

新竹市第四十一屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學科(一)

組別：國小組

作品名稱：「偵藏不漏—漏水偵測與雲端即時接收系統」

關鍵詞：漏水偵測、手機 app 即時回報系統、Web:Bit 開發板

編號：

目錄

摘要	1
壹、前言	2
貳、研究設備與器材	4
參、研究過程與方法	5
肆、研究結果與討論	15
伍、結論	25
陸、參考文獻資料	26

摘要

近年台灣漏水問題頻繁，每滴水都格外珍貴。我們無法解決水管破裂造成的漏水，但是我們可以改善校園中常有人忘記關水龍頭或漏水未維修的情況，減少水資源嚴重的浪費。

本實驗使用 **Web:Bit** 開發板連接電腦偵測到的數據，發現漏水偵測電極的材質與結構都會影響偵測漏水的敏銳度，透過塑膠片磨砂處理與選擇黏貼間距適中的銀箔導電膠帶效果最為良好，以此條件進行實際水龍頭漏水實驗，**Web:Bit** 會將漏水感測之結果傳送至 **LINE**，可即時警示回報，進而得以改善或維修。

本研究已達成有效偵測漏水，利用 **Web:Bit** 將漏水感測之結果傳送至 **Google** 試算表，可以長期記錄學校各點之用水狀況，透過大數據分析學生用水習性，希望未來此裝置能廣泛應用於各場所，為節能減碳永續環境盡一份心力。

壹、前言

一、研究動機

水資源在氣候變遷中是各國重視的議題，臺灣被列為全世界缺水國家第十八名，因此，開源節流將會是保有水資源的重要課題，以臺灣目前使用水資源的狀況，漏水是流失水資源的一個重大問題，所以，我們想做出一個便宜且靈敏的偵測器，並可以用 LINE Notify 傳送給使用者（管理員）。以下是本裝置的特點：

- (一) 教育性：結合 Webduino，製作簡易偵測器，達到科技與環境的結合。
- (二) 科學性：透過專題，進行科學實驗，並培養科學態度，例如：觀察、提問、擬定方法、驗證等。
- (三) 創客性：使用自製的模擬漏水實驗模組，將偵測訊號傳至手機上的 LINE。
- (四) 即時性：當漏水時電阻值改變後，立刻利用 LINE Notify 發出警訊傳送給使用者。
- (五) 操作簡便性：偵測裝置只使用導電膠帶、塑膠片和軟水管，以及連接 LINE Notify，有攜帶便利與即時傳訊的特色。
- (六) 低成本：使用便宜的塑膠片及金屬膠帶，成本低廉。

二、研究目的

近年來，因全球暖化、氣溫升高，引發各種異常氣候。對於新竹科學園區的高科技產業而言，「水」是其產業關鍵命脈，因此穩定的水資源供給是非常重要的。另外，新竹縣市每日所需約 55 萬噸自來水，而科學園區就佔了將近六成，使得新竹每一滴水都格外珍貴，寸「水」如金，讓人們更需實行節約用水。然而，以小學生能力所及，我們想要設計一個裝置，能夠有效的偵測水龍頭漏水或未關，讓人們即時發現漏水狀況並且改善，同時也能藉由長時間偵測數據，進而向學生宣導正確用水習慣。

本研究作品與國小自然與資訊教材之相關性

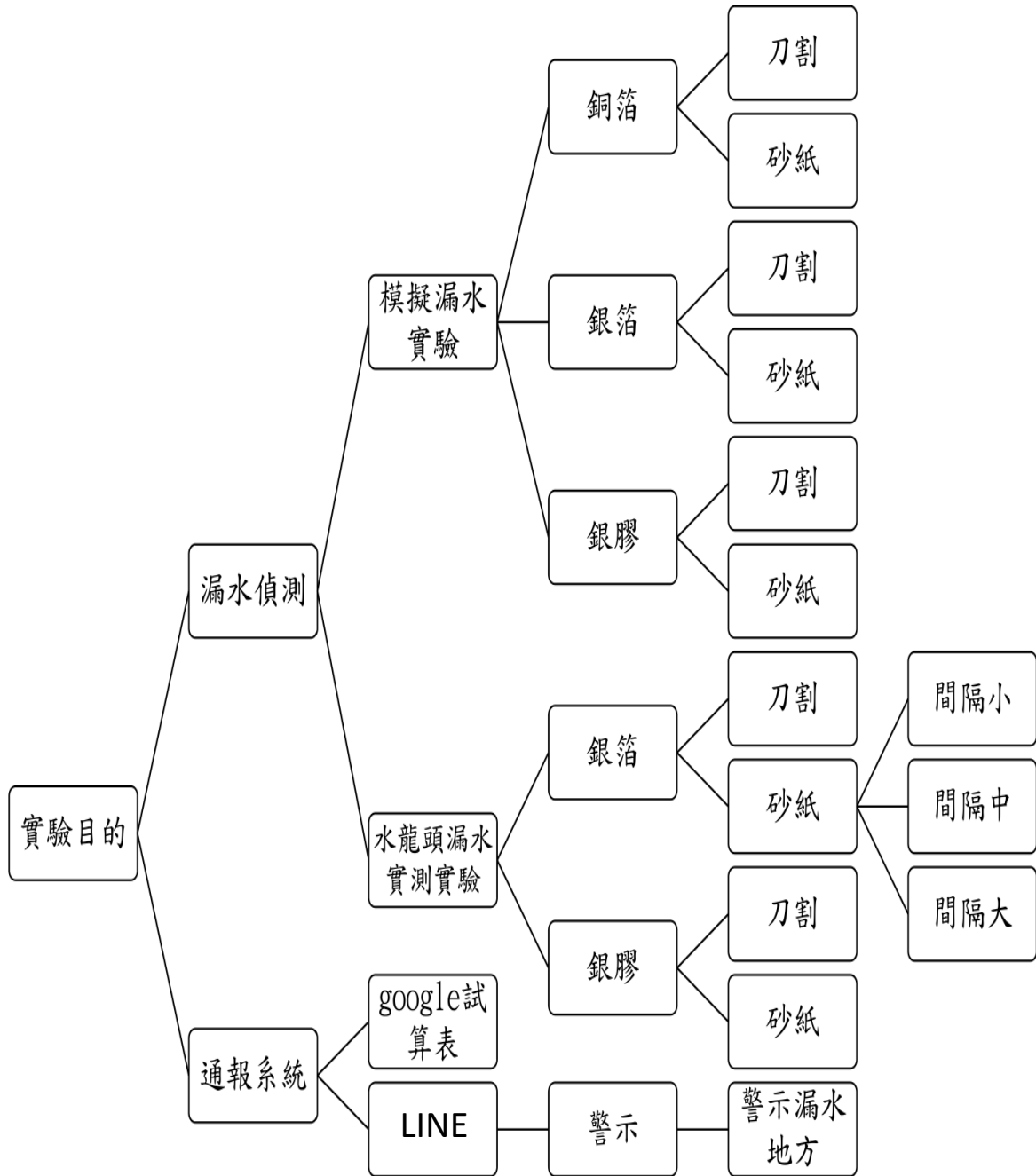
自然與生活科技課程	單元	單元名稱	單元主旨
四上	4	燈泡亮了	電路、導電和環保
六下	3	珍愛家園	節能減碳
資訊課程			
四下		PowerPoint	繪畫接線圖
五上		Scratch	電腦程式方塊組合

