

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

082808

溫度與電的魔法師

學校名稱：國立屏東大學附設實驗國民小學

作者： 小六 蔡宥騰 小五 蔡字宏	指導老師： 李俊輝 周士雄
-------------------------	---------------------

關鍵詞：溫差發電晶片、再生能源、物聯網

摘要

地球能源危機日漸嚴重，石油、煤礦、天然氣，漸漸消耗地球本體能源而不可逆，核廢料的產生、空氣汙染的造成，如何找出兼具環保的再生能源，為未來能源方向主流；在校溫差發電實驗，一塊晶片，成本低、安裝方便，透過溫差竟然能發電，好奇心驅使，我們將晶片帶往日本，更極端氣候的北海道，嘗試最佳的發電效果；透過老師指導，我們學會運用物聯網晶片，轉換成實際電壓值、找出不同的安裝位置，期許達到更佳發電及儲電目標。在不同地點安置溫差晶片，觀察並紀錄電壓，發現車輛排氣管溫度非常高，在沒有強烈冷源的情況下靠散熱風扇跟行駛水箱護罩的風量散熱；一再實驗，在老師建議下，加裝蒸發器改善冷源來源並穩定儲電於行動電源也可以幫手機充電。

壹、研究動機

每天都要用電，熱起來睡覺都會開冷氣，常常聽師長說：「隨手關燈！」、「這樣很浪費電！」，直到在學校做了溫差發電的實驗，引起了我們的興趣，可以「隨手生電」嗎？生活環境中還有哪裡是熱能的來源呢？屏東是很熱的地方，寒假去北海道玩是很冷的地方，這樣可以發很多電嗎？帶著晶片去北海道才發現極冷反而讓發電量更差，瓦斯爐、熱水器、冷氣壓縮機、機車排氣管…等，對了！常聽家裡的汽車修護技師說引擎很燙、可以煎蛋，那每天數以百萬的引擎在台灣發燙，是不是可以用它來發電呢？

貳、研究目的

在校做過溫差晶片實驗，藉由不同變相，材質、銅片數量、顏色、形狀，產生不同發電結果，覺得非常神奇，有了幾個疑問繼續深入探討：

- 1、溫差發電原理是什麼？
- 2、生活當中，是否有可應用的冷源、熱源？
- 3、全球極端氣候演化，代表溫差大能發更多電嗎？
- 4、是否能經濟又可以人人自行安裝？
- 5、搜集電、儲存電和發電應用的方法？
- 6、電可以賣嗎？可以靈活轉換地方使用儲存的電嗎？

參、文獻探討

一、溫差發電的原理

※ Seebeck 效應

〈熱生電現象，溫差發電晶片的基礎〉〈Thermoelectric Power generating Module〉

西元 1823 年，席貝克發現在銅及鈹兩種不同金屬相接合成的線路上，當兩接點之間的溫度不同時，會產生電位差而出現電流，引發磁場改變，使指南針偏轉，這就是「賽貝克效應」，也是目前溫差發電的應用原理。發展至今，已開發出數十種適合做為溫差發電用途的半導體材料。

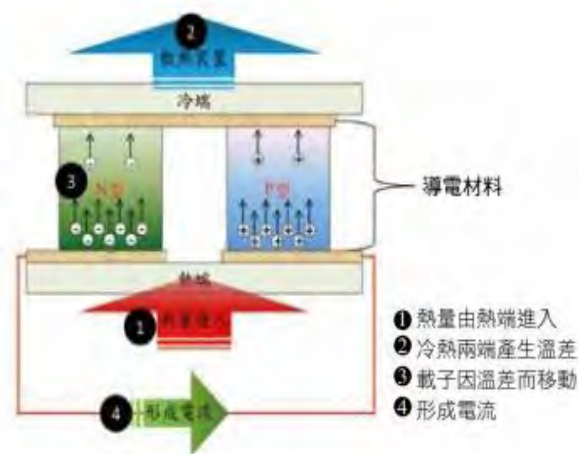
※ Peltier 效應

〈電製冷現象，熱電致冷晶片的基礎〉〈Thermoelectric Cooling Module〉

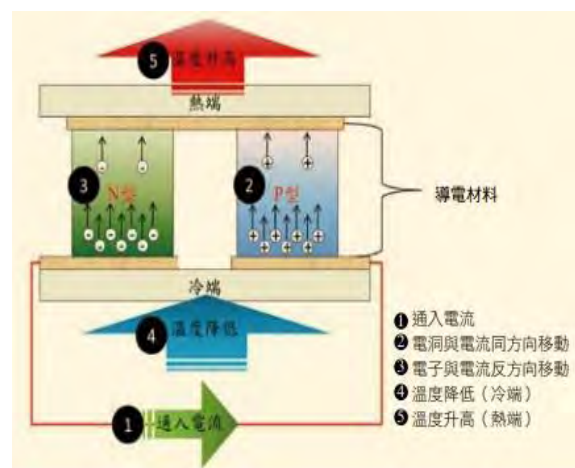
1834 年法國製表匠帕帖爾發現，在兩種不同金屬接合的線路上通入電流，其中一接點會因放熱而使溫度升高，另一接點則會因吸熱而使溫度降低，這種「帕帖爾效應」就是熱電致冷模組的工作原理。此原理本為將晶片通電之後產生一面冷而另一面熱的現象〈吸熱或放熱現象〉，可做為散熱器、小型冰箱、冷卻器或電腦 CPU 冷卻…等。

Seebeck 效應 = 溫差可以產生電壓 = 溫差發電晶片

Peltier 效應 = 電壓可以產生溫差 = 熱電致冷晶片



溫差發電原理(黃振東、徐振庭，2013)



製冷晶片原理(黃振東、徐振庭，2013)

簡單來說，當在兩種金屬或半導體迴路上施加電壓通入電流後，

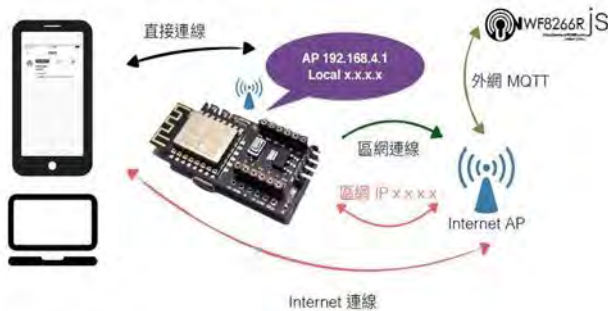
不同的金屬接觸點會有一個溫差。

二、物聯網原理

美國麻省理工學院 Auto-ID 中心主任愛斯頓 (Kevin Ashton) 提出物聯網 (Internet of Things, 簡稱 IoT) 一詞, 全球化的網路基礎建設, 透過資料擷取以及通訊能力, 連結實體物件與虛擬數據, 進行各類控制、偵測、識別及服務, 從此這詞廣泛流傳。

「物聯網起飛最重要的因素就是智慧型手機, 我們使用手機控制智慧車、智慧家庭與智慧手環, 手機是物聯網裝置的操控中樞。」友訊董事長高鶴軒說。

物聯雲 APP：網路連接概念



物聯雲 APP：加入裝置



物聯雲 APP：手機連接WF8266R AP

- ▶ 手機 Wi-Fi -> UNU-WF8266R-XXXX (XXXX為SN後4碼)
- ▶ 透過 APP 將 WF8266R 連上可連通 Internet 的 AP 基地台



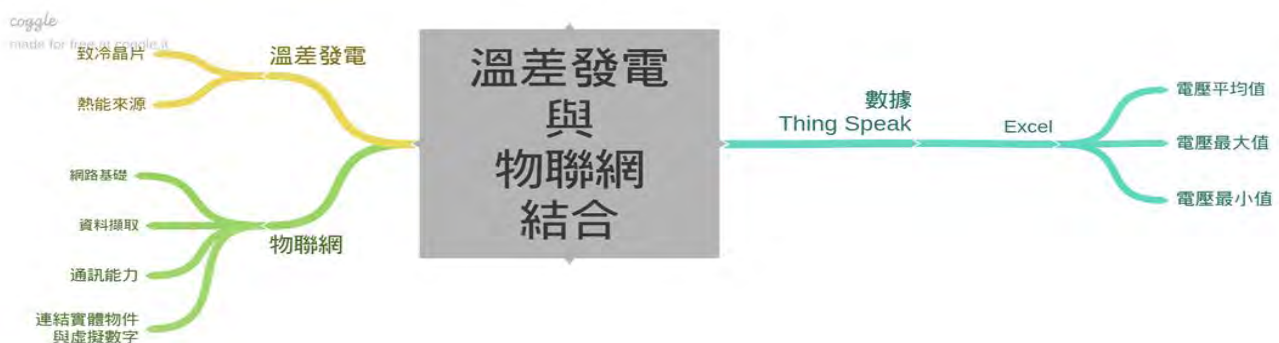
物聯雲 APP：查看設備 IP

- ▶ 確認手機可連上 Internet, 打開物聯雲 APP 首頁的設備清單確定 IP 位址



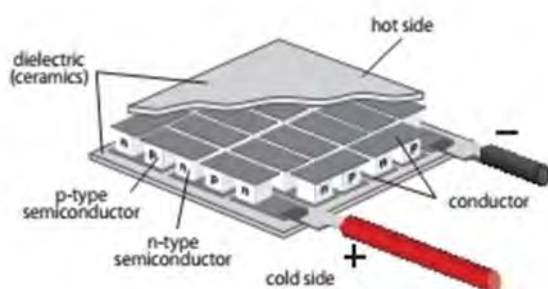
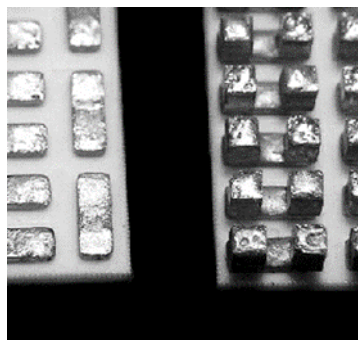
三、溫差發電與物聯網的結合

ThingSpeak 是一個開源的物聯網 (IoT) 應用程式平台, 免費提供雲端資料儲存及分析應用。透過它提供的 API 服務, 可以很容易的將外部感應器收集的資料傳到雲端資料庫, 並使用 HTTP 協議儲存或檢索數據及應用。



肆、研究設備及器材

一、SP1848-27145 半導體溫差發電晶片



溫差發電晶片是以 P 型及 N 型半導體作為冷熱兩端，

鈹、碲、硒、銻、和特殊摻雜劑熱電元件晶體，發電片尺寸：40MM 長*40MM 寬*4MM 高，

有字的一面帖近於散熱面（冷端）無字的一面帖進於吸熱面（熱端），

紅色線接正極，黑色線接負極，有溫差時既可發電。

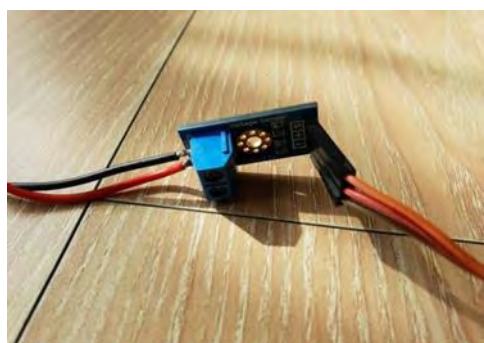
廠商提供 SP1848-27145 參數如下：溫差 20 度：開路電壓 0.97V，發電電流：225MA。

溫差 40 度：開路電壓 1.8V，發電電流：368MA。溫差 60 度：開路電壓 2.4V，發電電流：469MA。

溫差 80 度：開路電壓 3.6V，發電電流：558MA。溫差 100 度：開路電壓 4.8V，發電電流：669MA。

在實際使用時，接線及加裝升壓片，電流會有損失。工作溫度：-40°C ~ 120°C。

二、電壓感測器



用來監測目前溫差發電晶片所產生的電壓，

並將其轉換成類比訊號，

供相關微控制器進行使用。

三、WF8266R 網路模組



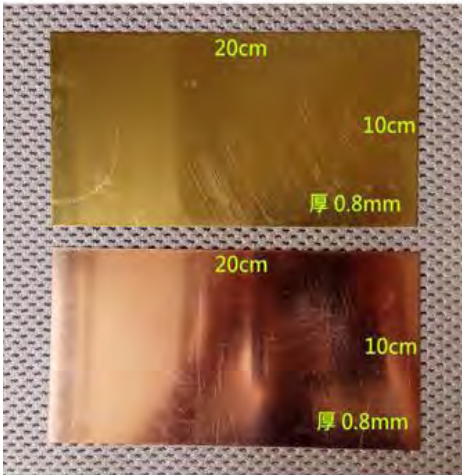
具備無線網路功能的微控制器，其網路功能是基于

ESP8266 晶片，並開發成獨立的控制板，

因此具備基本的電力、監控及傳輸腳位，

可以做為一般的電子電路控制使用。

四、銅片



熱導率 κ 是指材料直接傳導熱能的能力，或稱熱傳導率。

石磨烯=導熱率 $Wm^{-1}K^{-1}$ (4840±440) ~ (5300±480)

金剛石=導熱率 $Wm^{-1}K^{-1}$ 900 ~ 2320

銀=導熱率 $Wm^{-1}K^{-1}$ 420

銅=導熱率 $Wm^{-1}K^{-1}$ 401

黃金=導熱率 $Wm^{-1}K^{-1}$ 318

鋁=導熱率 $Wm^{-1}K^{-1}$ 237

五、Kapton Polyimide 雙面高溫耐熱膠帶 Double Sided



以 0.025 毫米 polyimide 為基材，雙面塗佈進口有機矽膠，

總厚為 0.095 毫米。可單面或雙面複合 PET 氟塑離型膜。

產品規格：長度 10M，寬度可任意分切

用途：可用作高檔電子絕緣材料和在各種耐高溫環境中輔助固定使用，如軟性電路板生產，電子元器件高溫貼合；它也特別適用於軟性電路板貼片過回流焊時與制具固定。

可耐高溫 300 度/ 10 分鐘，260 度可長時間使用。

六、微直流升壓電路



型號 ELC-VB0410-1 單極升壓轉換電路 (升壓晶片 1)

- 輸入電壓：40mV 至 0.8V。電路板外觀顏色：金色。
- 輸入極性：單極，正負極有分。輸出電力：直流 DC。
- 尺寸：26.8mmX11.5mmX7.8mm
- 重量：1.75 grams。
- 製商：美國 TXL Group, Inc.

DC-DC 升壓模塊 (升壓晶片 2)

- 最大輸出電流：2A。
- 輸入電壓 2V~24V。最大輸出電壓：>5V~28V。
- 效率：>93%





DC-DC 升壓模塊 (USB 充電儲電)

- 輸入電壓 2V~5V。穩定輸出電壓：5V 直流電壓。
- 轉換效率：最高 90%，平均 85%。
- 可長時間工作
- 最大輸出電流 ($V_{in} \geq 2.0V$): 600ma
- 最大輸出電流 ($V_{in} \geq 2.5V$): 800ma
- 最大輸出電流 ($V_{in} \geq 3.0V$): 1000ma
- 最大輸出電流 ($V_{in} \geq 3.5V$): 1200ma

七、安裝地點實驗變相

〈1〉窗戶玻璃 〈2〉居家屋頂 〈3〉北海道民宿玻璃 〈4〉汽車引擎蓋 〈5〉汽車引擎室-芭蕉局部固定 〈6〉底盤排氣管(一片晶片) 〈7〉引擎室改裝 5 分高壓管(一片晶片) 〈8〉屏東-引擎室排氣管(晶片串聯) 〈9〉屏東-引擎室排氣管(晶片+增壓) 〈10〉屏東-引擎室排氣歧管隔熱蓋拆除

八、WF8266R 物連雲 APP



九、ThingSpeak 雲端資料庫

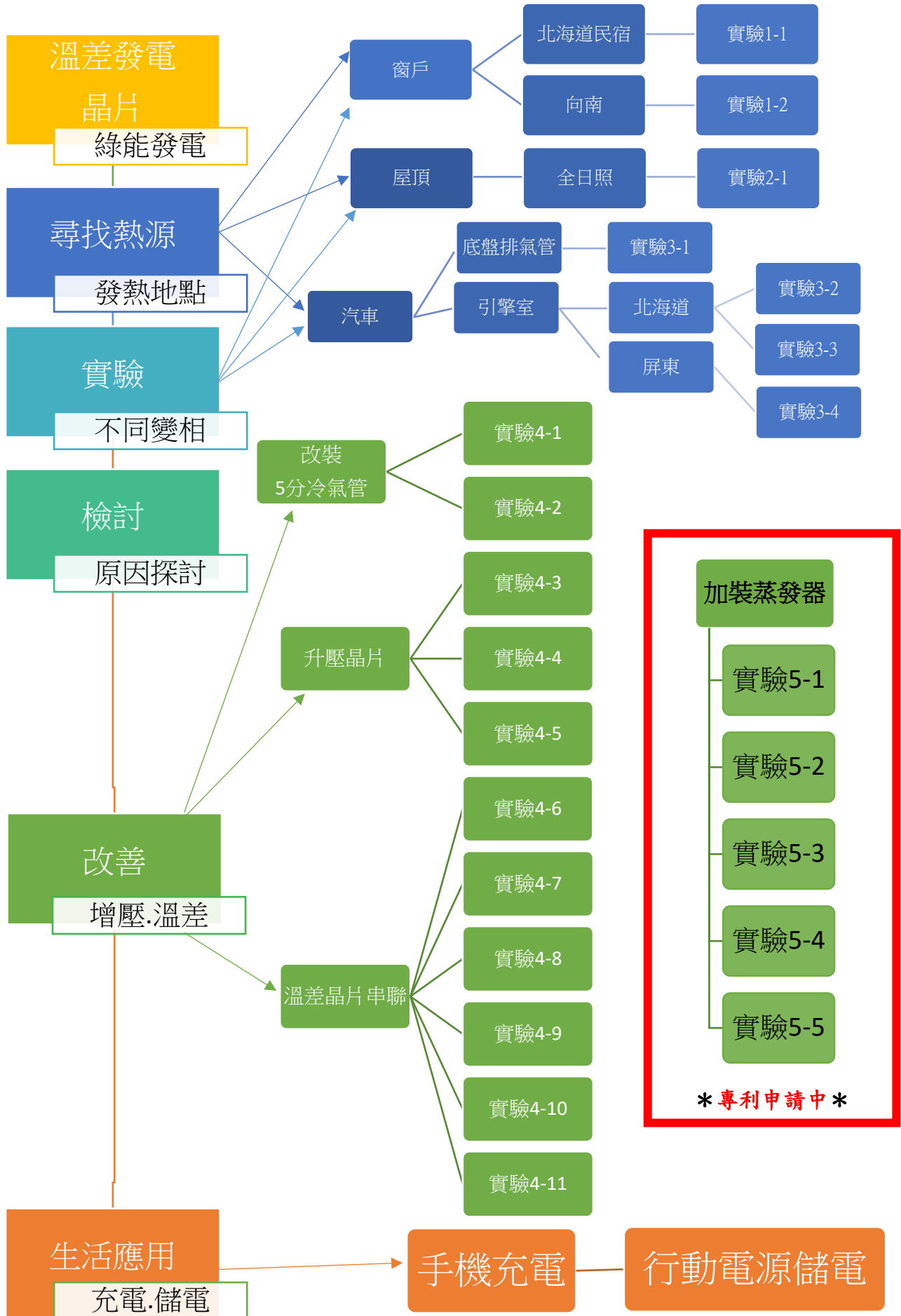


伍、研究過程及方法

一、研究架構設計



二、研究流程圖



三、實驗步驟

(一) 硬體建構

1. 將溫差發電晶片的正負極正確的接在電壓感測器歐式端子正負極的接孔。
2. 將電壓檢測器杜邦端子的「-」、「+」及「S」分別接至 WF8266R 網路模組的「GND」、「VCC」及「ADC」腳位，如圖 1 所示。

