

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

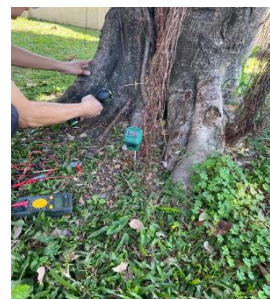
## 國中組 成果報告表單

題目名稱：植物來“電”中

### 一、摘要：

我們透過實驗探究周遭環境中樹木的發電情形，結果如下：

- 一、校園中可可椰子、美人蕉和海邊的白水木電流量明顯較高。
- 二、海邊的植物不管是在電壓或是電流，大都明顯的高於校園植物。
- 三、鹽水、酸性土壤對植物的發電量影響很明顯，都是濃度越大，電壓和電流越大。
- 四、一天中每種植物發電量最高的時間因種類而異。
- 五、樹木在被修剪時，電量大都沒有上升，有些反而下降。



藉以上實驗結果我們可以得知土壤、酸度、鹽度等環境因素，都會影響樹木的發電量，樹木發電量也會隨著種類及生理時間而有所改變，因此，只要找到並控制好變因，有機會利用既環保又有效益的「樹木發電」。

### 二、探究題目與動機

電，與我們的生活息息相關，無論是在學校、家裡還是餐廳，都需要使用到電，加上現在科技普及，許多的電子產品也都需要用電，因為這樣，現代人的用電量日漸增加，長年下來，發電的方式已經對環境造成許多負擔。在臺灣，火力發電就佔了超過八成，其次是核能發電，占了一成多，這兩項各有優缺點，火力發電雖有價格便宜、供電量穩定的優點，但相對的卻會造成環境及空氣汙染。核能發電雖不會造成空氣汙染、地球溫室效應等不好的影響，但卻會產生核廢料、熱汙染等問題，雖然核能發電可以減輕溫室效應與空氣汙染的好處，卻有一個



樹木感測系統

最致命的問題，就是核電廠的反應器內含有大量的放射性物質，可能造成長久的輻射汙染，而這個汙染的效應更可能長達幾百年之久。因此尋找對環境友善之發電方式刻不容緩。目前的綠能發電方式包括風力、水力、潮汐、太陽能等，日前於文獻中發現樹木與土壤間的酸鹼值差異可用於發電，或許能成為新興的綠能發電模式。



樹木發電

利用樹木發電如果可行，雖然還不致於取代太陽能，但是可以用於樹木的感測系統，偵測環境情況或者森林火災，而電力的產出也可能作為樹木健康的參考。有朝一日樹木發電機制獲得充分實驗與發展後，說不定能成為地球主要電力的來源。因此，尋找不同樹種及不同環境條件下所產生的電能，希望能設計出最佳的樹木發電模式為本研究動機。

### 三、探究目的與假設

研究一：比較不同樹種的發電量。

研究二：比較樹木在不同的地點發電量的影響。

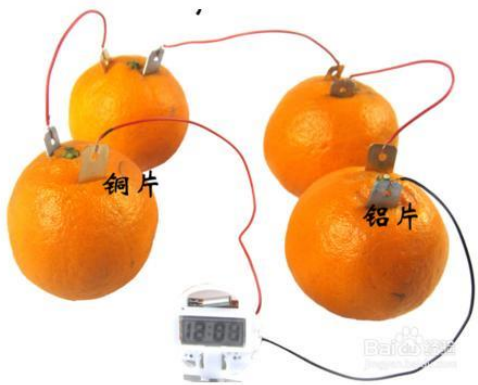
研究三：了解植物在一天內不同時刻發電量的變化。

研究四：了解植物在逆境(土壤鹽化、酸化、傷害)，發電量的變化情形。

### 四、探究方法與驗證步驟

#### \* 試驗原理

在此次研究中，我們先製作了水果電池，其發電原理與伏打電池相似，利用水果中含有檸檬酸、酒石酸等電解質，用銅片作為正極、鋅片作為負極，來達到產生電流的目的。而植物發電與水果電池一樣，運用鋅銅為電極，但是電極安裝位置則是分別安裝於樹上與土壤中，利用樹木和附近土壤中PH值不同，在樹木自身新陳代謝的作用產生不同的電解質，因此不同的樹種(假設一)、不同土壤中的樹種(假設二)、不同生理時鐘(假設三)、不同的逆境(假設四)產生電流會不同。



(繪製水果電池和樹木發電原理圖)