貳、 研究設備與器材

	Web:bit 板		Web:bit 擴充版		Webduino
	LINE Notify		鱷魚夾		杜邦線
	硬線		麵包板		電阻
	三用電表		水管		水龍頭
	銀箔膠帶		銅箔膠帶		銀膠
其他用具	電腦、手機、Web:bit 傳輸線、剪刀、剝線鉗、美工刀、矽利康、熱熔槍、膠帶、電火布、積木、燒杯、塑膠盒、寶特瓶、水桶、L 夾、砂紙				

參、 研究過程與方法

一、 實驗架構



二、實驗過程與方法

(一) 模擬漏水實驗

一開始實驗時，我們直接將導電膠帶貼在塑膠片上，但發現水無法平均停留在塑膠片上，導致無法偵測到數據，為了改善此問題，我們將塑膠片用刀刻或是砂紙磨出痕跡後，增加塑膠片的摩擦力，才能使水均勻地停留，就能偵測出數據進而比較。

1. 模擬漏水實驗-塑膠片使用刀割割痕

(1) 實驗目的：

利用滴管滴水在塑膠片上模擬水龍頭漏水，並且找出導電效果最佳的材質。

(2) 實驗原理：

利用銀膠及銅箔、銀箔膠帶以及水會導電的特性，讓水滴滴到銀膠及銅箔、銀箔膠帶上時形成通路，進而偵測出是否有漏水。

(3) 實驗過程：

- A. 我們決定用三種具有導電效果的材質: 銀膠、銅箔及銀箔膠帶來做實驗。
- B. 設計銀膠及銅箔、銀箔膠帶黏貼在塑膠片上的排列方式(如圖 1)。
- C. 製作貼有銀膠及銅箔、銀箔膠帶的塑膠片，將其交錯貼在塑膠片上。
- D. 為了讓水留在塑膠片上，因此我們用美工刀在塑膠片上刻出刮痕。
- E. 分別利用三用電表測量銅箔、銀箔和銀膠的電阻。
- F. 依序用鱷魚夾夾住塑膠片兩側的銀膠及銅箔、銀箔膠帶，鱷魚夾另一端再接到 Web:Bit 板(接線圖如圖 2)，並與電腦連接(程式圖如圖 3)。

- G. 用滴管模擬漏水，每 10 筆數據滴水 1 次，製造出由小水量至大水量的差別:由第 10 筆開始滴半滴水(未形成通路)、第 20 筆滴一滴水、第 30 筆滴兩滴水、第 40 筆滴三滴水、第 50 筆滴四滴水、第 60 筆倒全部的水、第 72 筆停止紀錄。銀膠及銅箔、銀箔膠帶各做 10 次實驗(實驗裝置如圖 4-圖 6)。
- H. 繪製實驗數據折線圖，將得到的 10 筆數據製作成合併折線圖，並比較。

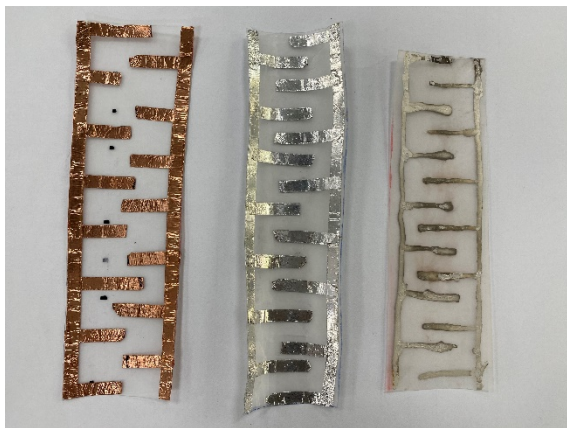


圖 1：膠帶黏貼設計圖

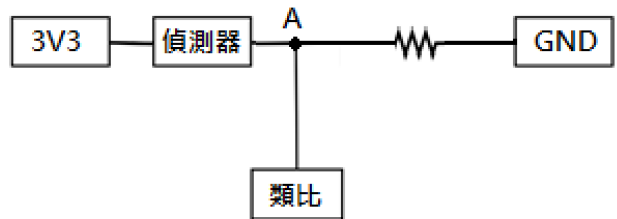


圖 2：接線圖(偵測器為圖 1 之銅箔銀箔膠帶)

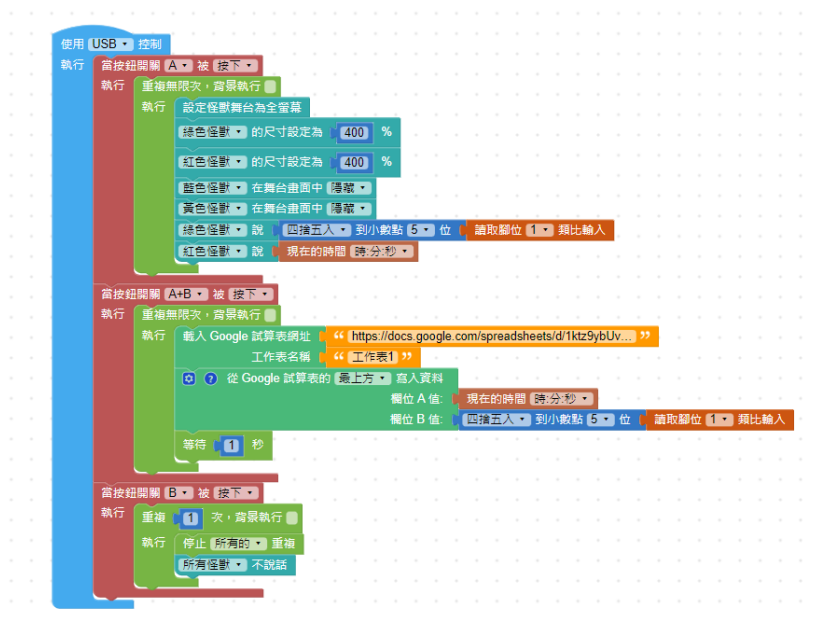


圖 3：載入工作表程式

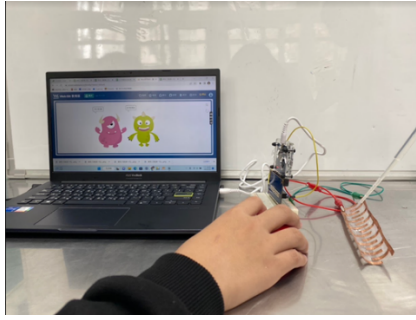


圖 4:模擬漏水實驗- 銅箔
(刀割塑膠片)

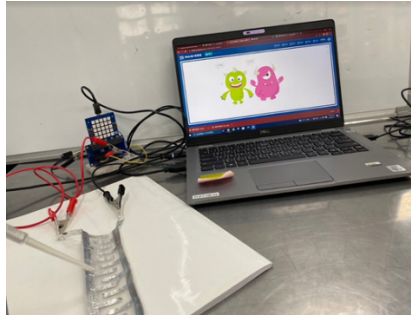


圖 5:模擬漏水實驗- 銀箔
(刀割塑膠片)

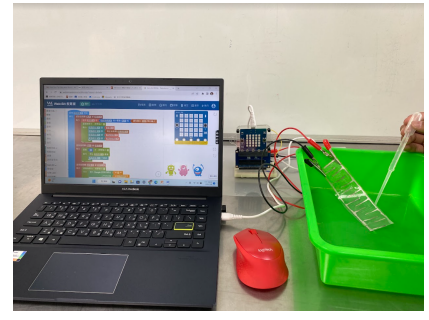


圖 6:模擬漏水實驗- 銀膠
(刀割塑膠片)

