

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科(一)
(鄉土)教材獎

032813

登革熱潛勢即時觀察系統

學校名稱：桃園市立過嶺國民中學

作者： 國一 李采玲 國二 黃奕欣 國二 許睿恩	指導老師： 許瀚文 林佳莉
---	-----------------------------

關鍵詞：捕蚊燈、登革熱、非接觸驗電

摘要

本研究藉由非接觸驗電的方式測量捕蚊燈電到蚊子的次數，經測試發現使用 0.06mm，5cm x 7cm 鋁箔作為天線最佳，偵測訊號參數設定在 1420%~6440%可有效偵測不同位置電擊到的蚊子。最後製造出外掛式主機，加裝在現有的捕蚊燈進行蚊子計數，顯示在 LCD 螢幕上，同時上傳 ThingSpeak 和 LINE 通知。每一台主機都可以直接外掛在捕蚊燈上，在同一地區進行大量設置，可以以即時統計電擊次數，了解該地區登革熱潛勢。

壹、前言（含研究動機、目的、文獻回顧）

一、動機：

現在登革熱流行，各國政府加強防治此種藉由蚊子傳播的疾病。防止登革熱常常使用捕蚊燈或是電蚊拍來捕蚊子，現在雖然有在統計登革熱蚊子的數量，但都是以人工的方式，無法快速計算。我們一開始考慮用聲音來計算電到蚊子的數量，不過聲音可能會有誤判的情形，所以我們希望能夠研發出一個可以準確計算捕蚊燈電到蚊子的數量的裝置。

二、研究目的

1. 找出測量捕蚊燈打到蚊子訊號的方法。
2. 電場訊號與實際電壓的關係。
3. 金屬片長度對電場訊號的影響（實驗一）。
4. 不同材質金屬片對電場訊號的影響（實驗二）。
5. 不同厚度金屬片對電場訊號的影響（實驗三）。
6. 不同距離對電場訊號的影響（實驗四）。
7. 不同電擊位置對電場訊號的影響（實驗五）。
8. 製作可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置。
9. 測試可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置，電擊不同位置(實驗六)。
10. 實地測試。

三、文獻回顧

1. 由於我們需要隔空測量高壓電的變化，而非接觸式驗電筆可以測量插頭是否帶電，以「非接觸式驗電電路」、「Non-Contact Voltage Detector」為關鍵字進行查詢。
2. 查詢得知，非接觸式的驗電筆可以透過偵測火線發出的電場，判定電線是否帶電（實作派電子實驗室，2018）。
3. 由 Technology Environmentalb（2019）得知非接觸試驗電筆的電路圖及實作方法。






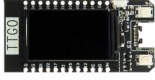

四、發想心智圖



圖 1

貳、研究設備及器材

表 1

		
<p>BC547 電晶體</p>	<p>捕蚊燈</p>	<p>模組固定板</p>
		
<p>銅箔膠帶 0.05mm/ 0.1mm</p>	<p>鋁箔膠帶 0.05mm/ 0.1mm</p>	<p>電池座</p>
		
<p>杜邦線</p>	<p>3.7V 鋰電池</p>	<p>鋁棒</p>
		
<p>TTGO</p>	<p>電壓模組</p>	<p>麵包板</p>
		
<p>2.7k 電阻</p>	<p>自製電擊測試器</p>	<p>示波器 MET-DSO150</p>

參、研究過程

一、找出測量捕蚊燈打到蚊子訊號的方法

- (一) 首先我們先查詢捕蚊燈的規格特性，由新竹市消防局網頁得知，內部電壓高達600V~1500V，當蚊蟲受到捕蚊燈的燈光吸引，飛入捕蚊燈時蚊蟲的導電性造成二極間高壓放電產生電弧火花（短路）。
- (二) 可以用麥克風模組檢測電到所發出的「啪」聲。
- (三) 根據查到的資料，可使用非接觸式電壓檢測器檢驗電壓。

二、電場訊號與實際電壓的關係

- (一) 由於決定使用非接觸式電壓檢測器，因此查詢使用的電路。
- (二) 使用示波器檢查偵測到的訊號。
- (三) 查詢電壓模組的電壓與訊號轉換的公式。

三、不同金屬片、不同長度對電場訊號的影響（實驗一、二）

(一) 實驗裝置設置

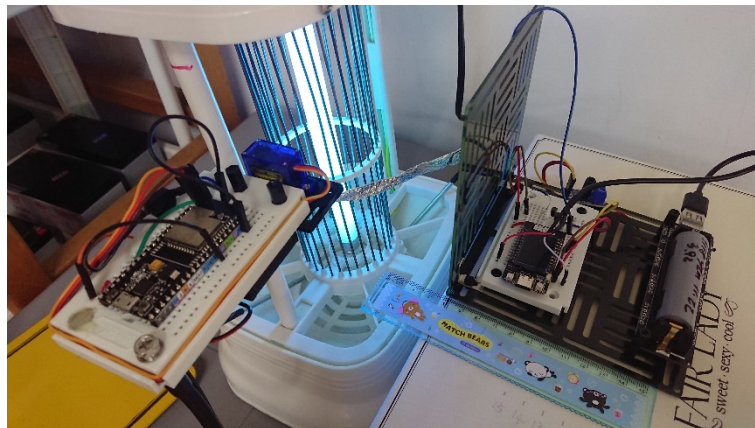


圖 2 實驗裝置

- (二) 使用自動電擊測試器模擬電擊蚊子，測量並記錄數值。

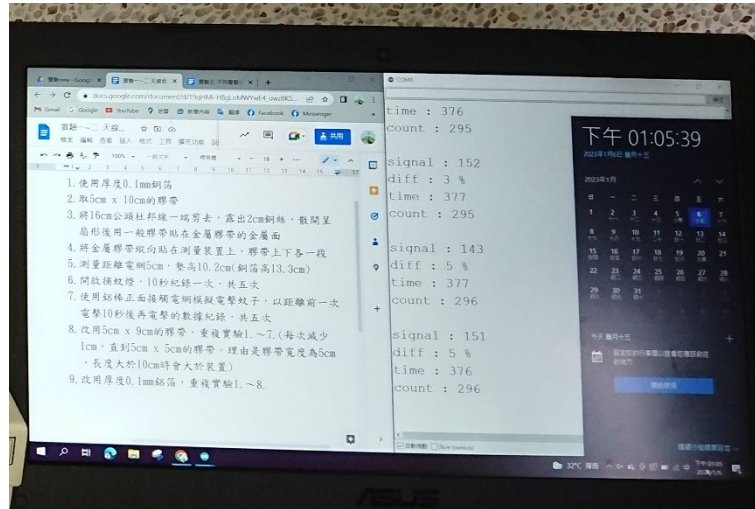


圖 3 筆電顯示畫面

(三) 實驗變因

1. 操縱變因：金屬片材質、使用長度（分開操作）。
2. 應變變因：測得訊號值。

(四) 實驗步驟

1. 使用厚度 0.1mm 的銅箔膠帶。
2. 取 5cm x 10cm 的金屬膠帶。
3. 將 16cm 公頭杜邦線一端剪去，露出 2cm 銅絲，散開呈扇形後用一般膠帶貼在金屬膠帶的金屬面。
4. 將金屬膠帶縱向貼在測量裝置上，膠帶上下各一段。
5. 測量距離電網 5cm，墊高 10.2cm。
6. 開啟捕蚊燈，10 秒紀錄一次，共五次。
7. 使用鋁棒（自動，程式設定為十秒電擊一次）正面接觸電網模擬電擊蚊子，並紀錄數據，共五次。
8. 改用 5cm x 9cm 的金屬膠帶，重複實驗 2.~7.（每次減少 1cm，直到 5cm x 5cm 的膠帶。理由是膠帶寬度為 5cm，長度大於 10cm 時會大於裝置）。

- (五) 使用厚度 0.1mm 的鋁箔膠帶，重複上述實驗 2.~8.。

四、不同厚度金屬片對電場訊號的影響（實驗三）

（一）實驗變因

1. 操縱變因：金屬片厚度（銅：0.1mm、0.05mm；鋁：0.1mm、0.06mm）。
2. 應變變因：測得訊號值。

（二）實驗步驟

1. 使用厚度 0.05mm 銅箔膠帶。
2. 取 5cm x 5cm 的銅箔膠帶。
3. 將 16cm 公頭杜邦線一端剪去，露出 2cm 銅絲，散開呈扇形後用一般膠帶貼在金屬膠帶的金屬面。
4. 將金屬膠帶縱向貼在測量裝置上。
5. 測量距離電網 5cm，墊高 10.2cm。
6. 使用鋁棒正面接觸電網以模擬電擊蚊子，待數值穩定，紀錄下來
7. 改用厚度 0.06mm 鋁箔膠帶。
8. 並改用 5x7 的鋁箔膠帶，重複實驗 2.~6.。

五、不同距離對電場訊號的影響（實驗四）

（一）實驗變因

1. 操縱變因：金屬片距離。
2. 應變變因：測得訊號值。

（二）實驗步驟

1. 使用厚度 0.06mm 鋁箔。
2. 取 5cm x 7cm 的膠帶。
3. 將 16cm 公頭杜邦線一端剪去，露出 2cm 銅絲，散開呈扇形後用一般膠帶貼在金屬膠帶的金屬面。
4. 將金屬膠帶縱向貼在測量裝置上。
5. 測量距離電網 1 cm，墊高 10cm。
6. 開啟捕蚊燈，待數值穩定，紀錄下來。

7. 使用自動電擊裝置正面接觸電網模擬電擊蚊子，待數值穩定，紀錄下來。
8. 裝置與捕蚊燈的距離改用 2 cm，重複實驗 2.~7.（每次增加 1cm，直到 15 cm 為止。理由是距離 15cm 後，數字會跳動，以裝置掛在捕蚊燈的距離為主）

