

中華民國第 58 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

082807

智慧城市～水位偵測一點靈

學校名稱：新竹市東區竹蓮國民小學

作者：	指導老師：
小六 梅楚音	張誼文
小六 許鈞庭	吳俊達
小六 連凱奕	
小六 黃及駿	
小六 羅戎好	
小六 謝秉翰	

關鍵詞：水位偵測、淹水、地下道

摘要

本研究由水位高度偵測器連結 UNO 板與麵包板再連結電腦端的讀值找出與水位高度的穩定關係，藉以獲得最佳靈敏度的水位高度偵測器，此裝置特點有：

一、在地性：

台灣地處熱帶、亞熱帶，常有雷雨豪雨，本設備可告知車行地下道淹水高度與位置，即時啟動警示柵欄，降低災害的發生。

二、創意實用性：

利用簡單電路，連接水銀、紅外線、光敏電阻偵測器並將偵測之訊號，結合電路、電腦軟體 S4A，並連結手機 APP，有攜帶便利與即時傳訊的特色。

三、教育性：

應用自然與電腦課程的結合，製作簡單的機械裝置與 S4A 程式，達到與現代智慧生活結合。

四、科學性：

透過實驗培養對科學過程的態度，如觀察、提問、擬定步驟、團隊合作等。

壹、研究動機

台灣地處熱帶、亞熱帶，時常有雷雨豪雨。近年來因為地球暖化，極端氣候頻頻出現，瞬間大雨量容易造成市區道路瞬間淹水。未來開車如果可以在車上或手機收到精準預警，掌握即時、正確的「市區道路淹水」訊息或「前方路面無法通過」訊息，駕駛可在第一時間作出改道決定。這樣的裝置不但可以保障民眾生命財產安全，也可以保持雨天的交通順暢。

目前，一般車行地下道設有水尺，可供民眾可以判讀水位。然而，水尺仰賴人力判讀，資訊無法及時傳播。若可以自動水位偵測器取代水尺並建置智慧防汛網，我們將可提供視覺警示並於地下道淹水時及時放下柵欄、禁止車輛進入。

雖然政府水利署現在已有「全台雨量值警戒淹水預警系統」，能在颱風或大雨災情時發布淹水警戒訊息。但這主要是靠過去雨量站資料、過往淹水發生地點的統計，結合氣象局發布雨量預報後演算淹水機率，因此提供的資訊不盡然準確、及時。未來裝置路面淹水感測器，才能真正即時掌握到真實淹水情形。

但是，一個具備通訊功能的路面淹水感測器單價達 12 萬元左右，並不便宜。本研究即為了呼應上述議題，期望研發出更實用且有效的水位高度量測器，且具有四大特點：

一、高靈敏度：

能準確的顯示水位高度，並在發生初期即可偵測，且知道車行地下道淹水高度與位置。

二、便利操作：

操作介面簡單，使用者容易上手。

三、可發出警報訊息：

偵測之後可透過網路或手機發出訊息。

四、價格便宜：

材料成本低以及使用免費開放軟體。

為了達到上述目標，我們應用所學到的課本知識，如表 1 所示，已初步完成具有上述功能的車行地下道淹水偵測系統。

表 1 本研究作品與國小自然與電腦教材之相關性

自然與生活科技課程	單元	單元名稱	內容相關性
四下	1	有趣的力	浮力
四下	4	神奇的水作用	連通管
六下	1	巧妙的施力工具	水銀實驗之槓桿
電腦課課程			
五上		U 世代島嶼學習樂園	電腦程式方塊組合(和 S4A 類似)
五下		Code 程式訓練	電腦程式方塊組合(和 S4A 類似)

貳、研究目的



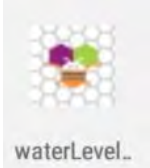


透過本實驗測試三種不同的水位警報裝置，比較其不同性質並找出最經濟、準確度最高且最便於與手機 APP 連結之方案，藉此做法可以提升地下道行車安全。本實驗之設計如圖 1 所示，分為三大子實驗：水銀開關偵測器、光敏電阻偵測器、以及紅外線偵測器。對於每一種偵測器，我們分別依照其特性設計實驗裝置，接著量測與水位相關之讀數。一旦獲得三種偵測器的準確度和靈敏度，即可比較三者並做出結論以及後續可能之改良。



圖 1 實驗架構圖

參、研究設備與器材

表 2 實驗器材一覽表

	Arduino UNO 板		智慧型手機
	紅外線模 組		光敏電阻
	水銀模組		麵包板
	S4A APP		自製的 waterLevel2018 app
	電腦		LED 燈
	電線		藍芽模組
	電阻		鐵架
	水管		水槽
	保麗龍板		Arduino 傳輸線

肆、實驗過程與方法

本研究透過不同偵測水位高度的方式，來獲取最佳的水位感測器，分別為：利用可見光接收強度偵測水位高度、利用紅外線接收強度偵測水位高度、利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值。

一、A 組實驗：利用光訊號接收強度偵測水位高度

(一) 實驗構想：

1. 光源距離光敏電阻越近，光敏電阻所接收光強度越強，電阻值下降，分壓下降。
2. 將光源放置於浮板上，當水面上升帶動浮板上升並改變光敏電阻接收光源的強度。
3. 觀察紀錄並歸納水位高度與光敏電阻於電腦端讀值的關係。

(二) 實驗設計示意圖：

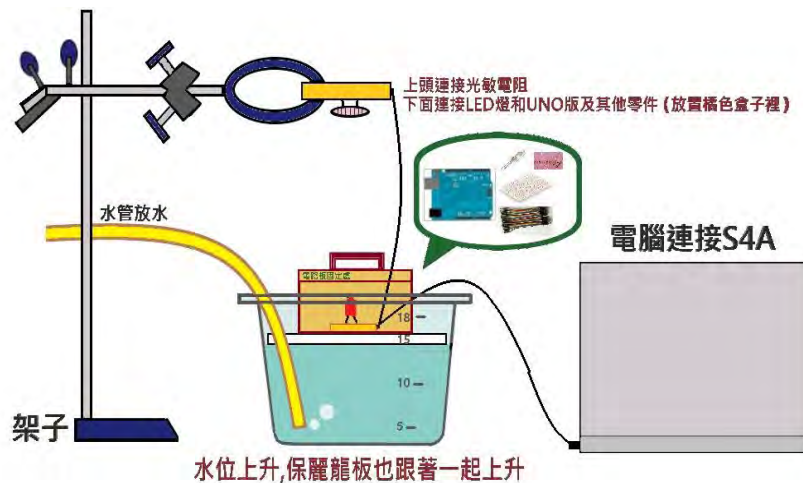


圖 2 利用光訊號接收強度偵測水位高度系統示意圖

(三) S4A程式



圖 3 (左) 光訊號偵測電路設計示意圖 (右) 偵測光訊號之程式

圖 3 所示為偵測光強度之電路及程式，電路中有一固定電阻串聯光敏電阻。實驗開始每 0.5 秒紀錄固定電阻之分壓，程式中的「Analog0」為所接收到的 3.3k 電阻分壓。

(四) 實驗步驟：

1. 架設暗室，內有一光源以及光敏電阻。移動光源並且記錄光敏電阻之電阻值如何隨光源之距離變化。
2. 把光敏電阻和 LED 燈接在 UNO 板上，再連接麵包板，如圖 4 所示。

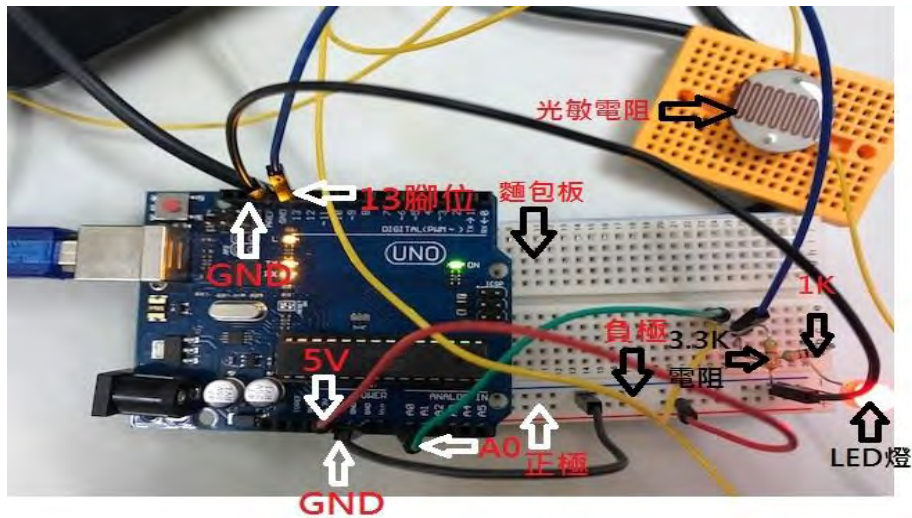


圖 4 利用光訊號接收強度偵測水位高度電路實體圖

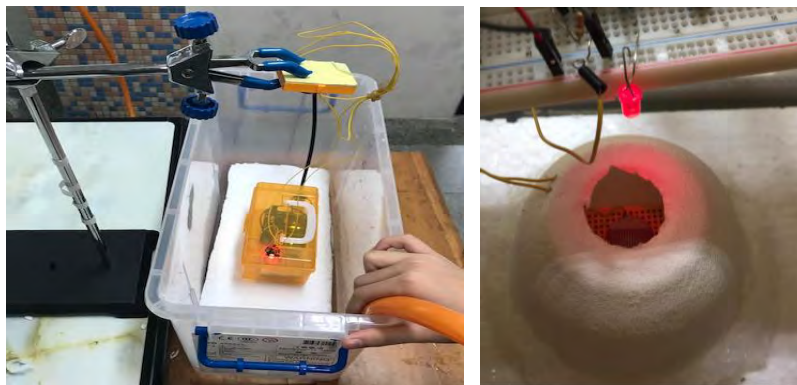


圖 5 (左) 利用光訊號接收強度偵測水位高度系統實體圖 (右) 於光敏電阻外加上光罩可減少環境光影響

3. 為了避免碰到水，把 LED 燈源與 UNO 板和麵包板放置於水箱內之浮板上的塑膠盒裡。光敏電阻用夾子固定於支架上，連接電腦，如圖 4 所示。
4. 在水箱中注水，水箱內的保麗龍板隨著水位上升而升高，盒子裡的 LED 燈光源也會跟著上升。當 LED 燈光源和光敏電阻的距離越短，光敏電阻感測到的光強度愈強，使得電阻下降。觀察電腦感應到的數值變化與水位高低的關係，並記錄水位 18

公分時的電腦數據。

5. 於光敏電阻外加上遮光罩，如圖 5 所示，使光敏電阻不易受環境光影響，重複步驟 4 之實驗並記錄結果。
6. 將整個裝置放於紙箱內，如圖 5 所示，可進一步減少環境光影響，重複步驟 4 之實驗並記錄結果

二、B 組實驗：利用紅外線接收強度偵測水位高度

(一) 實驗構想：

1. 將紅外線感應器（接收與發射器）用夾子固定在腳架上。
2. 將一塊面積大小和水箱底面差不多的保麗龍板放置於水箱底部，保麗龍板將隨著水位上升而縮短和紅外線接收器的距離。
3. 觀察水箱水位高度變化與連接 Arduino UNO 板 Analog1 腳位電腦數據的關係。