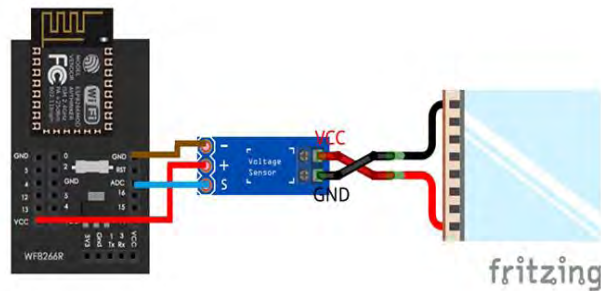


圖 1. 各電子元件電路接線

3. 將 WF8266R 通上電源。

(二) 變換導熱的實驗變相

1. 窗戶：將溫差晶片「冷面」或「熱面」貼上導熱雙面膠，固定在玻璃上，北海道室外下雪、室內開暖氣；台灣屏東則是常常艷陽高照，固定晶片並上傳數據。
2. 屋頂：擇一日曬充足白鐵採光罩桿，將「熱面」黏貼於白鐵桿上；第二種方式是「熱面」向上曬太陽，「冷面」加裝散熱鰭片泡水中幫助散熱，上傳數據紀錄。
3. 汽車：在車輛各個會發熱的位置固定晶片，尋找冷源。
4. 升壓晶片
5. 串聯晶片

(三) 網路模組連線安裝與設定

1. 使用手機先下載「WF8266R」的 APP「芝麻管家」，並連線 WF8266R 網路模組的網路，網路模組 ssid 名稱通用格式為「UNU-WF8266R-XXXX」，XXXX 代表網路模組序列號後四碼，不足八碼前面補 0。如圖 2 所示。



圖 2. 密碼 13736750



WF8266R 網路模組

2. 開啟 APP，點選右上的「+」管家，選擇無限網路，輸入密碼，如圖 3 所示，輸入完畢點選「連接 Internet」，等待 30 秒，等待時網路模組天線旁的 LED 燈會長閃，腳位旁的 LED 燈會急閃；連線完成僅天線旁的 LED 燈會亮，如圖 4 所示。這個步驟讓 WF8266R 模組透過無線網路熱點，連到網際網路當中。



圖 3. 輸入密碼



圖 4. 連線完成

3. APP 畫面進入網路模組資料設定的畫面，自動填入「Device」及「UUID」兩個欄位，只要命名並按下右上角的打勾即完成設定，如圖 5 所示，也可以掃描模組的 QR-Code 填入資訊。

4. 設定完成後，將手機連上無線網路〈WF8266R 模組跟手機同一網路〉，若設定正確會出現如圖 6 的訊息，若 IP 出現 0.0.0.0 如圖 7，可長按模組上 Reset 進行重設。



圖 5. APP 設定完成



圖 6. 連線設定正確



圖 7. 連線設定有誤

(四) 檢查溫差發電晶片電量數據

由於溫差晶片接在電壓感測器上，須將 ADE 腳位所獲得數值進行換算，才可以得到溫差發電晶片所產生的電壓，網路模組所測得最高電壓為 3.3 伏特、最小電壓為 0 伏特；ADC 腳位所獲得最大數值為 1023、最小為 0，因此換算成電壓的計算方式如下：

$$\text{電壓} = 3.3 \div 1024 \times \text{ADC 腳位數值}$$

(五) 使用網路模組蒐集數據儲存至雲端資料庫

1. 登入 ThingSpeak 雲端資料庫，建立新頻道〈Channel〉，為頻道命名及存檔，完成後會顯示一個空白數據圖，將蒐集到的數據，以折線圖的形式繪製出來。切換頁面至「API Keys」，如圖 8 所示。

2. 回到網路模組 APP，選擇選單上的「元件」，再選擇「GPIO」，腳位欄位填入 WF8266R 定義 ADC 腳位的編號「20」，將 ThinkSpeak 的 API Key 填入，完成後按右上方的打勾，上傳頻率欄位由 60 改成 5，每 5 秒上傳一次資料，如圖 9 所示，最後按下「加入排程」，寫入事件清單成功。



圖 8. 輸入 API Key



圖 9. 監聽頻率改成 5 秒

3. 完成後，點選選單上的「事件」，檢查事件是否寫入其中，如圖 10 所示，確認無誤後，按下「寫入 ROM」，此功能可以將事件紀錄在 WF8266R 的記憶體中，若下一次斷電重新開啟，不須重新設定，通電後即可繼續進行監測目前溫差發電所產生的電量數據。

4. 將裝置放置在實驗的地點，靜置一段時間進行數據蒐集，如圖 11 所示。



圖 10. 事件排程



圖 11. 數據蒐集

(六) 數據匯出與分析

1. 登入 ThingSpeak, 點選先前所建立的頻道, 如圖 12 所示。選擇「Data Import/Export」連結, 如圖 13 所示, 按下頁面中的「Download」按鈕, 會下載一個「feed.csv」的檔案, 用 Excel 開啟, 另存「Excel 活頁簿」檔案以利編輯。

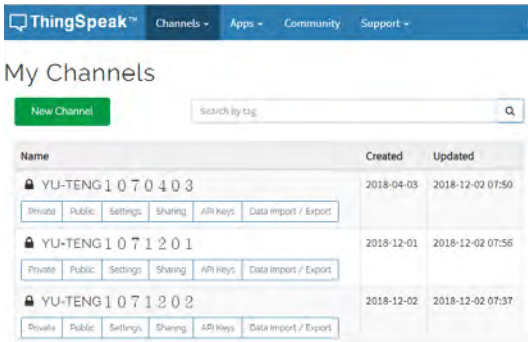


圖 12. 點選建立的頻道

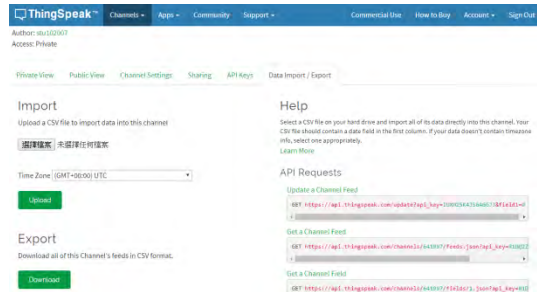


圖 13. 下載數據

2. 開啟本檔案後, 會出現「時間」、「次序」及「數值」三個欄位, 分析之前需先將數值由 ADC 腳位換算成電壓, 使用 Excel 公式, 在 D 欄中第一筆資料的位置, 輸入公式「=3.3/1024*C2」進行換算, 並透過下拉功能將所有欄位換算完畢, 如圖 14 所示。

3. 求本次蒐集數據

最大值「=MAX(D:D)」,

最小值「=MIN(D:D)」,

平均值:「=AVERAGE(D:D)」

4. 選取「時間欄位」與「電壓值」使用 Excel 重新繪製折線圖, 如圖 14 所示。

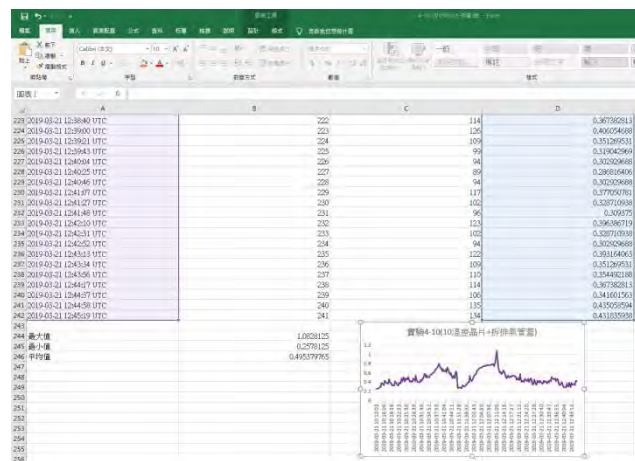
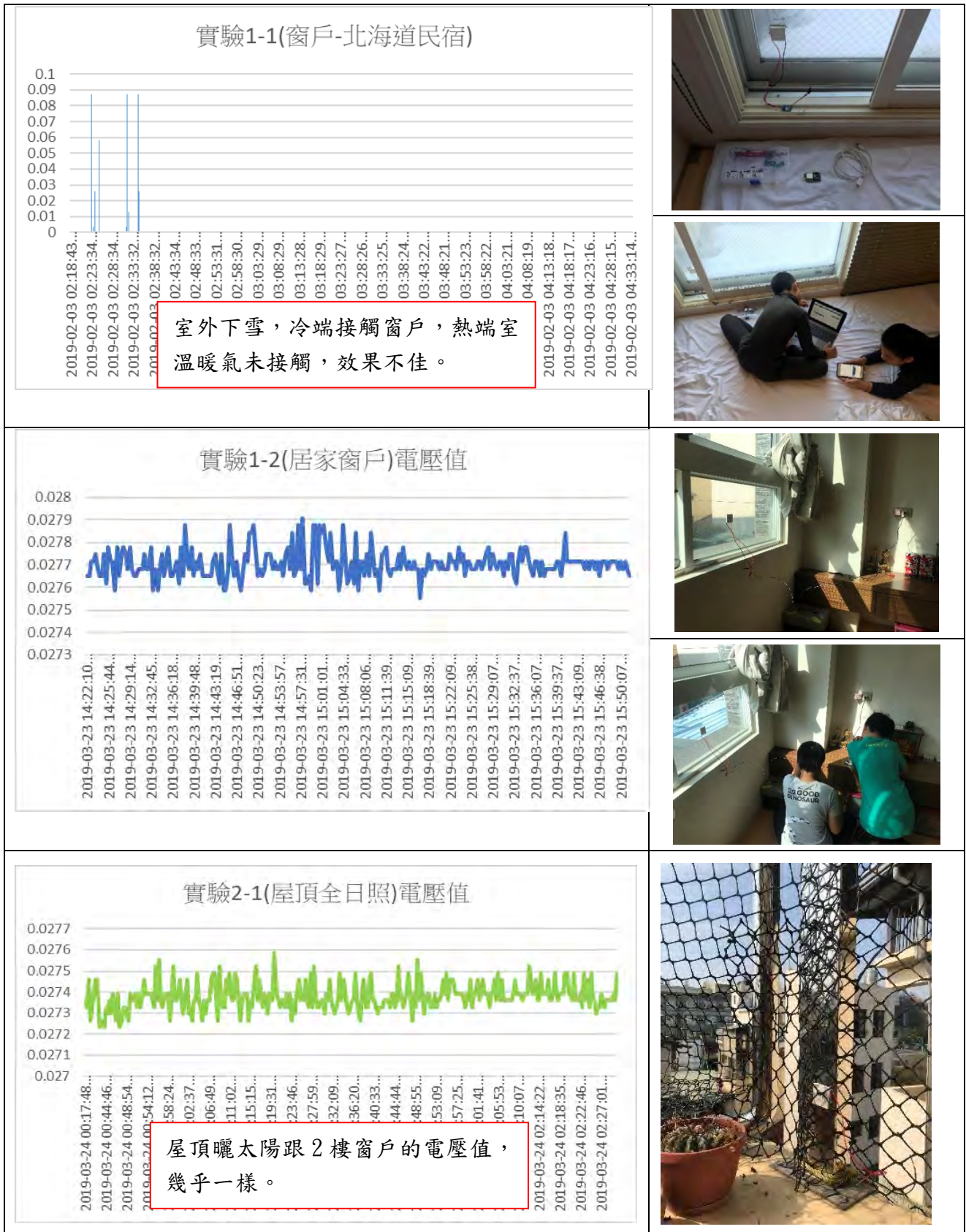


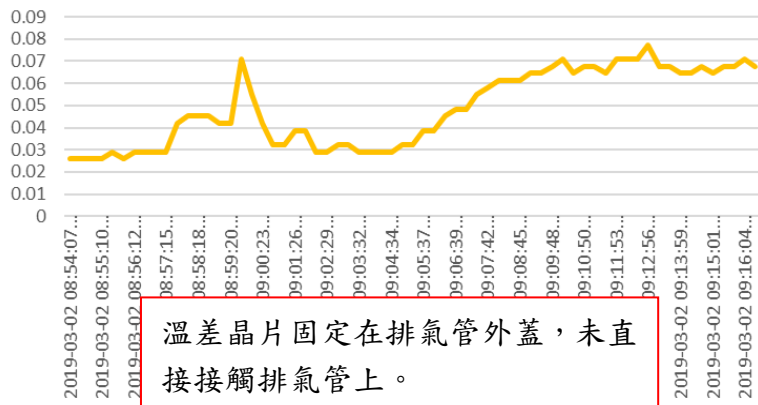
圖 14. 數值轉換成電壓及繪製折線圖

陸、研究結果-找出溫差來源

一、實驗 1-1、1-2、2-1、3-1、3-2、3-3、3-4



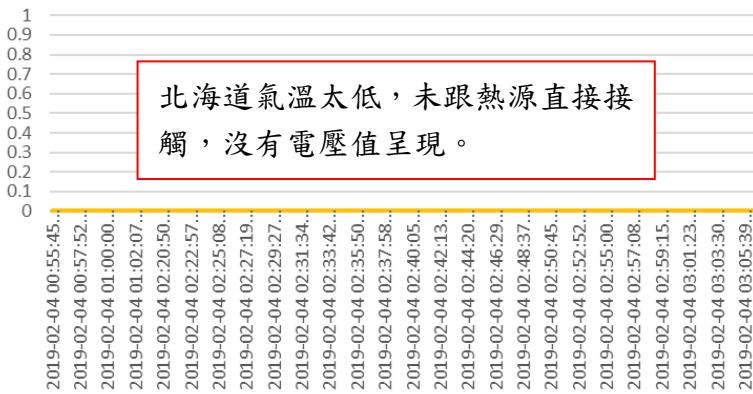
實驗3-1(汽車-底盤排氣管)



溫差晶片固定在排氣管外蓋，未直接接觸排氣管上。



實驗3-2(汽車-引擎室-引擎蓋)電壓值



北海道氣溫太低，未跟熱源直接接觸，沒有電壓值呈現。



實驗3-3(汽車-北海道-引擎室-排氣管)札幌-小樽



數值降到0是因為一段山路大雪紛飛，非常嚴寒。



實驗3-3(汽車-北海道-引擎室-排氣管)



踩油門時引擎工作溫度提高，發電效果較好。





十、不同溫差來源-小結

地點	最大電壓 (V)	最小電壓 (V)	平均電壓 (V)
窗戶-北海道民宿	0.087011719	0	0.001026162
窗戶-屏東	0.027908203	0.027553711	0.027705871
屋頂-全日照	0.027585938	0.027231445	0.027378336
汽車-屏東-底盤排氣管	0.07734375	0.02578125	0.048538161
汽車-北海道-引擎蓋	0	0	0
汽車-北海道-排氣管	0.032226563	0	0.023548931
	0.032226563	0	0.022972935
	0.029003906	0	0.017147467
汽車-屏東-排氣管	0.099902344	0.006445313	0.047669901

※引擎室內排氣管為實驗最佳發電地點。

柒、研究結果-改善

一、實驗 4-1 (兩片銅片接冷氣低壓管)



電壓最大值：0.054785156V

電壓最小值：0.009667969V

電壓平均值：0.028105555V

想藉由銅片導冷，無奈整個引擎室非常熱，導熱的速度比導冷快。



冷端貼上導熱雙面膠



一片銅片固定排氣管
一片銅片固定5分冷氣管



溫差晶片固定在兩片銅片重疊處



溫差晶片固定位置



藉由冷氣膠增加保冷效果



晶片固定完成



交接處銅片溫度 53°C

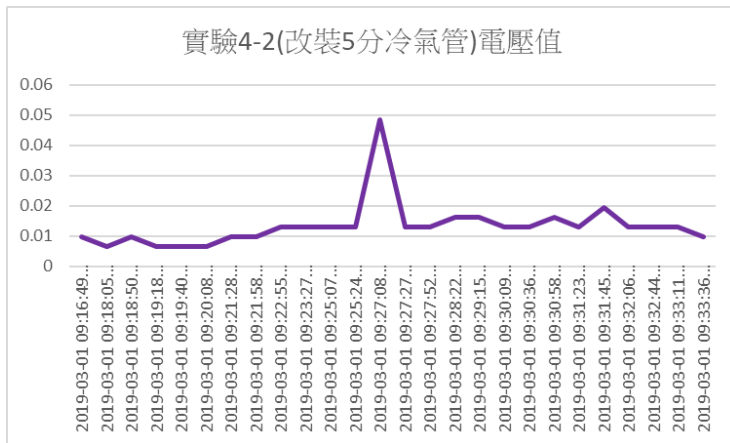


怠速中排氣管 64°C



怠速中冷氣管 23.6°C

二、實驗 4-2 (改裝汽車 5 分冷氣低壓管)