六、不同電擊位置對電場訊號的影響（實驗五）

（一）實驗變因

1. 操縱變因：不同電擊位置。
2. 應變變因：測得訊號值。

（二）實驗步驟

1. 使用厚度 0.06mm 鋁箔。
2. 取 5cm x 7cm 的金屬膠帶。
3. 將 16cm 公頭杜邦線一端剪去，露出 2cm 銅絲，散開呈扇形後用一般膠帶貼在金屬膠帶的金屬面。
4. 將金屬膠帶用膠帶縱向貼在測量裝置上。
5. 測量距離電網 5cm。
6. 開啟捕蚊燈，待數值穩定，紀錄下來。
7. 使用自動電擊裝置接觸上方正面、背面、左、右四個位置模擬電擊蚊子，待數值穩定，紀錄下來。
8. 改為接觸捕蚊燈中間重複實驗 6.~7.。
9. 改為接觸捕蚊燈下方重複實驗 6.~7.。

七、製作可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置

(一) 程式流程圖

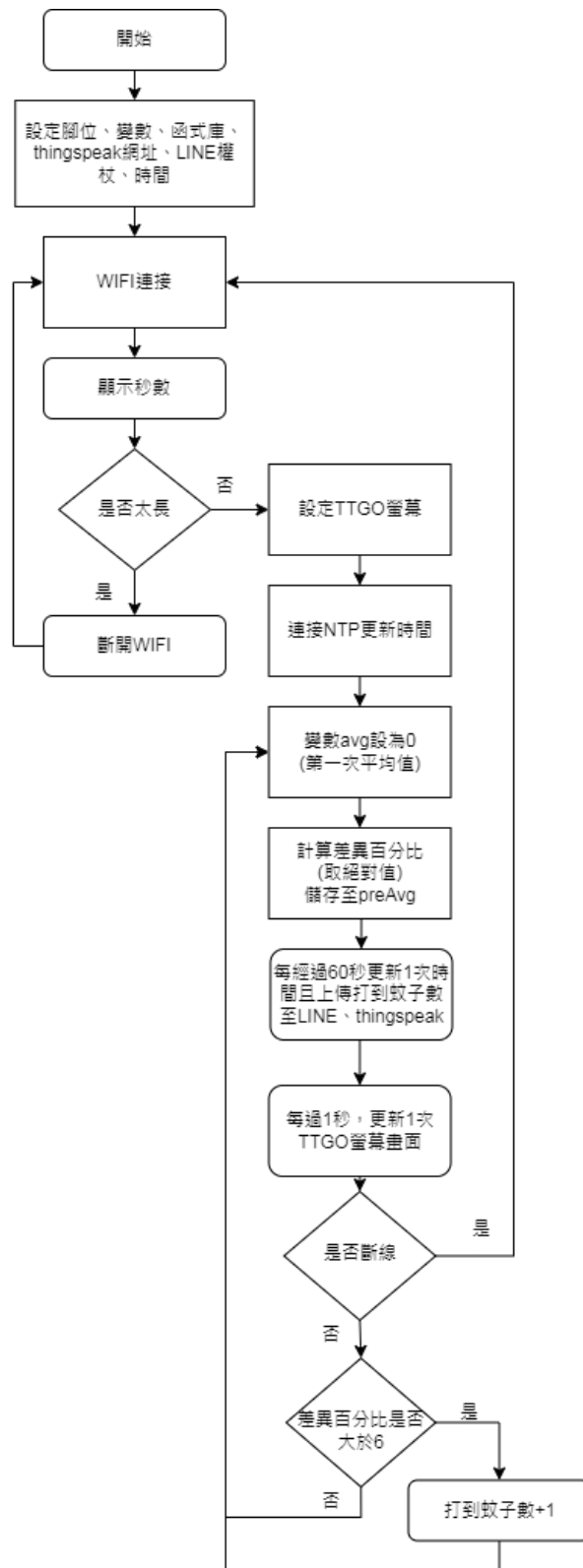


圖 4

(二) 接線圖

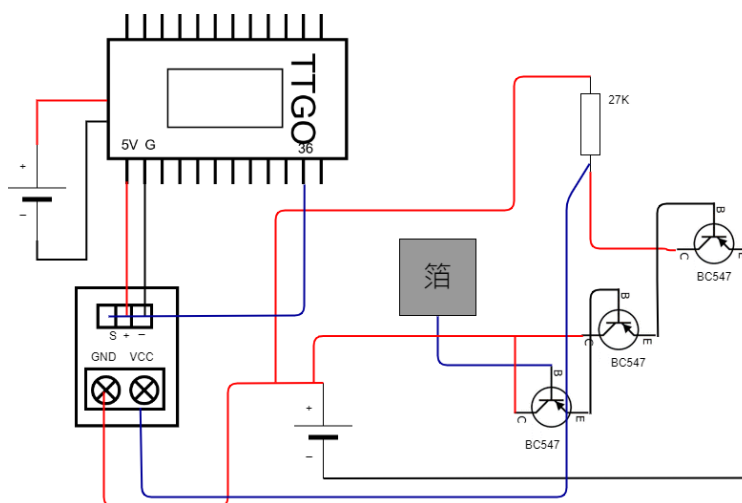


圖 5 接線圖

(三) 功能架構



圖 6 功能架構

(四) 自動電擊測試器

1. 將伺服馬達、ESP32、電池、USB 變壓器組合。

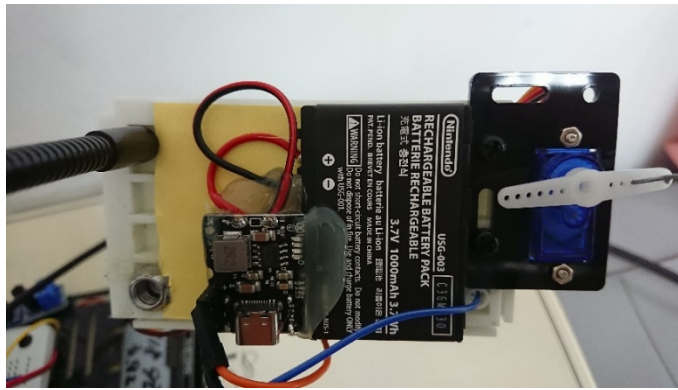


圖 7

2. 燒錄每十秒轉動 30 度的程式，完成。

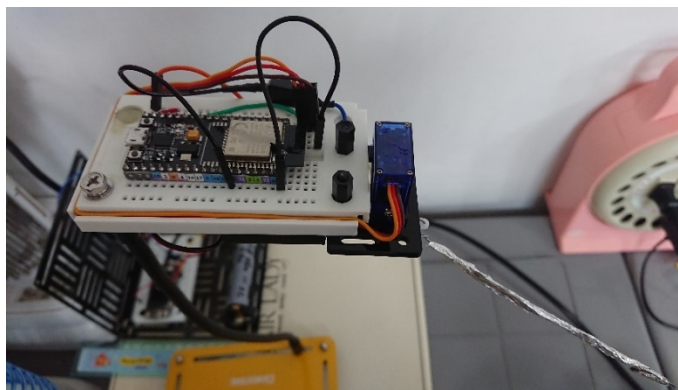


圖 8

(五) 第一代測試品製作過程

1. 將 TTGO 接上麵包板，將電壓感測器、3 個 BC547 以及 2.7k 電阻裝上麵包板。

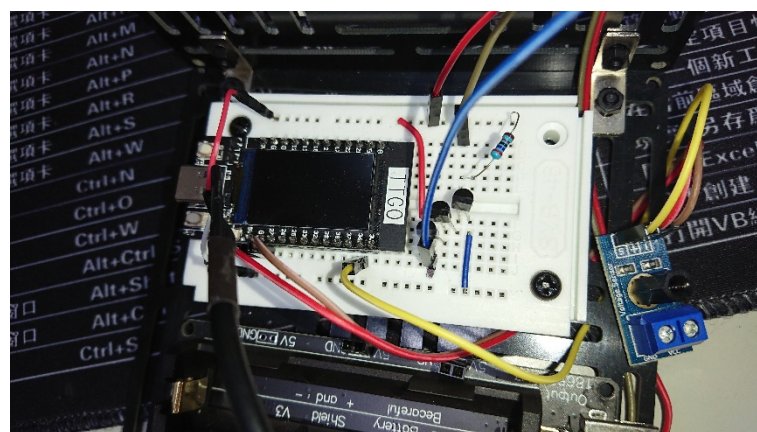


圖 9

2. 將銅箔膠帶貼在背面。



圖 10

3. 使用兩組 5v 供電器。

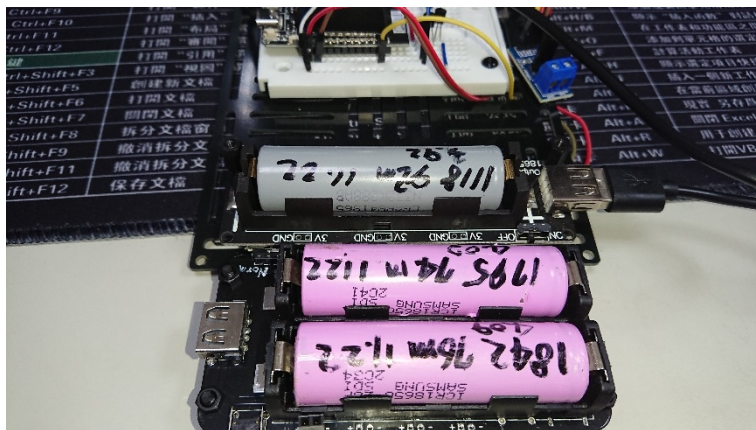


圖 11

4. 燒錄讀取電壓模組程式。
5. 完成。

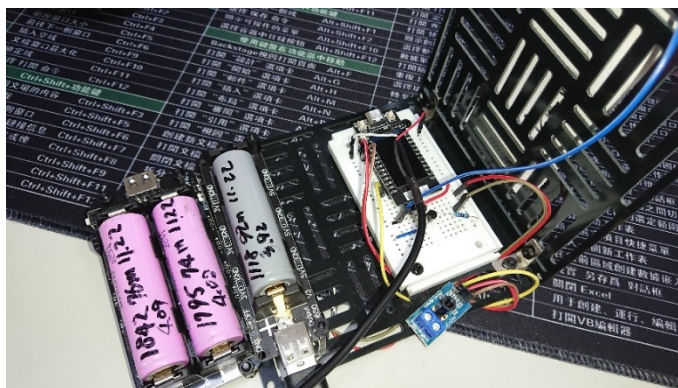


圖 12 第一代測試品完成

(六) 第二代實用版

1. 將 TTGO 接上麵包板，將電壓感測器、3 個 BC547 以及 2.7k 電阻裝上麵包板。將銅箔膠帶貼在背面，使用兩組 5v 供電器。

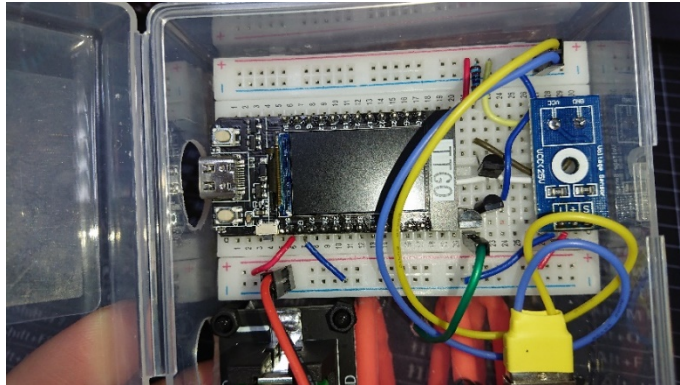


圖 13

2. 將塑膠盒鑽洞以便操作充電，將上述零件和八爪魚使用螺絲鎖在塑膠盒裡，貼上銅箔膠帶。

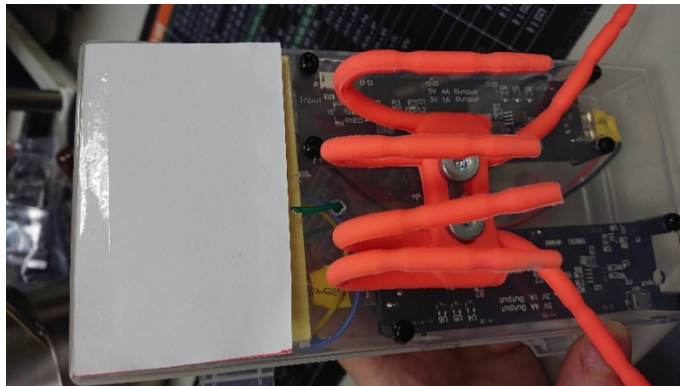


圖 14

3. 燒錄完整版程式，完成。

八、測試可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置，電擊不同位置(實驗六)

(一) 測量方式



圖 15 實測使用

(二) 實驗變因

1. 操縱變因：不同電擊位置
2. 應變變因：測得訊號值。

(三) 實驗步驟

1. 使用厚度 0.06mm 鋁箔。
2. 取 5cm x 7cm 的金屬膠帶。
