

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(機電與資訊)

組 別：國中組

作品名稱：學校屋頂太陽能發電量與四季日照關係之研究

關 鍵 詞：日照時數(hours)、全天空日設量(MJ/m²)

編號：

作品名稱: 學校屋頂太陽能發電量與四季日照關係之研究

摘要: 目前政府因應”節能減碳”趨勢為目標，所以開始減少火力發電與

關閉核電廠屏除核廢料為目標，至而努力推動太陽能發電來替代民生所需電力。太陽能資源豐富，且無需運輸，對環境無污染，太陽能發電對於地球不增加熱載荷，這是太陽能發電特別重要的優點，所以利用太陽能發電系統又稱作「無變量的能源系統」。

壹、研究動機:

本校原本紅色的屋頂,幾年前裝設太陽能板,我們很好奇,想進一步了解,並且參考 7 上生活科技 7-3 運用科技解決問題,及 7 下 7-1 資料與資訊單元教材,讓我們想研究太陽能發電量與四季日照之關係。

貳、研究目的:

藉由學校現有太陽能設備,及每 2 月份統計電能度數資訊,探討發電度數與四季日照關係。

參、研究設備及器材:

- 一、學校再生能(太陽能)購電費通知單
- 二、電腦(EXCEL 軟體)及印表機設備
- 三、空拍機

肆、研究過程或方法

- 一、搜集資料 106 年~108 年學校太陽能每兩個月的發電量(一張為例)
 - 1.向總務處索取電費通知單
 - 2.將電費通知單的度數製成表格
- 二、搜集資料學校地區 106 年~108 年每月日照時數(hours)及全天空日設置量(MJ/m²)。
 - 1.上中央氣象局網站 <https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/> 下載資料。
 2. 並將 EXCEL 格式轉成 WORD 格式。
- 三、 分析並統整資料

- 1.將 106~108 年每 1 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),轉成 106~108 年每 2 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²)。
- 2.利用電腦將數據轉成圖表,(配合每 2 月份的電費通知單)

四、利用所得資料數據及圖表,找出太陽能發電與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²)之相關性。

伍、研究結果:

一、收集 106 年~108 年學校太陽能每兩個月的發電量(一張為例)如下:

台灣電力股份有限公司屏東區營業處
再生能源電能躉購電費通知單
 (計費期間：107年11月02日~108年01月02日)

收件人：中美矽晶製品股份有限公司
 通訊地址：268 宜蘭縣五結鄉利工一路2段1號
 設置者：中美矽晶製品股份有限公司
 設置地點：屏縣
 契約編號：12-PV-103-01
 電 號：12-64-3530-4

購電電費計算表(設置者統一編號：47238650)

、本期抄表紀錄：
 本次抄表日期：108年01月03日 併聯總裝置容量：99.5 瓩
 上次抄表日期：107年11月02日 併聯總購售電容量：99.5 瓩

項目	本公司購電(R)	本公司售電(Rchl)
本次抄表指數	13206	40
上次抄表指數	12723	30
指數差	483.0	1.0
倍 數	40	40
度 數	19320	40

下次抄表日期：108年03月05日

、購電度數(S)：
 線路損失率(L)= 0.0409%
 總購電度數 S = [R × (1 - L) - Rchl]
 19320 × (1 - 0.0409%) - 40 = 192

電費計算(T)：T = Σ (X_n × S_n)

項目	費率(X _n)	計費度數(S _n)	金額(X _n × S _n)
機組序號01	6.419	19272	123,892
補付(扣)電費			
購電電費小計(T)			123,892
營業稅(5%)			6,194.6
合計		19272	129,892

應付款金額：
 應付款金額 = 電費129,892元 - 電表租費500元 = 129,392元
 主：1. 電表租費：租賃為 250 元/月收 2個月
 本期電表租費(含稅)，表租補收(退)0元 = 500 元

期電費合計 129,892 元，請開立發票向本公司請款，本公司將於收到發票次日起7日撥兆豐國際商業銀行竹科竹村分行21509062207 號帳戶。
 費直接由匯款銀行自上述應付款項中扣除。