2. 模擬漏水實驗-塑膠片使用砂紙磨出細痕

(1) 實驗目的：

利用滴管滴水在塑膠片上模擬水龍頭漏水，並且找出導電效果最佳的材質。

(2) 實驗原理：

利用銀膠及銅箔、銀箔膠帶以及水會導電的特性，讓水滴滴到銀膠及銅箔、銀箔膠帶上時形成通路，進而偵測出是否有漏水。

(3) 實驗過程：

- A. 我們再做一個和刀割塑膠片大小一樣的塑膠底片，並用砂紙磨成霧面，然後，將銀膠及銅箔、銀箔膠帶黏貼成和刀割塑膠片上一模一樣的排列方式與間距。
- B. 分別利用三用電表測量滴水過後銀箔、銀膠和銅箔的電阻。
- C. 依序用鱷魚夾夾住塑膠片兩側的銀膠及銅箔、銀箔膠帶，鱷魚夾另一端再接到 Web:Bit 板(接線圖如圖 2)，並與電腦連接(程式圖如圖 3)。
- D. 用滴管模擬漏水，每 10 筆數據滴水 1 次，製造出由小水量至大水量的差別:由第 10 筆開始滴半滴水(未形成通路)、第 20 筆滴一滴水、第 30 筆滴兩滴水、第 40 筆滴三滴水、第 50 筆滴四滴水、第 60 筆倒全

部的水、第 72 筆停止紀錄。銀膠及銅箔、銀箔膠帶各作做 10 次實驗
(實驗裝置如圖 7-圖 9)。

E. 繪製實驗數據折線圖，將得到的 10 筆數據製作成合併折線圖，並比較。

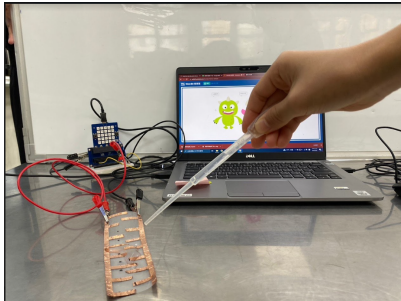


圖 7：模擬漏水實驗- 銅箔
(砂紙塑膠片)

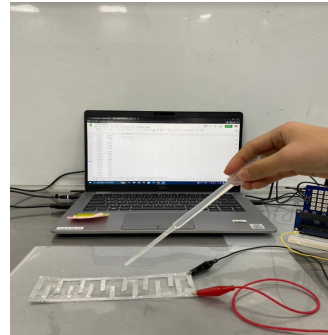


圖 8：模擬漏水實驗- 銀箔
(砂紙塑膠片)

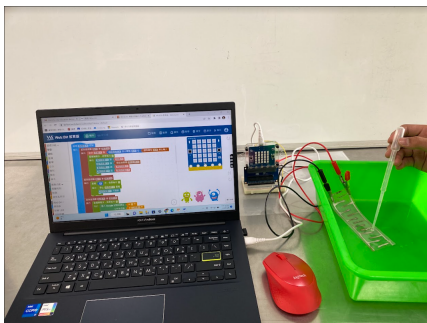


圖 9：模擬漏水實驗- 銀膠
(砂紙塑膠片)

(二) 水龍頭漏水實測實驗

1. 水龍頭漏水實測實驗-塑膠片使用刀割割痕

(1) 實驗目的：

利用水龍頭實測漏水的情況，並且測試哪一種偵測材質的數據最穩定。

(2) 實驗原理：

利用銀膠、銀箔膠帶以及水會導電的特性，讓水滴滴到銀膠及銀箔膠帶上時形成通路，進而偵測出是否有漏水。

(3) 實驗過程：

- A. 利用寶特瓶、水龍頭、水管以及積木等器材，設計並製作出實驗模組。
- B. 分別利用三用電表測量滴水過後銀箔和銀膠的電阻。
- C. 把刀割塑膠片塞入水管中，依序用鱷魚夾夾住塑膠片兩側的銀膠及銀箔膠帶（裝置圖如圖 10），鱷魚夾另一端再接到 Web:Bit 板(接線圖如圖 2)，並與電腦連接(程式圖如圖 3)。
- D. 使用同步試算表紀錄，紀錄數據到第十筆時，水龍頭旋轉到 45 度，模擬小水量；第二十筆時，水龍頭旋轉 90 度，模擬大水量；三十筆時關水。
- E. 繪製實驗數據折線圖，將得到的 10 筆數據製作成合併折線圖，並比較。

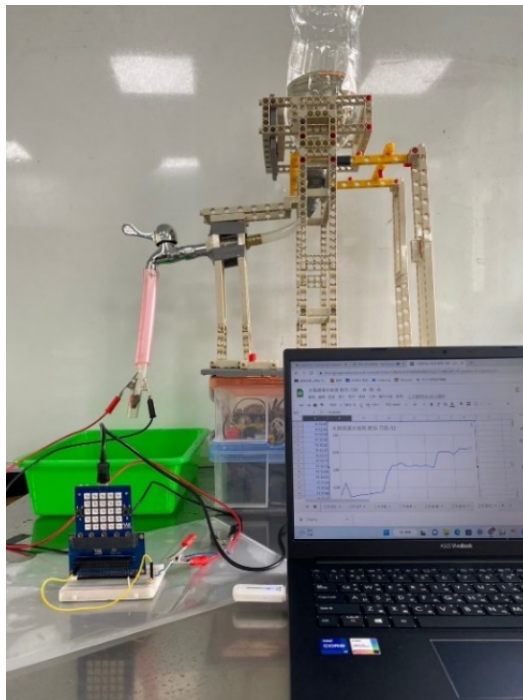


圖 10：水龍頭漏水實測實驗模組圖(側面)

2. 水龍頭漏水實測實驗-塑膠片使用砂紙磨出細痕

(1) 實驗目的：

利用水龍頭實測漏水的情況，並且測試哪一種偵測材質的數據最穩定。

(2) 實驗原理：

利用銀膠、銀箔膠帶以及水會導電的特性，讓水滴滴到銀膠及銀箔膠帶上時形成通路，進而偵測出是否有漏水。

(3) 實驗過程：

- A. 分別利用三用電表測量滴水過後銀箔和銀膠的電阻。
- B. 把磨砂塑膠片塞入水管中，依序用鱷魚夾夾住塑膠片兩側的銀膠及銀箔膠帶（裝置圖如圖 11），鱷魚夾另一端再接到 Web:Bit 板(接線圖如圖 2)，並與電腦連接(程式圖如圖 3)。
- C. 使用同步試算表紀錄，紀錄數據到第十筆時，水龍頭旋轉到 45 度，模擬小水量；第二十筆時，水龍頭旋轉 90 度，模擬大水量；三十筆時關水。
- D. 繪製實驗數據折線圖，將得到的 10 筆數據製作成合併折線圖，並比較。

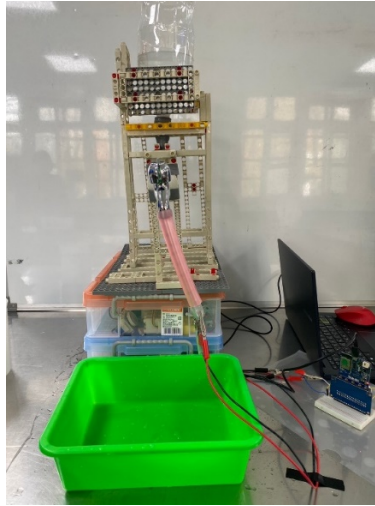


圖 11：水龍頭漏水實測實驗模組圖(正面)