#### 假設一：不同樹種發電量會不同

一、尋找校園中常見植物，進行普測試驗，所尋找的植物有仙人掌、欖仁樹、可可椰子、美人蕉、緬梔花、台灣欒樹、變葉木、香蕉、九重葛、酒瓶椰子、千年木、小葉欖仁、龍眼、樟樹、印度塔樹、海茄冬、大葉欖仁、榕樹、木麻黃、白水木等

#### 二、結果

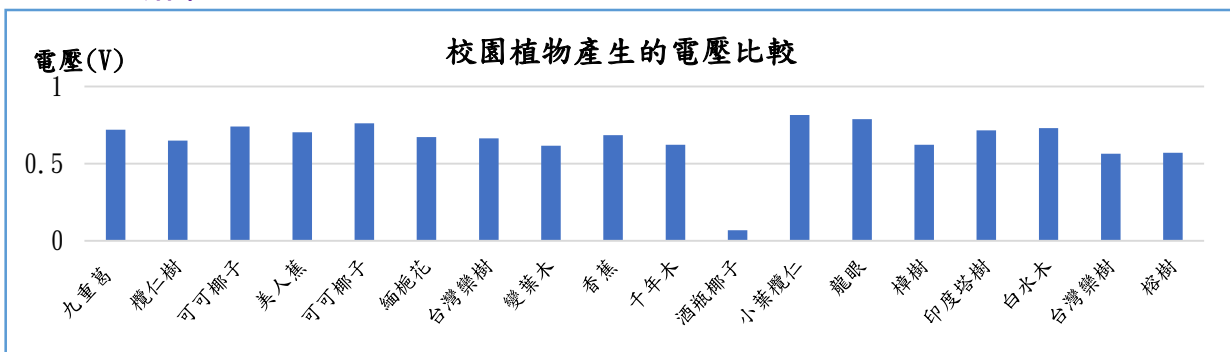


圖 1 校園植物產生的電壓比較圖

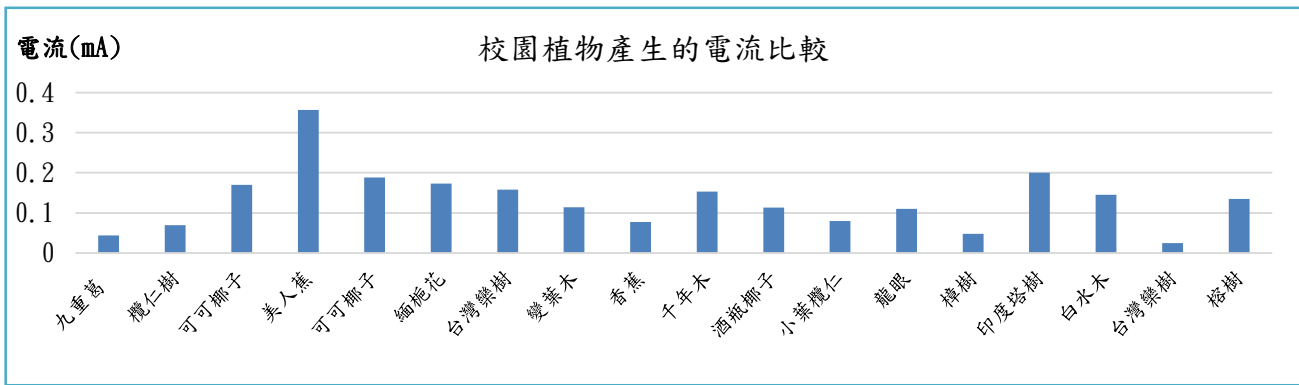


圖 2 校園植物產生的電流比較圖

試驗結果發現旅人蕉、可可椰子和白水木產生的電流較大，推測與其植物體內含水量高，單子葉植物維管束為散生且蒸散作用較旺盛。



旅人蕉



可可椰子



白水木

假設二：不同土壤中的樹種發電量會不同