(二) 實驗設計示意圖

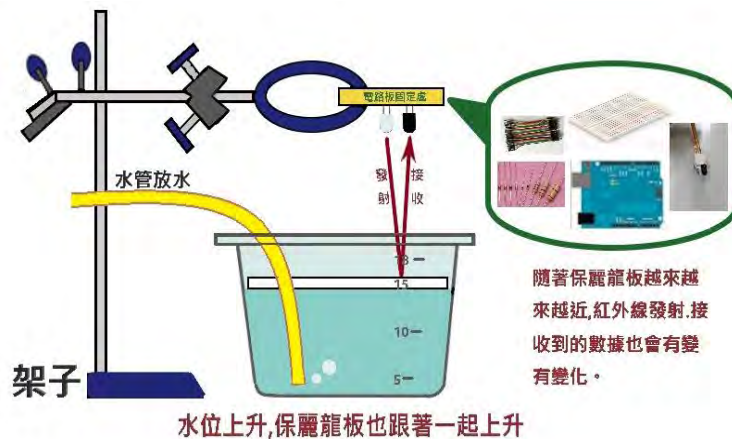


圖 6 利用紅外線訊號接收強度偵測水位高度系統示意圖

(三) S4A 程式



圖 7 (左) 紅外線訊號偵測電路設計示意圖 (右) 偵測紅外線強度之程式

圖 7 所示為偵測紅外線強度之程式。實驗開始，每 3 秒紀錄並顯現光強度所轉換之電壓一次，程式中的「Analog1」為所接收到的紅外線轉換之電壓訊號。

(四) 實驗步驟：

1. 如圖 8 所示，先將紅外線接收與發射器連接麵包板與 Arduino UNO 板，用夾子固定於鐵架上並和電腦連接。

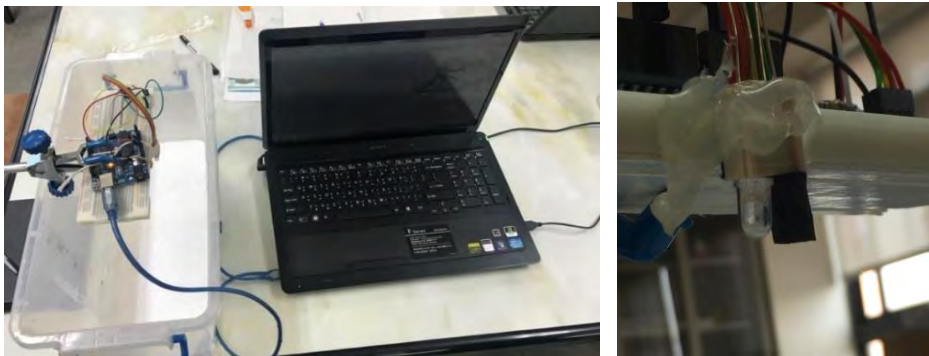


圖 8 (左) 利用紅外線訊號接收強度偵測水位高度系統實體圖 (右) 於紅外線接收器外加上黑色光罩可減少環境紅外線影響

2. 將水箱注入水，此時水箱底部的保麗龍板將隨著水位升高而上升，如圖 9 所示。隨著水位上升，利用一旁之刻度觀察水位，並且確定觀察時目光平視刻度。



圖 9 (左) 水位上升，偵測數值變小 (右) 顯示臨界水位 18 公分

3. 當水位高度上升至 18 公分時，觀察電腦 Analog1 的數值並記錄，如圖 9 所示。
4. 於紅外線感應器加上遮光罩，如圖 8 所示，使紅外線感應器不易受環境紅外線影響，重複步驟 3 之實驗並記錄結果。

三、C 組實驗：利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值

(一) 實驗構想：

1. 利用槓桿原理，將偵測實驗的水銀開關架置於槓桿的一端，並且連接 Arduino UNO 板結合 S4A 的程式再連結到電腦端。

2. 於槓桿的另一端製造較長的力臂，並設置保麗龍球於水箱內，調整力臂長度使其當水箱無水時，保麗龍球能貼於水箱底端。
3. 當水箱的水位到達警示高度時，保麗龍球會隨著水位上升浮起而帶動槓桿轉動，使得設置於另一端的水銀開關，因槓桿轉動，使角度改變，導致通電，將訊號傳送至電腦，即可啟動警報系統。

(二) 實驗設計示意圖

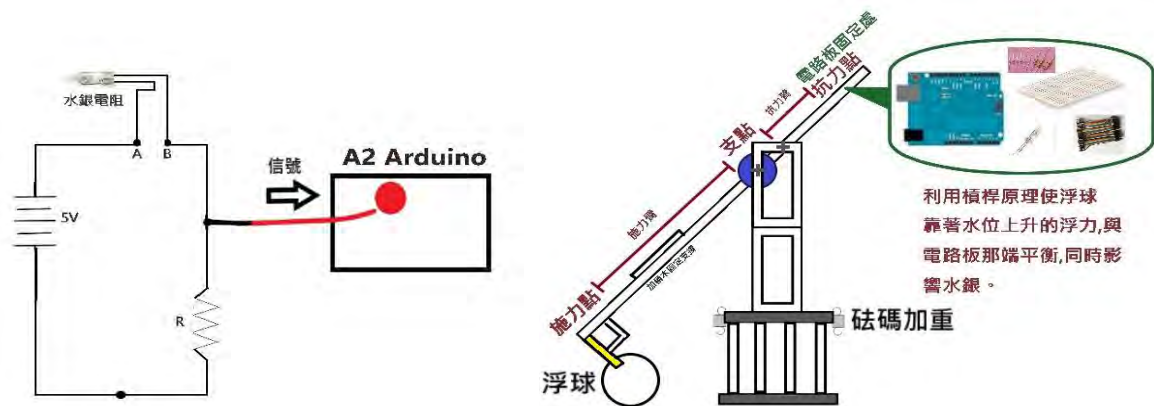


圖 10 (左) 利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值電路示意圖 (右) 圖 14 利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值系統示意圖

C 組實驗之電路圖如圖 10 所示，包含一電池電源、一水銀開關，以及一電阻。在起始狀態下，水銀電阻無法導通，呈現斷路。電路被裝置於一槓桿裝置上，一端為浮球，另一端則為電路，如圖 10 所示。當透過水位上升帶動浮球，到達一定高度時，水銀開關即導通。我們並使用 A2 Arduino 偵測導通信號。

(三) 實驗步驟：

1. 將偵測實驗的水銀開關感應器連結 Arduino UNO 板與麵包板固定於槓桿的一側(力臂短的一端)，並連接到電腦端，如圖 11。

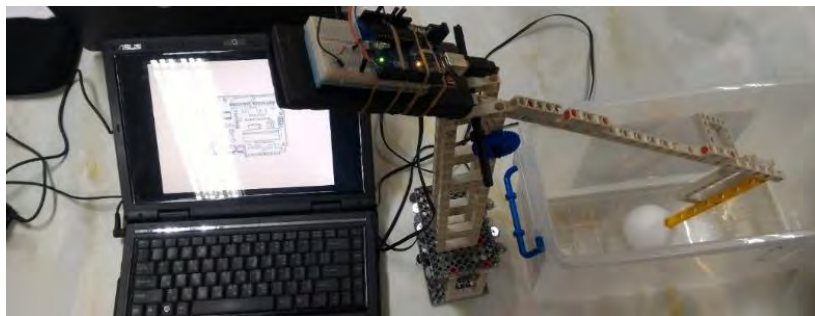


圖 11 利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值系統實體圖

2. 如圖 11 所示，於槓桿的另一側（力臂長的一端）裝置保麗龍球，並當水箱無水時，保麗龍球會貼於水箱底端。
3. 如圖 12 所示，藉由水管將水注入水箱，保麗龍浮球隨著水位上升漸漸浮起，保麗龍球浮起的同時也會帶動槓桿一起轉動。



圖 12 利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值，保麗龍浮球隨著水位上升漸漸浮起

4. 當槓桿轉動時，水銀也滾動至另一端使其形成通路。此時，觀察電腦 Analog2 的數據會大於 500，再利用電腦程式發出警報，如圖 13。

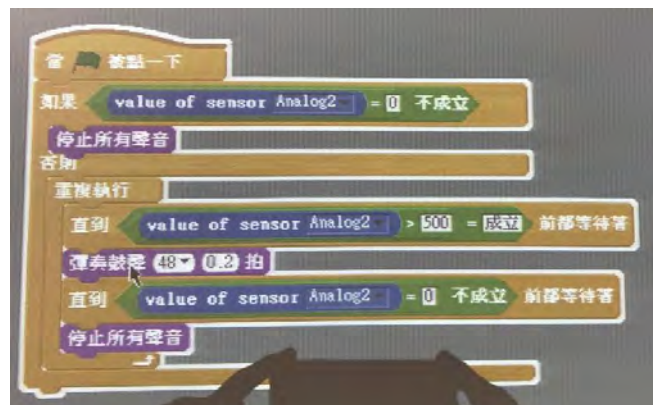


圖 13 利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值之程式

伍、研究結果

一、A 組實驗：利用光訊號接收強度偵測水位高度

（一）實驗過程遇到的困難與修正：

- 1．實驗中只要周圍環境的亮度沒有維持一致，光敏電阻接收到的光強度就會不同，導致電腦讀值不穩定。解決方法：為使電腦的讀值穩定，利用一保麗龍光罩罩住光敏電阻，盡量避免光敏電阻受到除 LED 燈以外的光源影響。未來可進一步將裝置放置於暗室中全面屏除 LED 燈以外的光源。
- 2．實驗中電路接線部分出了問題，導致數據不穩定。分析錯誤的原因與檢查問題：
 - （1）檢查電路線是否接錯：觀察 LED 亮燈實驗（無麵包板狀態下，確定電路線正常）。
 - （2）檢查麵包板：觀察 LED 亮燈實驗（在有使用麵包板連接的狀態下），確定 LED 燈及麵包板的功能正常。
 - （3）檢查光敏電阻：用手掌遮蓋住單一與 Arduino UNO 板連接的光敏電阻，觀察電腦數據是否有明顯的變化，確定正常。
 - （4）檢查 Arduino UNO 板是否正常提供電壓：直接以 UNO 板控制 LED 燈使其發亮，發現 LED 燈的燈光異常微弱，進階使用三用電表檢測電路板的供應電壓腳位，檢測結果發現 UNO 板的 5V 腳位供應電壓不到 5V。解決辦法：更換功能正常的電路板並重新連接。

（二）實驗結果：

表 3、圖 14、圖 15、以及圖 16 為 A 組實驗之結果，我們觀察到：

- 1．如圖 14 所示，光敏電阻之電阻值隨「光源與光敏電阻間距離」減少而減少，符合原先預期，也驗證光敏電阻正常運作。
- 2．如圖 15 所示，隨時間增加，固定電阻之分壓上升。這是因為水位隨時間增加而上升，光源之強度上升使得光敏電阻電阻值下降。在固定總電壓（5V）情況下，固定電阻之分壓即上升。
- 3．如圖 16 所示，加上遮光罩後，固定電阻之分壓有類似之趨勢。然而進步並不明顯，