服務部門：核算課
 服務地址：屏東市忠孝路329號
 服務電話：(08)73221
 統一編號：90461209

7339184

【結果】：
 (表-1)

本校 106~108 年 中美晶光電租金回饋明細			
年度月份	計費度數	電費收入(元)	回饋金*6.82%
106.1-2	19,952	128,072	8,735
106.3-4	22,071	140,674	9,662
106.5-6	23,670	151,938	10,362
106.7-8	24,870	159,641	10,888
106.9-10	23,151	148,606	10,135
106.11-12	17,753	113,957	7,772
107.1-2	19,992	128,329	8,752
107.3-4	26,109	167,594	11,430
107.5-6	22,911	147,066	10,030
107.7-8	17,353	111,389	7,597
107.9-10	21,351	137,052	9,347
107.11-12	19,272	123,707	8,437
108.1-2	21,951	140,903	9,610
108.3-4	22,111	141,931	9,680
108.5-6	18,392	118,058	8,052
108.7-8	14,154	90,855	6,196
108.9-10	11,035	70,834	4,831
108.11-12	19,712	126,531	8,629
總計	365,810	2,472,871	168,652

二、上網找學校地區 106 年~108 年每月日照時數(hours)及全天空日設置量

(MJ/m²) <https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/>

【結果】：

(表-2-1)

觀測時間	日照時數	全天空日射量
(month)	(hour)	(MJ/m ²)
106-1	205.1	434.37
106-2	166.1	423.23
106-3	200.5	520.3
106-4	209.1	576.38
106-5	209.6	616.58
106-6	226.8	606.37
106-7	241.9	650.55
106-8	222	590.49
106-9	235.9	571.17
106-10	213.2	488.75
106-11	164.6	379.91
106-12	142.5	338.46

(表-2-2)

觀測時間	日照時數	全天空日射量
(month)	(hour)	(MJ/m ²)
107-1	149	368.06
107-2	136.8	370.3
107-3	255.7	585.89
107-4	219.9	590.07
107-5	289.3	718.07
107-6	200.8	535.82
107-7	208.6	560.38
107-8	127.7	388.12
107-9	214	531.81
107-10	222.8	499.33
107-11	177.5	369.22
107-12	200.4	369.64

3.

(表-2-3)

觀測時間	日照時數	全天空日射量
(month)	(hour)	(MJ/m ²)
108-1	154.5	353.3
108-2	221.1	446.4
108-3	206.1	482.93
108-4	237.5	568.26
108-5	143.4	467.48
108-6	201.1	523.68
108-7	170.2	468.11
108-8	129.6	374.89
108-9	198.9	492.14
108-10	232.7	475.91
108-11	215.2	378.6
108-12	171	400.24

三、分析並統整資

料

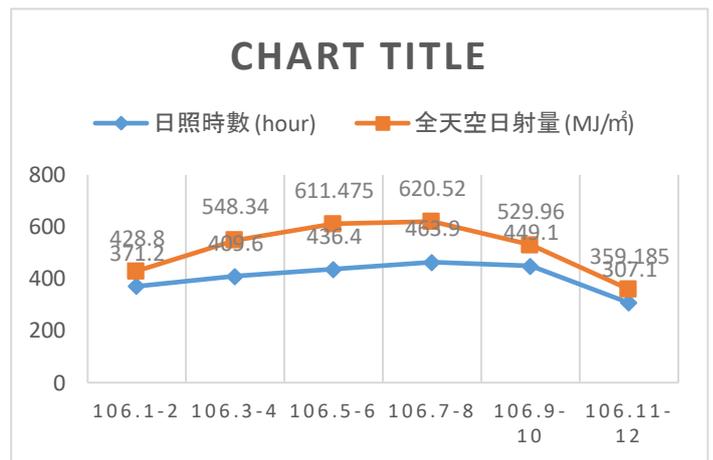
1.將 106~108 年每 1 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),轉成
106~108 年每 2 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),並利用電腦將
數據轉成圖表,(配合每 2 月份的電費通知單)