3. 將 16cm 公頭杜邦線一端剪去，露出 2cm 銅絲，散開呈扇形後用一般膠帶貼在金屬膠帶的金屬面。
4. 將金屬膠帶用膠帶縱向貼在測量裝置上。
5. 測量距離電網 5cm。
6. 開啟捕蚊燈，待數值穩定，紀錄下來。
7. 使用自動電擊裝置接觸上方正面、背面、左、右四個位置模擬電擊蚊子，待數值穩定，紀錄下來。
8. 改為接觸捕蚊燈中間重複實驗 6.~7.。

(四) 改為接觸捕蚊燈下方重複實驗 6.~7.。

九、實地測試

(一) 將捕蚊燈結合本裝置放置在二樓教師室外面，開啟一個晚上進行測試。

(二) 承上，測試二台裝置同時運作上傳。

(三) 測試長時間（三天），二台裝置同時運作上傳。

(四) 程式修改

1. 螢幕顯示時間改為開機經過時間。
2. Thingspeak 改為上傳總數、每小時數量、每天數量、日平均數
3. 計算日差異比例=（當天數量－日平均數） / 日平均數
4. 將觸發條件設定：日差異比例設為 30%，每天數量設為 500
5. 若日差異比例設>30%或每天數量>500，LINE 訊息顯示「ALERT!!!」
6. 若否，LINE 訊息顯示「OK」

(五) 實驗方法

1. 將兩台捕蚊燈並排，裝置扣上捕蚊燈前面位置。
2. 將捕蚊燈和裝置分別連上電源並開機。
3. 放置數天，每天檢查是否正常運作。
4. 觀察測試結果。

(六) 實驗設置



圖 16 二台裝置同時運作上傳

肆、研究結果

一、找出測量捕蚊燈打到蚊子訊號的方法

(一) 根據查到的資料，可使用非接觸式電壓檢測器。

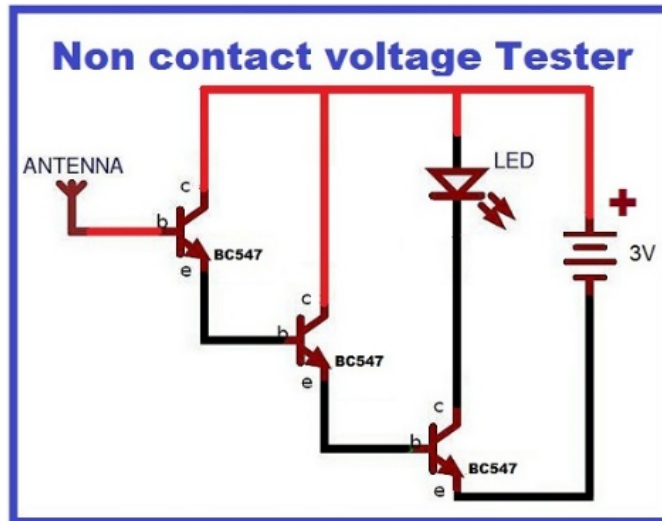


圖 17 非接觸式驗電器電路圖 (Technology Environmentalb, 2019)

1. 在最前端的天線可使用銅箔或鋁箔來偵測電場。
2. 這個裝置主要是在偵測電線是否有電。
3. 捕蚊燈也是有通電的，所以我們可以用這個原理來看是否有電到蚊子，當電到蚊子時電場可能會發生改變，就可以藉由偵測電壓的變化來確認打到蚊子。

(二) 使用 27k 電阻代替 LED。

(三) 使用電壓模組量取電組兩端電壓。

二、電場訊號與實際電壓的關係

(一) 我們查詢到電壓模組與訊號轉換的

1. 公式： $V_{IN} = V_{OUT} / (R2 / (R1 + R2))$ 。
2. V_{IN} ：輸入電壓 V_{OUT} ：輸出電壓 $R1$ ：電阻一 $R2$ ：電阻二。
3. 電阻一為 30000 歐姆，電阻二為 7500 歐姆。

(二) 使用示波器檢驗

1. 未開非接觸式電壓檢測電源

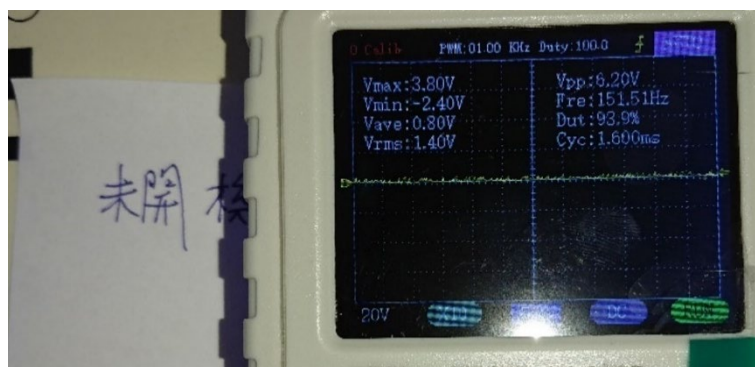


圖 18 未開機波形

2. 開啟非接觸式電壓檢測電源 (0.1mm 銅箔, 5cm x 10cm, 距離 3cm)

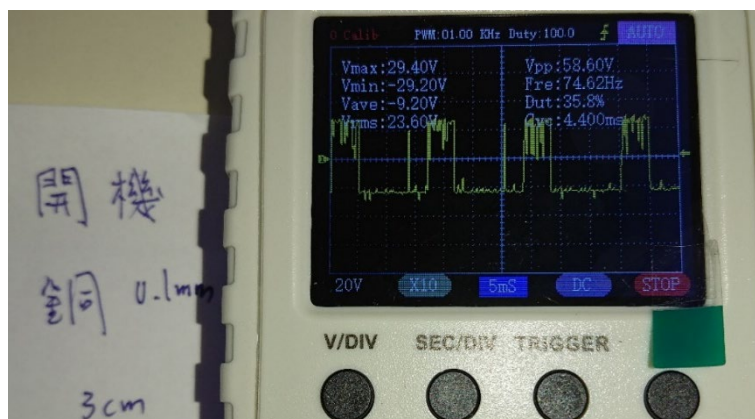


圖 19 開機後波形 (0.1mm 銅箔, 5cm x 10cm, 距離 3cm)

3. 開啟非接觸式電壓檢測電源 (0.1mm 銅箔, 5cm x 10cm, 距離 7cm)

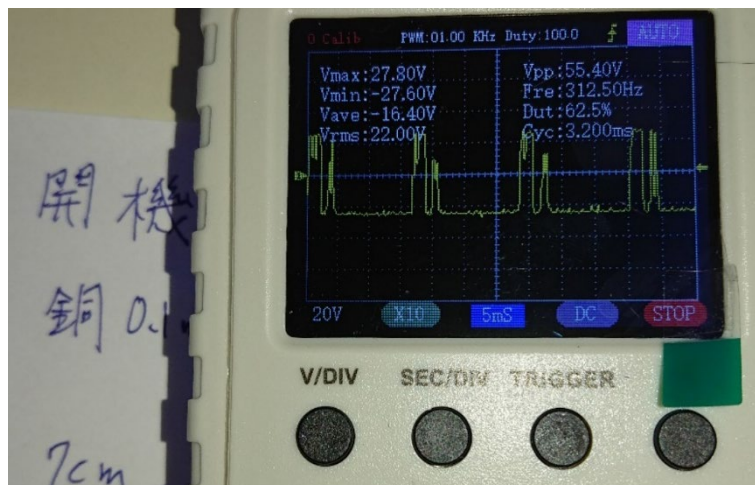


圖 20 開機後波形 (0.1mm 銅箔, 5cm x 10cm, 距離 7cm)