電壓最大值：0.048339844V

電壓最小值：0.006445313V

電壓平均值：0.01326247V



水冷散熱片·冷媒流通



接頭磨成圓弧形



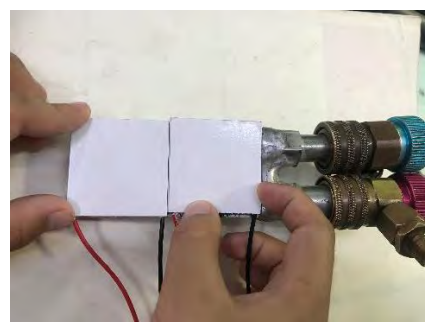
磨好的接頭黏在冷氣管上



不完美但是很期待



帶去鐵鋪請師傅焊接



冷面平貼在散熱片



熱端用銅片導熱及固定



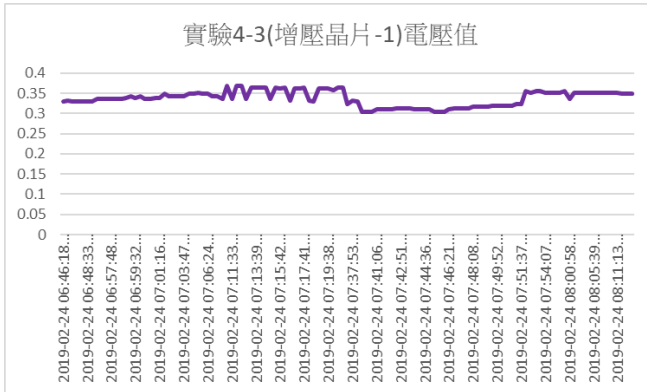
請師傅抽灌冷媒



接管完成

目前實驗中花費最大，把 5 分冷氣管加裝「製冷專用水冷散熱頭製冷片」，讓冷媒流通，原本抱持著很大的希望，還是因為引擎室整體太熱，效果不如預期。後續改裝的管也繼續留在我們車上。

三、實驗 4-3 (升壓晶片-1 及二片溫差晶片)

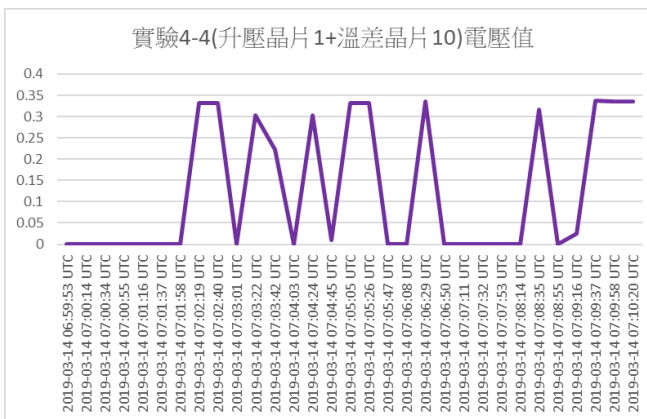


電壓最大值：0.367382813V

電壓最小值：0.302929688V

電壓平均值：0.336591551V

四、實驗 4-4 (升壓晶片-1 及十片溫差晶片)



電壓最大值：0.338378906V

電壓最小值：0V

電壓平均值：0.124228201V



焊接升壓晶片



溫差晶片通過升壓晶片接線至車內



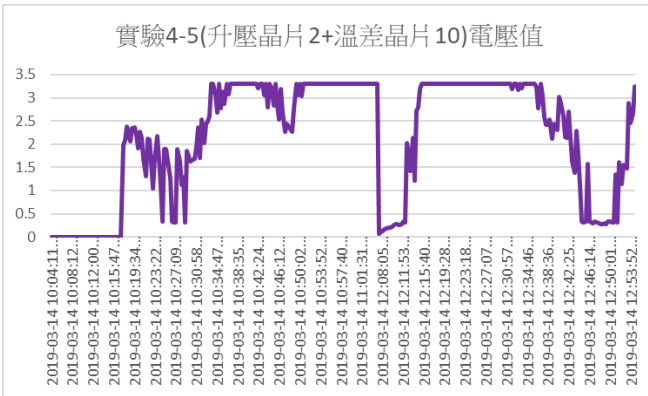
裝升壓片前電壓：0.054V



裝升壓片後電壓：1.774V

升壓晶片-1，電壓斷斷續續，原以為是故障，後來發現可能是驅動晶片的電壓不足，當升壓片不作動時，電壓掉到 0，這時陷入電壓高就好的迷思，還沒想到電流不足，檢討是基本功課做不夠，未了解充電是電壓與電流相輔相成。

五、實驗 4-5 (升壓晶片-2 及十片溫差晶片)

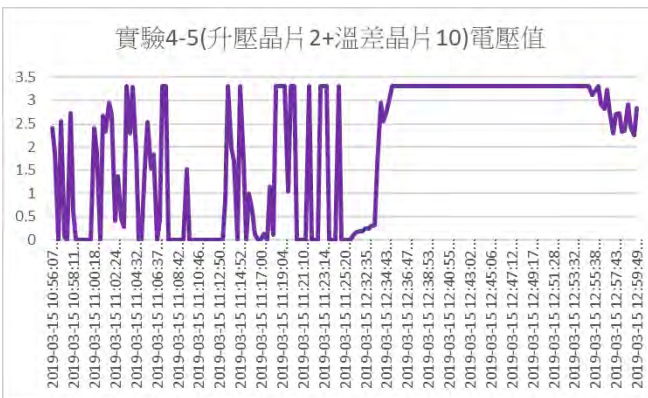


電壓最大值：3.3V

電壓最小值：0V

電壓平均值：2.152402783V

六、實驗 4-5 (升壓晶片-2 及十片溫差晶片)



電壓最大值：3.3V

電壓最小值：0V

電壓平均值：1.968944817V



安裝引擎室內串接 10 片溫差晶片與升壓晶片 2



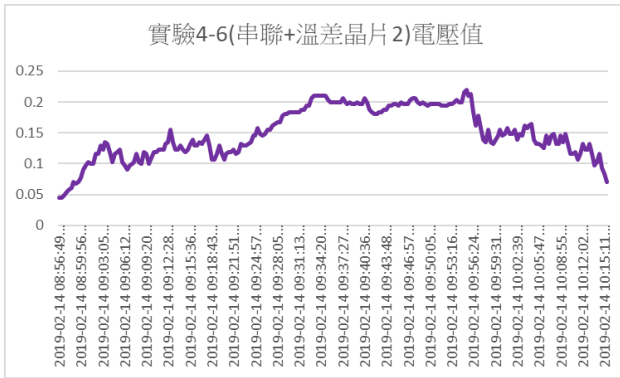
升壓前 0.04V

升壓後 1.611V

升壓晶片-2

在以為升壓晶片 1 故障後，盲目追求電壓值，更換第二片升壓晶片，最高電壓值 3.3V，這時以為可以替機手機充電，沒想到手機沒反應，用三用電錶量得到 26V 的最高電壓，也驚覺原來過程中的模組會消耗掉電壓，上傳的數值跟三用電錶電壓值不同。

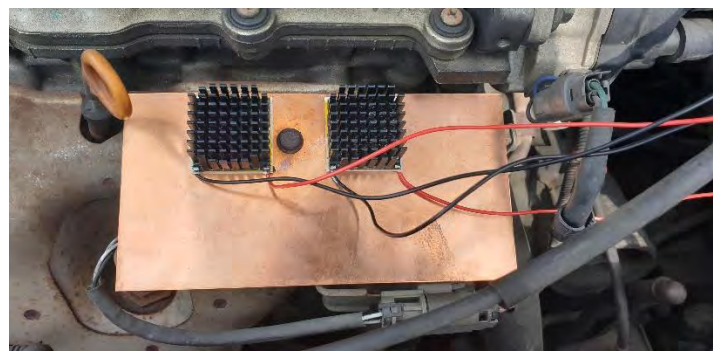
七、實驗 4-6 (串聯二片溫差晶片)



電壓最大值：0.219140625V

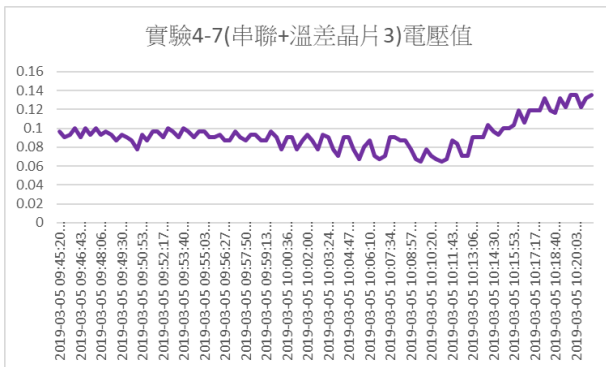
電壓最小值：0.045117188V

電壓平均值：0.149477302V



安裝於排氣管上 2 片串聯溫差晶片

八、實驗 4-7 (串聯三片溫差晶片)



電壓最大值：0.135351563V

電壓最小值：0.064453125V

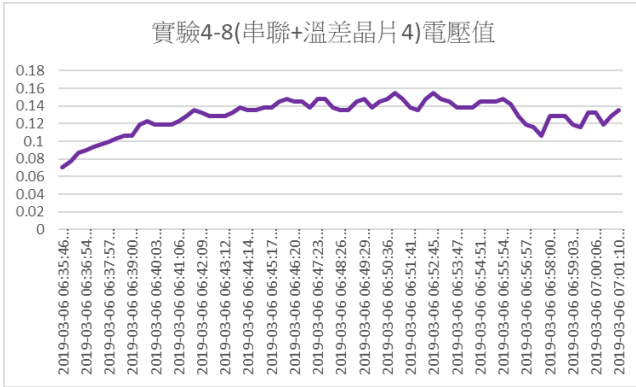
電壓平均值：0.09283729V



串聯連接 3 片溫差晶片

當數值換算電壓覺得很低的時候，反覆檢查才發現接錯線路，將線路改短焊接。

九、實驗 4-8 (串聯四片溫差晶片)

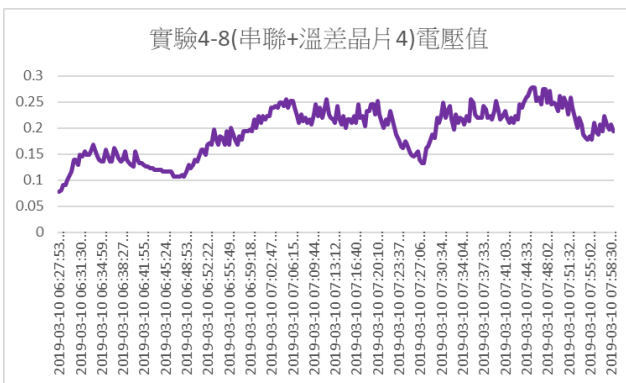


電壓最大值：0.1546875V

電壓最小值：0.070898438V

電壓平均值：0.129612586V

十、實驗 4-8 (串聯四片溫差晶片)



電壓最大值：0.277148438V

電壓最小值：0.07734375V

電壓平均值：0.192043252V

十一、實驗 4-8 (串聯四片溫差晶片)

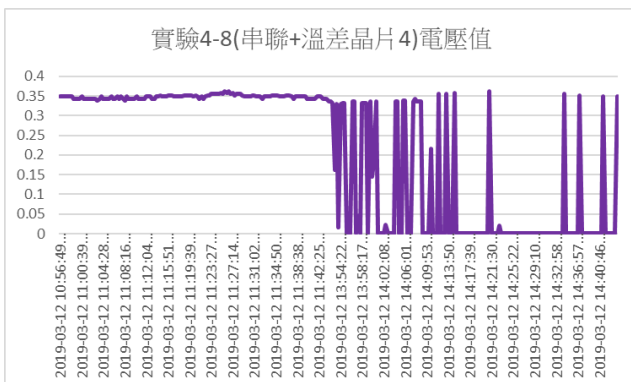


電壓最大值：0.309375V

電壓最小值：0.099902344V

電壓平均值：0.195112879V

十二、實驗 4-8 (串聯四片溫差晶片)

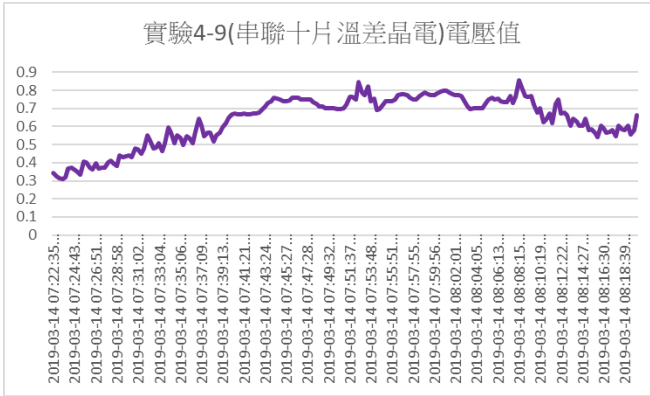


電壓最大值：0.3609375V

電壓最小值：0V

電壓平均值：0.206702303V

十三、實驗 4-9 (串聯十片溫差晶片)

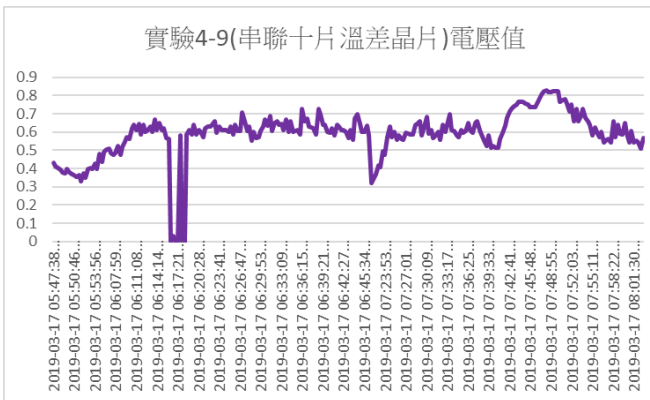


電壓最大值：0.854003906V

電壓最小值：0.309375V

電壓平均值：0.6354613V

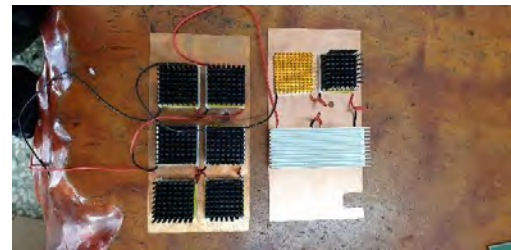
十四、實驗 4-9 (串聯十片溫差晶片)



電壓最大值：0.828222656V

電壓最小值：0V

電壓平均值：0.585846304V



串聯 10 片溫差晶片

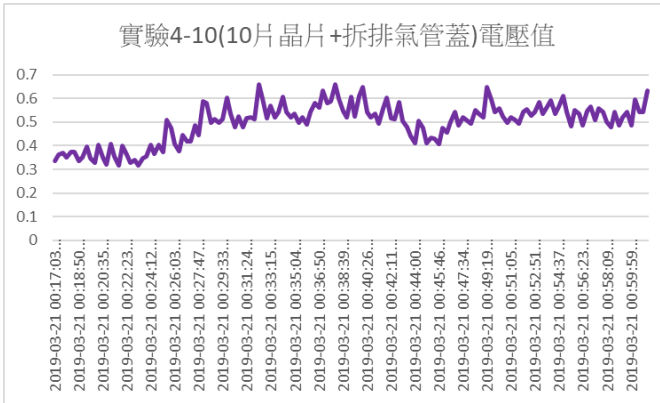


固定銅片螺絲孔也用導熱膠輔助導熱



排氣管上兩個螺絲之間放置 10 片晶片固定

十五、實驗 4-10 (串聯十片溫差晶片. 拆排氣管蓋)

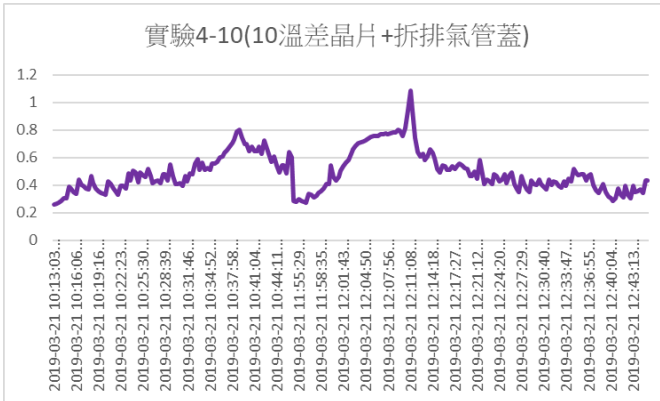


電壓最大值：0.660644531V

電壓最小值：0.315820313V

電壓平均值：0.496310691V

十六、實驗 4-10 (串聯十片溫差晶片. 拆排氣管蓋)

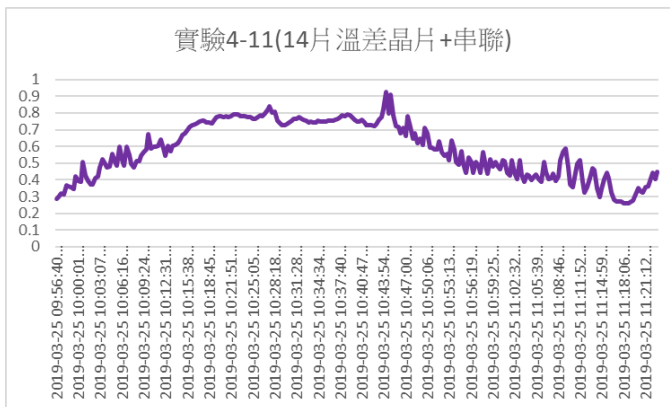


電壓最大值：1.0828125V

電壓最小值：0.2578125V

電壓平均值：0.495379765V

十七、實驗 4-11 (串聯十四片溫差晶片. 拆排氣管蓋)