【結果】：

(表-3-1)

觀測時間	日照時數	全天空日射量
(year-2months)	(hour)	(MJ/m ²)
106.1-2	371.2	428.8
106.3-4	409.6	548.34
106.5-6	436.4	611.475
106.7-8	463.9	620.52
106.9-10	449.1	529.96
106.11-12	307.1	359.185

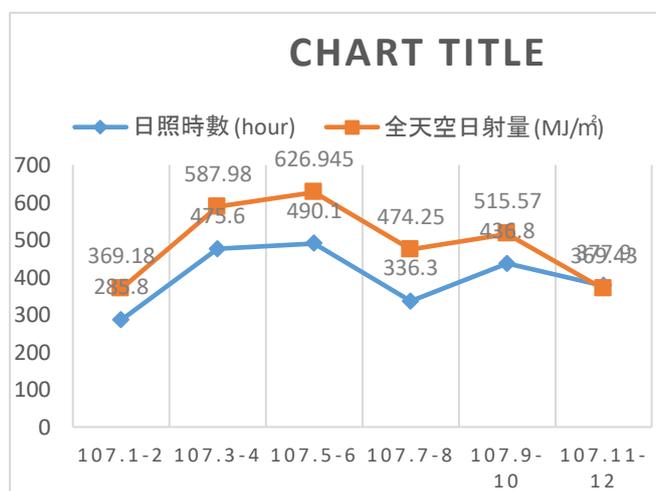
(圖-3-1)



(表-3-2)

觀測時間	日照時數	全天空日射量
(year-2months)	(hour)	(MJ/m ²)
107.1-2	285.8	369.18
107.3-4	475.6	587.98
107.5-6	490.1	626.945
107.7-8	336.3	474.25
107.9-10	436.8	515.57
107.11-12	377.9	369.43

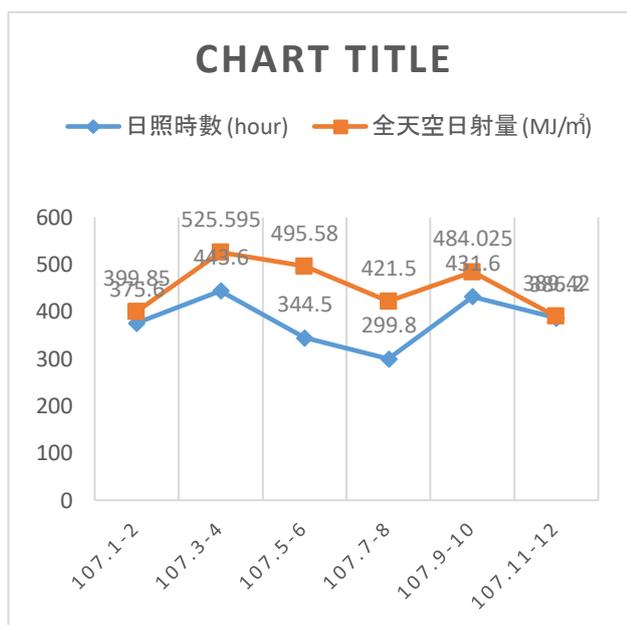
(圖-3-2)



(表-3-3)

觀測時間	日照時數	全天空日射量
(year-2months)	(hour)	(MJ/m ²)
108.1-2	375.6	399.85
108.3-4	443.6	525.595
108.5-6	344.5	495.58
108.7-8	299.8	421.5
108.9-10	431.6	484.025
108.11-12	386.2	389.42

(圖-3-3)