4. 開啟非接觸式電壓檢測電源（0.1mm 銅箔，5cm x 10cm，距離 5cm）

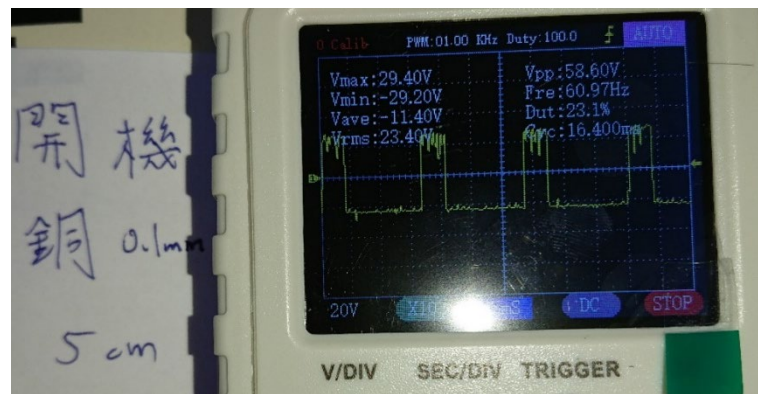


圖 21 開機後波形（0.1mm 銅箔，5cm x 10cm，距離 5cm）

5. 開啟非接觸式電壓檢測電源，電擊（0.1mm 銅箔，5cm x 10cm，距離 5cm）

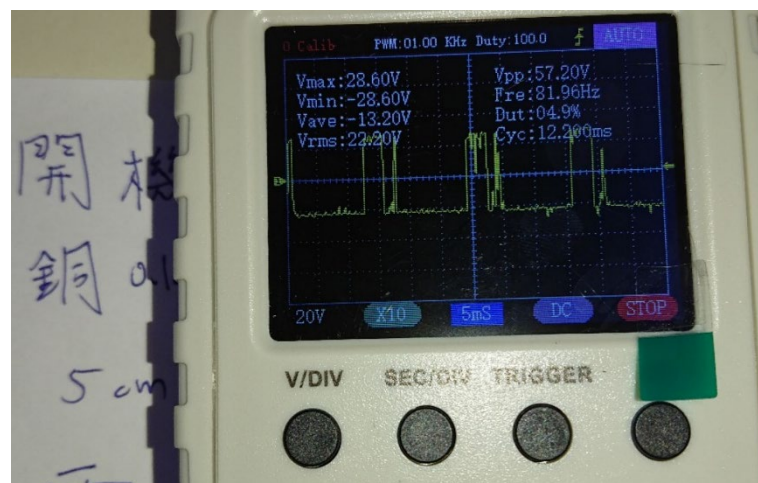


圖 22 電擊波形（0.1mm 銅箔，5cm x 10cm，距離 5cm）

三、金屬片長度對電場訊號的影響（實驗一）

（一）銅箔

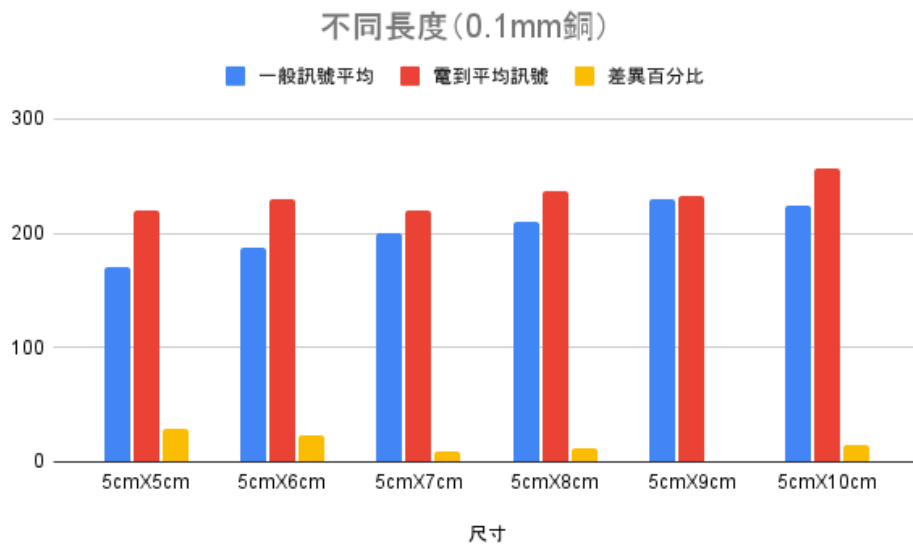


圖 23 不同長度銅箔訊號

1. 由上圖 23 可看出銅箔在 5cm×5cm 差異百分比較高

（二）鋁箔

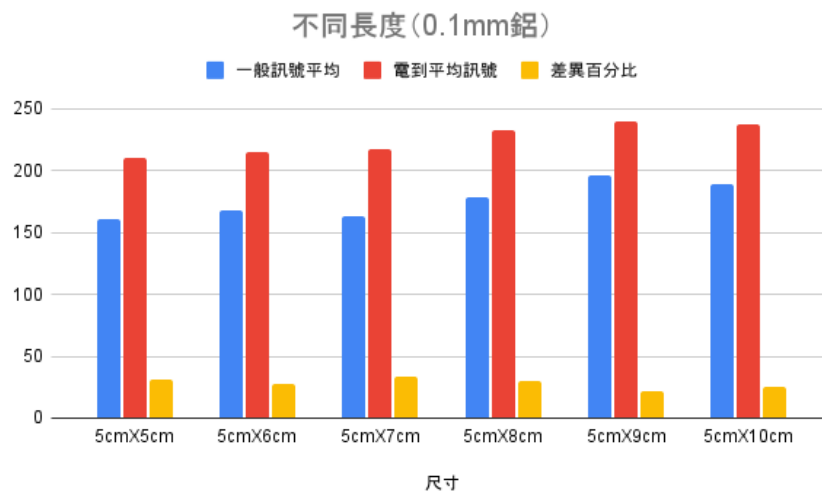


圖 24 不同長度鋁箔訊號

1. 由上圖 24 可看出鋁箔在 5cm×7cm 差異百分比較高。

四、不同材質金屬片對電場訊號的影響（實驗二）

(一) 圖 23、圖 24 顯示，銅和鋁在 5cm×9cm 差異百分比均較低。

(二) 鋁箔在 5cm×7cm 時差異百分比比較大

五、不同厚度金屬片對電場訊號的影響（實驗三）

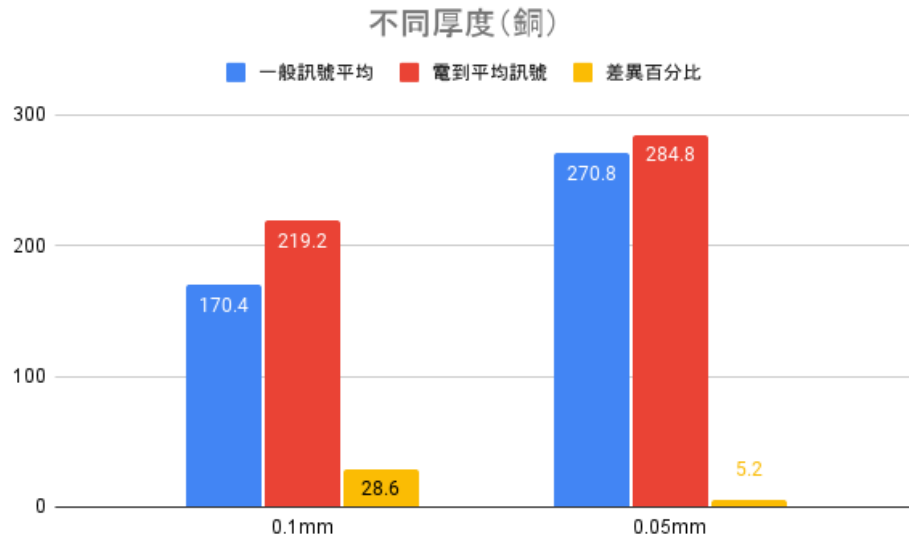


圖 25 不同厚度銅箔訊號

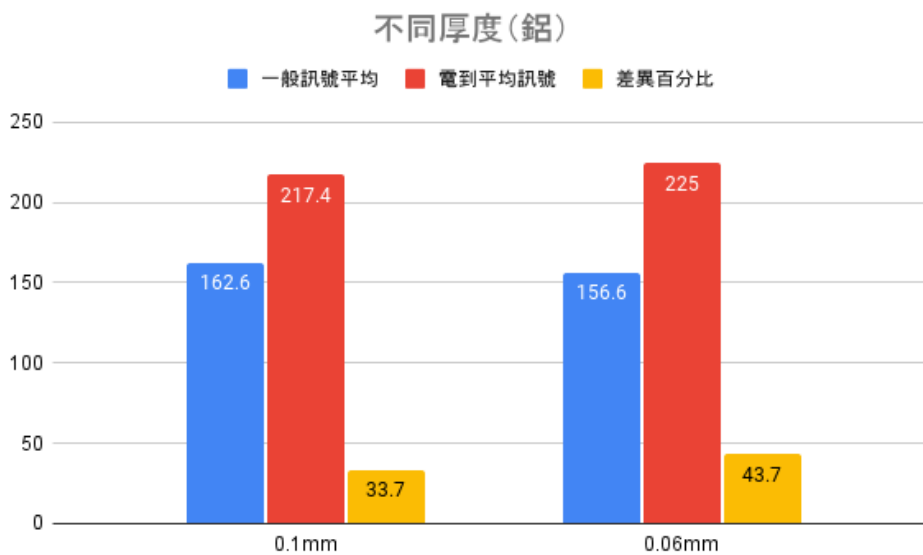


圖 26 不同厚度鋁箔訊號

(一) 圖 25、圖 26 顯示，鋁片厚度為 0.06mm 時差異百分比比較 0.1mm 大

(二) 銅箔在圖 25 中，0.1mm 差異百分比比較 0.05mm 大

六、不同距離對電場訊號的影響（實驗四）

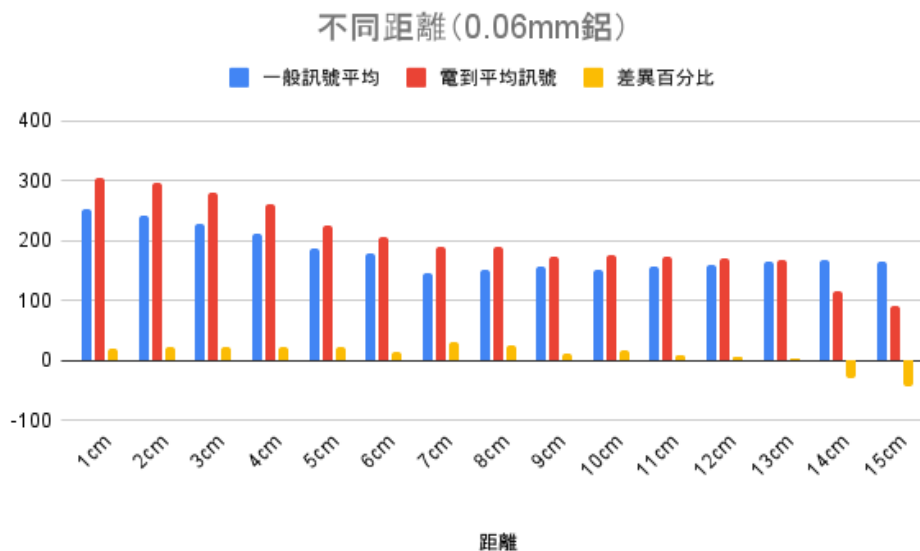


圖 27 不同距離訊號