代表可能有其他雜訊影響量測之準確度

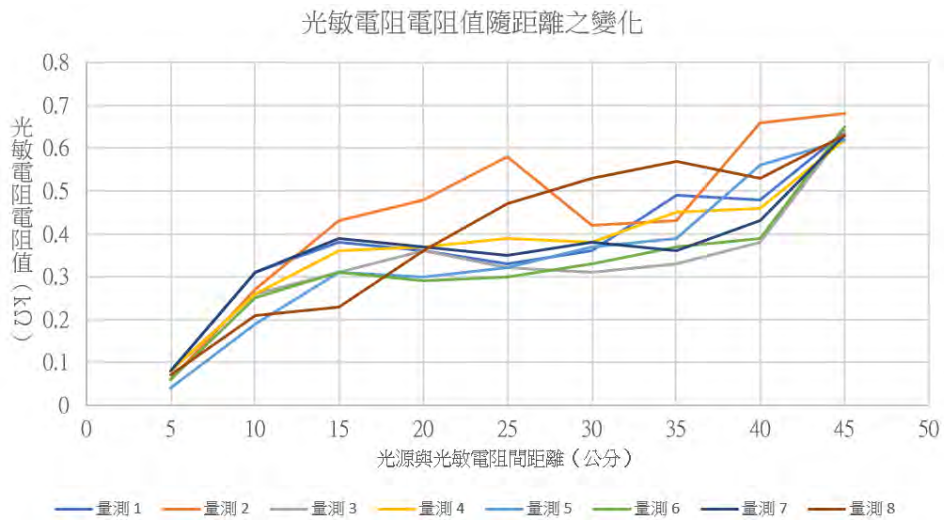


圖 14 光敏電阻偵測器實驗中電阻值隨距離之變化，電阻值隨光源遠去而上升，符合預期

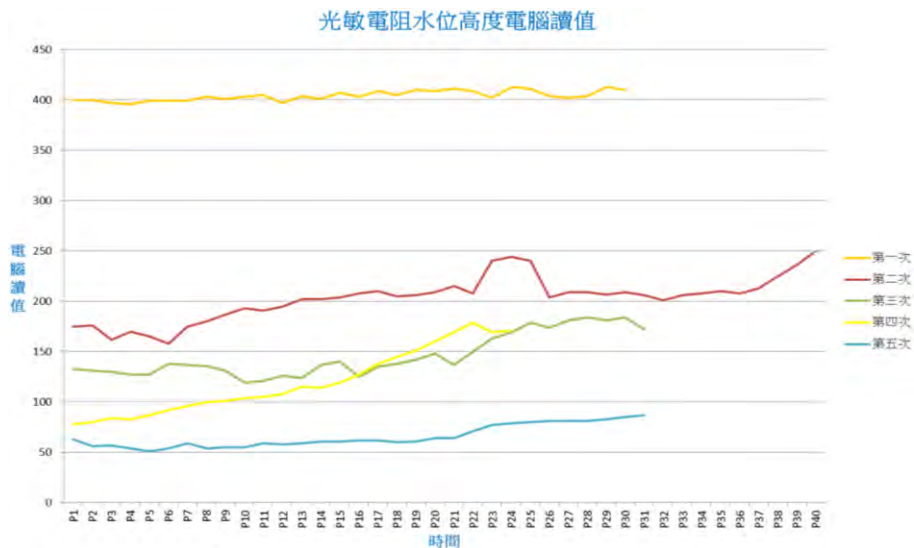


圖 15 光敏電阻偵測器實驗中固定電阻分壓隨時間之變化，分壓隨光源遠去而上升，符合預期

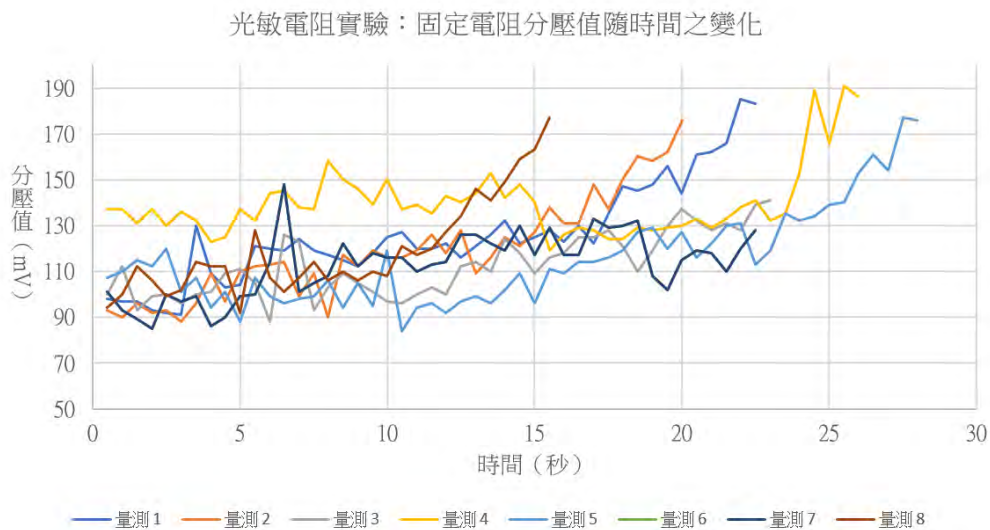


圖 16 有遮光罩情況下，光敏電阻偵測器實驗中固定電阻分壓隨時間之變化，趨勢類似圖 15 中結果

4. 在同一高度所接收到的光訊號強度並非定值，有些震盪幅度頗大，其原因判斷應該是（1）光敏電阻與遮罩之水平位置在水位上升時，受保麗龍漂浮影響而變異，未能正對於 LED 光源之下。（2）環境背景光源變異。改善方式為去除光敏電阻之外的光罩，改用大的紙箱遮住整個水位偵測裝置，如圖 25 所示，即可以減少背景雜訊與漂浮帶來的偵測訊號誤差。

5. 因為偵測高度足夠大，取樣時間為 0.5 秒，已經可以即時反應水位高度的變化。

表 3 光敏電阻偵測器實驗：無遮光罩情況下固定電阻之分壓隨時間變化（ $5 \cdot A0/1024$ ：mV）

第一次 A0	第二次 A0	第三次 A0	第四次 A0	第五次 A0
400	175	133	78	63
400	176	131	80	56
397	162	130	84	57
396	170	127	83	54
399	165	127	87	51
399	158	138	92	54
399	175	137	96	59
403	180	136	100	54
401	187	131	101	55
403	193	119	104	55
405	191	121	105	59
397	195	126	108	58
404	202	124	115	59
401	202	137	114	61
407	204	140	119	61
403	208	125	127	62
409	210	135	138	62
405	205	138	145	60
410	206	142	151	61
409	209	148	160	64
411	215	137	169	64
409	208	150	179	71
402	240	163	169	77
413	244	169	171	79

二、B 組實驗：利用紅外線接收強度偵測水位高度

（一）實驗過程遇到的困難與修正：

1. 取樣高度設定：

- （1）紅外線感應器與水箱底部的保麗龍板距離是 40 公分時讀數非常不穩定。
- （2）當紅外線感應器高度降低到 30 公分以內，同一高度之紅外線接收強度偵測數值穩定，可從電腦端觀測到的數值對應到水位的高低，並且利用電腦程式發出警報，放下柵欄，連接手機 APP 通知民眾。

(二) 實驗結果：我們利用 S4A 程式設定時間，每 3 秒紀錄感應器讀數，每次實驗的數據如表 4 以及表 5 所示，並將十次實驗製作合併折線圖，如圖 17 以及圖 18 所示：

1. 如表 4 以及表 5 所示：

(1) 在沒有外加黑色光罩的情況下，水位為零時，紅外線感應器之平均讀數為 618.8 mV，標準差為 19.8 mV，誤差極小。

(2) 在沒有外加黑色光罩的情況下，水位為 18 公分時，紅外線感應器之平均讀數為 350.9 mV，標準差為 14.4 mV，誤差極小。因為誤差極小，已經可以運用此數據來設計電腦程式，發布警戒訊息。

綜合 (1) 及 (2)，我們得知紅外線感應器能在水位變化時於電腦端同時得到穩定的數值變化，即可方便的利 S4A 程式啟動電腦警報系統、放下淹水路段的柵欄、再連接手機 APP 通知民眾改道，減少交通混亂情形與保障民眾生命財產安全。

2. 紅外線感應器數據誤差來自於周圍實驗同學的體熱，因此在作實驗時，應該要在接收器上套上防止紅外線從側邊而來，只接收從正下方之訊號，如此就可以提高接收數值的穩定度。

3. 圖 17、18 為紅外線感應器讀數隨時間之變化，其中之橫軸代表實驗進行時間。不同次實驗中進水速度不同，造成讀數變化斜率不同。然而，在不同進水速度下的曲線皆穩定下降，可以顯示出雨量大小不同時，並不影響本器材的準確性。

表 4 水位 18 公分高度之紅外線感應器讀數電壓值 (5*A0/1024 : mV)

實驗次數	水位達 18 公分時的電壓值
第一次實驗	351
第二次實驗	349
第三次實驗	343
第四次實驗	375
第五次實驗	337
第六次實驗	345
第七次實驗	337
第八次實驗	363
第九次實驗	372
第十次實驗	337

表 5 十次實驗水位高度之紅外線感應器讀數電壓值 (5*A0/1024 : mV)

第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次
600	610	618	600	611	624	624	598	646	657
618	593	619	600	601	596	634	615	620	624
618	602	608	609	602	616	628	617	605	650
598	614	596	677	594	639	619	584	604	637
595	625	600	638	587	601	589	606	596	656
594	622	594	597	583	619	583	629	613	627
611	583	586	624	598	581	602	582	574	628
585	589	605	591	585	589	605	617	578	634
579	591	585	594	587	589	572	600	558	622
577	578	585	588	591	575	581	580	575	621
572	572	609	587	608	563	558	604	581	591
587	569	573	603	576	534	547	583	550	623
570	554	569	611	609	533	546	572	547	583
558	531	565	567	601	494	531	561	527	577
591	566	567	562	599	498	528	577	539	583
577	559	559	562	557	450	524	568	508	577
587	507	554	556	584	410	498	554	517	569
551	508	554	549	577	409	505	560	480	557
569	490	533	547	544	345	484	531	494	565
569	475	538	566	553		468	518	475	571
540	450	528	538	556		435	547	486	532
554	434	538	557	542		467	528	469	526
525	425	511	558	535		399	515	468	536
519	382	494	549	551		416	505	468	492
528	349	490	535	517		365	482	468	485
537		480	525	512		337	462	490	481
528		470	516	543			477	438	451
500		457	488	497			432	419	454
488		432	485	514			419	372	426
482		438	473	473			413		419
506		411	451	460			395		410
468		396	463	473			383		337
464		401	422	449			362		
466		380	411	432			363		
461		343	398	424					
427			375	422					
406				420					
399				386					
402				395					
367				377					
369				374					
351				337					