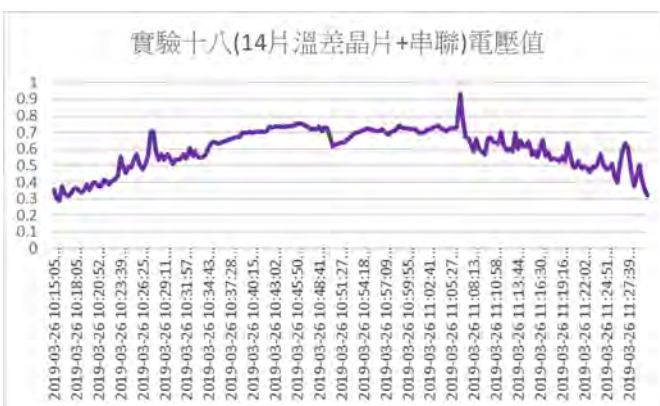


電壓最大值：0.928125V

電壓最小值：0.2578125V

電壓平均值：0.579236869V

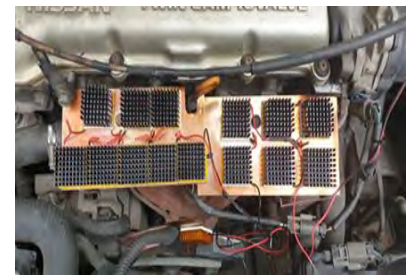
十八、實驗 4-11 (串聯十四片溫差晶片. 拆排氣管蓋)



電壓最大值：0.934570313V

電壓最小值：0.290039063V

電壓平均值：0.598712836V



十四片晶片串聯

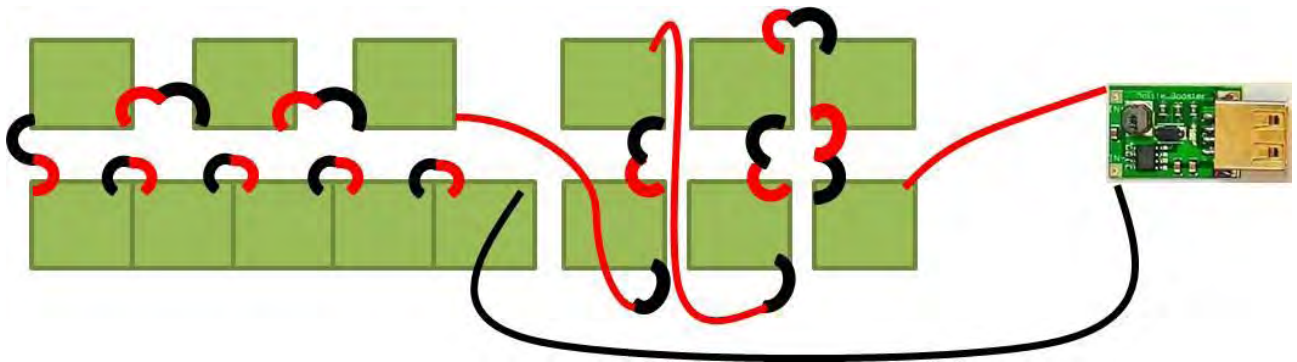


圖 15 十四片溫差晶片串接示意圖

十七、汽車引擎室發電-小結

地點	最大電壓 (V)	最小電壓 (V)	平均電壓 (V)
銅片接 5 分冷氣管	0.054785156	0.009667969	0.028105555
改裝 5 分冷氣管	0.048339844	0.006445313	0.01326247
升壓-1 及溫差 2 片	0.367382813	0.302929688	0.336591551
升壓-1 及溫差 10 片	0.338378906	0	0.124228201
升壓-2 及溫差 10 片	3.3	0	2.152402783
	3.3	0	1.968944817
串聯溫差 2 片晶片	0.219140625	0.045117188	0.149477302
串聯溫差 3 片晶片	0.135351563	0.064453125	0.09283729
串聯溫差 4 片晶片	0.1546875	0.070898438	0.129612586
	0.277148438	0.07734375	0.192043252
	0.309375	0.099902344	0.195112879
	0.3609375	0	0.206702303
串聯溫差 10 片晶片	0.854003906	0.309375	0.6354613
	0.828222656	0	0.585846304
10 片晶片+拆蓋	0.660644531	0.315820313	0.496310691
	1.0828125	0.2578125	0.495379765
14 片晶片+拆蓋	0.928125	0.2578125	0.579236869
有晶片損壞	0.934570313	0.290039063	0.598712836

升壓晶片損壞

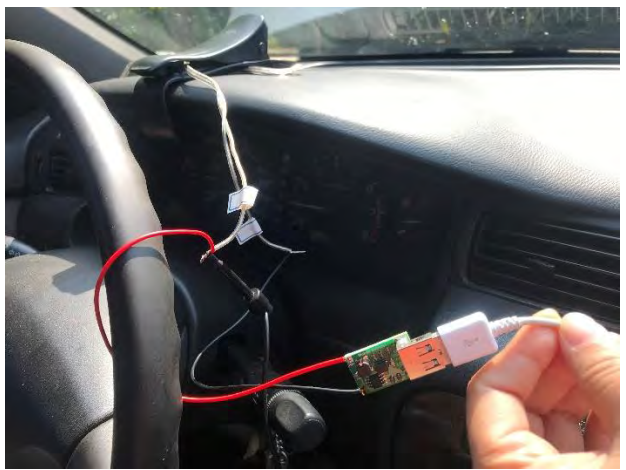
線路接錯



電壓感測器會消耗掉電壓，與實際三用電錶測量不同。

電壓值 4.36V • 數值 200

電壓值 4.36V • 數值 220



車充插頭也會消耗電壓值，三用電錶電壓值會下降。

• 使用車充前電壓值 5.82V • 使用車充後電壓值 2.50V • ThinkSpeak 數值也會下降 •





14片溫差晶片串聯 • 銅片 90.3°C



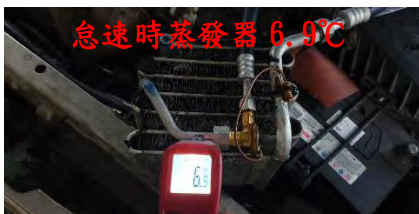
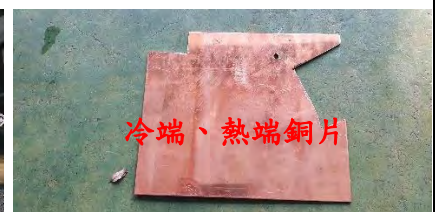
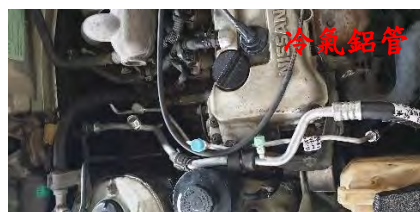
14片溫差晶片串聯 • 排氣管 209°C



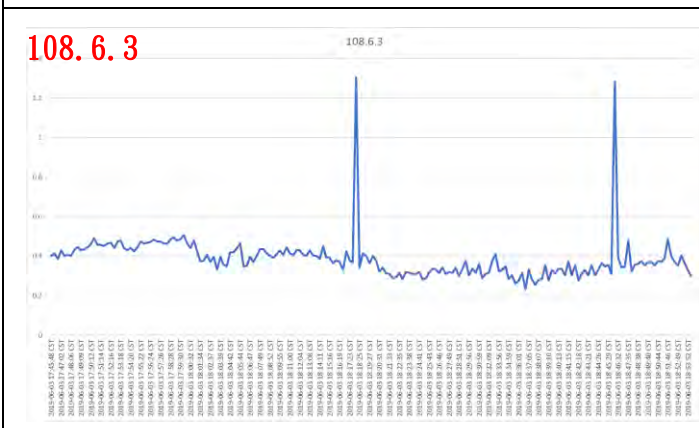
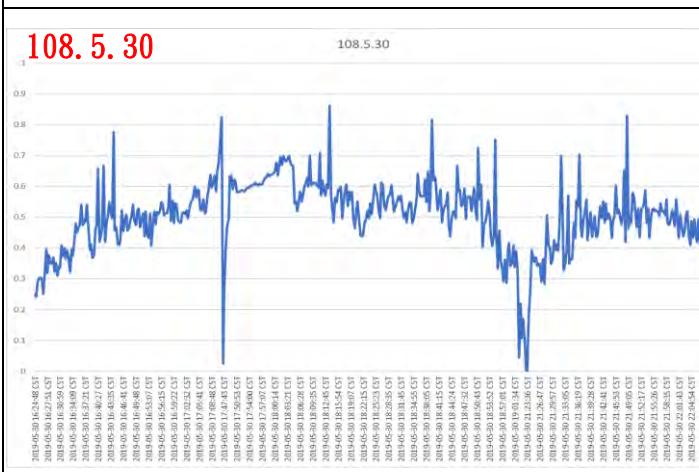
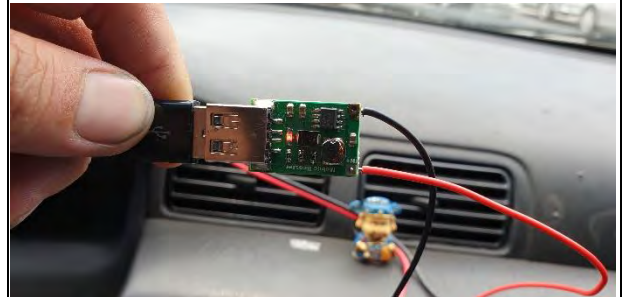
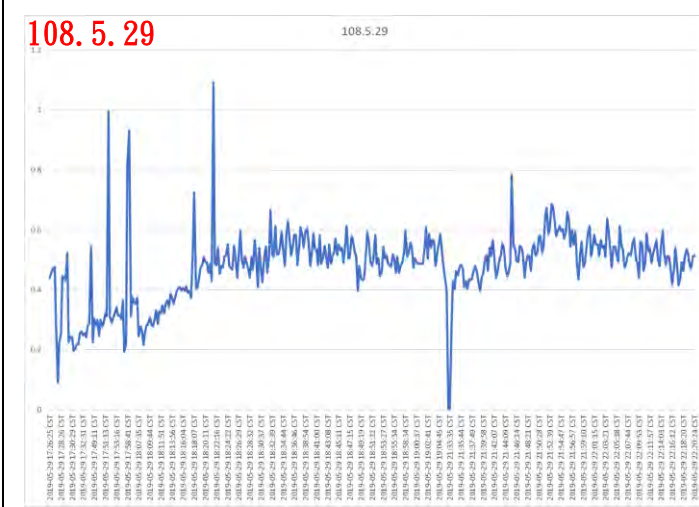
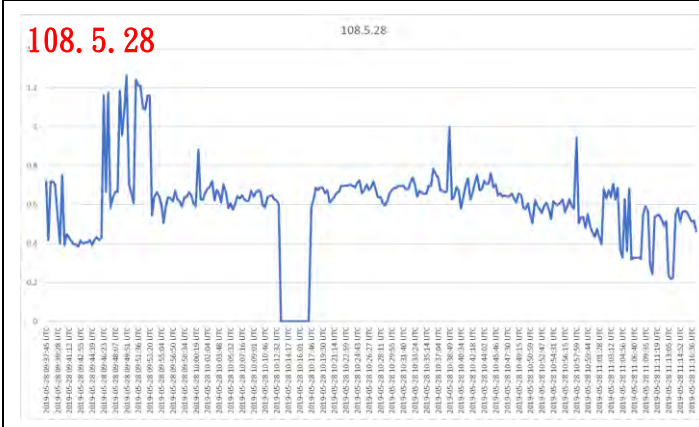
手機充電中 • 電壓值 3.11V

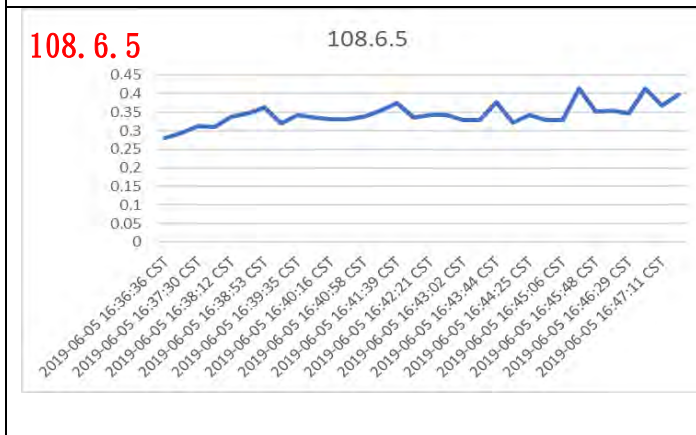
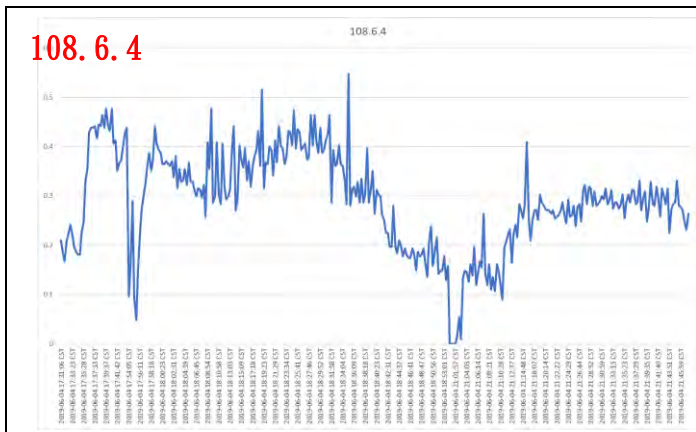
捌、研究結果-冷端改善

一、改善設備、器材及安裝



二、實驗 5-1~實驗 5-6 (冷端加裝蒸發器)





三、冷端加裝蒸發器-小結

地點	最大電壓 (V)	最小電壓 (V)	平均電壓 (V)
冷端加裝蒸發器	1.26328125	0	0.600928597
	1.092480469	0	0.477158995
	0.860449219	0	0.502333238
	1.305175781	0.23203125	0.386635692
大豪雨天	0.547851563	0	0.290346898
	0.4125	0.280371094	0.343414307



玖、討論

熱源：太陽光、瓦斯爐、冷氣壓縮機、電暖器、汽車引擎，冷源：冰箱、流動的水、電風扇
我們發現溫差晶片需同時接觸熱端及冷端效果最佳，但是環境裡沒有找出冷、熱相近的位置。
汽車排氣管是實驗最佳發電位置，散熱部分可以再改進；增壓晶片是實驗中的迷思，我們發現增加電壓並沒有增加電流，加大排水管，並沒有增加水量的意思，增加電壓並不能替手機充電。增加晶片溫差才能達到最佳發電效果，在手機可以充電時，上傳電壓並不高感覺很奇怪，使用三用電錶檢查，才發現電線粗細與長短、驅動「升壓晶片」、使用「USB 充電模塊」都會在過程中消耗電壓，雲端數據可以輔助我們找出最佳地點並長時間監測，三用電錶可以準確測量晶片發電量；過程中數值異常，線路重檢故障排除，對我們最困難的部分包含最後資料整理，文書打字排版，從一開始一直想放棄到最後再堅持一下一定可以，是科學實驗過程中最大的收穫。

拾、結論、學習與未來

1. 汽車排氣管是目前最佳發電位置，熱源是排氣管的工作溫度，冷源是車輛行駛中的風和開冷氣時散熱風扇運作以及加裝蒸發器，串聯 13 片溫差發電晶片，溫差 40 度以上，用三用電錶測量，電壓：3.11V，即可替手機充電也可以用行動電源儲電，一直存在的缺點是電壓不穩定，充電會斷斷續續。經過加裝蒸發器加強冷端來源，也可以穩定充電。
2. 電壓 (V) 不代表電流 (A)，並不是達到高電壓就可以充電，發揮充電最好的狀況是冷熱端都接觸，台灣氣候搭配排氣管是熱+熱，氣候寒冷地區搭配排氣管是冷+熱，由實驗得知在寒流或是下雪地區會有更佳發電效果。
3. 目前很多車廠已在發展車用熱電廢熱回收研究，我們想找出一個人人都可 DIY 的發電系統，應用在生活各處，未來點亮車上的車燈、甚至成為一個「備用電」系統都有可能；全世界每天這麼多車輛在發熱，就是無限台環保發電系統。
4. 繼續研究方向：無插電露營、屋頂水桶、體溫發電；發電 CP 值與太陽能發電比較、種電賣電、儲電並移動使用…繼續研究。

拾壹、SWOT 分析

內部能力	優勢 S trengths	劣勢 W eaknesses
外部因素	綠能・成本低・移動使用方便 轉換效能高於太陽能・DIY	CP 值未計算・利潤
機會 O pportunities	SO・可利用的部分	WO・可改進的部分
種電販售・ 家用・	固定充電板+儲電設備 模組化開發	設備安裝改善、降低成本 其他效能更好發電晶片
威脅 T hreats	ST・需要監督的部分	WT・需要消除的部分
氣候・防水性・ 產品壽命	實驗設備一致性 電壓電流檢測儀器	發電效能不高 找出儲電設備

太陽光電種電 (108 年)

每一度電賣回台電 4.1094~5.7983 元/度 (1 度=1000w/hr=1 呎=1KW/hr)

試算引擎室溫差晶片發電：

1 度電賣回台電 6 元，三用電錶平均測得電壓值 7.44V，電流 1A，每天開車 8 小時。

一天發電量： $V \times I \times T$ $7.44 \times 1 \times 8 = 59.52w$

1000w 需要幾天： $1000 \div 59.52 \approx 16.8$ 天

一年回收費用： $6 \times (365 \div 16.8) \approx 130.357$ 元

溫差晶片發電	太陽能板種電
安裝面積小、靈活使用儲存的電	台灣有九成住戶屋頂違建不能安裝
熱源不僅限於太陽光、下雨也可發電	左鄰右舍是否有遮蔽物
安裝於自車引擎室	屋頂產權、屋頂面積
溫差大、面積小即可發電	小於 15 坪投報率低
溫差發電晶片面積 4cm×4cm	每 3 坪面積可以裝設 1KW 太陽能板 (1 坪=180cm×180cm)
成本低	每 1KW 成本 7 萬元、通常 8~9 年回本 工法不佳、遇天災自行吸收成本