(一) 圖 27 顯示，當距離為 14~15cm 時一般訊號的平均小於電擊平均，這導致差異百分比小於零。

(二) 實驗距離來到 14cm 時，差異百分比變成負數。

七、不同電擊位置對電場訊號的影響（實驗五）

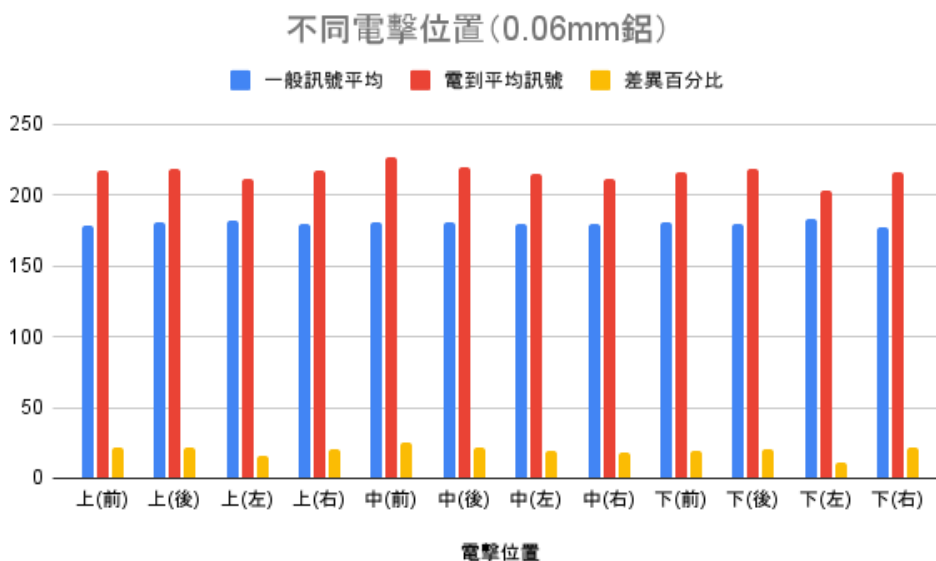


圖 28 不同電擊位置訊號

(一) 差異百分比，下（左）最低，中（前）最高。

八、主機功能如下：

(一) 利用八爪魚掛勾掛在捕蚊燈上，即可將捕蚊燈轉換為登革熱潛勢觀察的利器。

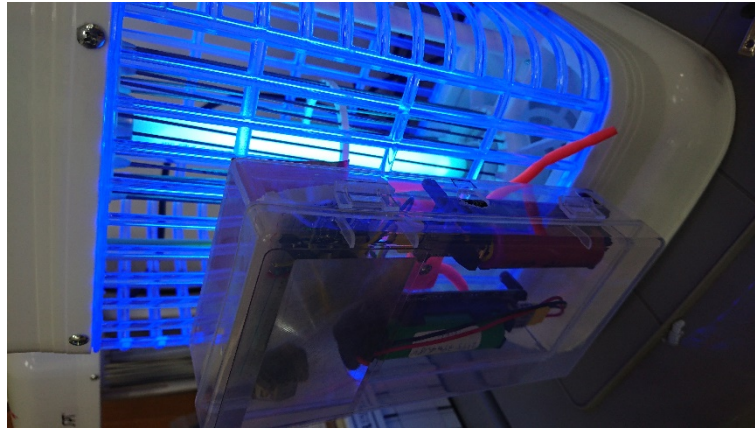


圖 29 實際裝置圖

(二) 換算捕蚊燈電壓和電到蚊子電壓的差異百分比，偵測打到的蚊子數量。

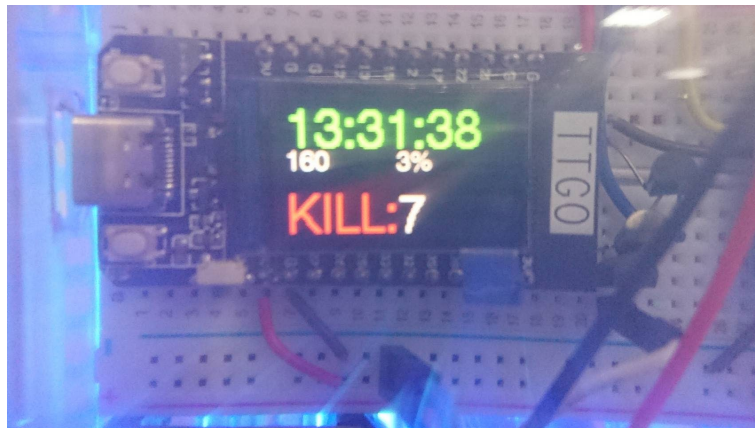


圖 30 顯示畫面

(三) 每 60 秒回傳一次訊息到 LINE 和 ThingSpeak。

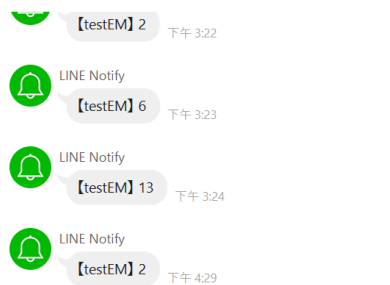


圖 31 LINE 訊息

(四) 在 ThingSpeak 建立定位地點資料，做為登革熱潛勢參考。

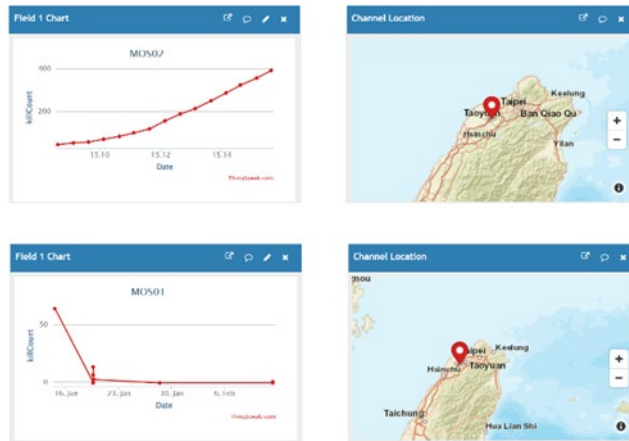


圖 32 ThingSpeak 畫面

九、測試可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置，電擊不同位置（實驗六）

(一)

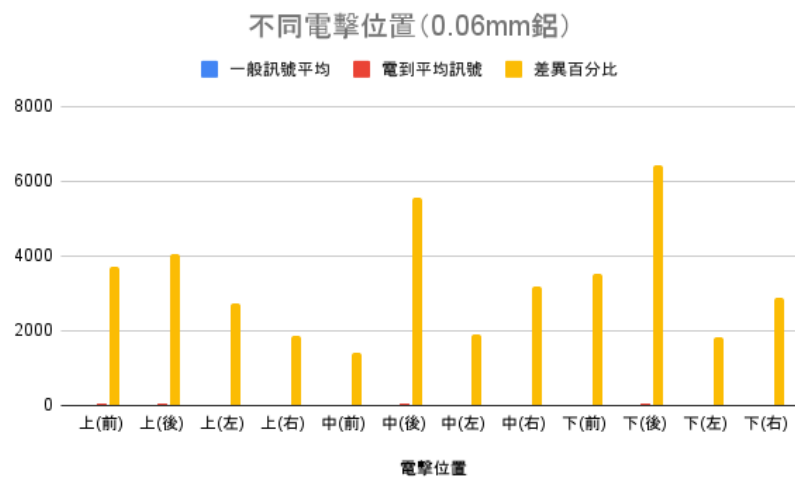


圖 33 第二代實際使用之訊號

1. 這個狀態下，一般訊號都為零，分母為零無法計算，於是我們決定將所有一般訊號加一，這樣就可以有數字，所以此處的差異百分比會大於百分之百。
2. 不同的電擊位置，差異百分比界於 1420%~6440%之間。
3. 當電擊發生在偏後下方位置，差異百分比最大；偏中前方位置，差異百分比最小。