3. 水龍頭漏水實測實驗- 銀箔膠帶間距改變磨砂塑膠片

(1) 實驗目的：

因前面的實驗結果顯示，銀箔的效果最佳，因此我們設計實驗，欲測試出銀箔膠帶哪一種黏貼間距的偵測數據最穩定。

(2) 實驗原理：

利用銀箔膠帶以及水會導電的特性，讓水滴滴到銀箔膠帶上時形成通路，進而偵測出是否有漏水。

(3) 實驗過程：

- A. 製作大間距間隔 1 公分、中間距間隔 0.5 公分及小間距間隔 0.3 公分的銀箔膠帶磨砂塑膠片（如圖 12-14）。
- B. 利用三用電表測量滴水過後銀箔的電阻。
- C. 把磨砂塑膠片塞入水管中，依序用鱷魚夾夾住塑膠片兩側的銀箔膠帶（裝置圖如圖 10、11），鱷魚夾另一端再接到 Web:Bit 板(接線圖如圖 2)，並與電腦連接(程式圖如圖 3)。

- D. 使用同步試算表紀錄，紀錄數據到第十筆時，水龍頭旋轉到 45 度，模擬小水量；第二十筆時，水龍頭旋轉 90 度，模擬大水量；三十筆時關水。
- E. 繪製實驗數據折線圖，將得到的 10 筆數據製作成合併折線圖，並比較。



圖 12 水龍頭漏水實測實驗
銀箔砂紙間距大 間隔 1 公分



圖 13 水龍頭漏水實測實驗
銀箔砂紙間距中 間隔 0.5 公分



圖 14 水龍頭漏水實測實驗
銀箔砂紙間距小間隔 0.3 公分

(三) 即時回報系統

(1) 實驗目的：

當水龍頭漏水時，Web:Bit 接收到的類比數值會藉由手機傳送至 LINE 告知水龍頭漏水情形以及漏水位置圖，讓管理人員能即時了解水龍頭漏水的情況，根據漏水位置圖迅速找到漏水地點進行維修。

(2) 實驗過程：

- A. 從手機上申請 LINE Notify 權杖，以便連接 Web:Bit 晶片。
- B. 設計手機接收 Web:Bit 警示訊息的主要程式（程式圖如圖 15）。

- C. 模擬水龍頭漏水進行即時回報系統的實驗（裝置圖如圖 16），當水龍頭漏水超過 15 秒時，Web:Bit 會判斷漏水情形，並傳送「漏水」或是「水龍頭未關」的警示訊息（如圖 17），讓使用者了解用水情況。

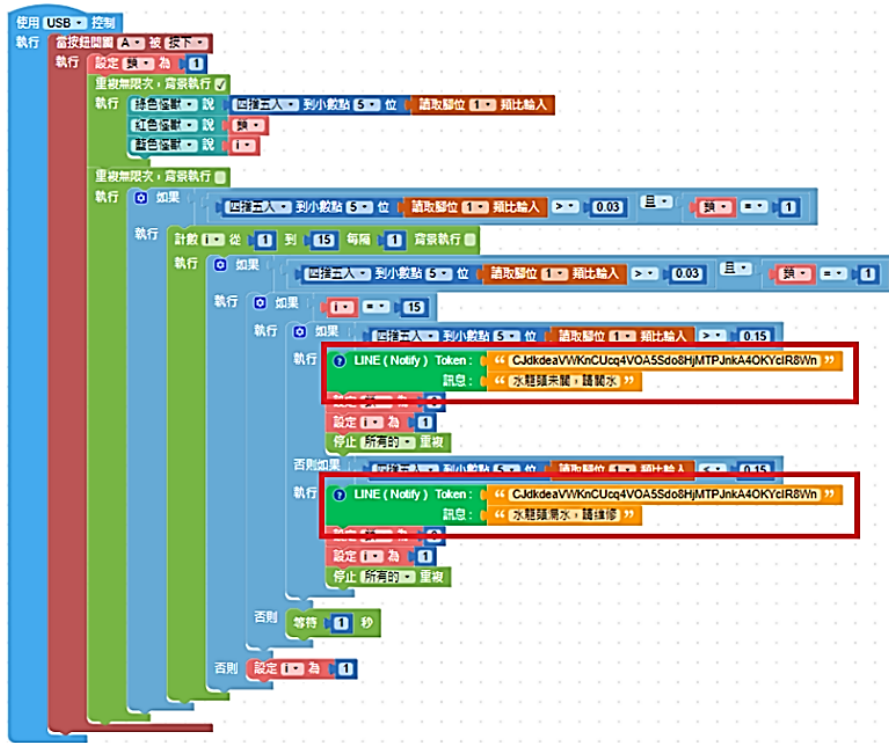


圖 15：手機接收 Web:Bit 警示訊息主要程式



圖 16：水龍頭漏水即時回報系統實驗裝置圖



圖 17：LINE 即時警示訊息

肆、 研究結果與討論

一、 模擬漏水實驗

利用銀膠、銅箔膠帶、銀箔膠帶以及水會導電的特性，讓水滴滴到銀膠及銅箔、銀箔膠帶上時形成通路，接線圖如圖 2，當偵測電極上有水通過時，電極之間的阻抗變小，由分壓定律可知，圖 2 接線中的 A 點分電壓變大，此時水量與偵測到的 A 點類比電壓數值成正相關。

(一) 模擬漏水實驗-塑膠片使用刀割割痕結果

發現問題:如圖 18-20 所示，實驗得到的數據相當不穩定，推測原因為使用刀割的塑膠片割痕過於粗糙，無法使水滴均勻地停留在上面，因而導致偵測到的類比數值變動相當大。