拾貳、參考資料及其他

【科展】

新竹縣內思高級工業職業學校。莊宇航、彭義皓、廖建明。日夜熱電共舞。中華民國第 54 屆中小學科學展覽會作品說明書。

屏東市忠孝國小。楊宏祥、朱韋亭、許棠菱。鐵皮屋嘛ㄟ發電喔！。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會作品說明書。

【其他參考資料】

黃振東、徐振庭〈2013 年 6 月〉。熱電材料。科學發展，取自

<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/>

可再生能源。維基百科。取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%AF%E5%86%8D%E7%94%9F%E8%83%BD%E6%BA%90>

陳炳宏〈2016 年 12 月 20 日〉。替代綠能不穩 民團推海水溫差發電。自由時報。取自

<https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1063583>

姜唯編譯；蔡麗伶審校（2017 年 5 月 1 日）。摘譯自 2017 年 4 月 7 日 ENS 德國，法蘭克福報導。全球再生能源價格創新低 新增發電量創新高。取自

<https://e-info.org.tw/node/204514>

高詩琴〈2017 年 10 月 20 日〉。我家想靠太陽能板「種電」賺錢 4 點檢視適不適合。時事話題。取自 <https://theme.udn.com/theme/story/6774/2781318>

陳建鈞〈2018 年 2 月 26 日〉。環保新能源！MIT 研發全球首款「熱共振器」 靠日夜溫差就能發電。取自 <https://www.limitlessiq.com/news/post/view/id/3671/>

彭杏珠〈2018 年 2 月 27 日〉。台灣瘋種電 從三贏變全民皆輸？。遠見。取自

<https://www.gvm.com.tw/article.html?id=43034>

【評語】 082808

1. 本作品使用致冷晶片進行各項溫差發電實驗，並透過物聯網及雲端資料庫記錄發電數據，節省人工記錄時間並避免錯誤，同時遠赴日本北海道進行實驗，精神可佳。
2. 溫差發電需要較大的溫差，如何在廢熱(排氣管)的另外一端有持續的冷源是相關問題亟需解決的挑戰。
3. 於引擎內測試熱端不大適合小學生，應該在生活居家環境尋找熱源並豐富實驗內容。

【摘要】

地球能源危機日漸嚴重，石油、煤礦、天然氣，漸漸消耗地球本體能源而不可逆，核廢料的產生、空氣汙染的造成，如何找出兼具環保的再生能源，為未來能源方向主流；在校溫差發電實驗，一塊晶片，成本低、安裝方便，透過溫差竟然能發電，好奇心驅使，我們將晶片帶往日本，更極端氣候的北海道，嘗試最佳的發電效果；透過老師指導，我們學會運用物聯網晶片，轉換成實際電壓值、找出不同的安裝位置，期許達到更佳發電及儲電目標。在不同地點安置溫差晶片，觀察並紀錄電壓，發現車輛排氣管溫度非常高，在沒有強烈冷源的情況下靠散熱風扇跟行駛水箱護罩的風量散熱；一再實驗，在老師建議下，加裝蒸發器改善冷源來源並穩定儲電於行動電源也可以幫手機充電。

壹、研究動機

每天都要用電，熱起來睡覺都會開冷氣，常常聽師長說：「隨手關燈！」、「這樣很浪費電！」，直到在學校做了溫差發電的實驗，引起了我們的興趣，可以「隨手生電」嗎？生活環境中還有哪裡是熱能的來源呢？屏東是很熱的地方，寒假去北海道玩是很冷的地方，這樣可以發很多電嗎？帶著晶片去北海道才發現極冷反而讓發電量更差，瓦斯爐、熱水器、冷氣壓縮機、機車排氣管...等，對了！常聽家裡的汽車修護技師說引擎很燙、可以煎蛋，那每天數以百萬的引擎在台灣發燙，是不是可以用它來發電呢？

貳、研究目的

在校做過溫差晶片實驗，藉由不同變相，材質、銅片數量、顏色、形狀，產生不同發電結果，覺得非常神奇，有了幾個疑問繼續深入探討：

- (1)、溫差發電原理是什麼？
- (2)、生活當中，是否有可應用的冷源、熱源？
- (3)、全球極端氣候演化，代表溫差大能發更多電嗎？
- (4)、是否能經濟又可以人人自行安裝？
- (5)、搜集電、儲存電和發電應用的方法？

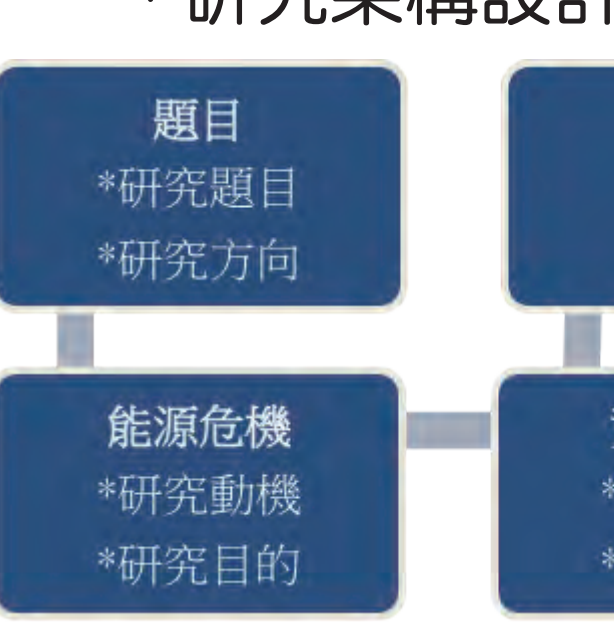
參、研究設備及器材

一、SP1848-27145 半導體溫差發電晶片 	二、電壓感測器 	三、WF8266R 網路模組 	四、銅片 	五、Kapton Polyimide 雙面高溫耐熱膠帶 Double Sided 	六、微直流升壓電路 
▲單極升壓轉換電路 (升壓晶片1)	▲DC-DC升壓模塊 (升壓晶片2)	▲DC-DC升壓模塊 (USB充電儲電)			

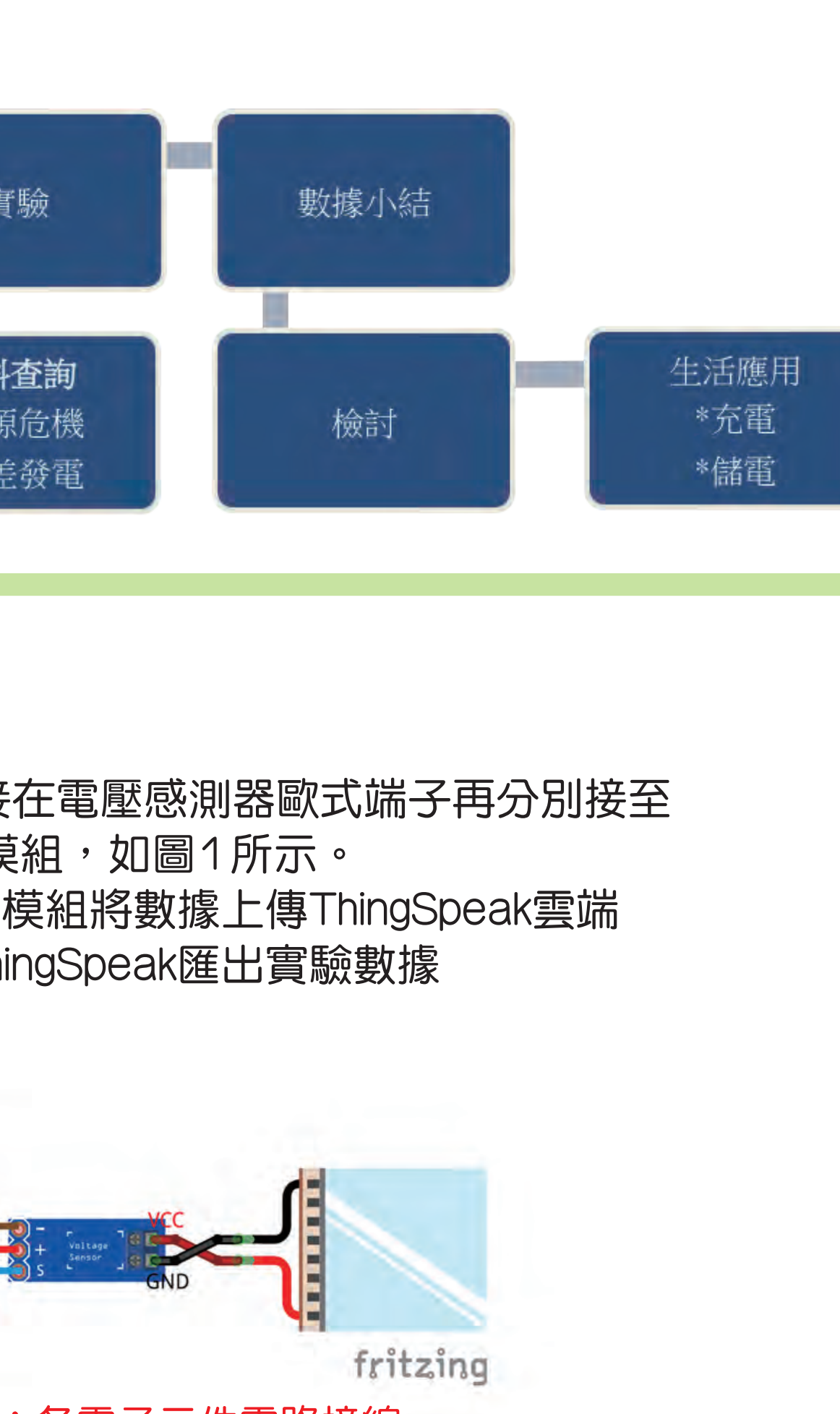
七、安裝地點實驗變相	(4) 北海道-汽車引擎蓋	(8) 屏東-引擎室排氣管(晶片串聯)
(1) 屏東-居家窗戶玻璃-向南	(5) 北海道-汽車引擎室-芭蕉局部固定	(9) 屏東-引擎室排氣管(晶片+增壓)
(2) 屏東-居家屋頂	(6) 屏東-底盤排氣管(一片晶片)	(10) 屏東-引擎室排氣歧管隔熱蓋拆除
(3) 北海道民宿玻璃	(7) 屏東-引擎室改裝5分高壓管(一片晶片)	

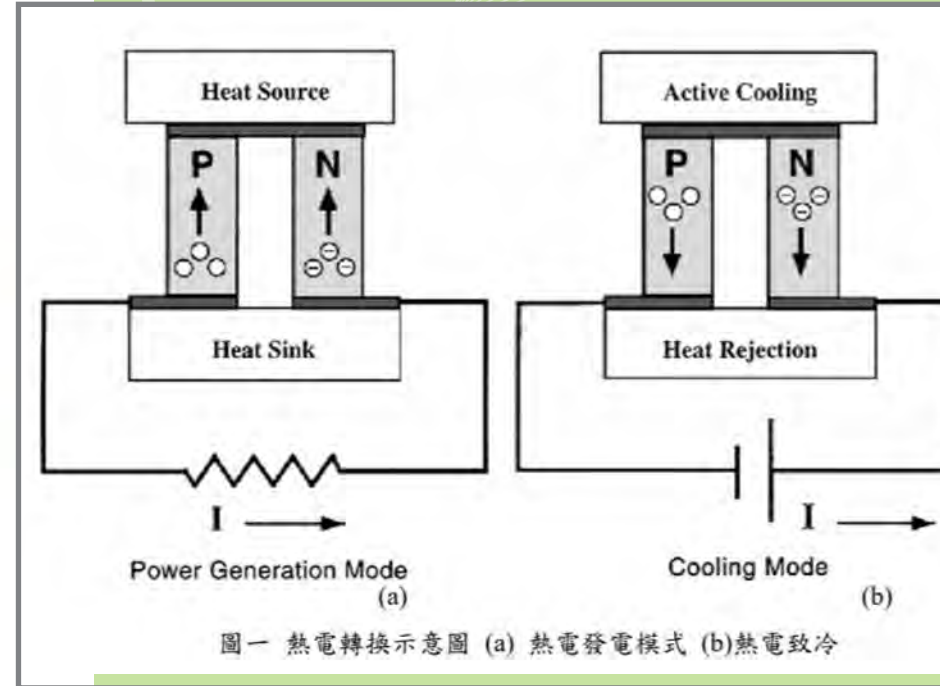
肆、研究過程及方法

一、研究架構設計



二、研究流程圖



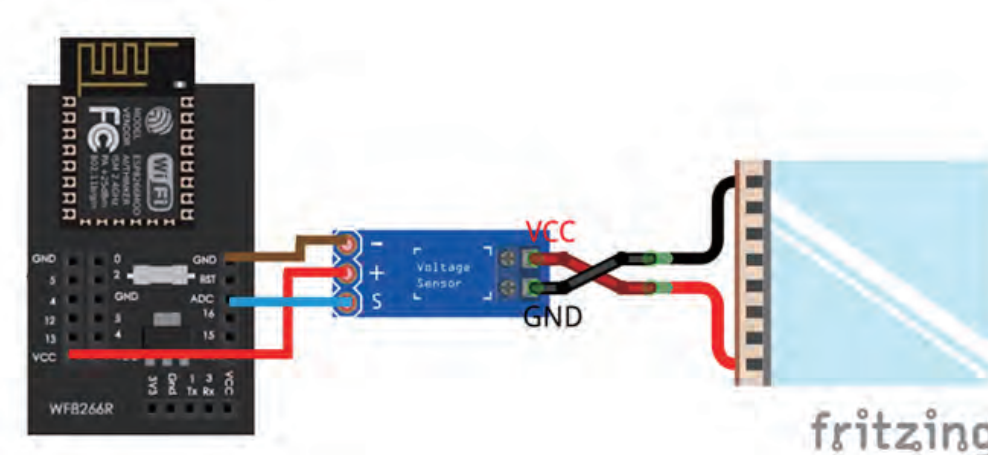


▲熱電轉換

三、實驗步驟

(一) 硬體建構

- 將溫差發電晶片接在電壓感測器歐式端子再分別接至WF8266R網路模組，如圖1所示。
- 手機APP連線實驗模組將數據上傳ThingSpeak雲端資料庫，再登入ThingSpeak匯出實驗數據



▲圖一：各電子元件電路接線



▲圖二：事件排程



▲圖三：數據蒐集



▲圖四：點選建立的頻道



▲圖五：下載數據

(二) 變換導熱的實驗變相

- 窗戶：將溫差晶片「冷面」或「熱面」貼上導熱雙面膠，固定在玻璃上，北海道室外下雪、室內開暖氣；台灣屏東則是常常豔陽高照，固定晶片並上傳數據。
- 屋頂：擇一日曬充足白鐵採光罩桿，將「熱面」黏貼於白鐵桿上；第二種方式是「熱面」向上曬太陽，「冷面」加裝散熱鰭片泡水中幫助散熱，上傳數據紀錄。
- 汽車：在車輛各個會發熱的位置固定晶片，尋找冷源。
- 升壓晶片
- 串聯晶片

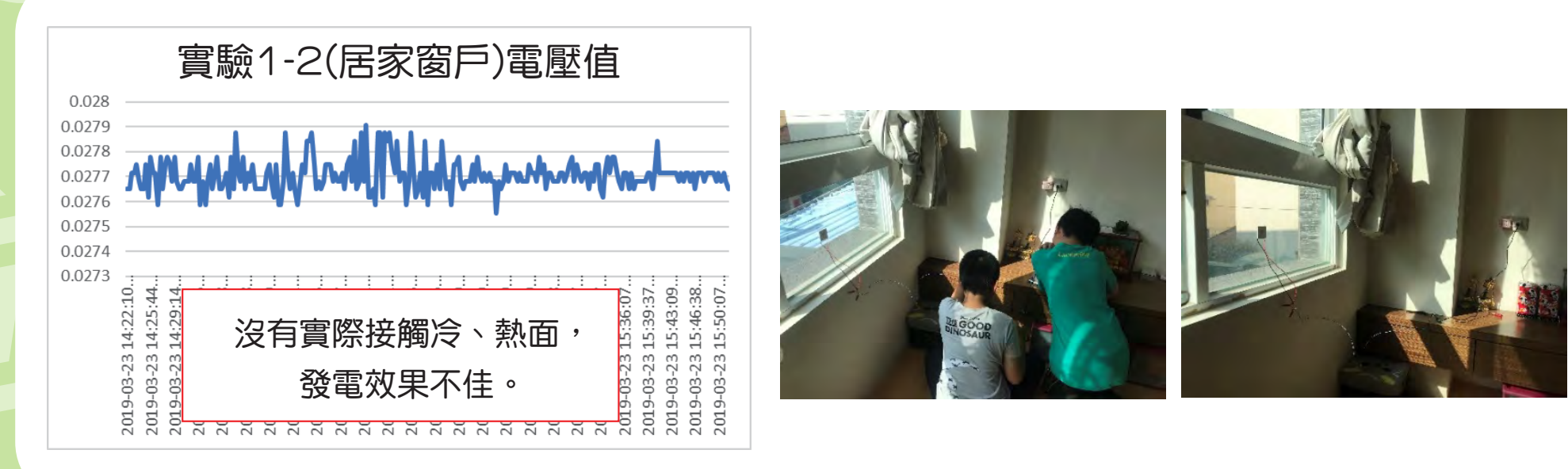
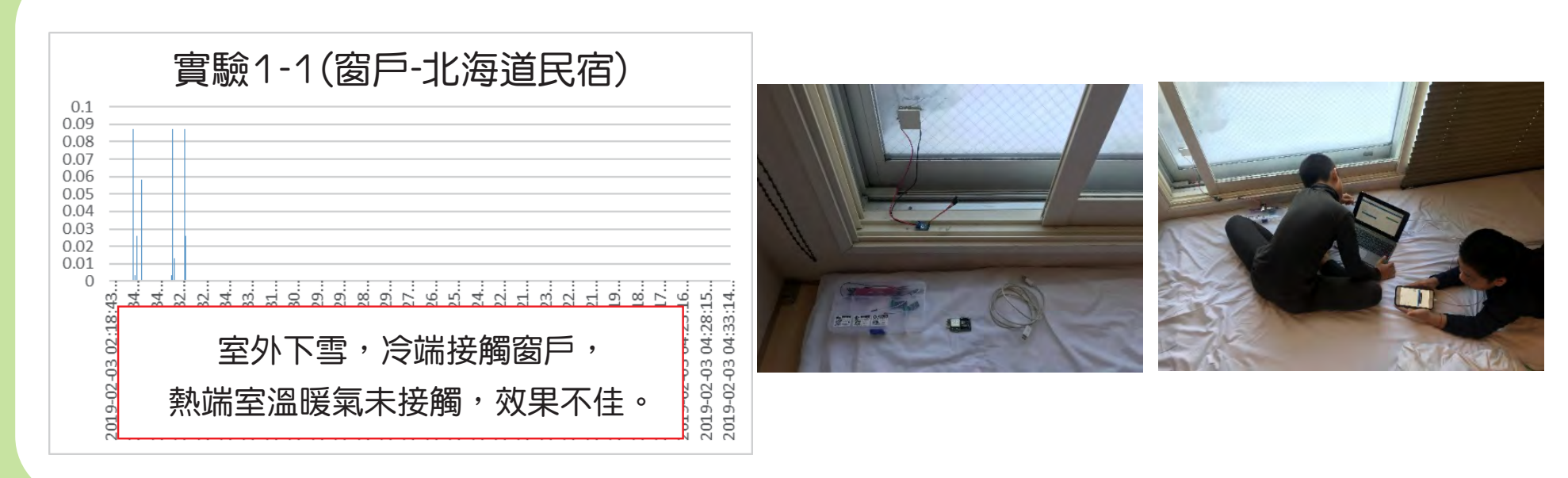
▲圖六：數值轉換成電壓及繪製折線圖