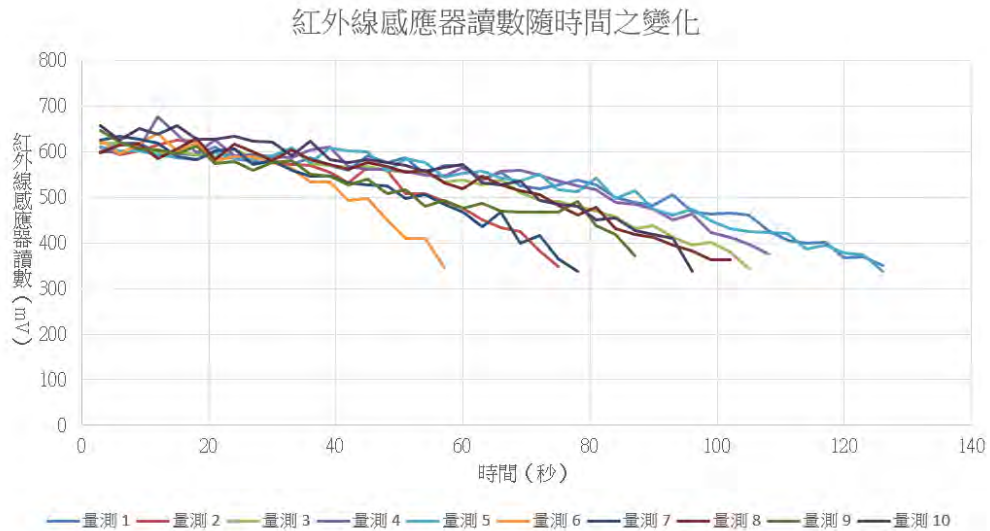


圖 17 紅外線感應器讀數時間之變化，讀數隨時間增加、保麗龍板靠近而下降，符合預期。且相較於光敏電阻更為穩定

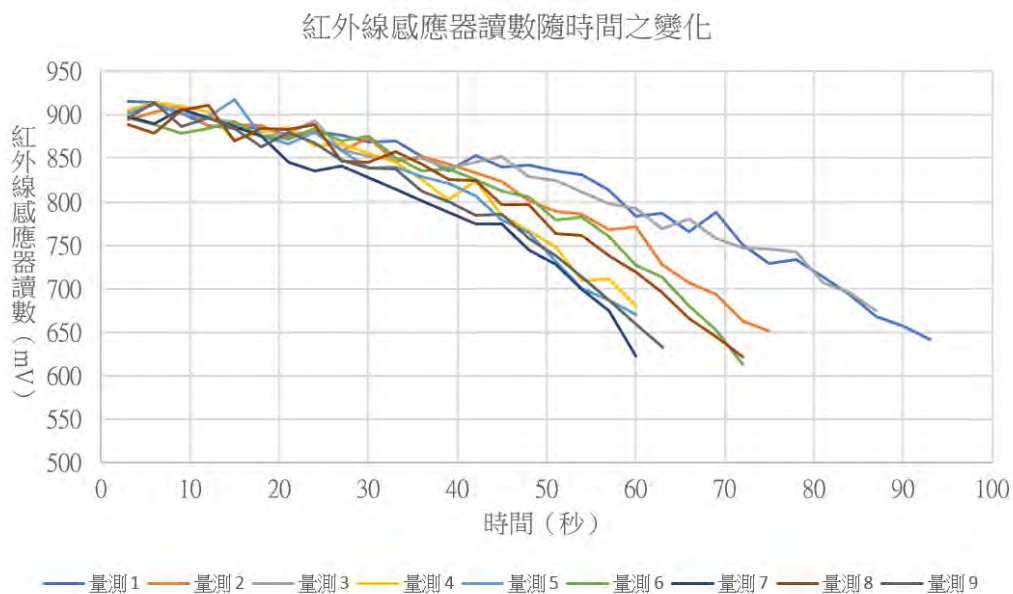


圖 18 有遮光罩情況下紅外線感應器讀數時間之變化，類似圖 17 中之趨勢，且下降量更為明顯穩定。

三、C 組實驗：利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值

(一) 實驗過程遇到的困難與修正

1. UNO 板端重量與保麗龍球端相較之下較重，為了增加保麗龍球端的重量，所以將原本的保麗龍球改換成大顆的保麗龍球（增強浮力），及增加組裝積木以增長保麗龍球端的力臂長度。
2. 水銀實驗的積木高架因為底座太輕，無法持續支撐槓桿的重量，所以在底座加掛

砝碼增重，加強底部支撐的穩定度使其不會倒塌。

(二) 實驗結果：

1. 槓桿支點高度為 33 公分，浮球上升至水面高度小於 8 公分時，水銀開關為斷路狀態，在電腦端觀測到 Analog2 數值為 0。
2. 當浮球上升至水面高度達 8 公分時，水銀將穩定的感應形成通路，並利用電路板的連結，讓我們也在電腦端觀測到 Analog2 數值大於 500，水位高度如表 6 紀錄。

表 6 電腦 Analog2 > 500 時的水位高度（槓桿支點高度為 33 公分）

實驗次數	電腦 Analog2 > 500 時的水位高度
第一次實驗	8 公分
第二次實驗	8 公分
第三次實驗	8 公分
第四次實驗	8 公分
第五次實驗	8 公分

3. 調整支點高度為 46 公分，觀察浮球上升至水面高度達 16~17 公分時，水銀將穩定的感應形成通路，並利用電路板的連結，讓我們也在電腦端觀測到數值大於 500，水位高度如表 7 紀錄。

表 7 電腦 Analog2 > 500 時的水位高度（槓桿支點高度為 46 公分）

實驗次數	電腦 Analog2 > 500 時的水位高度
第一次實驗	16~17 公分
第二次實驗	16~17 公分
第三次實驗	16~17 公分
第四次實驗	16~17 公分
第五次實驗	16~17 公分

第一次實驗，槓桿支點高度為 33 公分，觀察浮球上升至水位高度 8 公分時，觀察電腦 Analog2 > 500。之後我們調整支點高度為 46 公分，待浮球上升至水位高度到達 16~17 公分時，水銀也穩定的感應形成通路，並利用電路板的連結，讓我們在電腦端 A2 觀測到數值大於 500，即運用圖 19 的程式發出警鳴聲，由 S4A 程式控制警報器啟動並放下柵欄，由藍芽模組連接手機 APP 警告民眾勿前往地下道。水銀感應器能在設定的水位高度靈敏的感應，於電腦與手機端發出警報與提醒。而當我們調整裝置的支點高度，即可

選擇我們設定的警戒水位高度。

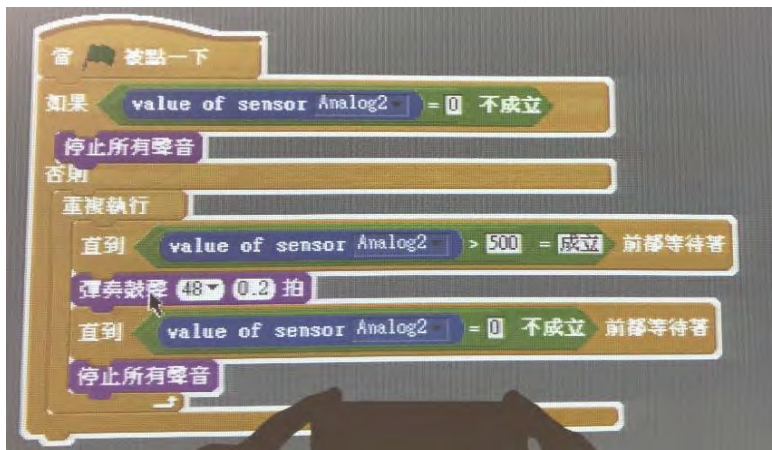


圖 19 水銀偵測器水位高度警示程式

四、將感應器結合電腦軟體使用：利用電腦軟體與感應器互相搭配使用。

(一) 採用 Scratch 的 S4A 來顯示電壓量的變化。

(二) 利用水位高度偵測器所顯示之水位，結合水閘門啟動程式，如圖 20 所示。透過 motor8 來控制水閘門柵欄，角度 90 度為升起柵欄，汽車可通行，角度 180 度為放下柵欄，禁止汽車通行。



圖 20 水閘門啟動程式

五、將動畫式水位警報器結合手機應用程式 App，發揮遠距監控與即時偵測的效果，如圖 22

所示，透過藍芽將感測訊號傳至手機程序：

(一) 聯結電路與藍芽。

- (二) 設計手機接收晶片感測訊號之程式 (App)，並上傳至手機。
- (三) 手機藍芽通訊功能啟動。
- (四) 設定通道使手機與藍芽可通訊號。
- (五) 從晶片傳遞來的感測訊號，可由手機讀取。



圖 21 本研究採用之積木程式設計軟體

```

if (get global pin = 0)
then
  set global highBit to (get global inByte - 128) + (8 * get global pin)
  if (get global index <= get global length)
  then
    set global inByte to (select list item list get global inBytes index get global index)
    set global index to (get global index + 1)
    if (get global inByte <= 127)
    then
      set global value to (get global inByte + (128 * get global highBit))
      set LabelCO2 . Text to (get global value * 1)
  
```

圖 22 透過藍芽將偵測到的水位訊號傳至手機之核心關鍵程式

程式中 global pin = 0，設定接收 Arduino 晶片上的腳位 Analog 0 的數值，並且將這個數值換算為手機可運算與顯示的數值 global value，這部分的程式是參考「用 S4A (Scratch for Arduino)：玩出科技創意大未來」，出版社：碁峰，作者：鄧文淵/總監製，文淵閣工作室/編著，2014 出版。

陸、討論

本研究實驗的目的，是結合在課堂上的科學知識，製作一個穩定且準確的水位高度偵測器。實驗中所設計的三種偵測器，水銀開關偵測器，只能在水位到達臨界值才有水位數值變化，類似數位訊號 0 與 1 的概念。另外利用光學偵測的方法，如光敏電阻偵測器及紅外線接收強度偵測器，可以連續性的偵測水位的高度，是一種類比訊號的接收發射模式。

本實驗的執行思維程序：

一、物理量測：確認所組裝器材的穩定性與正確性。

二、程式設計：測試電腦軟體 S4A 撰寫之警報程式，可否即時反應所偵測到的水位高度訊號。透過三種量測方式，在不同水位高度，偵測水位變化時所對應之輸出電壓值之再現性。

三、動畫設計：結合電腦軟體 S4A，將實驗結果製成動畫式警報程式。

四、遠端監控：透過手機應用程式 App，發揮遠距監控與即時偵測的效果。在穩定性的量測結果發現：

1. 水銀開關最不受到外界訊號的干擾，水位到達特定高度，即時回報警戒值，但其缺點為無法做水位的連續觀測，此類偵測系統的優點為機械動作直接連結電路開關，不受環境背景訊號之干擾。
2. 光學偵測的方式當中，紅外線接收強度偵測器又比光敏電阻偵測器更適合本應用，因為光敏電阻偵測器容易受到環境的可見光影響，例如：大太陽或是陰雨天或室內的燈光強度，只要環境變化都可能會改變光敏電阻接收光的強度，造成電腦端讀值不穩定，不僅無法運用電腦程式發布水位警戒，更有可能引發失誤，造成民眾生命財產損失。
3. 相對於光敏電阻對環境光線的敏銳，紅外線偵測器接收訊號的波長在 $10^{-6}\sim 10^{-4}\text{m}$ 之間，如圖 23 所示（參考資料 4），這個波段也正是人體體溫所發出的波段，因此紅外線偵測結果會受到人體接近偵測器影響。解決方法為在紅外線接收器上裝一個黑色套管，可有效隔絕從背景而來的紅外線雜訊，如圖 24 所示。另外，實驗當中之進水速度不一，由圖 17、圖 18 讀出每次實驗到設定警戒水位所需時間均不同，但到達警戒水位的電腦讀值均相同，所以，紅外線偵測器的準確度不受即時雨量大小影響。

4. 紅外線偵測距離的限制：在實驗當中也發現，當紅外線偵測器與水面上保麗龍板相距太遠或太近時，電腦端讀值不穩定，製作出的折線圖也不精準、誤差太大，所以，如果當紅外線偵測器與水面距離過遠（超過 40 公分）或過近（低於 5 公分）時，必須考慮將紅外線接收與發射器的強度或位置更換。