改進方法:將塑膠片改用砂紙磨擦後，製造較為細緻的磨痕(如圖 13)。

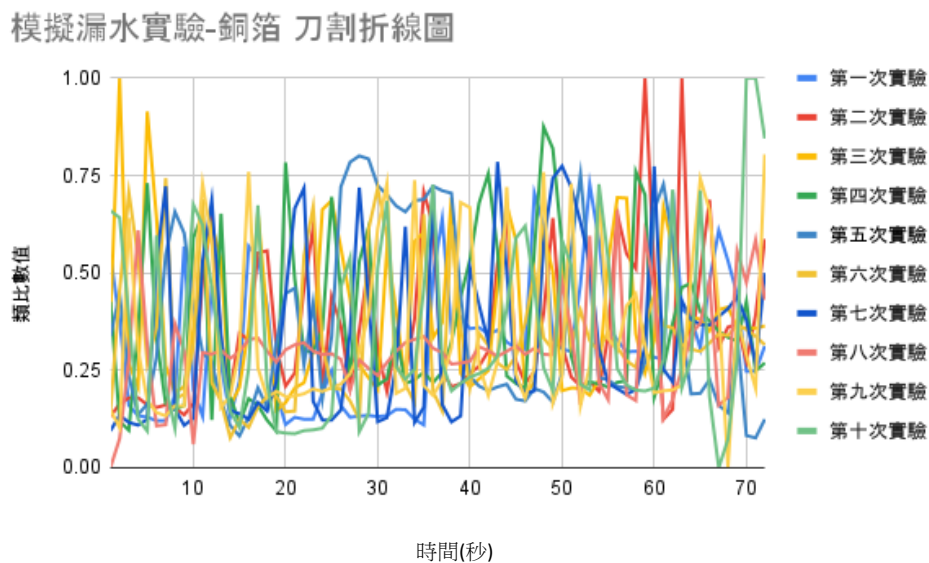


圖 18：模擬漏水實驗-銅箔 刀割折線圖

模擬漏水實驗-銀箔 刀割折線圖

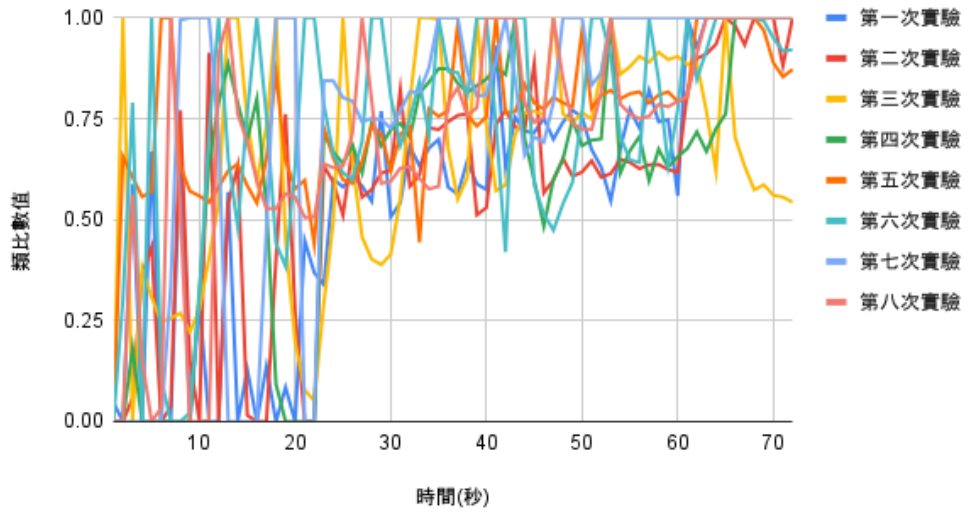


圖 19：模擬漏水實驗-銀箔 刀割折線圖

模擬漏水實驗-銀膠 刀割折線圖

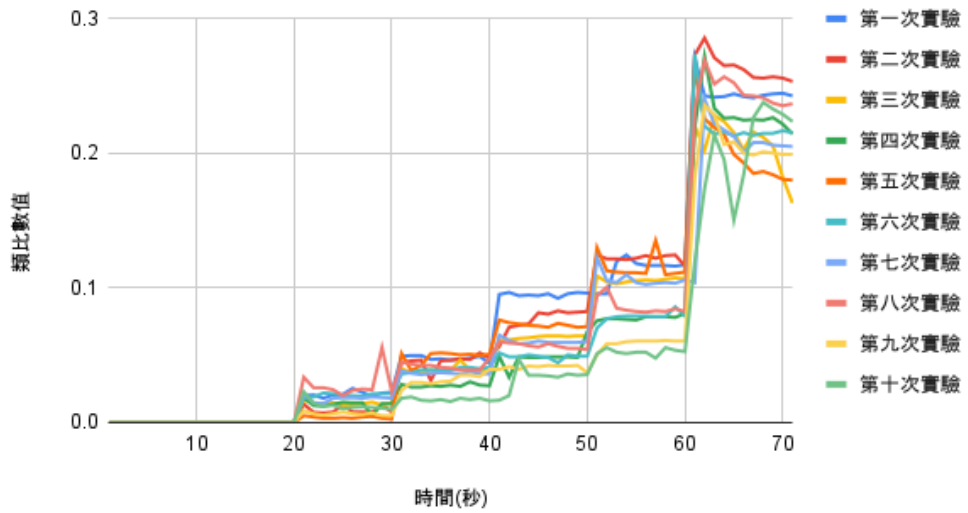


圖 20：模擬漏水實驗-銀膠 刀割折線圖

小結:根據實驗折線圖的曲線(圖 18-20)，雖然銅箔、銀箔和銀膠的數據皆不是那麼穩定，但仍可看到水滴量增加，電壓會有階梯狀的增加，此與分壓定律相符，因此將刀割塑膠片改良為砂紙磨砂塑膠片。

(二) 模擬漏水實驗-塑膠片使用砂紙磨出細痕結果

發現問題:比較使用銅箔、銀箔和銀膠所偵測出的實驗結果(如圖 21-23)，發現銅箔塑膠片(數據如圖 21)接收到的類比數值相對不穩定，推測原因為銅箔導電效果較銀箔和銀膠差。