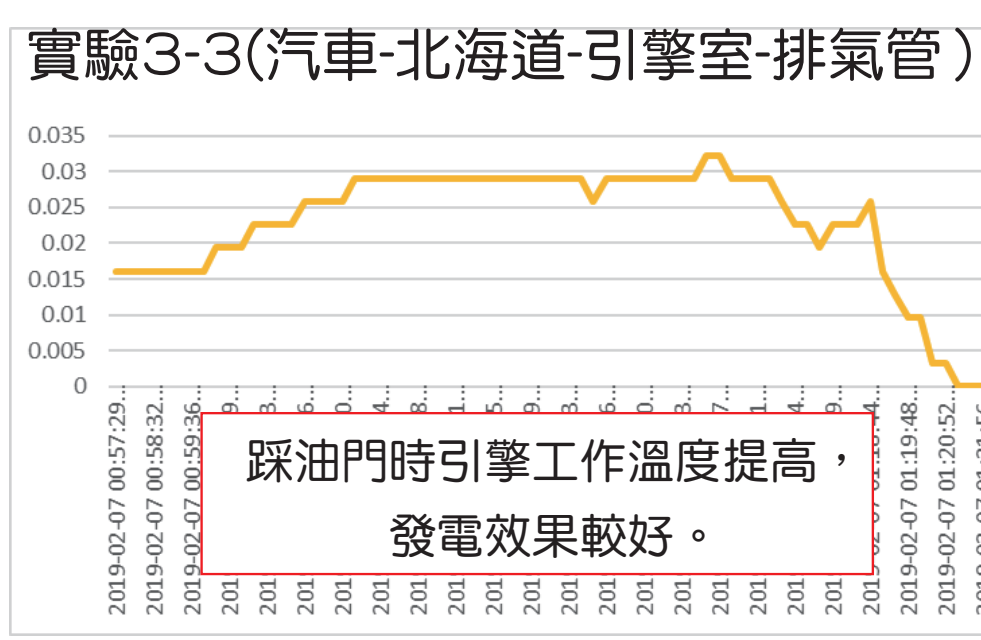
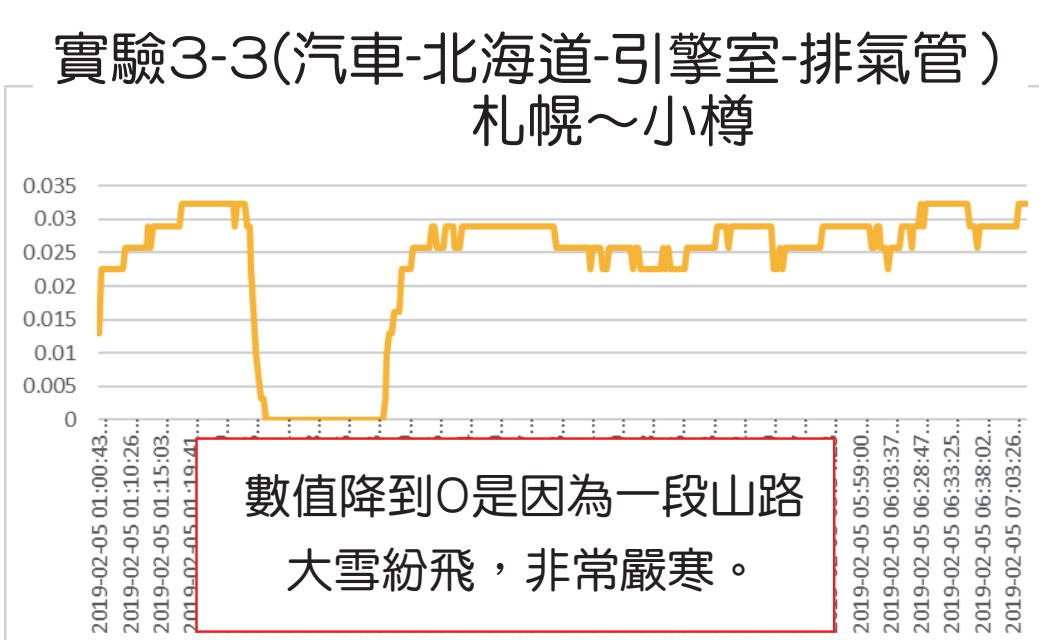
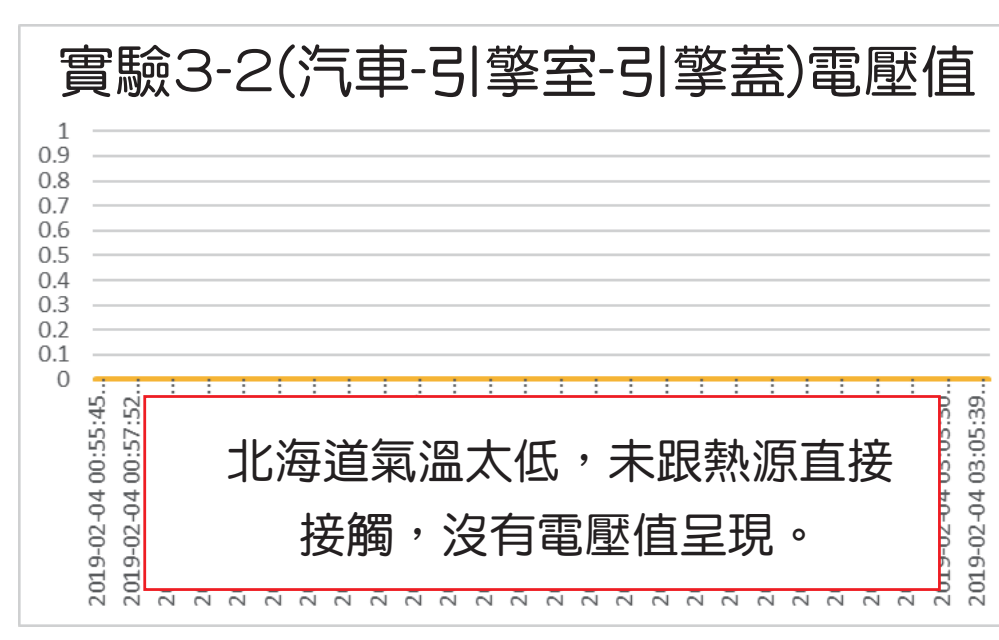
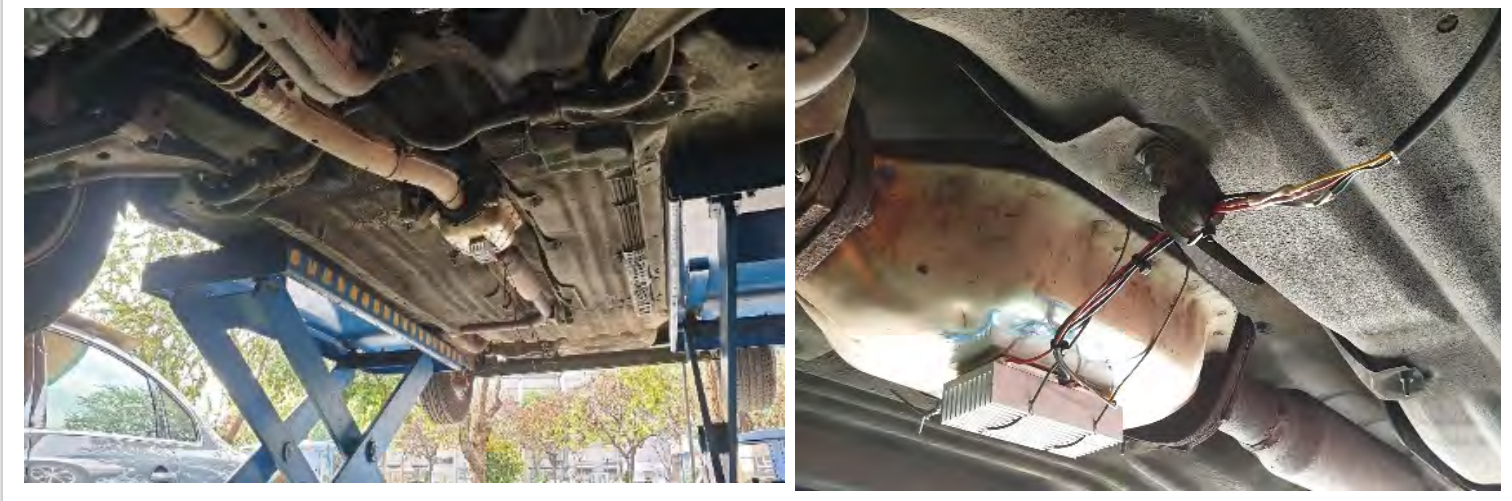
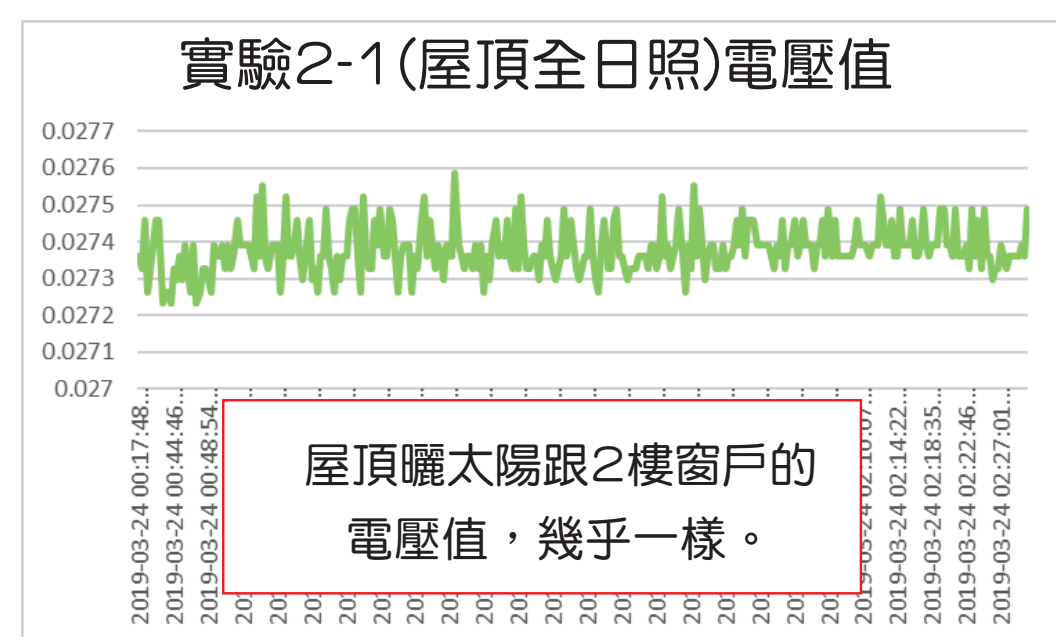
伍、研究結果-找出溫差來源

不同溫差來源-小結

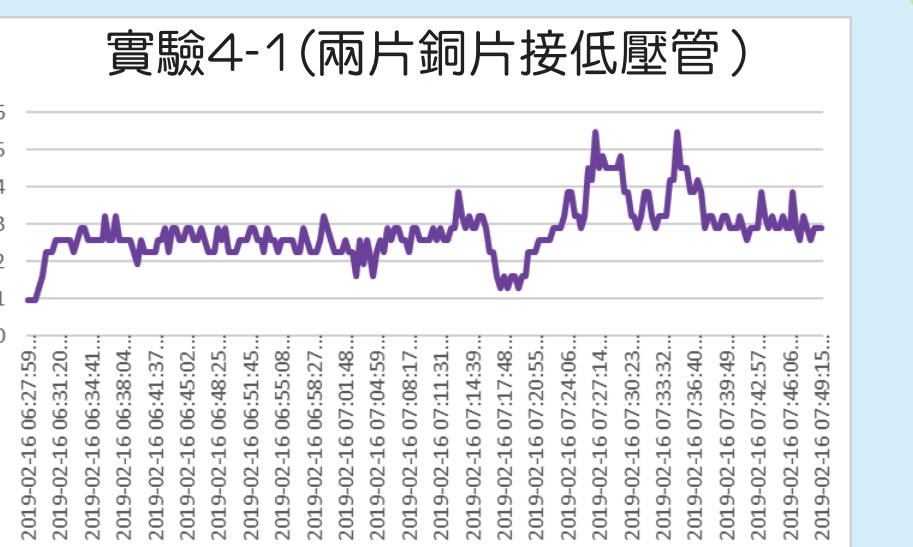
地點	最大電壓 (V)	最小電壓 (V)	平均電壓 (V)
窗戶-北海道民宿	0.087011719	0	0.001026162
窗戶-屏東	0.027908203	0.027553711	0.027705871
屋頂-全日照	0.027585938	0.027231445	0.027378336
汽車-屏東-底盤排氣管	0.07734375	0.02578125	0.048538161
汽車-北海道-引擎蓋	0	0	0
汽車-北海道-排氣管(札幌~小樽)	0.032226563	0	0.023548931
汽車-北海道-排氣管(小樽~俱知安縣)	0.029003906	0	0.022972935
汽車-北海道-排氣管(俱知安縣~登別)	0.029003906	0	0.017147467
汽車-屏東-排氣管(引擎室)	0.099902344	0.006445313	0.047669901



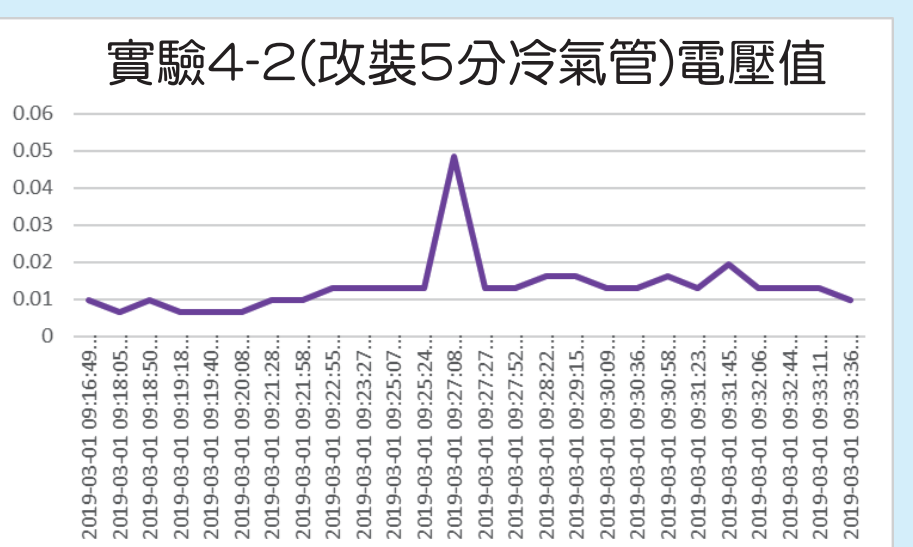
※引擎室內排氣管為實驗最佳發電地點。



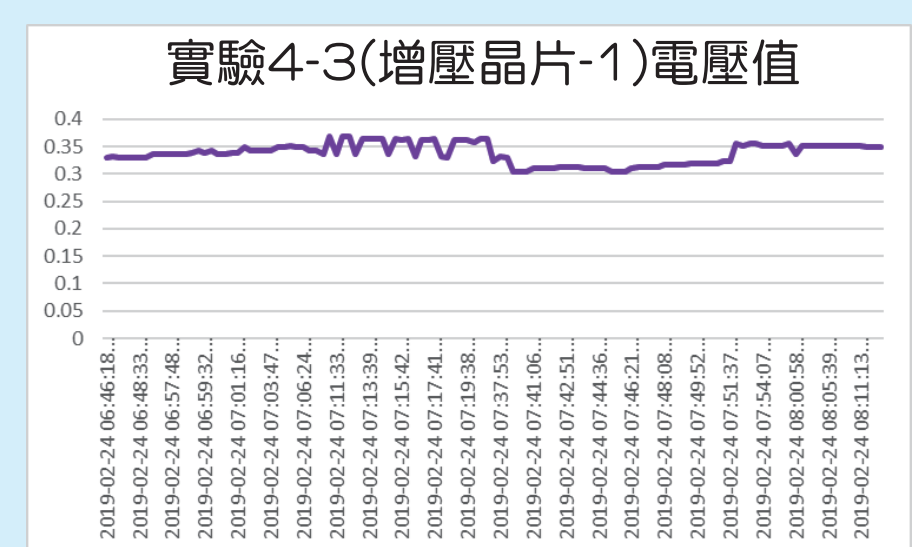
陸、研究結果-改善



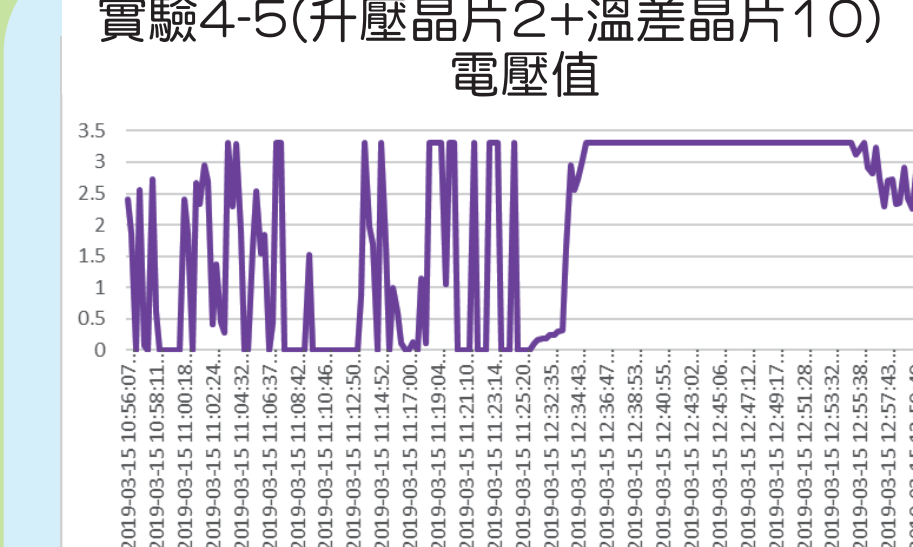
兩片銅片接冷氣低壓管
問題分析:想藉由銅片導冷，無奈整個引擎室非常熱，導熱的速度比導冷快。