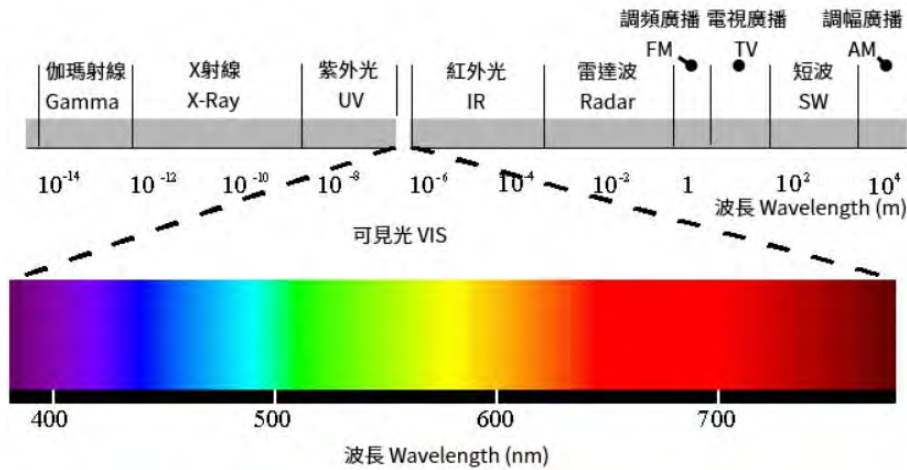


圖 23 光譜分布區間圖（參考資料 4）

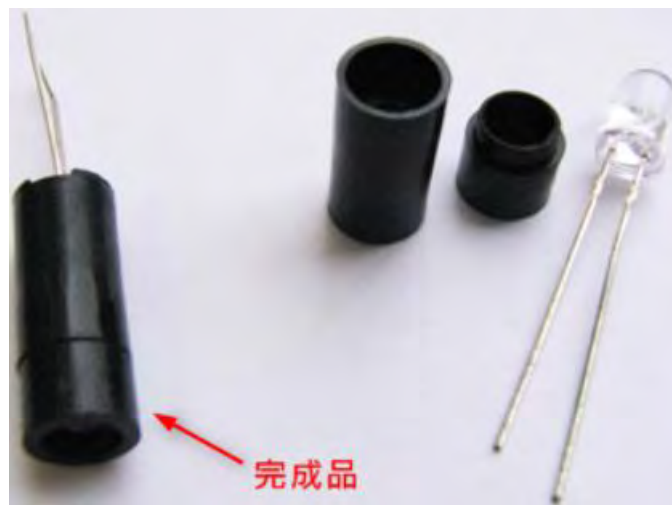


圖 24 防止紅外線接收雜訊之黑色套管（參考資料 5）

由圖 17、圖 18 的實驗中發現，水位高度與所接收到的電壓訊號成一定的關聯關係，可以即時將此訊號透過網路與手機傳遞出去。不過，由圖中也觀察到雜訊與準確度的問題，有可能會形成誤判，此等問題的解決可以由兩方面考慮：

一、背景雜訊

（一）紅外線接收的雜訊去除，可以將紅外線接收器接上黑色套管，如圖 24 所示。以去除雜訊的系統建置觀點來看，紅外線的去雜訊裝置較為簡單與便宜。

(二) 光線接收的雜訊去除，可以將光敏感測系統放置於密閉不透光的盒子中，如圖 25 所示。本實驗中有建置原型品，但礙於時間因素無法量測數據。

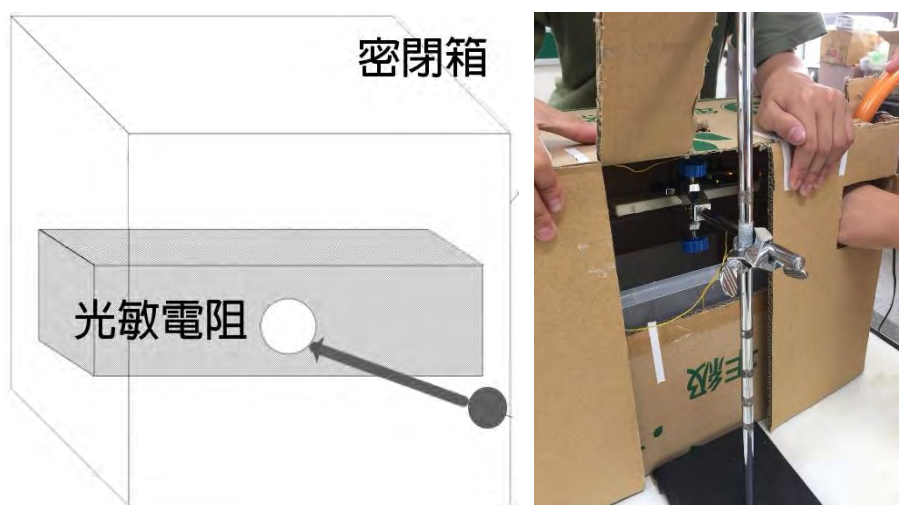


圖 25 防止光線接收雜訊之密閉箱 (左) 示意圖 (右) 原型品

二、準確度限制

紅外線準確度的限制主要來自於紅外線發射器的訊號發散情況與發射功率，目前實用階段的紅外線家電遙控器至少可在 2 公尺左右，本實驗所使用的發射器之發射功率較低，如前述有其使用的限制，約在 50 公分以內，透過反覆實驗可以取得此紅外線發射接收之工作範圍。

如表 8 所示，為本研究三種水位偵測器之性能比較表，其中紅外線偵測模式具有較佳之性能，特別是系統組裝與抗雜訊的配備都相對簡單，因此紅外線偵測模式成為本研究後續發展的主要方向。

表 8 本研究三種水位偵測器之性能比較

運作原理	感測元件價格	靈敏度	穩定性	訊號	製作難易度	可否連續偵測	最後評比
紅外線偵測	50 元以內	佳	佳	類比	中	是	優
可見光偵測 (光敏電阻)	50 元以內	可	差	類比	難	是	可
電訊號偵測 (水銀開關)	50 元以內	佳	佳	數位	中	否	可

此外，目前我們已經成功將所偵測到的水位訊號透過藍芽傳輸到手機，透過電腦可以直接啟動警示柵欄，如圖 20 為啟動柵欄之電腦程式。針對兩種警報的發布時機：

- (一) 水位上升至警戒高度
- (二) 水位瞬間上升速度快(強降雨)

本研究將繼續朝下列四個方向努力：

(一) 有效偵測瞬間水位上升：透過連通管原理，將大面積(有效收集降雨)的雨量，即時由小面積(密閉偵測或有效防止雜訊考量)所偵測到水位高度，轉換為降雨量。

(二) 由手機或網路回傳訊號，第一時間直接控制閘門的上升下降。

(三) 第一時間在群組或社群的有效通知，達到災害預防的效果。

(四) 建構一個兼具災害即時警示、科普教育與應用的網頁空間，如圖 26 所示，網址：<https://waytolife123.wixsite.com/waterlevel> 目前已經建置完畢，並持續上傳研究成果，可顯示本水位裝置的原理、實驗過程與實際應用情形。未來將持續擴充網頁功能，期能引領中小學生應用科學知識與資訊科技能力，解決生活周遭所遇見的問題。



圖 26 「智慧城市水位工作室」網頁兼具災害即時警示、科普教育與應用之功能

柒、結論

本研究應用物理量測，發展出可即時偵測水位高度的動畫式警報器。重要成果分述如下：

- 一、模型箱中注入更多的水量，水位上升幅度伴隨偵測電壓成一定趨勢的變化，可應用於實際的水位偵測與警報器上。
- 二、本研究所發展出來的水位偵測警報器成本低廉、電路構造簡單，可即時反應區域水位高度是否正常，主要應用場所包含：
 - (一) 市區車行地下道：作為雨季驟雨或者平日溝渠阻塞積水，所造成之危害警示。
 - (二) 山區河道：上游大雨之偵測，透過手機即時通知下游居民之警報系統。
- 三、本警報系統可透過藍芽與手機連結，使得上述水位之監控更全面且即時。
- 四、本警報系統所使用之軟體皆為開放軟體，可大幅降低製作成本，有利全面推廣。
- 五、本警報系統具動畫功能，將偵測數據轉換為動畫效果呈現，可以達到有趣，吸引大眾使用之效果。
- 六、本研究透過「智慧城市水位工作室」網頁與社群網站的分享，提供一科學傳播與應用的平台，可以擴大中小學生在科學的生活應用領域的影響力。

透過上述六點的成果，我們製作出一套有效即時遠距的動畫監控系統，對於提升市區地下道車型安全與山區玩或作業有重要貢獻。在未來，我們將發展具全面性互聯網功能之水位警報器，透過各種行動載具與網路的訊號傳遞與回饋，全面提升民眾的用路安全。

捌、參考資料與其他

- 一、「用 S4A(Scratch for Arduino)：玩出科技創意大未來」，出版社：碁峰，作者：鄧文淵/
總監製，文淵閣工作室/編著，2014 出版。
- 二、「最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手」4-6 量測光敏電阻，碁峯資訊股份有限公司，
孫駿榮、吳明展、盧聰勇，2010 出版。
- 三、智高 Scratch 互動智能積木(S4A)動手玩創意 20 堂課，作者賴鴻州、智高實業，
台科大圖書出版，2010 出版。
- 四、光譜分布區間圖 <http://www.acttr.com/tw/tw-report/tw-report-technology/96-tw-article-uv-vis-optical-basics.html>，資料擷取時間 2018.04.03
- 五、關於防止紅外線接收雜訊：<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2011/03/1.html>，資料擷取
時間 2018.04.03
- 六、均一教育平台 <https://www.junyiacademy.org/cs-sc-ex/computer-science-a/cs-sc-ex-2/cs-sc-ex-2-12>
- 七、u 世代島嶼學習樂園 <http://ap11.egame.kh.edu.tw/auth/main/#webduino/1>
- 八、lazy tomato lab 軟爛番茄工作室
<https://www.youtube.com/channel/UCqOBbOLnWWwb1lsOa5QkZKQ>
- 九、程式設計邏輯訓練_使用 Scratch，出版社: 松崗，作者:高慧君，2013/05/24 出版

【評語】 082807

本作品探討利用水銀開關偵測器、光敏電阻以及紅外線作為水位偵測裝置。應用於都市災防等，值得鼓勵。利用紅外線、光敏電阻、水銀開關進行水位偵測的靈敏性比較，創意佳。若可討論藍芽連結的距離限制有多大，能更貼近實際應用。

建議圖表的表達(如 x-y 軸的說明)可以更明確，更容易閱讀。

摘要

本研究應用自然課程的知識，設計水位高度偵測器並裝置在車行地下道，由水位高度偵測器連結UNO板與麵包板再連結電腦端的讀值找出與水位高度的穩定關係，藉以獲得最佳靈敏度的水位高度偵測器，此裝置特點：

- 一. 在地性：**台灣地處熱帶、亞熱帶，時常有雷雨豪雨，本設備可告知車行地下道淹水高度與位置，即時啟動警示柵欄，降低淹水所產生的災害。
- 二. 創意實用性：**利用簡單電路，連接水銀、紅外線、光敏電阻偵測器並將偵測結果及訊號，結合電路、電腦軟體 S4A(Scratch 4 Arduino)，並連結手機APP，有攜帶便利與即時傳訊的特色。
- 三. 教育性：**應用自然與電腦課程的結合，製作簡單的機械裝置與S4A程式，達到與現代智慧生活結合的目的。
- 四. 科學性：**透過實驗培養對科學過程的態度，如觀察、提問、擬定步驟、搜尋知識、團隊合作等。

壹、研究動機

台灣地處熱帶、亞熱帶，時常有雷雨豪雨。尤其，近年來，地球暖化，極端氣候頻頻出現，瞬間大雨量有時會造成山洪爆發，或市區道路瞬間淹水。想想，未來開車如果可以在車上或手機收到精準預警，掌握正確的市區道路淹水訊息或前方路面無法通過訊息，即可提早避開，讓駕駛第一時間作出改道決定，也可保障民眾生命財產安全與交通順暢。