改進方法:採用銀箔和銀膠做為偵測的導電材質，將銅箔塑膠片淘汰。

模擬漏水實驗-銅箔 磨砂折線圖

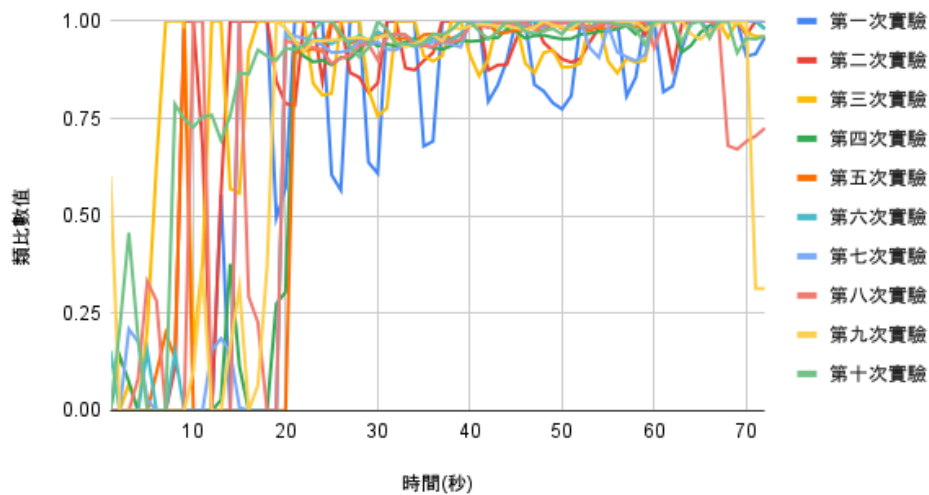


圖 21：模擬漏水實驗-銅箔 磨砂折線圖

模擬漏水實驗-銀箔 磨砂折線圖

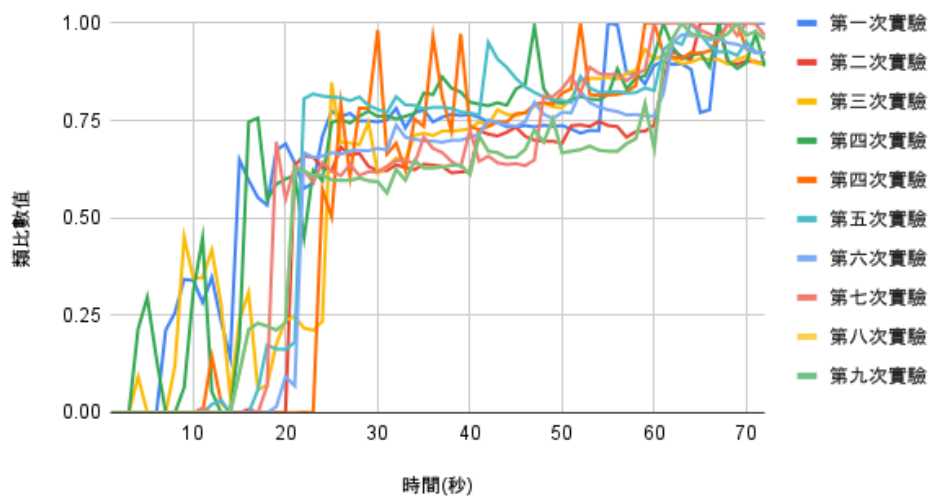


圖 22：模擬漏水實驗-銀箔 磨砂折線圖

模擬漏水實驗-銀膠 磨砂折線圖

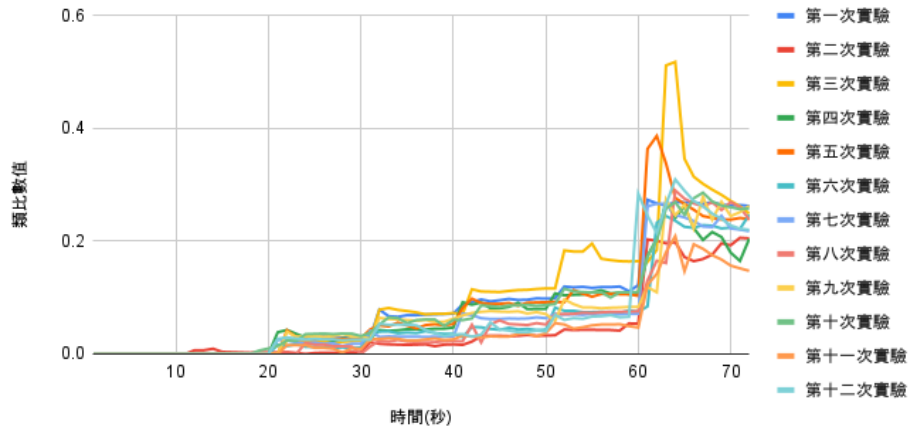


圖 23：模擬漏水實驗-銀膠 磨砂折線圖

小結:根據實驗折線圖的曲線(圖 21-23)，銀箔和銀膠塑膠片偵測到的實驗數據穩定，可看到水滴量增加，類比數值(電壓)會有階梯狀的增加，此與分壓定律相符，而銅箔的實驗數據完全沒有規律性，因此，在此實驗便將銅箔淘汰。

二、水龍頭漏水實測實驗

此實驗利用銀膠、銀箔膠帶以及水會導電的特性，實際使用水龍頭讓水滴流到銀膠及銀箔膠帶上時形成通路，此時水量與偵測到的類比數值成正相關，依據水量大小可以偵測出水龍頭為「漏水」或是水「未關」。由於此實驗將實驗一「滴管滴水」的方法改成實際用水龍頭漏水偵測，水龍頭水量較大且穩定供應，故仍將刀割割痕的塑膠片作為此實驗的偵測器具之一。

(一) 水龍頭漏水實測實驗-塑膠片使用刀割割痕結果

發現問題:如圖 24-25 所示，雖然比較銀箔偵測的實驗數據較銀膠佳，但兩種偵測材質的實驗結果還是不夠穩定，推測原因為水龍頭的供水雖然大且穩定，但刀割割痕的空隙不均，因而導致水仍然無法均勻停留於偵測片上。

改進方法: 改用磨砂塑膠片進行實驗。

水龍頭漏水實測實驗-銀箔 刀割折線圖

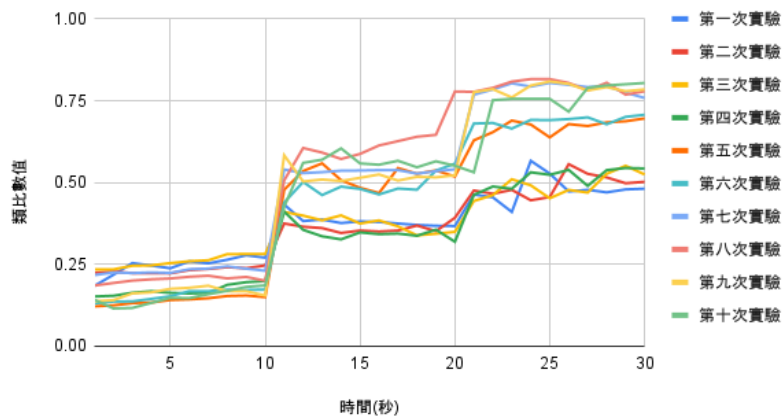


圖 24：水龍頭漏水實測實驗-銀箔 刀割折線圖

水龍頭漏水實測實驗-銀膠 刀割折線圖

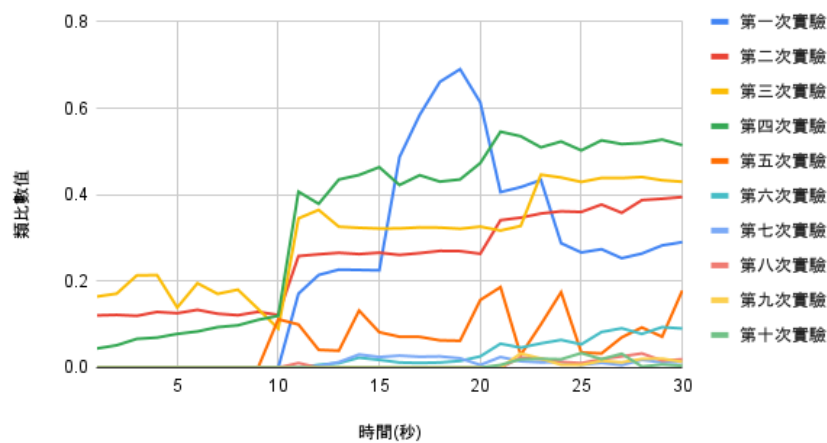


圖 25：水龍頭漏水實測實驗-銀膠 刀割折線圖

小結:使用銀箔及銀膠刀割割痕塑膠片偵測到的數值不穩定，改為使用磨砂片進行水龍頭偵測實驗。

(二) 水龍頭漏水實測實驗-塑膠片使用砂紙磨出細痕結果

發現問題:比較使用銀箔和銀膠所偵測出的實驗結果(如圖 26-27)，發現銀膠塑膠片(數據如圖 27)接收到的類比數值相當不穩定，推測原因為銀膠有易剝落及易氧化的缺點，進而導致銀膠隨著使用時間與頻率的增加，數據會越來越不穩定。