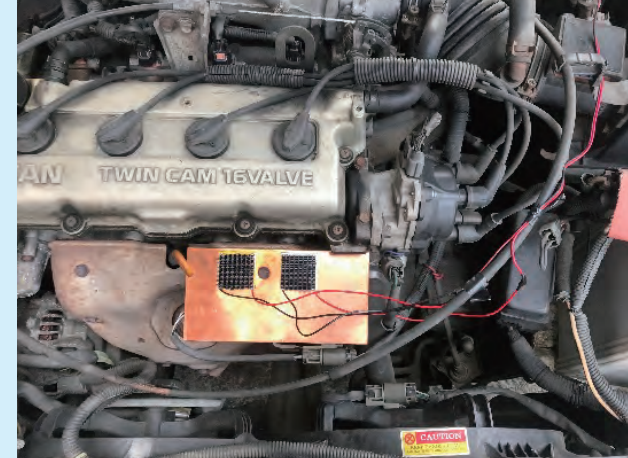
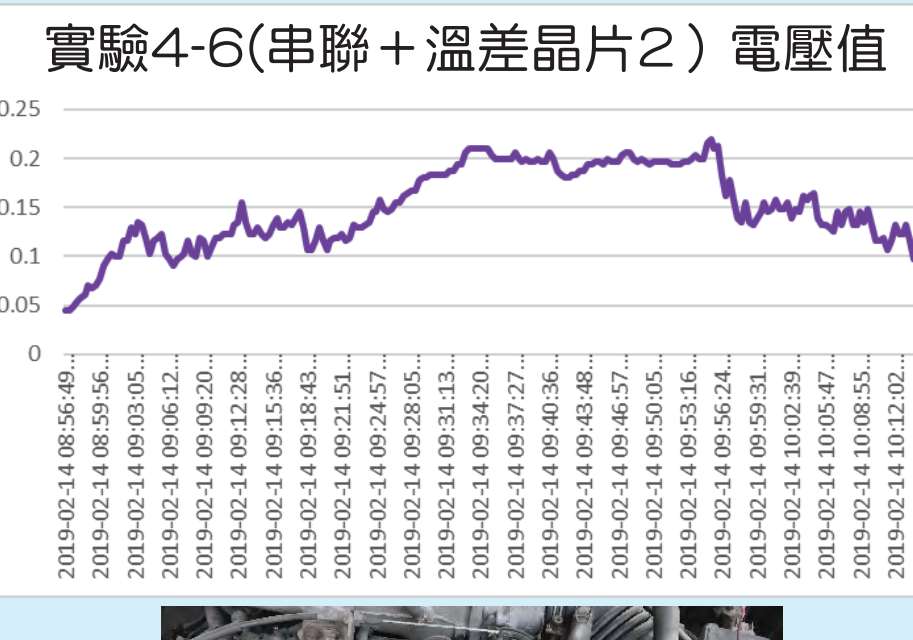
改裝汽車5分冷氣低壓管
問題分析: 因為引擎室整體太熱，效果不如預期。
後續改裝的管也繼續使用在我們車上。



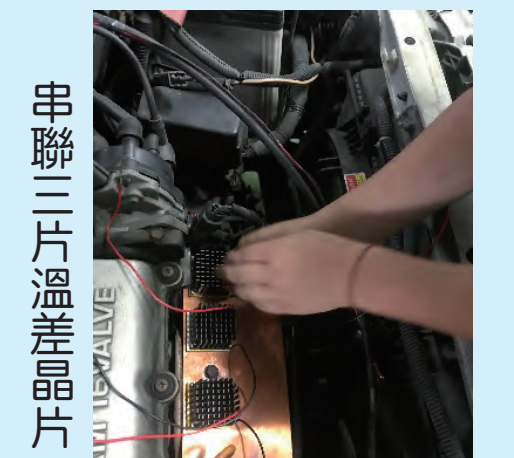
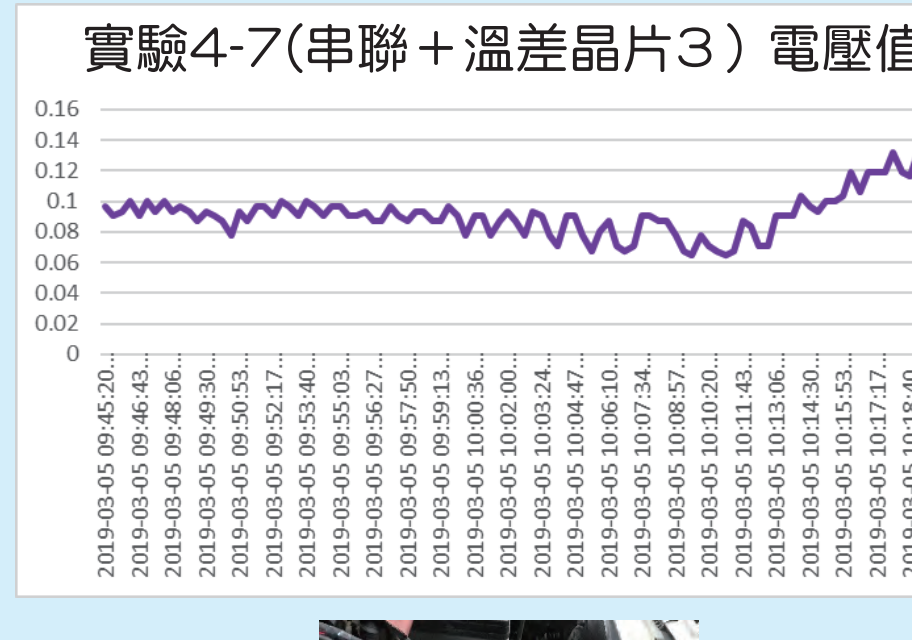
升壓晶片-1及二片溫差晶片
問題分析:發現可能是驅動晶片的電壓不足，當升壓片不作動時，電壓掉到0，這時陷入電壓高就好的迷思，還沒想到電流不足，檢討是基本功課做不夠，未了解充電是電壓與電流相輔相成。



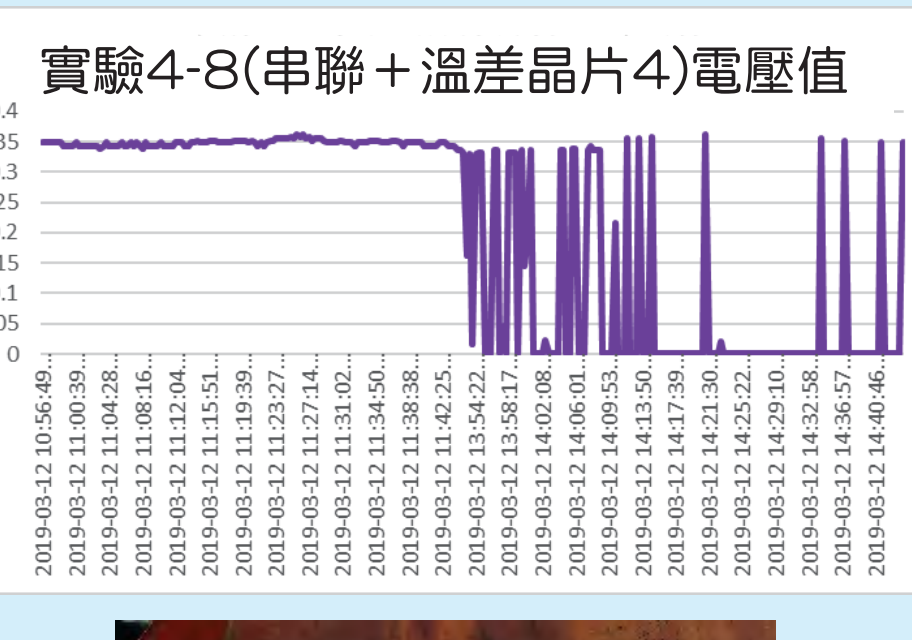
升壓晶片-2及十片溫差晶片
問題分析: 在以升壓晶片1故障後，盲目追求電壓值，更換第二片升壓晶片，最高電壓值3.3V，這時以為可以替手機充電，沒想到手機沒反應，用三用電錶量得到2.6V的最高電壓，也驚覺原來過程中的模組會消耗掉電壓，上傳的數值才會比較低。



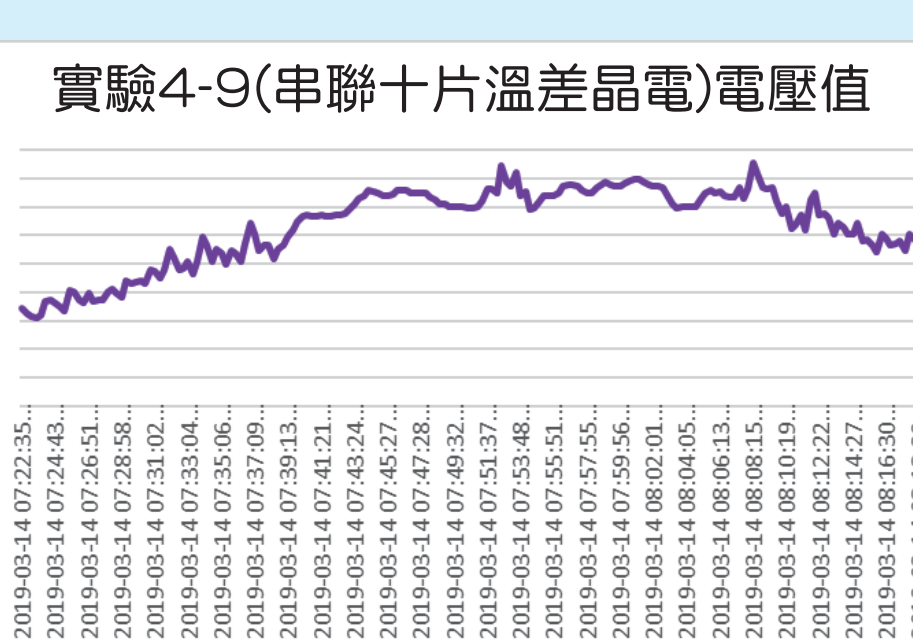
串聯二片溫差晶片
問題分析:當數值換算電壓覺得很低的時候，反覆檢查才發現接錯線路，將線路改短焊接。



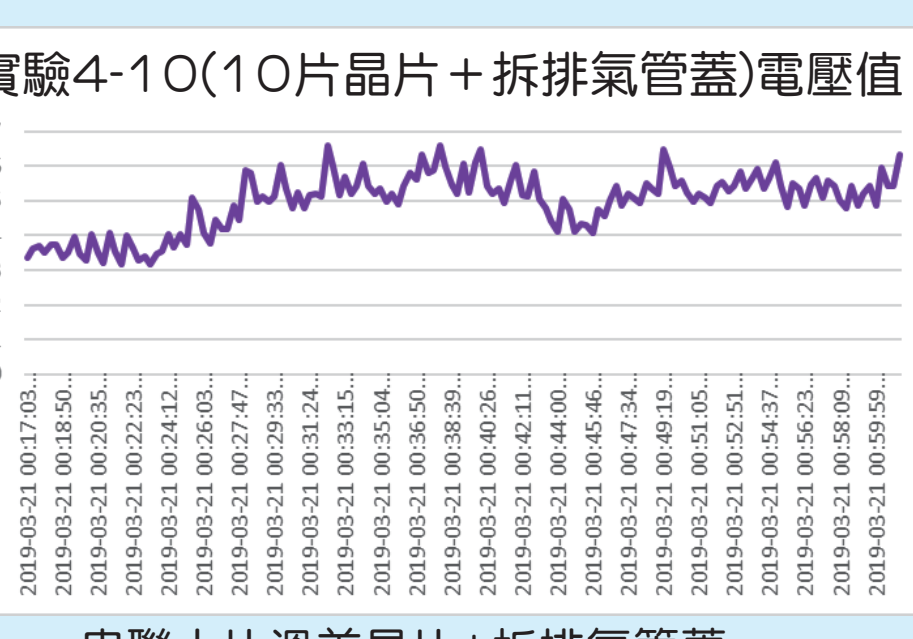
串聯三片溫差晶片



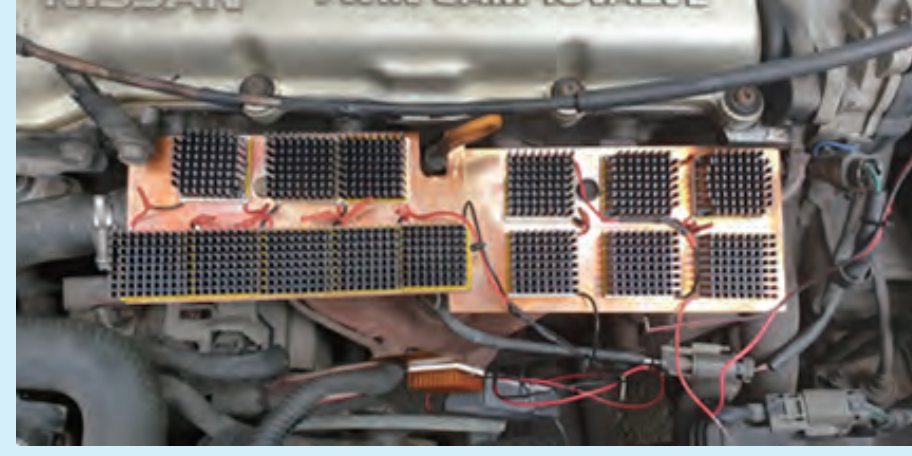
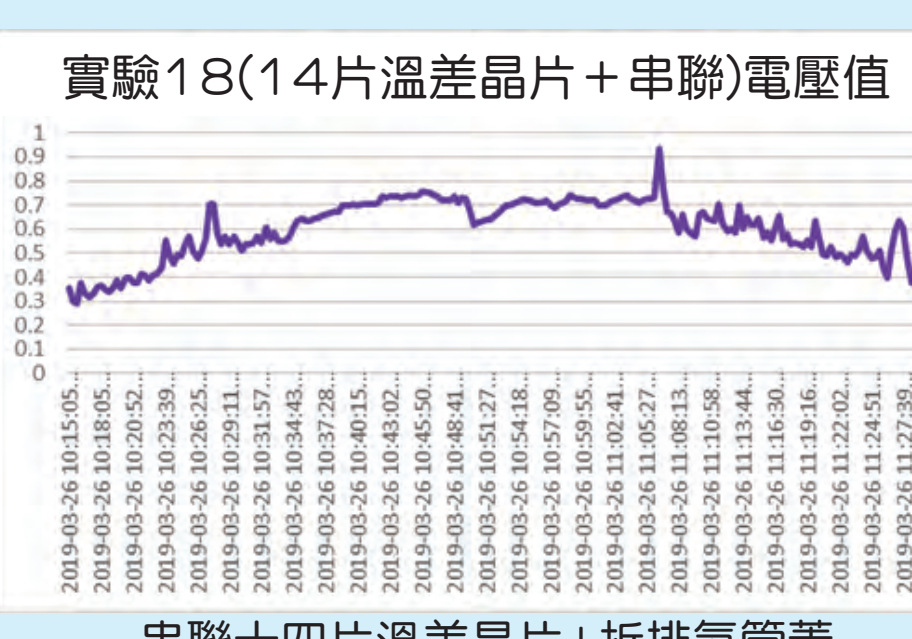
串聯四片溫差晶片