- 一、利用研究一的植物，找出海邊與校園都有的小葉欖仁、白水木、台灣欖樹和榕樹來進行比較
- 二、結果：

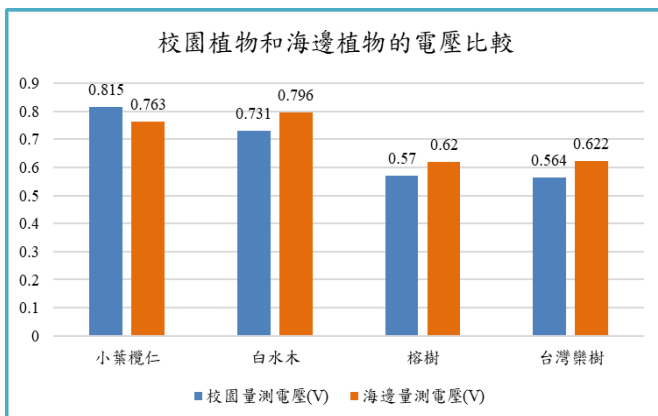


圖 2 校園植物和海邊植物的產生的電壓比較

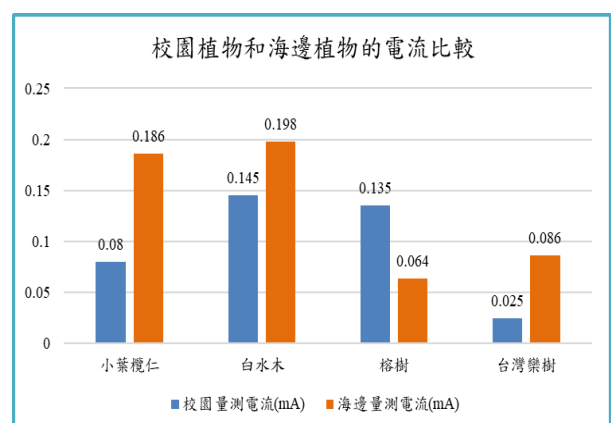


圖 4 校園植物和海邊植物的產生的電流比較

發現濱海地區的植物，電壓數值都比較高，是否植物生長於逆境之中會有自我保護機制，就此部分也在後面人為設計了植物於酸、鹽分 and 植物打枝的電流生成比較。



樹木寶在監牢中(逆境)

假設三:不同生理時鐘樹木發電量會不同

- 一、將一天分成四個時段(早上-7:00、中午-12:00、下午-17:00、夜晚-22:00)，測量植物產生電流的差異 (植物的生理狀況受到光線溫度的影響，因此一天中的各時段，發電量應該會有所差異)
- 二、結果:

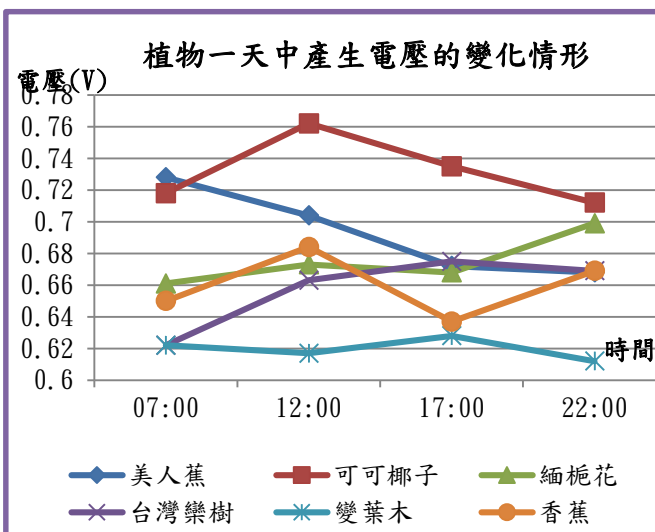


圖 5 全日的植物產生電壓變化圖

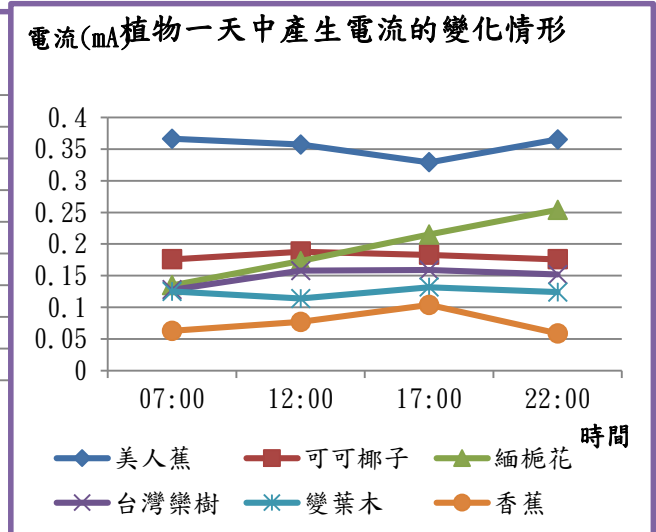


圖 6 全日的植物產生電流變化圖

- 1、全天實驗的結果發現，每種植物有不同的律動和生理週期，美人蕉的電壓和電流都是清晨最高，可可椰子中午最高，緬梔花則半夜最高，台灣欒樹、變葉木和香蕉則是下午最高。
- 2、植物蒸散作用旺盛時，光合作用呼吸作用等生理反應也快速進行著，植物組織間的電解質可能也比較多，所以白天發電量高是多數植物的特性，但仍然有許多特殊植物，如沙漠植物可能在晚上才進行暗反應，因此發電量可能晚上比較多，熱帶樹種的緬梔是否也是這樣呢?這有待進一步釐清。

## 假設四:不同逆境下樹木發電量會不同

### (一) 不同鹽量對植物的發電量影響

1.在土壤中加入不同的鹽量(0克、4克、8克、12克、16克)，測量植物產生的電量

2.結果:

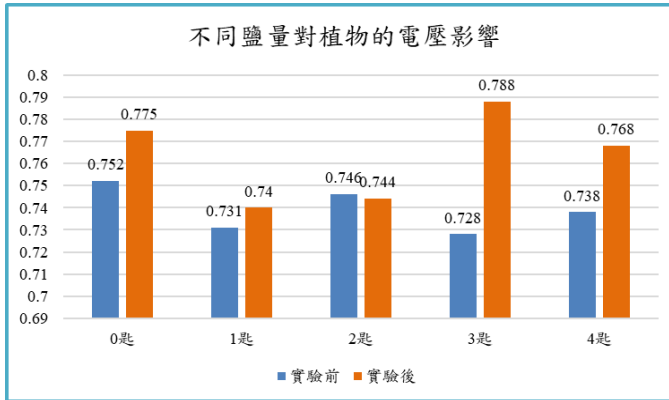


圖 7 土壤中加入不同鹽量對植物的產生電壓影響

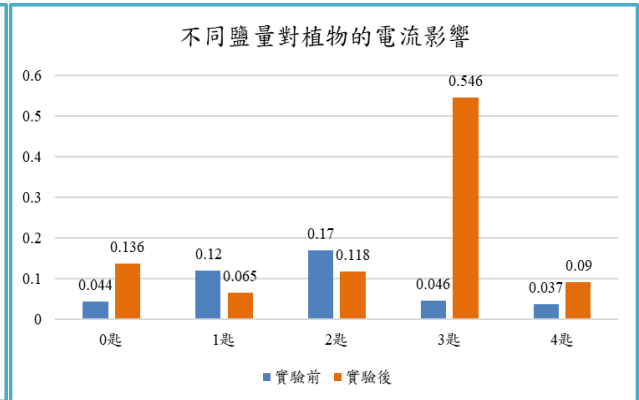


圖 8 土壤中加入不同鹽量對植物產生電流的影響

1.鹽水對植物的影響很明顯，電壓和電流都是越濃越大，這和前一個實驗的結果符合

### (二)、樹木於不同酸性環境中之電流生成比較

1.在土壤中加入不同的醋酸(1 ml、2 ml、3 ml、4 ml、5 ml)，測量植物產生的電量

2.結果:

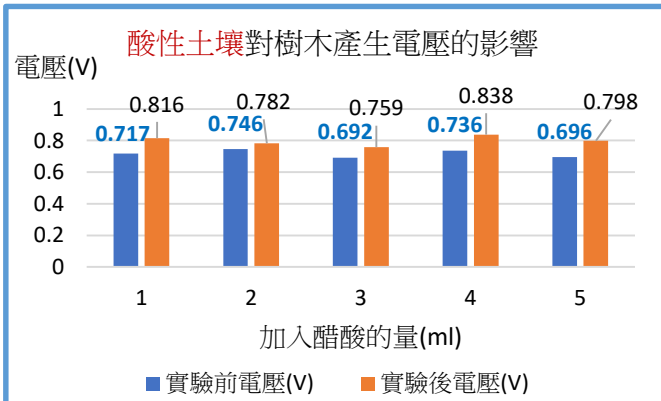


圖 9 土壤的酸值對電壓的影響

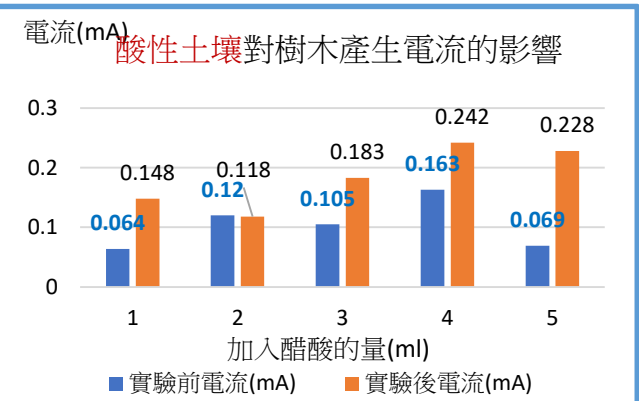


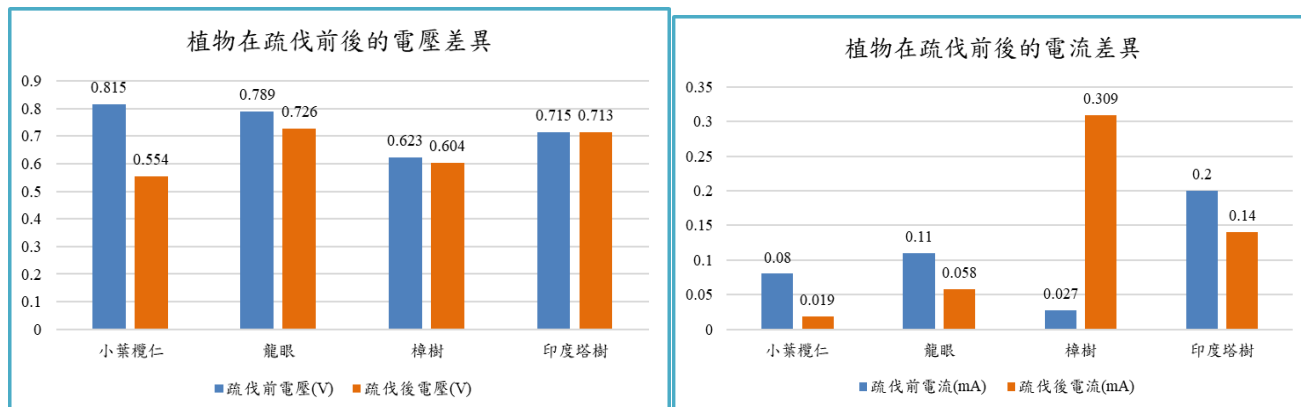
圖 3 土壤的酸值對電流的影響

電流隨著酸的濃度增加則分解出越多帶正電的氫離子和帶負電的醋酸負離子，使得植物的生成的電流量越大，這和文獻裡提到的類似

### (三)、樹木在被修剪時產生的電流會不同

科展試驗期間，校內要進行樹木修枝作業，所以設計樹木修枝前後發電量差異的電壓和電流試驗。

1. 先量測還未修枝前的樹木的電壓和電流，於修枝完成後一周再一次進行樹木的電壓和電流量測
2. 結果:



樹木在被修剪時，電量大都沒有上升，有些反而下降，只有**樟樹的電流有明顯的上升**，這和我們原先設想的不太一樣，樹木並不會因為受到危險時，產生更多電解質使得發電量上升

\* 原設想植物行光合作用及蒸散作用時，能攜帶土壤中之無機鹽類與水分至葉片，當樹木打枝會減少樹葉的數目，可能會減少無機鹽類與水分的濃度，導致電流生成減少，但這部分的試驗並未取得預測的結果。

## 五、結論與生活應用

- (一)不同植物發電量不同，適合生存在海邊的植物發電量比較高，例如白水木。
- (二)植物的發電量會隨著一天的律動而有差異。
- (三)植物的發電量雖然還達不到可利用的程度，但植物在土壤鹽化及酸化的逆境時，發電量增加，所以當監測到植物發電量增加時，就是土壤有狀況，要留意環境的改變，所以或許可以當作環境變遷的一種指標。
- (四)某些植物受到折枝傷害時，發電量也會增加，所以植物產生電流的變化，可當作植物求救的訊號，未來在監測森林健康時，也可提供有用的參考資料。

## 六、參考資料

- [1]<https://baike.baidu.com/item/%E6%A0%91%E6%9C%A8%E5%8F%91%E7%94%B5> 樹木發電-百度百科
- [2] <https://e-info.org.tw/node/53632> 西雅圖華盛頓大學成功運轉了樹木發電的裝置實驗
- [3] <https://kknews.cc/zh-tw/science/e966obz.html> 哇偶，好神奇，植物也能發電？