本研究為了呼應上述議題，期望研發出**高靈敏度、操作便利、可發出警報訊息、價格便宜**實用且有效的水位高度量測器，以完成車行地下道淹水偵測系統。

貳、研究目的

透過本實驗測試三種不同的水位警報裝置，比較其不同性質並找出最經濟、準確度最高且最便於與手機APP連結之方案，藉此做法可以提升地下道行車安全。



參、主要研究設備與器材

Arduino uno板，麵包板，傳輸線，電腦，智慧型手機，S4A app，waterlevel2018 app，電線，藍芽模組，LED燈，繼電器和水槽等等。

肆、實驗過程與方法

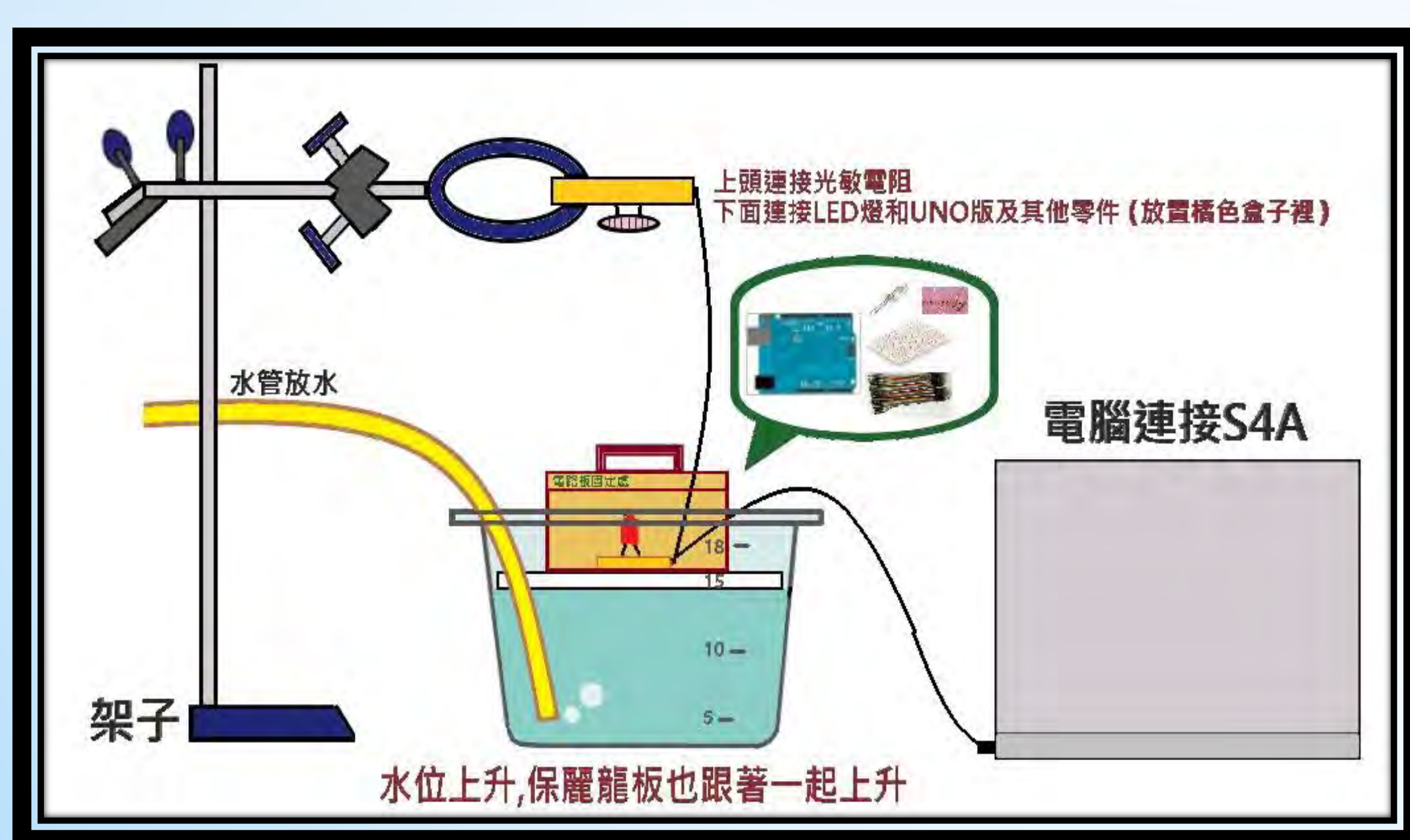
本研究透過不同偵測水位高度的方式，來獲取最佳的水位感測器，分別為：利用光訊號接收強度偵測水位高度、利用紅外線接收強度偵測水位高度、利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值。

一、A組實驗：利用光訊號接收強度偵測水位高度

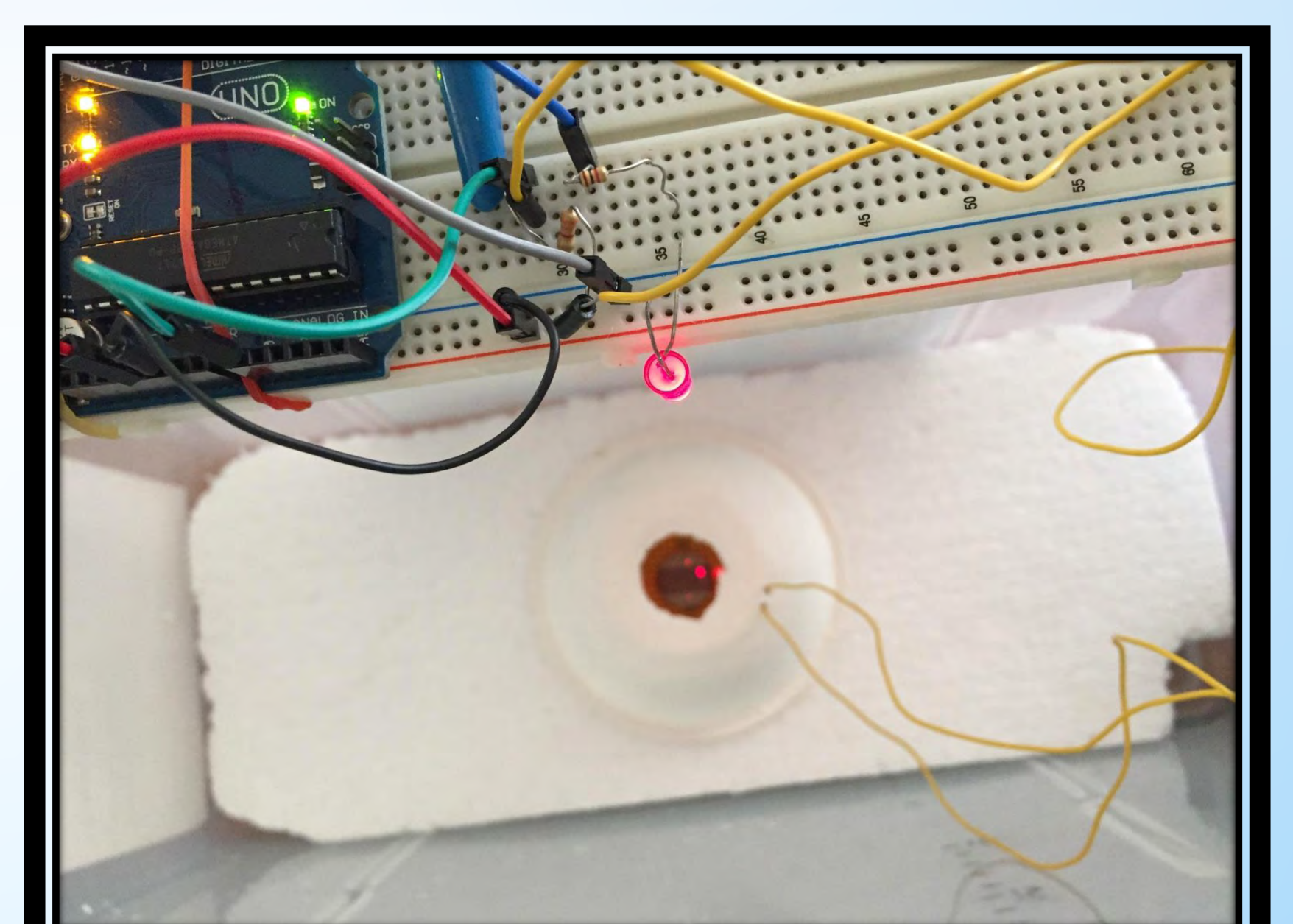
(一)實驗步驟：

- 把光敏電阻和LED燈接在UNO板上，再連接麵包板。
- 為了避免碰到水，把LED燈源與UNO板和麵包板放置於水箱內之浮板上的塑膠盒裡，光敏電阻用架子固定於支架上，連接電腦。
- 在水箱中注水，水箱內的保麗龍板隨著水位上升而升高，盒子裡的LED燈光源也會跟上升。當LED燈光源和光敏電阻的距離越短，光敏電阻感測到的光強度愈強，觀察電腦感應到的數值變化與水位高低的關係，並記錄水位18公分時的電腦數據。
- 將光敏電阻與LED燈的位置調換，在把放在保麗龍板上的光敏電阻加上遮光罩。