串聯十片溫差晶片



串聯十片溫差晶片+拆排氣管蓋



串聯十四片溫差晶片+拆排氣管蓋

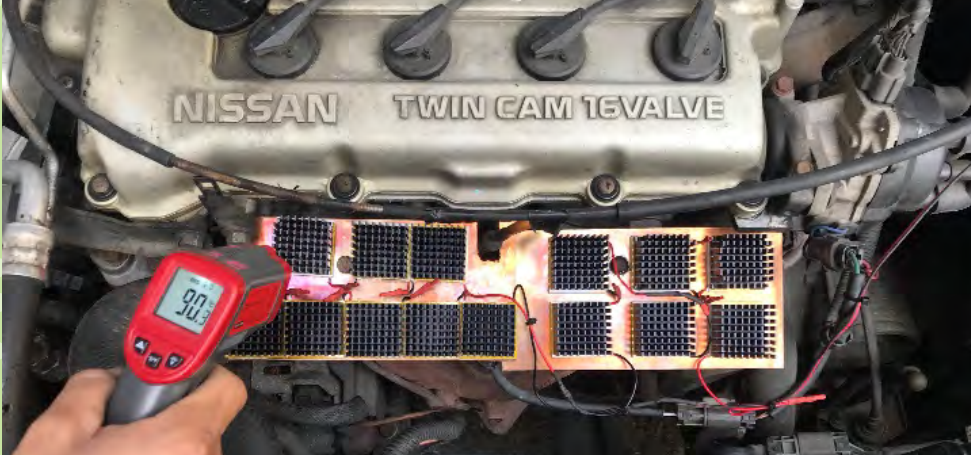
地點	最大電壓 (V.)	最小電壓 (V.)	平均電壓 (V.)
銅片接 5 分冷氣管	0.054785156	0.009667969	0.028105555
改裝 5 分冷氣管	0.048339844	0.006445313	0.01326247
升壓-1 及溫差 2 片	0.367382813	0.302929688	0.336591551
升壓-1 及溫差 10 片	0.338378906	0	0.124228201
升壓-2 及溫差 10 片	3.3	0	2.152402783
3.3	3.3	0	1.968944817
串聯溫差 2 片晶片	0.219140625	0.045117188	0.149477302
串聯溫差 3 片晶片	0.135351563	0.064453125	0.09283729
串聯溫差 4 片晶片	0.1546875	0.070898438	0.129612586
	0.277148438	0.07734375	0.192043252
	0.309375	0.099902344	0.195112879
	0.3609375	0	0.206702303
串聯溫差 10 片晶片	0.854003906	0.309375	0.6354613
	0.82822656	0	0.585846304
10 片晶片+拆蓋	0.660644531	0.315820313	0.496310691
	1.0828125	0.2578125	0.495379765
14 片晶片+拆蓋	0.928125	0.2578125	0.579236869
有晶片損壞	0.934570313	0.290039063	0.598712836



▲電壓感測器會消耗掉電壓



▲車充插頭也會消耗電壓值

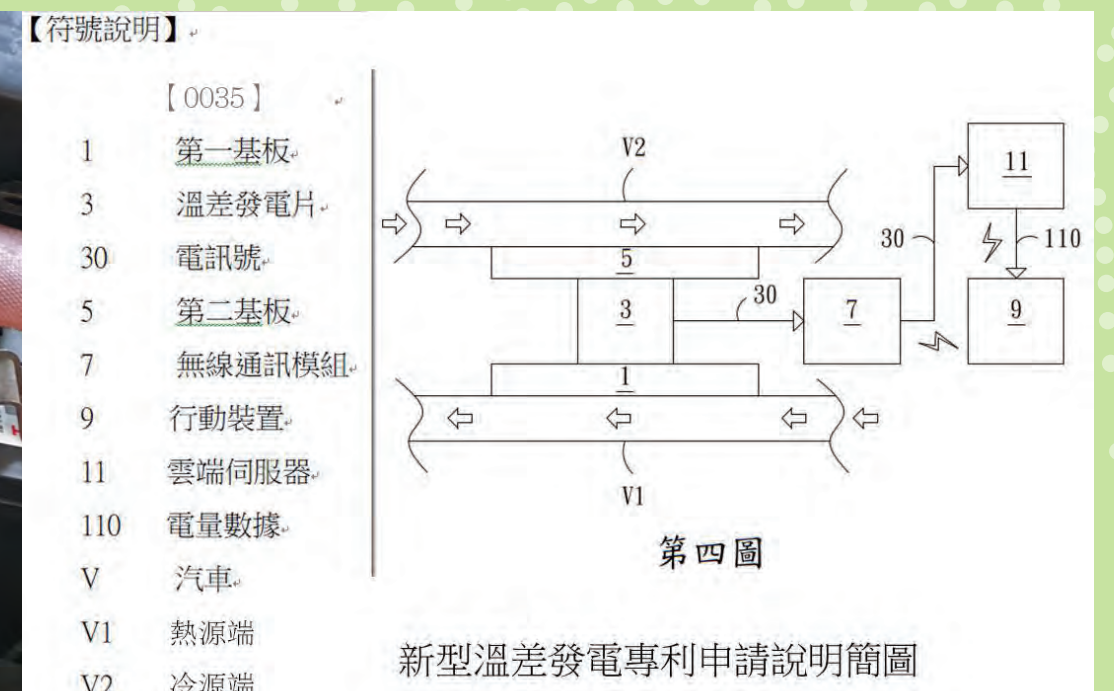
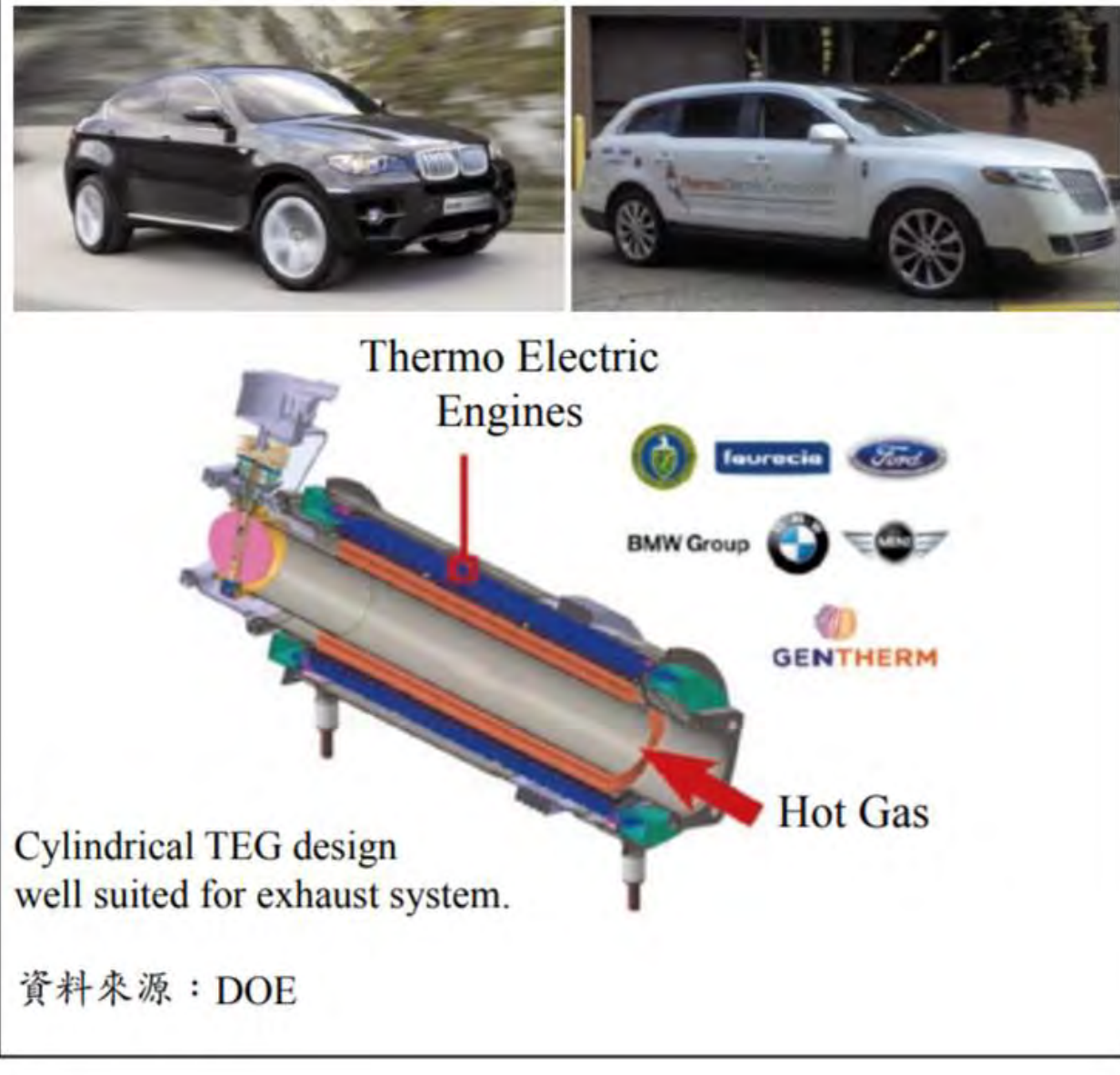


▲14片溫差晶片串聯•銅片90.3°C



▲手機充電中•電壓值3.11V

柒、比較與分析



專利申請名稱：溫差發電裝置
專利申請日期：2019/7/1
專利申請案號：108208527
預計半年可收到官方審查結果

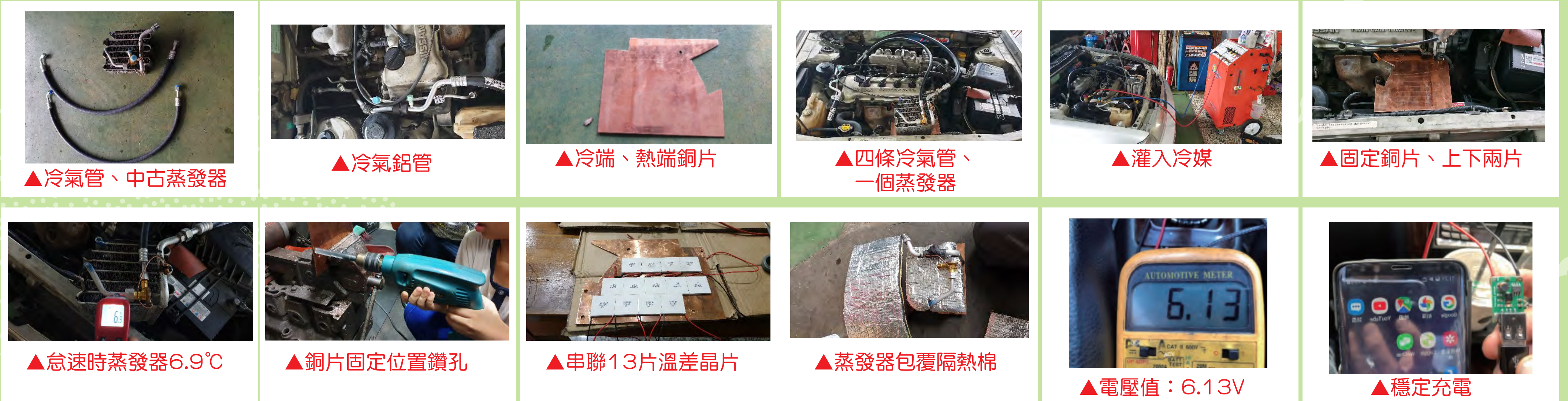
SWOT 分析

內部能力	優勢 Strengths	劣勢 Weaknesses
外部因素	綠能·成本低· 移動使用方便· 轉換效能高於太陽能·DIY	CP 值未計算·利潤
機會 Opportunities	SO·可利用的部分	WO·可改進的部分
種電販售· 家用· 急用	固定充電板+儲電設備 模組化開發·智慧電網交換 電系統 充電電瓶	設備安裝改善·降低成本 其他效能更好發電晶片
威脅 Threats	ST·需要監督的部分	WT·需要消除的部分
氣候·防水性· 產品壽命	實驗設備一致性 電壓電流檢測儀器	發電效能不高 找出儲電設備

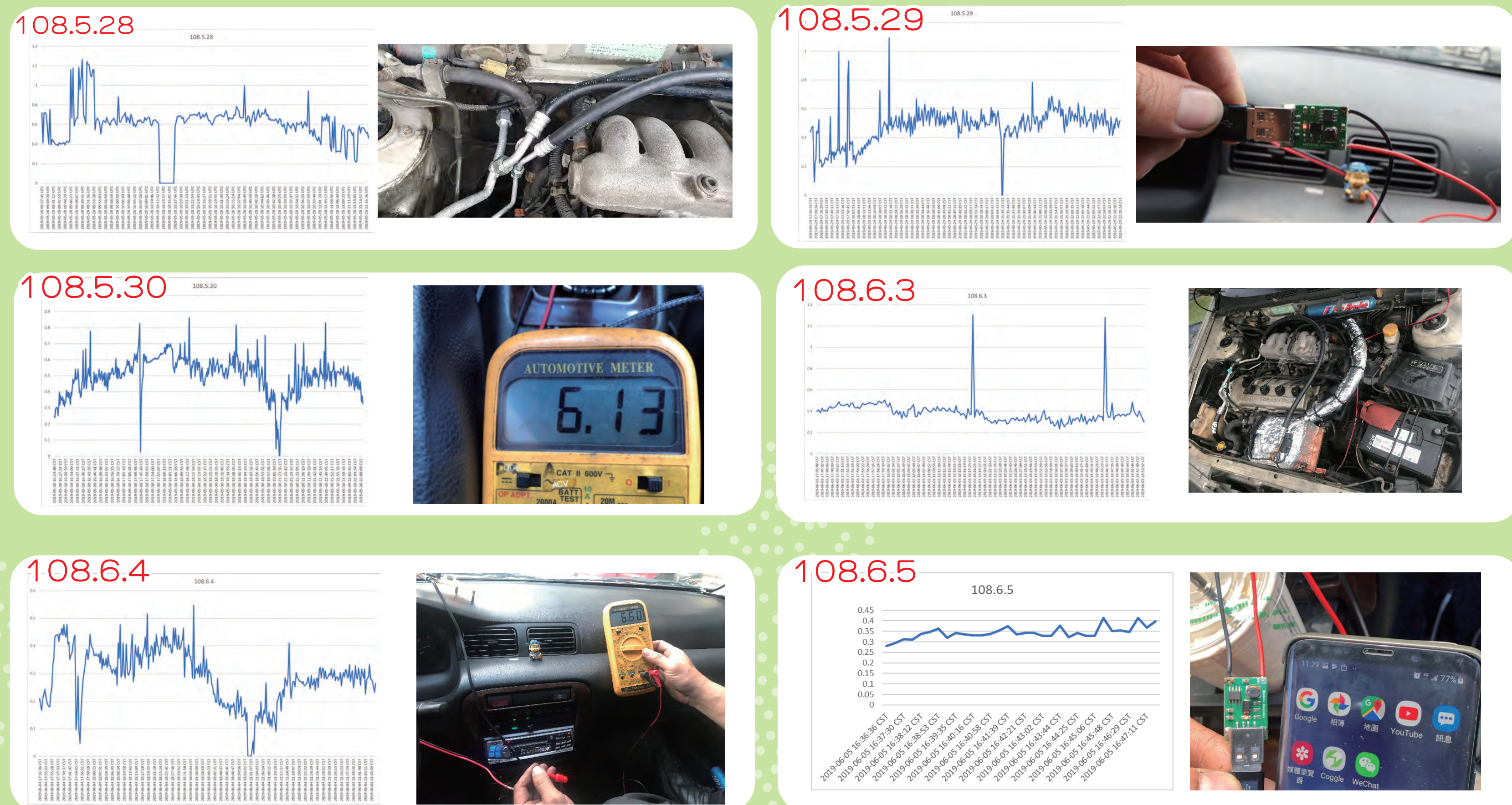
溫差晶片發電	太陽能板發電
安裝面積小、靈活使用儲存的電	台灣有九成住戶屋頂遠建不能安裝
熱源不僅限於太陽光、下雨也可發電	左鄰右舍是否有遮蔽物
安裝於引擎室	屋頂產權、屋頂面積
溫差大、面積小即可發電	小於 15 坪投報率低
溫差發電晶片面積 4cm×4cm	每 3 坪面積可以裝設 1KW 太陽能板 (1 坪=180cm×180cm)
成本低	每 1KW 成本 7 萬元、通常 8~9 年回本 工法不佳、遇天災自行吸收成本

捌、研究結果-冷端改善

一、改善設備、器材及安裝



二、實驗 5-1~實驗 5-6 (冷端加裝蒸發器)



三、冷端加裝蒸發器-小結

地點	最大電壓 (V)	最小電壓 (V)	平均電壓 (V)
冷端加裝蒸發器	1.26328125	0	0.600928597
	1.092480469	0	0.477158995
	0.860449219	0	0.502333238
	1.305175781	0.23203125	0.386635692
大豪雨天	0.547851563	0	0.290346898
	0.4125	0.280371094	0.343414307

玖、討論

熱源：太陽光、瓦斯爐、冷氣壓縮機、電暖器、汽車引擎，冷源：冰箱、流動的水、電風扇
我們發現溫差晶片需同時接觸熱端及冷端效果最佳，但是環境裡沒有找出冷、熱相近的位置。**汽車排氣管是實驗最佳發電位置**，散熱部分可以再改進；增壓晶片是實驗中的迷思，我們發現增加電壓並沒有增加電流，加大排水管，並沒有增加水量的意思，增加電壓並不能替手機充電。**增加晶片溫差才能達到最佳發電效果**，在手機可以充電時，上傳電壓並不高感覺很奇怪，使用三用電錶檢查，才發現電線粗細與長短、驅動「升壓晶片」、使用「USB 充電模塊」都會在過程中消耗電壓，雲端數據可以輔助我們找出最佳地點並長時間監測，三用電錶可以準確測量晶片發電量；過程中數值異常，線路重檢故障排除，對我們最困難的部分包含最後資料整理，文書打字排版，從一開始一直想放棄到最後再堅持一下一定可以，是科學實驗過程中最大的收穫。

拾、結論、學習與未來

1. 汽車排氣管是目前最佳發電位置，熱源是排氣管的工作溫度，冷源是車輛行駛中的風和開冷氣時散熱風扇運作，串聯 14 片溫差發電晶片，溫差 40 度以上，用三用電錶測量，電壓：3.11V，即可替手機充電也可以用行動電源儲電，缺點是電壓不穩定，充電會斷斷續續。經過加裝蒸發器加強冷端來源，也可以穩定充電。
2. 電壓 (V) 不代表電流 (A)，並不是達到高電壓就可以充電，發揮充電最好的狀況是冷熱端都接觸，台灣氣候搭配排氣管是熱+熱，氣候寒冷地區搭配排氣管是冷+熱，由實驗得知在寒流或是下雪地區會有更佳發電效果。
3. 目前很多車廠已在發展車用熱電廢熱回收研究，我們想找出一個人人都可DIY的發電系統，應用在生活各處，未來點亮車上的車燈、甚至成為一個「備用電」系統都有可能；全世界每天這麼多車輛在發熱，就是無限台環保發電系統。
4. 繼續研究方向：無插電露營、屋頂水桶、體溫發電；發電CP值與太陽能發電比較、種電賣電、儲電並移動使用...繼續研究。