十、實地測試

(一) 一個晚上

1. 數據紀錄

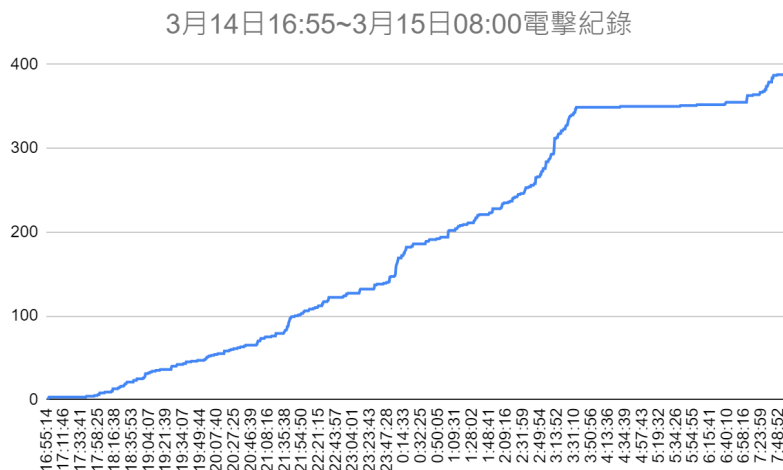


圖 34 電擊次數紀錄

2. 一個晚上數據紀錄電擊到的結果



圖 35 實際上打到的蚊子及昆蟲

3. LINE Notify 通知

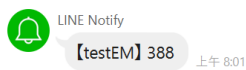


圖 36 LINE 的通知

4. ThinSpeak 紀錄

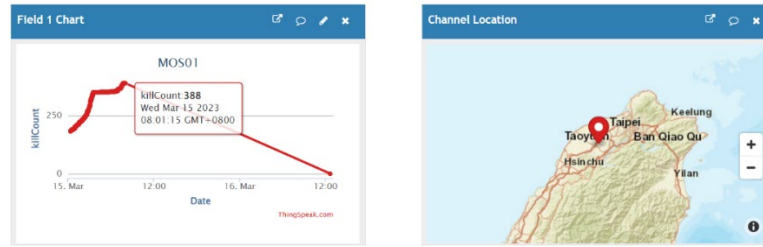


圖 37 ThingSpeak 的畫面

(二) 二台同時測試

1. LINE Notify 通知

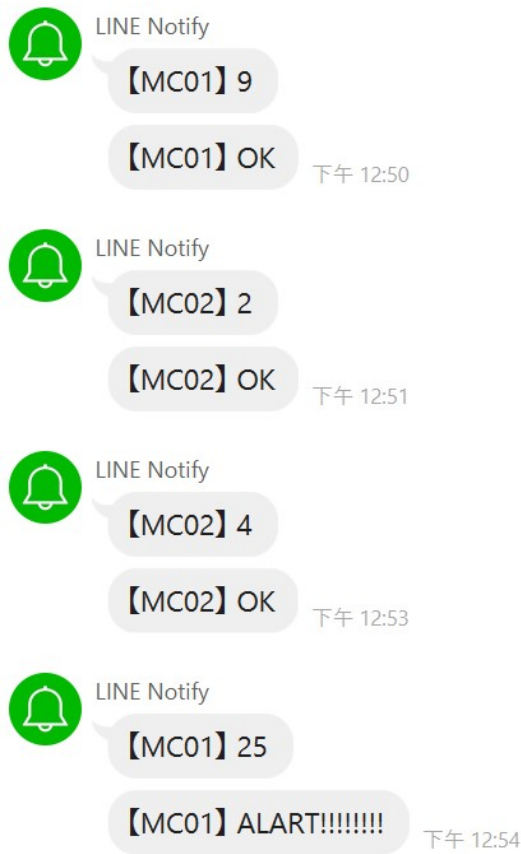


圖 38 LINE 的通知

2. ThinSpeak 紀錄

MOS01

Channel ID: 1569097
Author: mwa000021459955
Access: Public

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys Data Import / Export

Add Visualizations Add Widgets Export recent data

MATLAB Analysis MATLAB Visualization

Channel 3 of 4 < >

Channel Stats

Created: about a year ago
Last entry: about 2 hours ago
Entries: 8946



圖 39 ThingSpeak 的畫面 (MOS01)

MOS02

Channel ID: 1608579
Author: mwa000021459955
Access: Public

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys Data Import / Export

Add Visualizations Add Widgets Export recent data

MATLAB Analysis MATLAB Visualization

Channel 4 of 4 < >

Channel Stats

Created: about a year ago
Last entry: about 2 hours ago
Entries: 935



圖 40 ThingSpeak 的畫面 (MOS02)

(三) 三天長時間測試

1. LINE Notify 通知

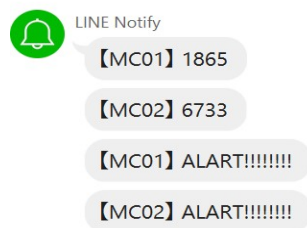
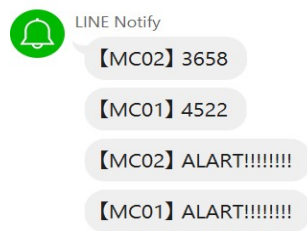


圖 41 LINE 的通知

2. ThingSpeak 紀錄

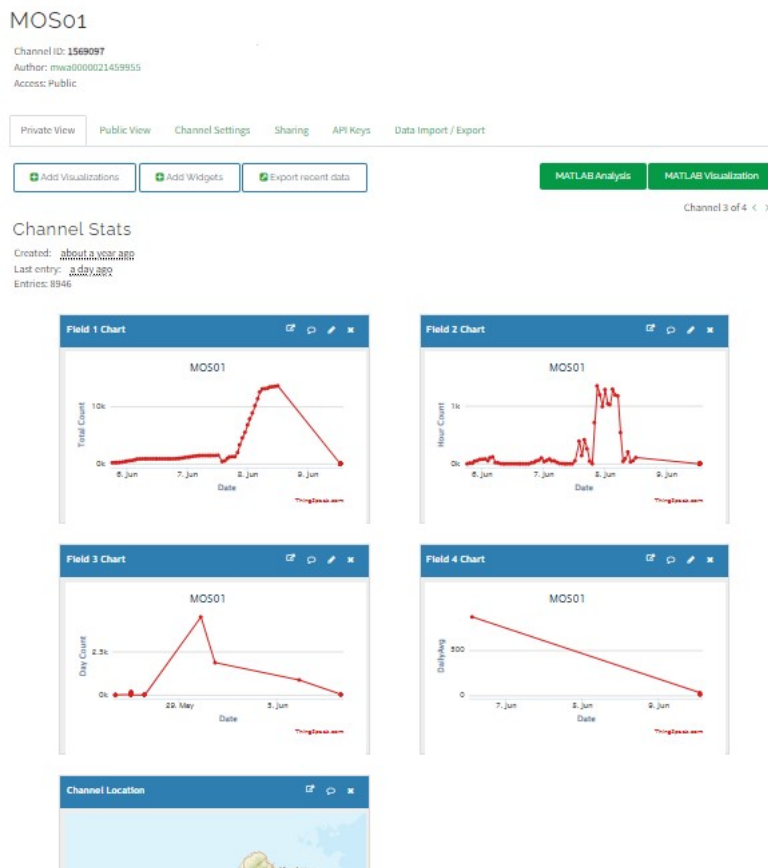


圖 42 ThingSpeak 的畫面 (三天、MOS01)

MOS02

Channel ID: 1603579
Author: mwa00002145955
Access: Public

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys Data Import / Export

Add Visualizations Add Widgets Export recent data

MATLAB Analysis MATLAB Visualization

Channel 4 of 4 < >

Channel Stats

Created: [about a year ago](#)
Last entry: [2 days ago](#)
Entries: 935

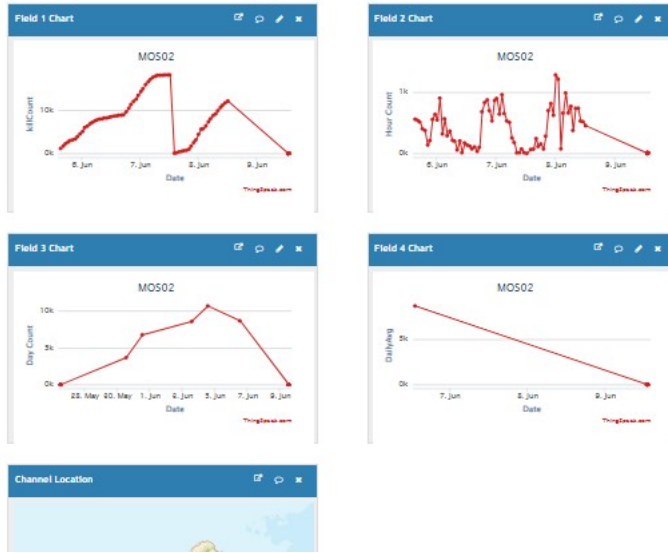


圖 43 ThingSpeak 的畫面 (三天、MOS02)

伍、討論

一、找出測量捕蚊燈打到蚊子訊號的方法

- (一) 由於捕蚊燈電壓太高，無法用接觸式的測量方式，例如三用電表；必須採用非接觸式的方式測量。
- (二) 聲音的測量容易受到環境的影響，所以不考慮使用。
- (三) 決定採用非接觸驗電的方式測量，較符合所需。

二、電場訊號與實際電壓的關係

- (一) 訊號值可以轉換成電壓，但本作品是以訊號差異的百分比判斷是否打到蚊子，所以不需要進行轉換。
- (二) 由示波器可以看出捕蚊燈有波形產生，且打到蚊子佔比值（duty%）有變化，因此本作品可以由信號值進行判斷。

三、金屬片長度對電場訊號的影響（實驗一）

- (一) 銅箔在 5cm x 5cm 時差異百分比最大。
- (二) 鋁箔在 5cm x 7cm 時差異百分比最大，比銅箔高，可將天線設為 5cm x 7cm \rightarrow 。

四、不同材質金屬片對電場訊號的影響（實驗二）

- (一) 最後發現鋁較銅好用。
- (二) 銅箔在 5x9 時差異百分比突然變得很小。

五、不同厚度金屬片對電場訊號的影響（實驗三）

- (一) 鋁片厚度為 0.06mm 時差異百分比比較 0.1mm 大，銅箔 0.1mm 差異百分比比較 0.05mm 大，但是因為鋁箔的差異百分比還是比銅箔大，所以最後決定使用較薄的鋁箔。

六、不同距離對電場訊號的影響（實驗四）

- (一) 距離愈遠，訊號值愈小，14~15cm 反而電擊到後差異百分比為負值。

七、不同電擊位置對電場訊號的影響（實驗五）

- (一) 不同的電擊位置，差異百分比界於 11.3%~25.5%之間，差異不大。
- (二) 如果將程式的判斷值 limit 設定在此範圍，將可以有效偵測到電擊蚊子