四、利用所得資料數據及圖表,找出太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空

日設量(MJ/m²)之相關性。

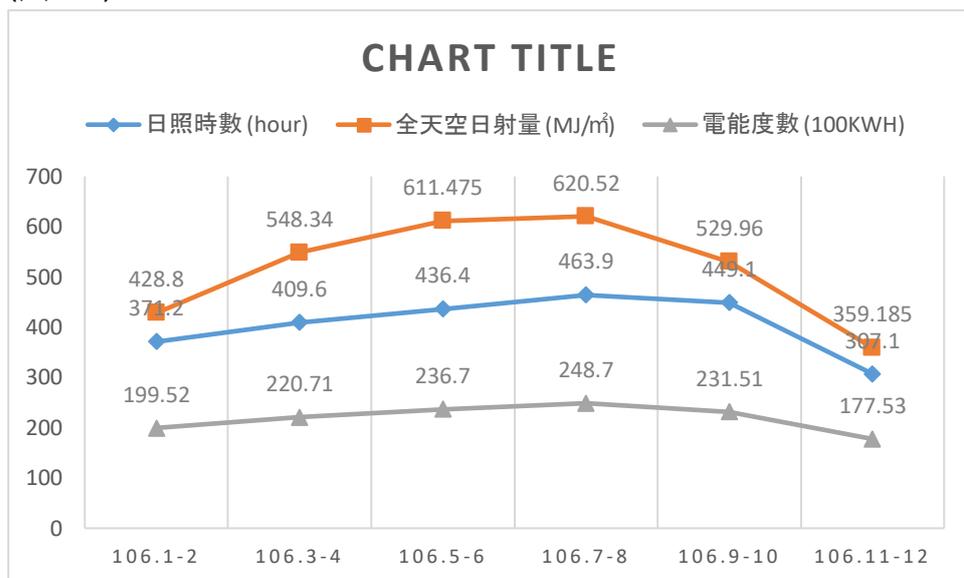
【結果】:106年太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空

日設量(MJ/m²)。

(表-4-1)

觀測時間	日照時數	全天空日射量	電能度數
(year-month)	(hour)	(MJ/m ²)	(100KWH)
106.1-2	371.2	428.8	199.52
106.3-4	409.6	548.34	220.71
106.5-6	436.4	611.475	236.7
106.7-8	463.9	620.52	248.7
106.9-10	449.1	529.96	231.51
106.11-12	307.1	359.185	177.53

(圖-4-1)

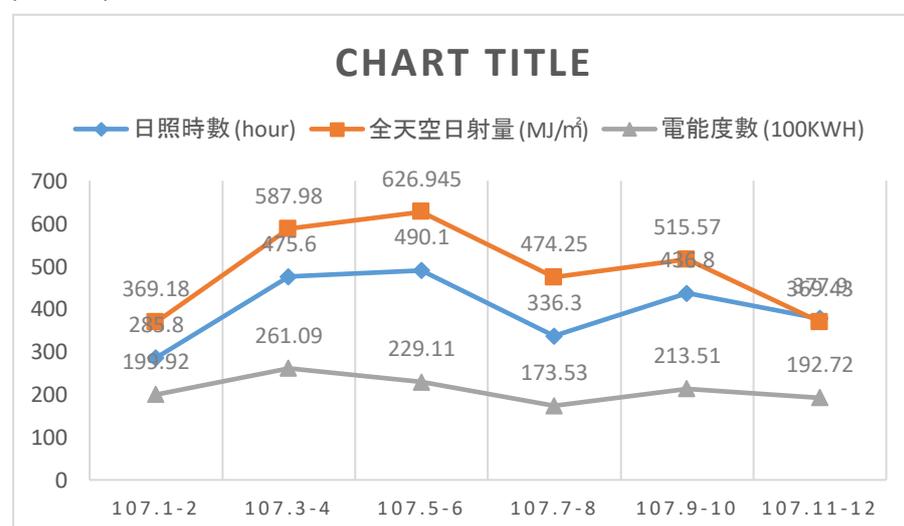


【結果】:107 年太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m2)。

(表-4-2)

觀測時間 (month)	日照時數 (hour)	全天空日射量 (MJ/m ²)	電能度數 (100KWH)
107.1-2	285.8	369.18	199.92
107.3-4	475.6	587.98	261.09
107.5-6	490.1	626.945	229.11
107.7-8	336.3	474.25	173.53
107.9-10	436.8	515.57	213.51
107.11-12	377.9	369.43	192.72