改進方法:考量經濟效益與實驗偵測的精準性，將銀膠塑膠片淘汰。

水龍頭漏水實測實驗-銀箔 磨砂折線圖

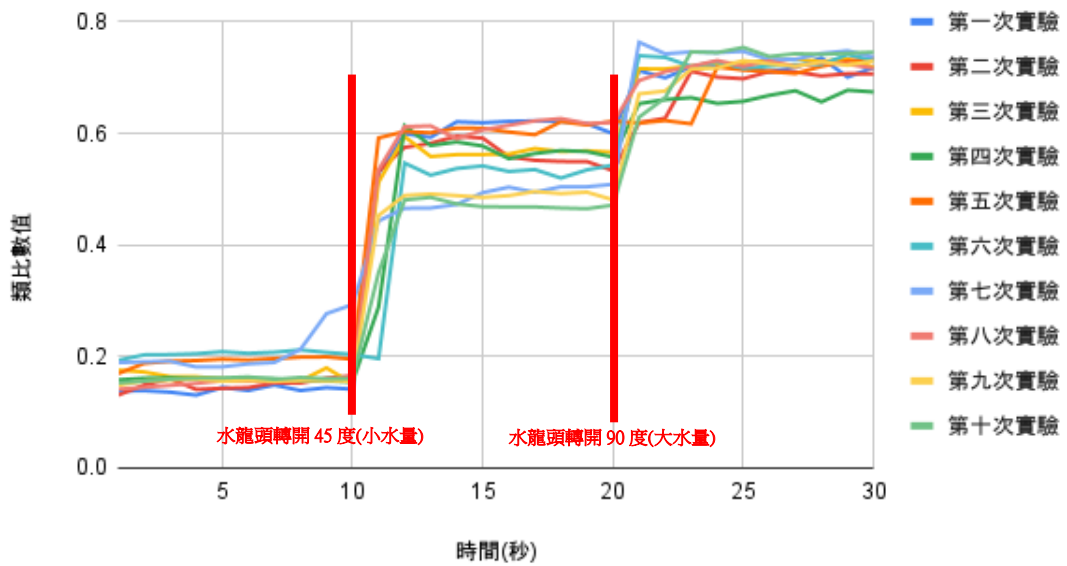


圖 26：水龍頭漏水實測實驗-銀箔 磨砂折線圖

水龍頭漏水實測實驗-銀膠 磨砂折線圖

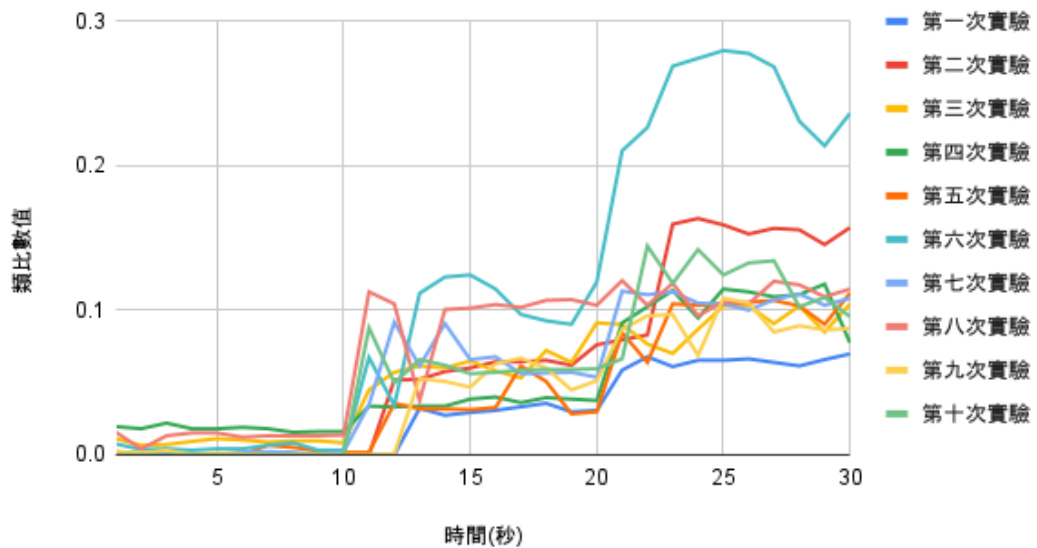


圖 27：水龍頭漏水實測實驗-銀膠 磨砂折線圖

小結:將銀膠偵測材質淘汰，採用銀箔導電材質作為最終偵測材質。

(三) 水龍頭漏水實測實驗- 銀箔膠帶間距改變磨砂塑膠片結果

發現問題: 銀箔砂紙間距小間隔 0.3cm(如圖 28)以及間距大間隔 1cm (如圖 30)的數據不佳，推測原因為間距小的銀箔膠帶偵測太過靈敏，所以數據幾乎都是 1，而間距大的銀箔膠帶則是有些水滴會停留在間隔中的塑膠片上，沒有導通所以偵測不靈敏。

