ePy-Lite 智能追光器發電資料顯示與取得(未出版之課程講義)。沅鉅科技，新竹。
- 洪連輝(2022)。自然科學課本三上 7-2 晝夜與四季。南一：臺南。