(圖-4-2)

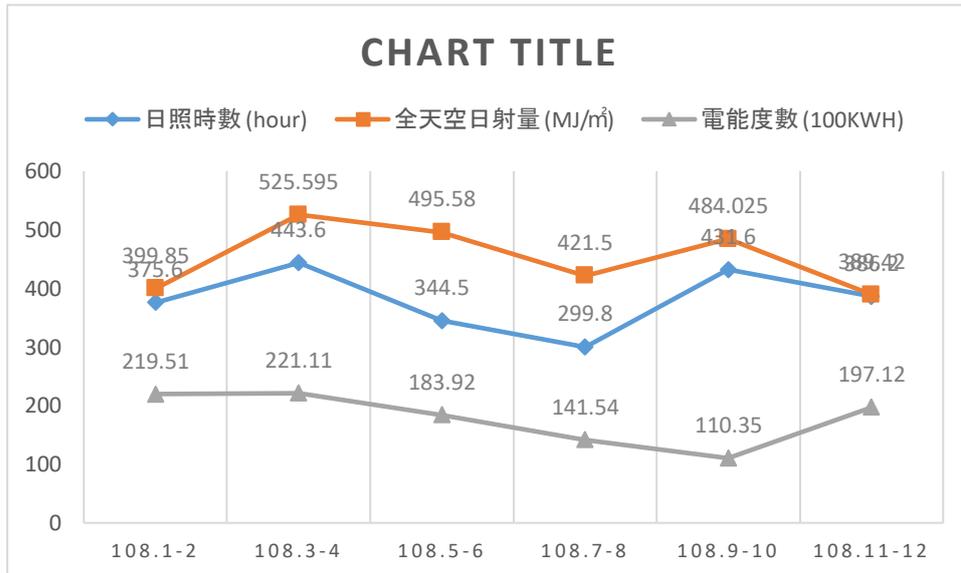


【結果】:108 年太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²)。

(表-4-3)

觀測時間	日照時數	全天空日射量	電能度數
(month)	(hour)	(MJ/m ²)	(100KWH)
108.1-2	375.6	399.85	219.51
108.3-4	443.6	525.595	221.11
108.5-6	344.5	495.58	183.92
108.7-8	299.8	421.5	141.54
108.9-10	431.6	484.025	110.35
108.11-12	386.2	389.42	197.12

(圖-4-3)



陸、討論

一、從研究結果顯示:

1. (表-3-1)及(圖-3-1) 分析結果得知 106 年每 2 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,且全年 7、8 月量能最高。
2. (表-3-2)及(圖-3-2) 分析結果得知 107 年每 2 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,全年卻是 5、6 月量能最高。
3. (表-3-1)及(圖-3-1) 分析結果得知 108 年每 2 月份日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,且全卻是 3、4 月量能最高。

【討論】:上述 1.得知合乎預期中每年 7、8 月份南台灣日照強烈,冬季 11 月~2 月,日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²)較低。

但是:上述 2.及上述 3.出乎意料,並非 7、8 月全天空日設量(MJ/m²)量能最高,而是 5、6 月最高,就連 3、4 月都比 7、8 月高,是否與氣候有關?

【經查證】中央氣象局 https://www.cwb.gov.tw/V8/C/C/Watch/watch_2.html#

107 年有多個颱風生成第 8 號瑪莉亞(MARIA) 颱風 2018-07-04 20

2018-07-11 20 強烈,另有 20 個颱風雖沒侵台,但都造成日照時數的影響

108 年雖無侵台颱風,但 7 月沒登陸颱風亦有 12 個。

二、

1. (表-4-1)及(圖-4-1) 分析結果得知 106 年每 2 月份太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,且全年 7、8 月量能最高。
2. (表-4-2)及(圖-4-2) 分析結果得知 107 年每 2 月份太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,全年卻是 5、6 月量能最高。
3. (表-4-3)及(圖-4-3) 分析結果得知 108 年每 2 月份太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,且全卻是 3、4 月量能最高。