改進方法:使用銀箔磨砂間距中 間隔 0.5cm 的塑膠片作為最終的偵測材料。

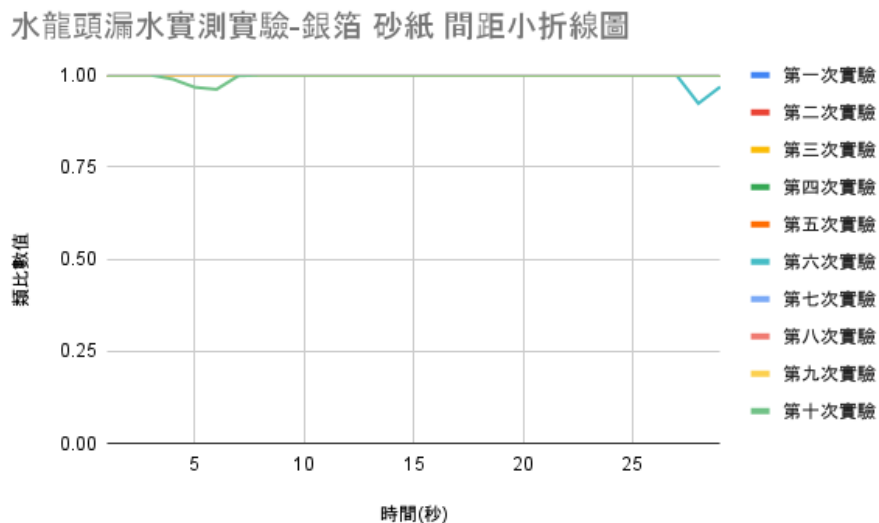


圖 28：水龍頭漏水實測實驗-銀箔磨砂間距小(間隔 0.3cm) 折線圖

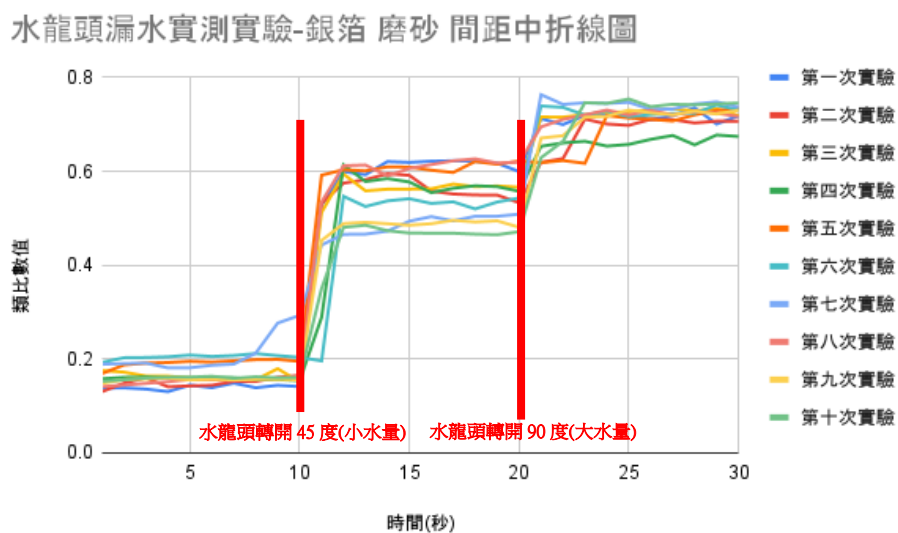


圖 29：水龍頭漏水實測實驗-銀箔磨砂間距中(間隔 0.5cm) 折線圖

水龍頭漏水實測實驗-銀箔 磨砂 間距大折線圖

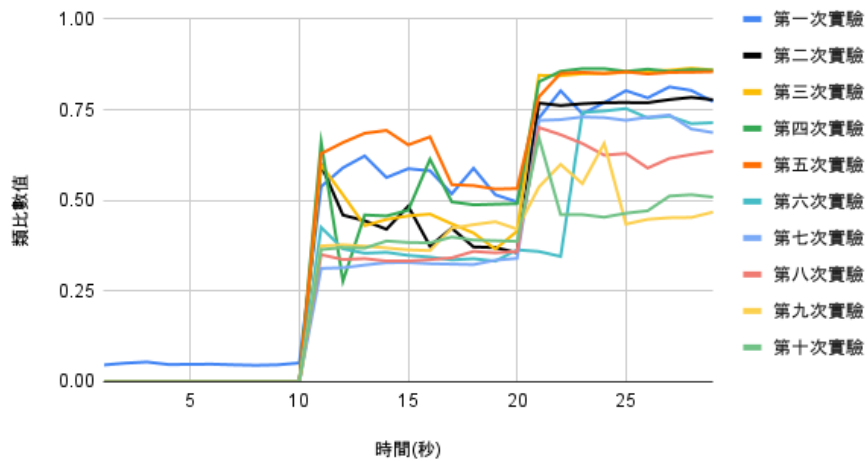


圖 30：水龍頭漏水實測-銀箔磨砂間距大(間隔 1cm) 折線圖

小結: 將銀箔磨砂間距小與間距大的塑膠片淘汰，使用銀箔磨砂間距中塑膠片作為回報系統實驗的偵測材料。

三、即時回報系統

1. 發現問題:一開始程式設計有誤，使得 LINE 在一秒內傳送上千封的訊息。

改進方法:修正程式，將程式加入變數「鎖」，並設定鎖為 1 或 0，使 LINE 訊息正常傳送。

2. 發現問題:LINE 警示訊息只有告知水龍頭漏水情形，不知道確切位置。

改進方法:製作水龍頭位置地圖(如圖 31)，設計最終程式—銀箔磨砂間距中及 LINE 即時回報系統程式(如圖 33)，使 LINE 警示訊息與漏水位置圖(如圖 32)同時發送。

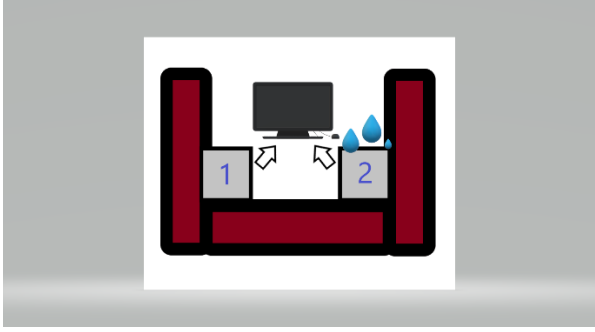


圖 31:水龍頭漏水位置地圖



圖 32: LINE 通知漏水位置圖

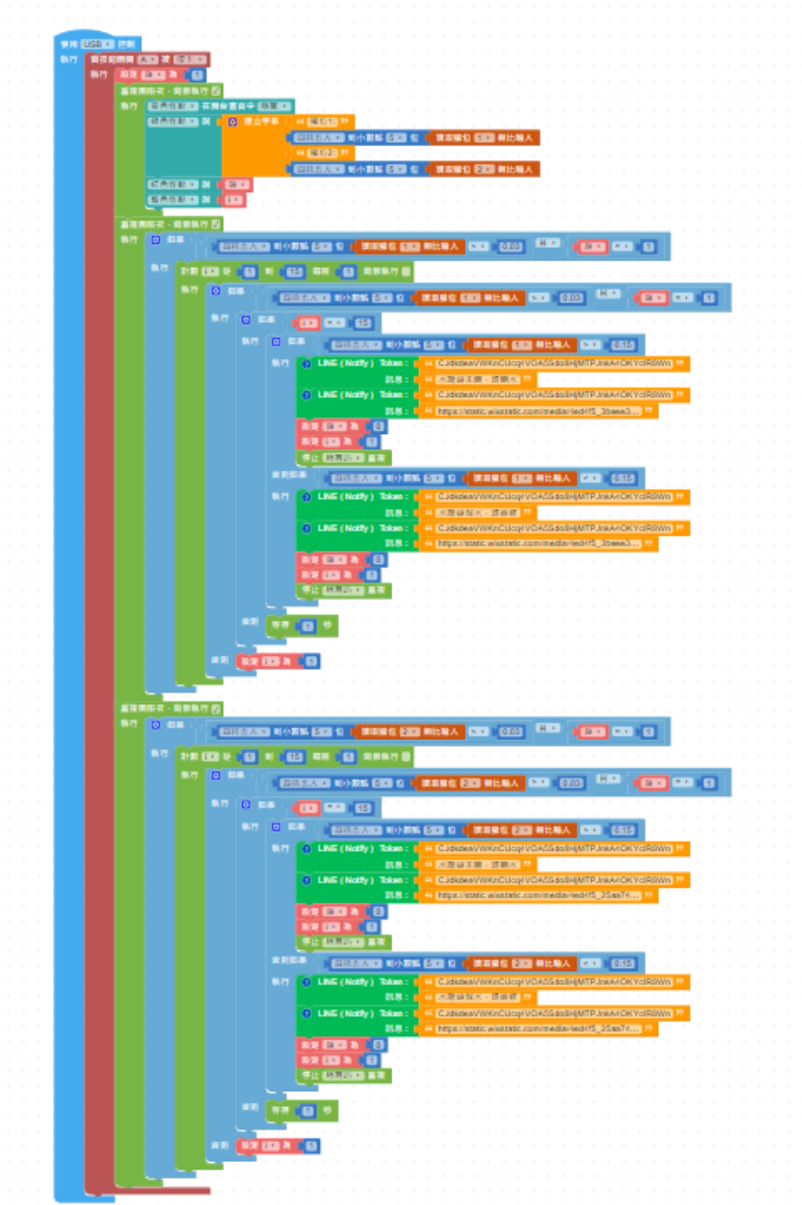


圖 33: 銀箔磨砂間距中及 LINE 即時回報系統程式圖

小結:我們成功將 Web:Bit 接收到的數據，判斷類比數值若大於 0.15，會傳送「水龍頭未關」的即時警示訊息，若大於 0.03 且小於 0.15，則會傳送「漏水請維修」的警示訊息至手機上的 LINE，並同時傳送漏水位置圖，讓漏水偵測與維修更精準快速。

伍、 結論

本研究透過自製的漏水偵測器裝置，結合 Web:Bit 程式偵測，並利用 LINE Notify 將漏水警訊及漏水位置圖快速傳至手機 LINE。目前已確實達成下列研究目標：

- 一、 利用科學原理，透過漏水模組，利用銀箔、銅箔與銀膠三種材質，確實並精準的測試當類比數值大於 0.03 時代表水龍頭開啟正在使用，而數值大於 0.15 是水龍頭用水未關，數值介於 0.03 至 0.15 之間則是發生漏水，就會發出警報。
- 二、 充分利用 Web:Bit 物聯網的技術，立刻告訴人員漏水位置，且利用免費又簡單學習的 Web:Bit 積木程式，以無線網路將晶片連結手機 LINE，讓管理人員可以迅速處理漏水問題。

本研究使用「漏水偵測」為主題，成功連結創客性和物聯網技術，並融合創意使用元素以及教育科學特性，透過大數據進行漏水分析、判斷，將警訊與漏水發生地提供給相關人員，減少台灣的缺水問題，使水資源得以善加利用。面對科技與資訊高速發展，希望大家在小學階段也能融入未來科技，共創智慧發達的城市。

陸、 參考文獻資料

- 一、葉冠廷、程鈺翔、魏大為(2017) 全國能源科技創意實作競賽國中節水組作品(銅牌)。
- 二、林品妤、林友雄、何義翔、吳玉鳳、梁炫曦 (2015) 真滴，水不漏。中華民國第 56 屆全國中小學科展。
- 三、洪芃威、紀沛昕、曾慶娟 (2018) 。漏水報馬仔。中華民國第 58 屆全國中小學科展。
- 四、Web：Bit 教學手冊：(<https://webbit.webduino.io/tutorials/doc/zh-tw/education/index.html>) 。
- 五、翰林版國小四上自然與生活科技課本。「串聯與並聯」翰林出版。
- 六、翰林版國小六下自然與生活科技課本。「珍愛家園」翰林出版。