(二)實驗與電路設計示意圖：



光敏電阻實驗室意圖

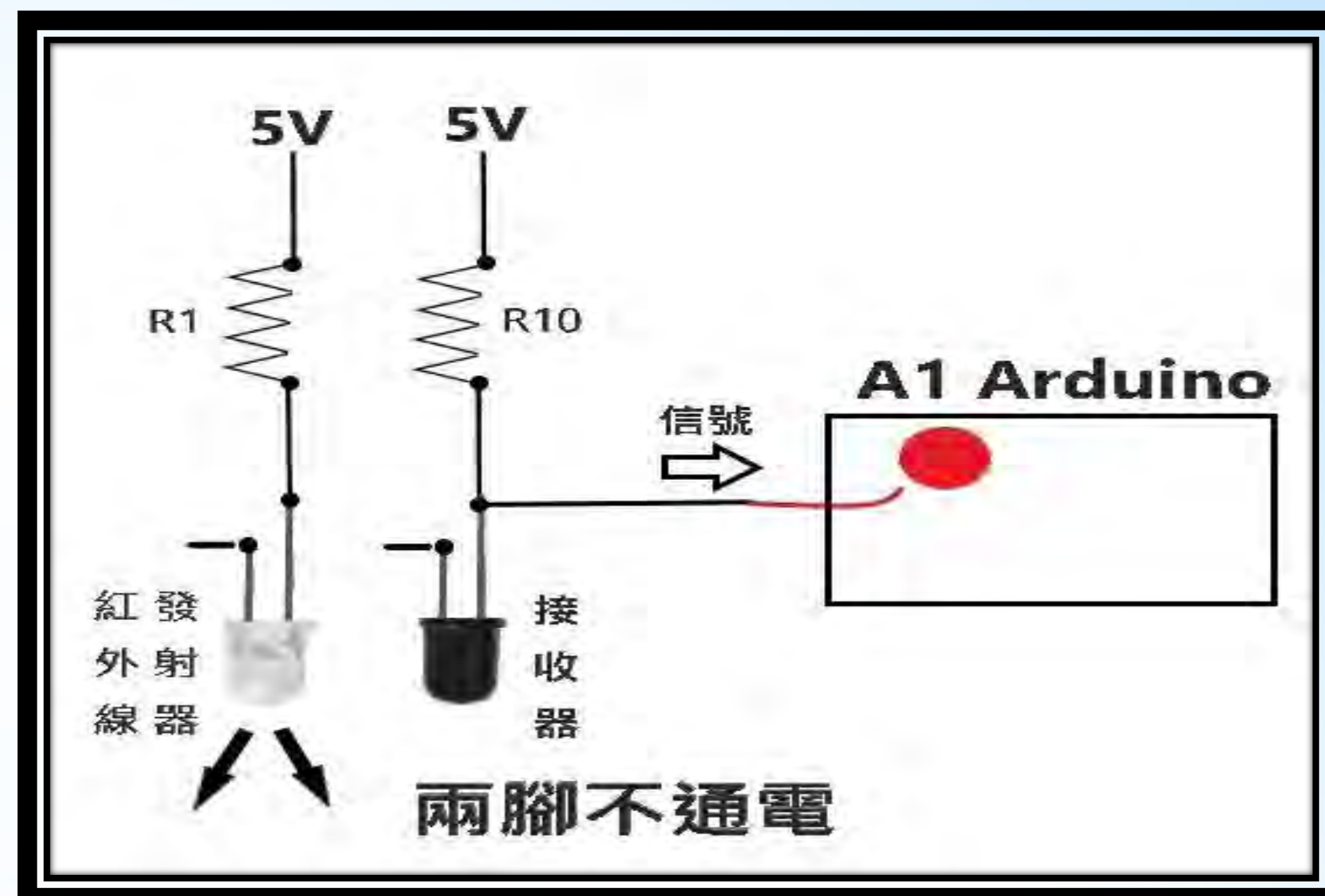
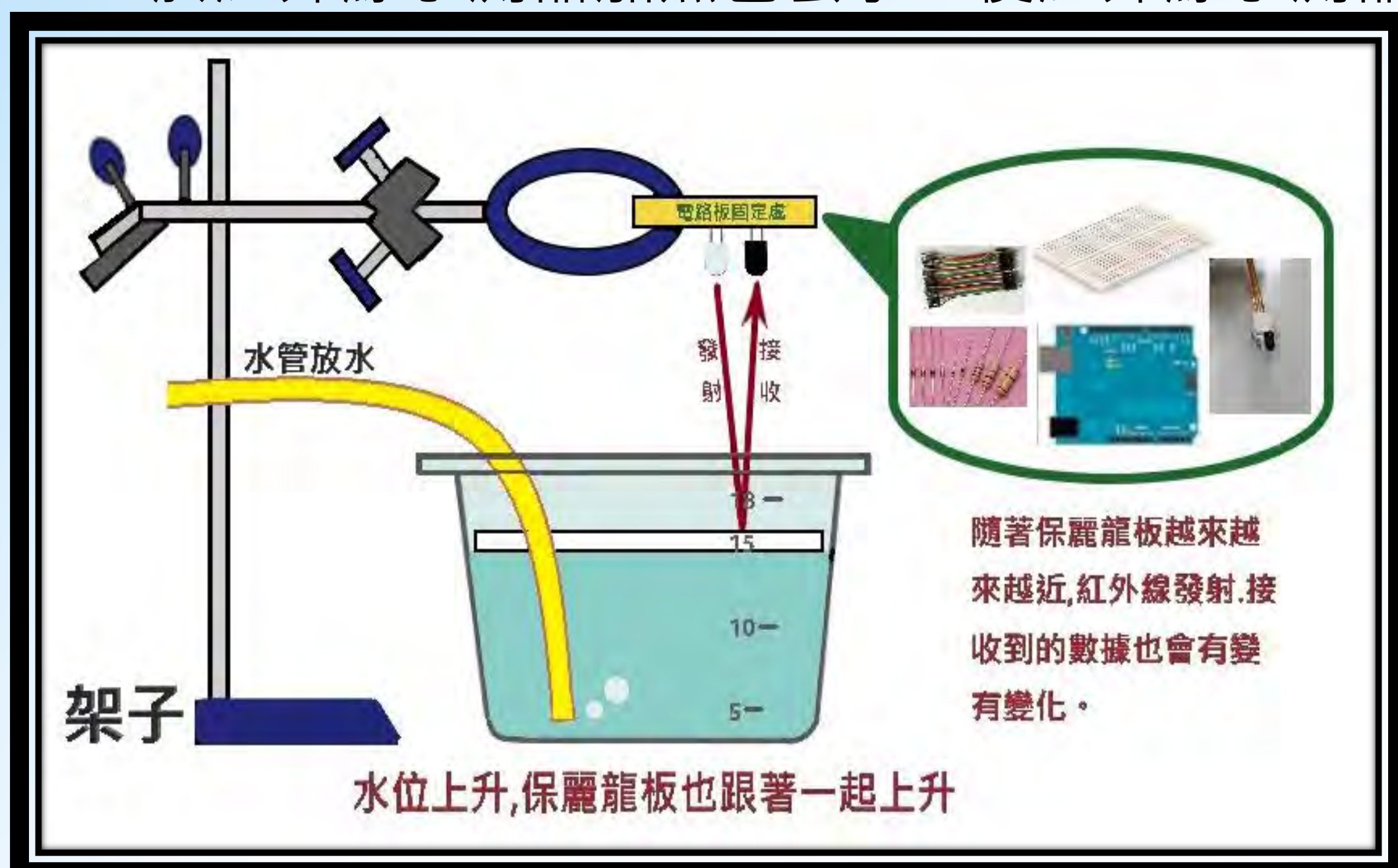


光敏電阻加遮光罩實驗

二、B組實驗：利用紅外線接收強度偵測水位高度

(一)實驗步驟

1. 先將紅外線接收與發射器連接麵包板與Arduino UNO板，用夾子固定於鐵架上並和電腦連接。
2. 將水箱注入水，此時水箱底部的保麗龍板將隨著水位升高而上升。
3. 當水位高度上升至18公分時，觀察電腦Analog1的數值並記錄。
4. 於紅外線感測器加黑色套子，使紅外線感測器不易受環境人體體熱和不可見光影響，重複步驟3之實驗並記錄結果。

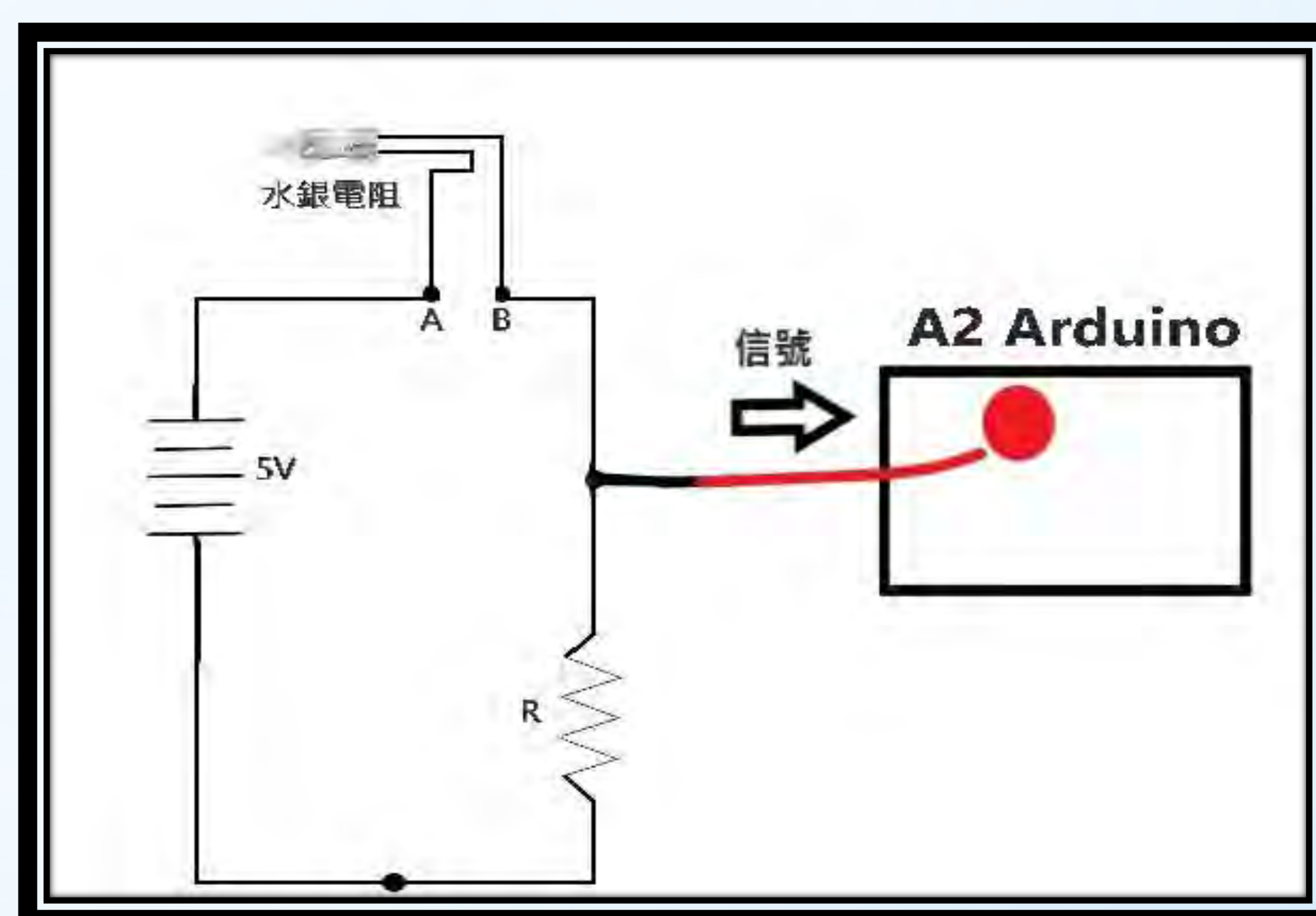
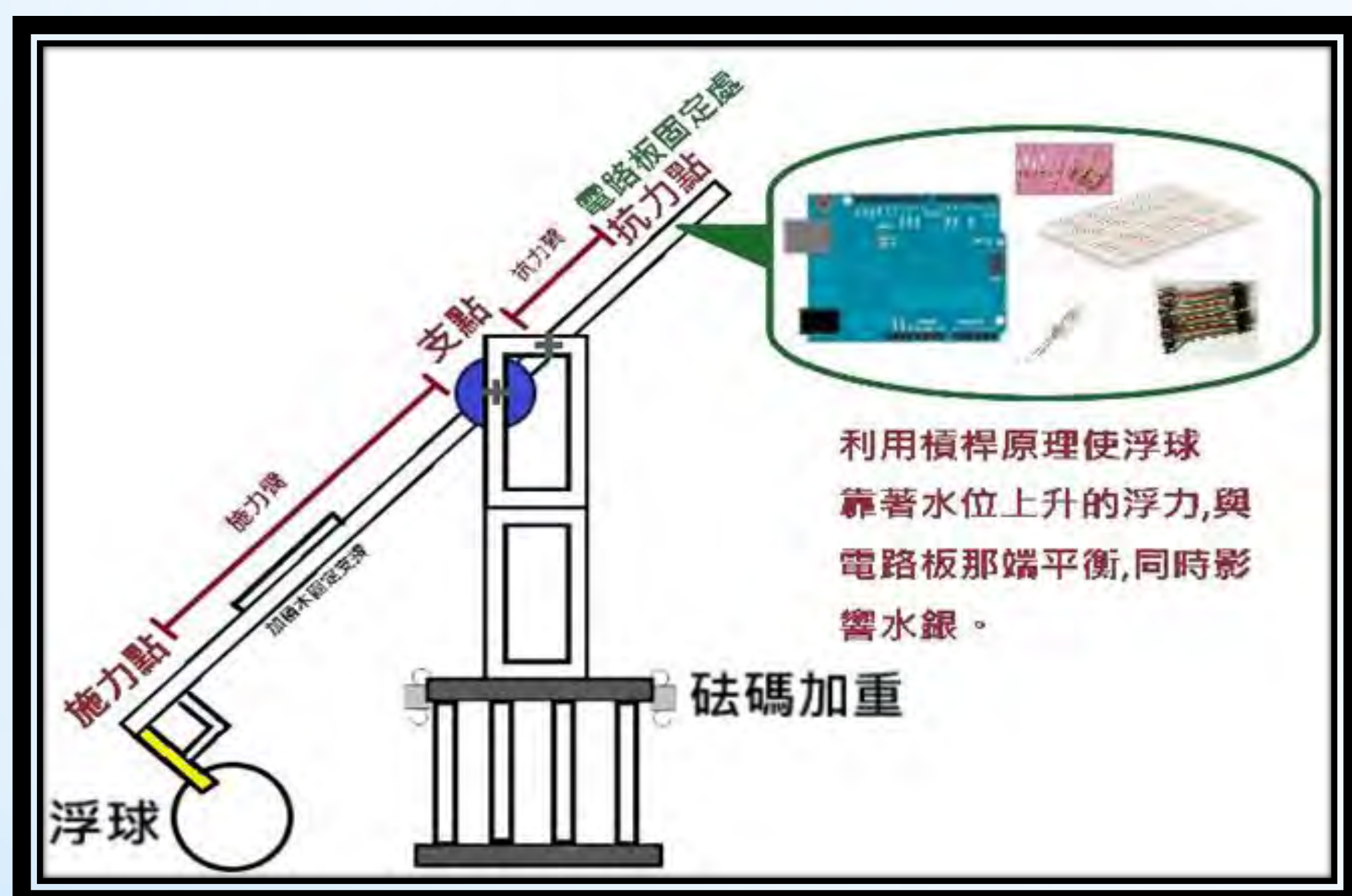