八、製作可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置

- (一) 希望日後可以縮小體積，使其更有商業價值。
- (二) 如果需長時間使用，有預留充電孔，可以使用 USB 邊充邊用。

九、測試可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置，電擊不同位置

- (一) 不同的電擊位置，差異百分比界於 1420%~6440%之間。
- (二) 如果將程式的判斷值 **limit** 設定在此範圍，將可以有效偵測到電擊蚊子。
- (三) 發現如果將金屬膠帶用電線與捕蚊燈的外殼連接，數值比較穩定，推測可能是因為電壓很高，導致塑膠外殼帶電。

十、實地測試

- (一) 可以發現除了蚊子，也電到一些蛾類或其他昆蟲，可以將捕蚊燈圍上只有蚊子飛得進去的網子，降低電擊錯誤目標的機率。
- (二) 電擊到的蟲子數量，與數據基本吻合。
- (三) 裝置有正常運作，每小時、天電到蚊子總數、每天差異蚊子數量都有上傳至 **Thingspeak**。
- (四) 能夠每日傳 LINE 通知是否有潛在危險。

陸、結論

- 一、本研究發現可以使用非接觸驗電的方式測量捕蚊燈電到蚊子的次數。
- 二、如果單就天線的選擇，0.06mm，5cm x 7cm 鋁箔效果較理想。
- 三、第一代實驗距離愈遠訊號愈小，甚至歸零，第二代的一般訊號為零。
- 四、第二代的外掛式裝置因為初始只要 TTGO 的 limit 參數設定在 1420%~6440%，可有效偵測不同位置電擊到的蚊子。
- 五、本研究製造出可以用外掛式加裝在捕蚊燈上，進行蚊子計數，上傳 ThingSpeak 和 LINE 並且可在同一地區進行大量設置以即時了解該地區登革熱潛勢。

柒、參考文獻資料

- 一、Arduino 筆記(85)：電壓感測器(Voltage Sensor)。取自
<https://atceiling.blogspot.com/2020/10/arduino85voltage-sensor.html>
- 二、Non-Contact Voltage Detector by using transistor。取自
<https://envirementalb.com/non-contact-voltage-detector>
- 三、電捕蚊燈使用安全及注意事項。取自
https://www.hcfd.gov.tw/board/fireInvestigation_more.asp?wyubse==
- 四、實作派電子實驗室-驗電筆-原理-如何使用-偵測火線是哪一條。取自
<https://www.strongpilab.com/voltage-detector-how-to-use/>

【評語】 032813

本作品裝置可以計算抓到多少蚊子的裝置透過移動平均數值分析來研判登革熱是否有可能流行。作品針對捕蚊燈高電壓不易量測的特性，改由非接觸的開發系統作為監控計數裝置。資訊可以即時傳送手機。作品基於生活需求出發，具有實際應用價值，值得肯定。

未來可以嘗試開發捕蚊燈對於不同大小昆蟲的電擊差異特性，來辨識電擊的是否為蚊子，捕獲的蚊子不見得都是病媒蚊但是都有被計數，也是本作品未來還可以持續開發精進的機會。

作品海報

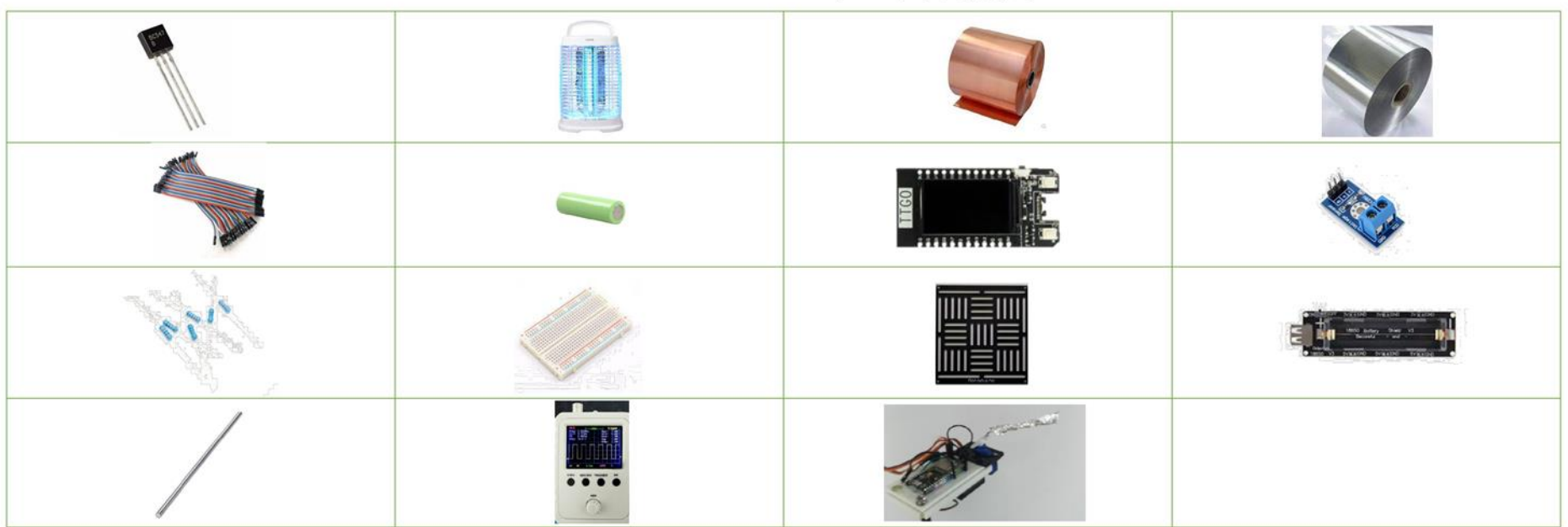
壹、摘要

本研究藉由非接觸驗電的方式測量捕蚊燈電到蚊子的次數，經測試發現使用0.06mm，5cm x 7cm鋁箔作為天線最佳，偵測訊號參數設定在1420%~6440%可有效偵測不同位置電擊到的蚊子。最後製造出外掛式主機，加裝在現有的捕蚊燈進行蚊子計數，顯示在LCD螢幕上，同時上傳ThingSpeak和LINE通知。每一台主機都可以直接外掛在捕蚊燈上，在同一地區進行大量設置，可以以即時統計電擊次數，了解該地區登革熱潛勢。

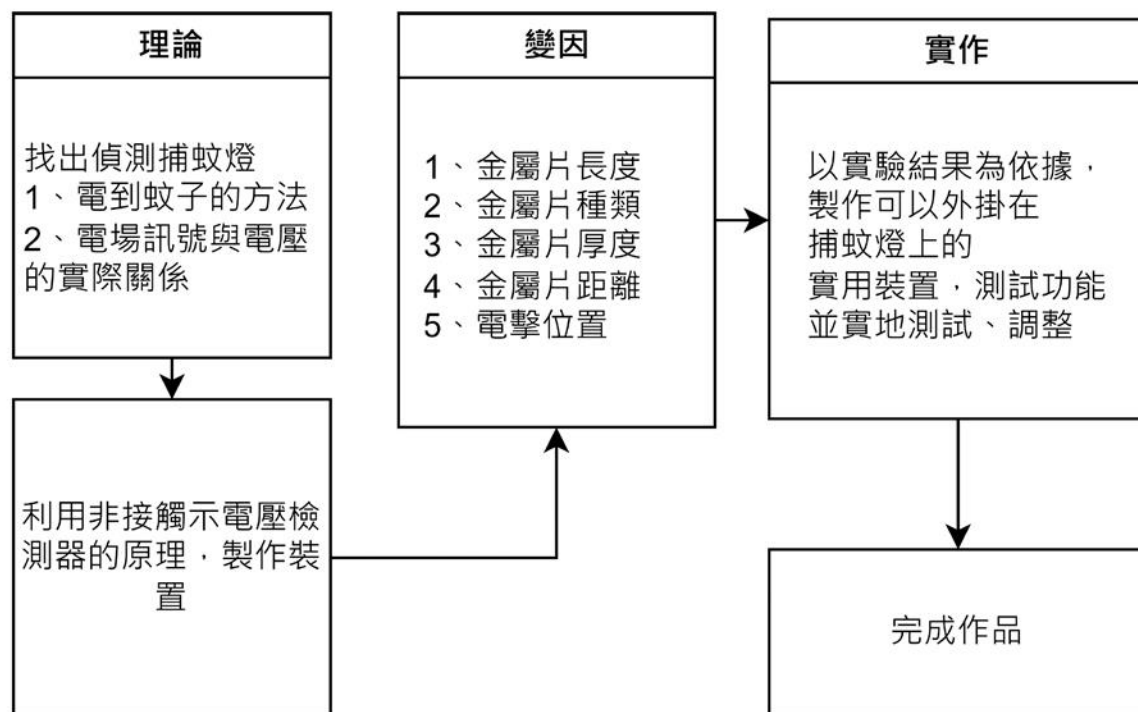
貳、研究目的

- 一. 找出測量捕蚊燈打到蚊子訊號的方法。
- 二. 探討電場訊號與實際電壓的關係。
- 三. 探討金屬片長度對電場訊號的影響。
- 四. 探討不同材質金屬片作為天線時對電場訊號偵測的影響。
- 五. 探討不同厚度金屬片作為天線時對電場訊號偵測的影響。
- 六. 探討不同距離作為天線時對電場訊號偵測的影響。
- 七. 探討不同電擊位置作為天線時對電場訊號偵測的影響。
- 八. 製作可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置。
- 九. 測試可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置電擊不同位置。
- 十. 實地測試。