【討論】:106、107 年太陽能發電度數與日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²),呈現正相關,合乎預期,但 108 年卻產生異常現象,9~10 月份的日照時數(hours)及全天空日設量(MJ/m²),比 11~12 月大,但發電量卻比 11~12 月小,。

【經查證】:詢問總務處太陽能板在 8/27~11/15 進行屋頂維修,影響,9~10 月份之發電量。

【深入討論】:1.某地的日照時數和該地的地理位置與季節有關(如熱帶地區日照小時多.寒帶地區少)。經常引用日照小時者如農業用途或工程施工,其定義為在日射量 > 120W/m² 之時間累積值,高於此日射量的時間通常視線尚稱良好,有助於作物光合作用或為工程上可以施工時間,在台灣地區此數值全年約為 2,000~3,000 小時之間。

2.至於等效日射小時,為評估太陽能發電之重要因子,此數值越大表示當地日射能量越強,發電量可以越多,其定義為將當地之日射量換算為 1000W/m² 之標準條件下之有效照射時間,在台灣地區此數值全年約為 900~1,650 小時之間,全台各地日平均「等效日射小時」如以每日平均值計算約為 2.5~4.5 小時之間。

下表為依據中央氣象局估算:等校日照小時須對照下表之台灣地區全天空輻射量與公式做換算:全天空輻射量換算等校日照小時公式 = ESH = 該月全天空輻射量 ÷ (該月總天數 X 3.6), 以上表套公式算起來,台灣各地之效日照小時大略如下等效日照小時

等效日照小時				
2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
台北 基隆 宜蘭	桃園 花蓮 新竹	新竹 苗 栗 台中 彰 化 南投 雲 林 台東 金 門	嘉義 台南 高雄 澎湖	屏東

因此得知屏東地區等校日照小時數值最大,所以屏東地區最適合發展太陽能發電。

柒、結論

- 一、從研究過程與結果中得知:南台灣四季 106 年每 2 月份太陽能發電度數與日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),最高量是 7、8 月份,其次是 5、6 月,因該年颱風數少,且梅雨季不明顯。
- 二、從研究過程與結果中得知:南台灣四季 107 年每 2 月份太陽能發電度數與時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),最高量是 5、6 月份,其次是 3、4 月份,7、8 月份反而較少,是因該年氣候,颱風較多的因素。
- 三、從研究過程與結果中得知:南台灣四季 108 年每 2 月份太陽能發電度數與日照時數(hour)及全天空日設量(MJ/m²),最高量是 3、4 月份,其次是 5、6 月份,7、8 月份反而較少,是因該年氣候,颱風較多的因素,108 年 9~10 月太陽能發電量亦常減少, 8/27~11/15 進行屋頂維修,影響,9~10 月份之發電量。
- 四、為何 5、6 月份的全天空日設量(MJ/m²)比 7、8 月份高,是否是學校緯度與太陽直射有關?本校在北回歸線以南,是故太陽直射本校的高量並非在 7、8 月份,而是在 6/22 前的 5、6 月。

五、延伸結論: 減碳計算參數及公式

1.使用太陽能節碳單位排放係數: 0.554kgCO₂e/度電(kWh)

2.每年減碳量(t)噸=每年發電量(kWh) *0.554/1000

根據(表一),本校平均每年因太陽能減碳為 365810/3*0.554/1000= 67.6 公噸

註:本校太陽能板面積=99.5 平方公尺

捌、參考資料及其他

一、學校總務處提供 106~108 年每 2 月份太陽能發電量

二、中央氣象局各年度氣象資料

三、 <file:///C:/Users/user/Downloads/etd-0724112-130949.pdf>

中山大學電機系碩士論文(2012 張明義碩士)

四、 <https://www.lowcarbontaichung.com/News?progId=PUBLIC002&dsn=857>

(台中市低碳生活網)

五、研究過程照片



指導老師指導同學利用資訊	參加同學互相討論
--------------	----------