參、研究設備及器材



肆、研究過程

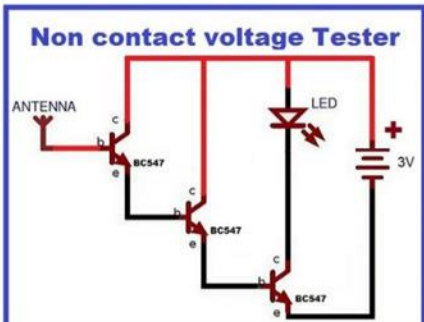

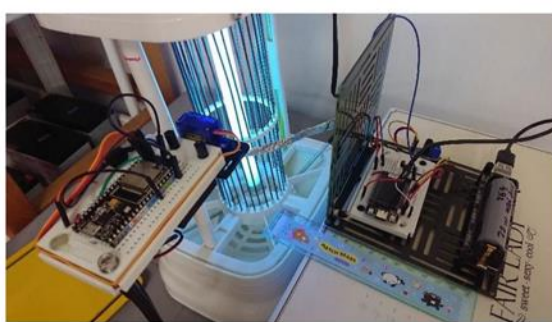


第一步 製作非接觸式驗電裝置	第二步 利用示波器測試一般情況下的電場。	第三步 示波器顯示測試電擊時是會影響電場。	第四步 自製自動電擊裝置。
第五步 製作出可以測電場訊號的裝置	第六步 進行電擊實驗 金屬片不同(長度)(材質)(厚度)(距離電擊位置)對電場訊號的影響。	第七步 觀察並記錄數據，將數據放入google試算表製作圖表	第八步 製作出完成品(可外掛在捕蚊燈)並進行測試、修改



伍、研究結果

一、原理

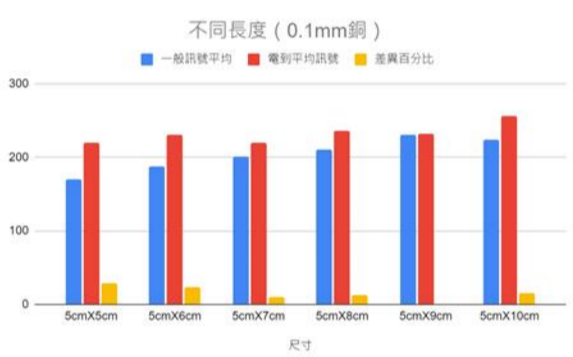
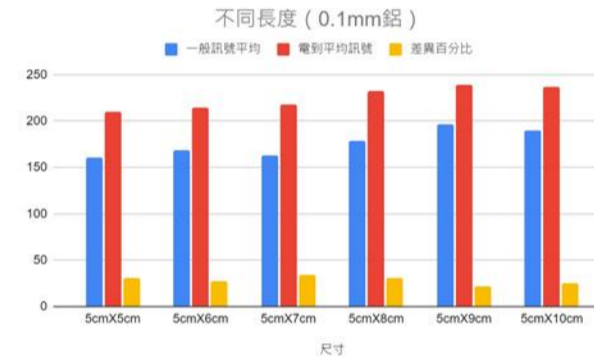
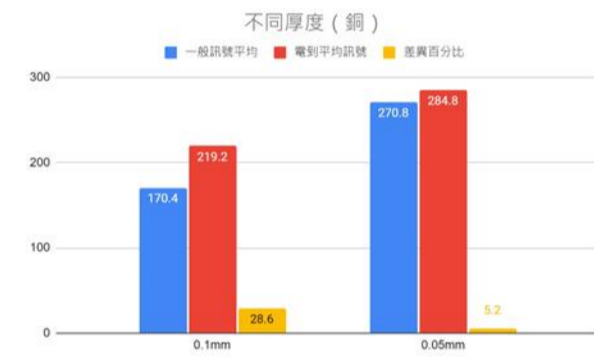
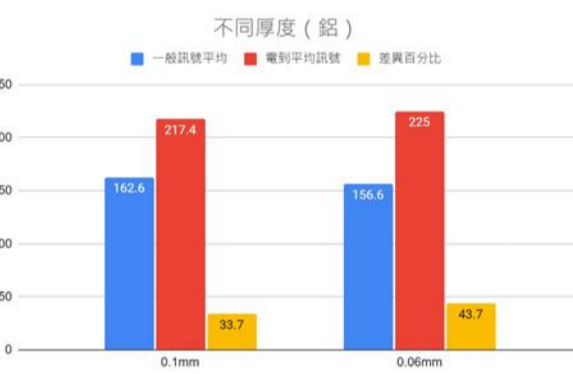
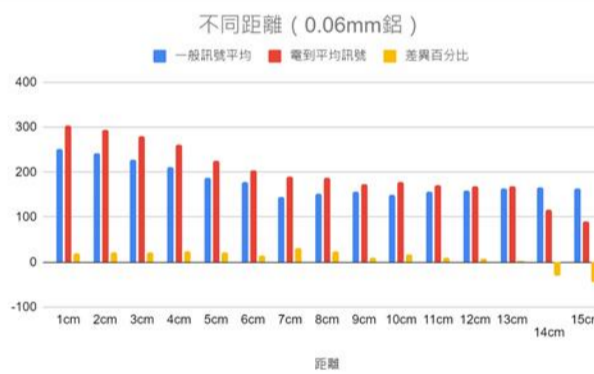
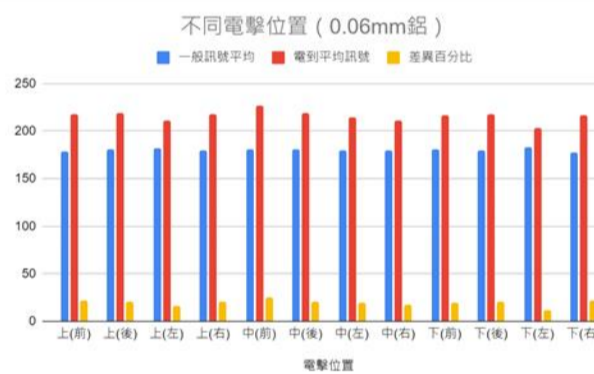
二、示波器檢驗

		
<p>電到蚊子時電場可能會發生改變，可藉由偵測電壓的變化來確認打到蚊子。</p>	<p>使用示波器檢驗電壓</p>	<p>實驗配置</p>

自動電擊器製作方法

		
<p>將伺服馬達、ESP32、電池、USB變壓器組合。</p>	<p>將鋁箔紙包鐵絲裝上伺服馬達</p>	<p>燒錄每十秒轉動30度的程式</p>

三~七 比對金屬片長度、材質、厚度、距離、電擊位置對電場訊號的影響

 <p>不同長度 (0.1mm銅)</p>	 <p>不同長度 (0.1mm鋁)</p>	 <p>不同厚度 (銅)</p>
<p>三、金屬片長度電場訊號 (實驗一)</p>	<p>四、不同材質金屬片電場訊號 (實驗二)</p>	<p>五、不同厚度金屬片電場訊號 (實驗三)</p>
 <p>不同厚度 (鋁)</p>	 <p>不同距離 (0.06mm鋁)</p>	 <p>不同電擊位置 (0.06mm鋁)</p>
<p>五、不同厚度金屬片電場訊號(實驗三)</p>	<p>六、不同距離電場訊號 (實驗四)</p>	<p>七、不同電擊位置電場訊號 (實驗五)</p>

八、製作可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置

				
<p>裝置外掛在捕蚊燈上的實際樣子</p>	<p>電擊不同位置的數據</p>	<p>傳輸現況到LINE和ThingSpeak，ThingSpeak繪製圖表進行分析。</p>	<p>TTGO顯示時間、差異百分比、電擊到的蚊子數量</p>	<p>電到的蚊子標本</p>

九、實地測試

				
<p>同時架設2台主機於不同捕蚊燈</p>	<p>螢幕顯示</p>	<p>第一台ThingSpeak圖表</p>	<p>第二台ThingSpeak圖表</p>	<p>LINE訊息</p>

陸、討論

一. 找出測量捕蚊燈打到蚊子訊號的方法

由於捕蚊燈電壓太高，無法用接觸式的測量方式，例如三用電表；必須採用非接觸式的方式測量。

二. 電場訊號與實際電壓的關係

由示波器可以看出捕蚊燈有波形產生，且打到蚊子佔比值 (duty%) 有變化，因此本作品可以由信號值進行判斷。

三. 金屬片長度對電場訊號的影響

1. 銅箔在5cm x 5cm時差異百分比最大。
2. 鋁箔在5cm x 7cm時差異百分比最大，可將天線設為5cm x 7cm。

四. 不同材質金屬片對電場訊號的影響

1. 最後發現鋁較銅好用。
2. 銅箔在5cm x 9cm時差異百分比突然變得很小。

五. 不同厚度金屬片對電場訊號的影響

鋁片厚度為0.06mm時差異百分比比較0.1mm大，銅箔0.1mm差異百分比比較0.05mm大，但是因為鋁箔的差異百分比還是比銅箔大，所以最後決定使用較薄的鋁箔(5cm x 7cm x 0.06mm)。

六. 不同距離對電場訊號的影響

距離愈遠，訊號值愈小，14~15cm反而電擊到後差異百分比為負值。

七. 不同電擊位置對電場訊號的影響

差異百分比，下(左)最低，中(前)最高

八. 製作可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置

有預留充電孔，可以使用USB邊充邊用。日後可以縮小體積，使其更有商業價值。

九. 測試可以外掛在捕蚊燈上的實用裝置，電擊不同位置

1. 不同的電擊位置，差異百分比界於1420% ~ 6440%之間。
2. 發現如果將金屬膠帶用電線與捕蚊燈的外殼連接，數值比較穩定，推測可能是因為電壓很高，導致塑膠外殼帶電。

十. 實地測試

1. 電擊到的蟲子數量，與數據基本吻合。可以發現除了蚊子，也電到一些蛾類或其他昆蟲，可以將捕蚊燈圍上只有蚊子飛得進去的網子，降低電擊錯誤目標的機率。
2. 程式經修正後，改為顯示總開機時間，可減少聯網校正時間的延遲。新增每天平均值，可與今日數值比較，更有效區分是否發送警報。

柒、結論

一. 本研究發現可以使用非接觸驗電的方式測量捕蚊燈電到蚊子的次數。

二. 如果單就天線的選擇，0.06mm，5cm x 7cm鋁箔效果較理想。

三. 第一代實驗距離愈遠訊號愈小，甚至歸零，第二代的一般訊號為零。

四. 第二代的外掛式裝置因為初始只要TTGO的limit參數設定在1420% ~ 6440%，可有效偵測不同位置電擊到的蚊子。

五. 本研究製造出可以用外掛式加裝在捕蚊燈上，進行蚊子計數，上傳

ThingSpeak和LINE可在同一地區進行大量設置以即時了解該地區登革熱潛勢。