三、C組實驗：利用水銀開關的導通與否偵測水位臨界值

(一)實驗步驟：

1. 將偵測實驗的水銀感應器連結Arduino uno板與麵包板固定於槓桿的一側(力臂短的一端)，並連接到電腦端。
2. 於槓桿的另一側(力臂長的一端)裝置保麗龍球，並當水箱無水時，保麗龍球會貼於水箱底端。
3. 藉由水管將水注入水箱，保麗龍浮球隨著水位上升漸漸浮起，保麗龍球浮起的同時也會帶動槓桿一起轉動。
4. 當槓桿轉動時，水銀也滾動至另一端使其形成通路。此時，觀察電腦Analog2的數據會大於500，再利用電腦程式控制發出警報。

(二)實驗與電路裝置示意圖：

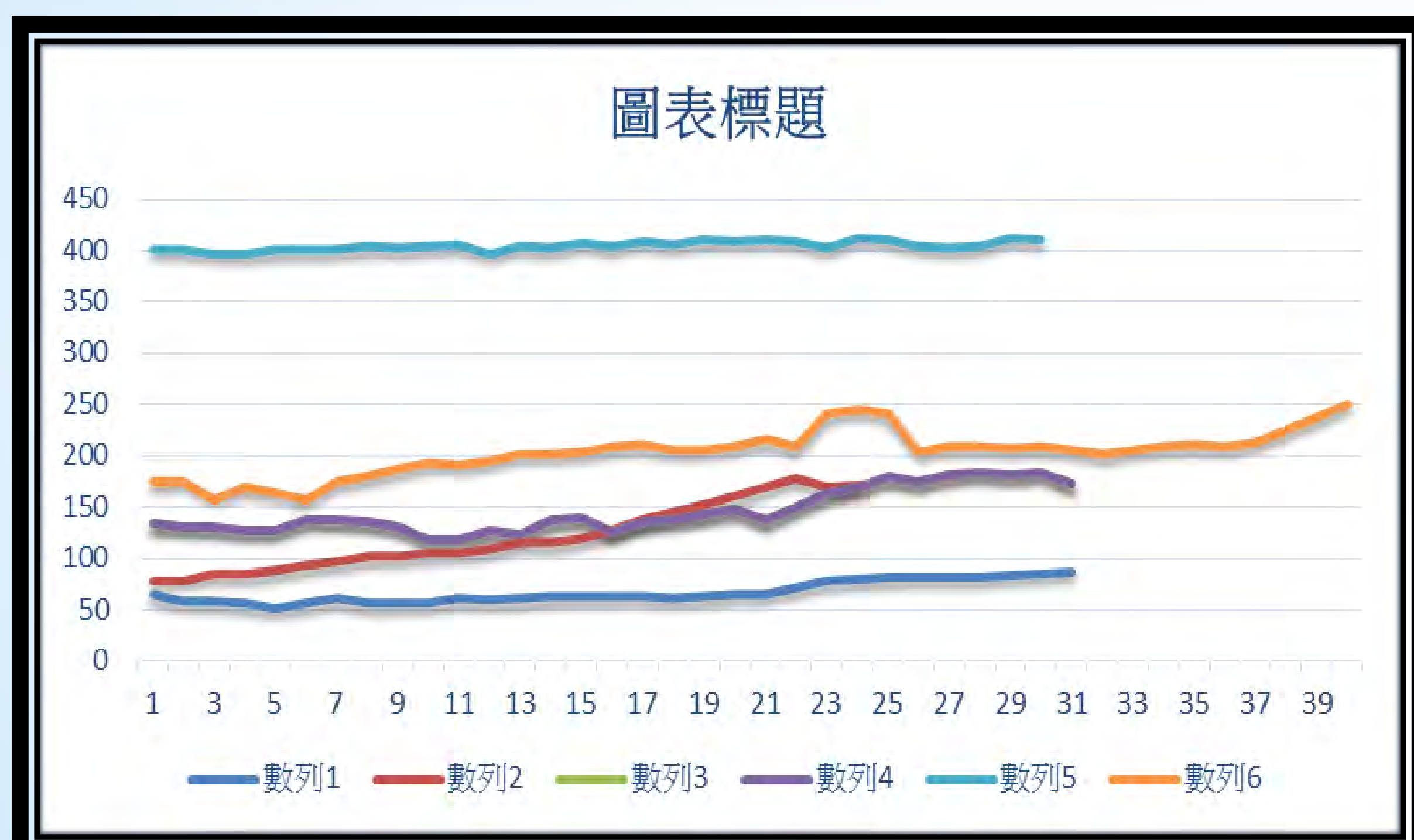


伍、研究結果

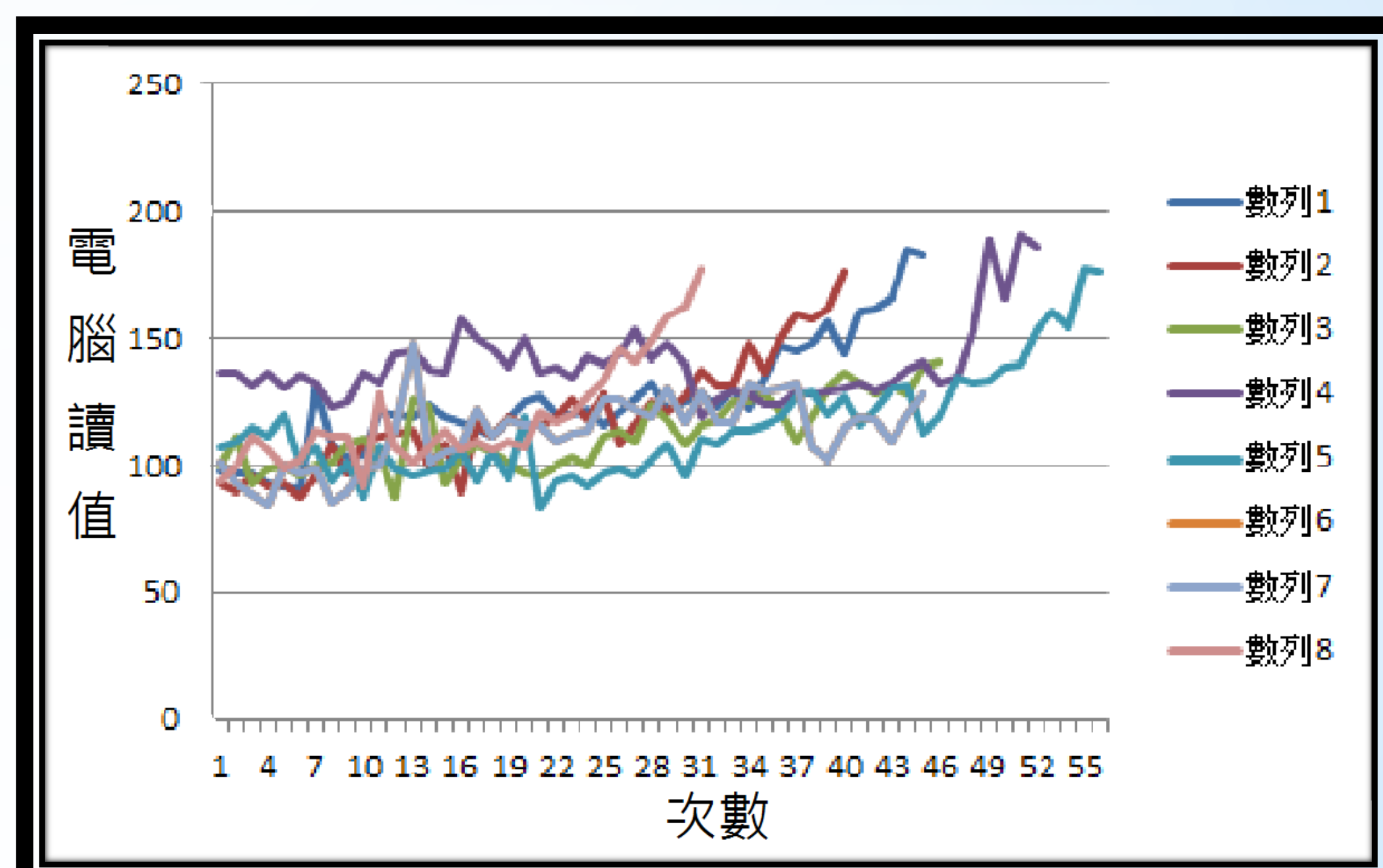
一、A組實驗:利用光訊號接收強度偵測水位高度

1. 光強度訊號轉換電壓隨著光源越靠近光敏電阻而增大，這是因為光源為LED，其光線為發散光源，距離越遠光強度越弱。
2. 在同一高度所接收到的光訊號強度並非定值，有些之震盪幅度頗大，這是因為環境背景光源變異所致，因此在應用時，應該隔絕環境光源，例如在其周圍放下不透光的遮罩，以維持背景光源強度的恆定。
3. 因為偵測高度足夠大，取樣時間為0.5秒，已經可以即時反應水位高度的變化。
4. 我們把光敏電阻和LED燈調換位子，在保麗龍板上的光敏電阻加上一個遮光罩。

我們利用S4A程式設定時間每0.5秒記錄五次實驗的光強度訊號轉換電壓的合併折線圖如下



(未加遮光罩光敏數據結果折線圖)

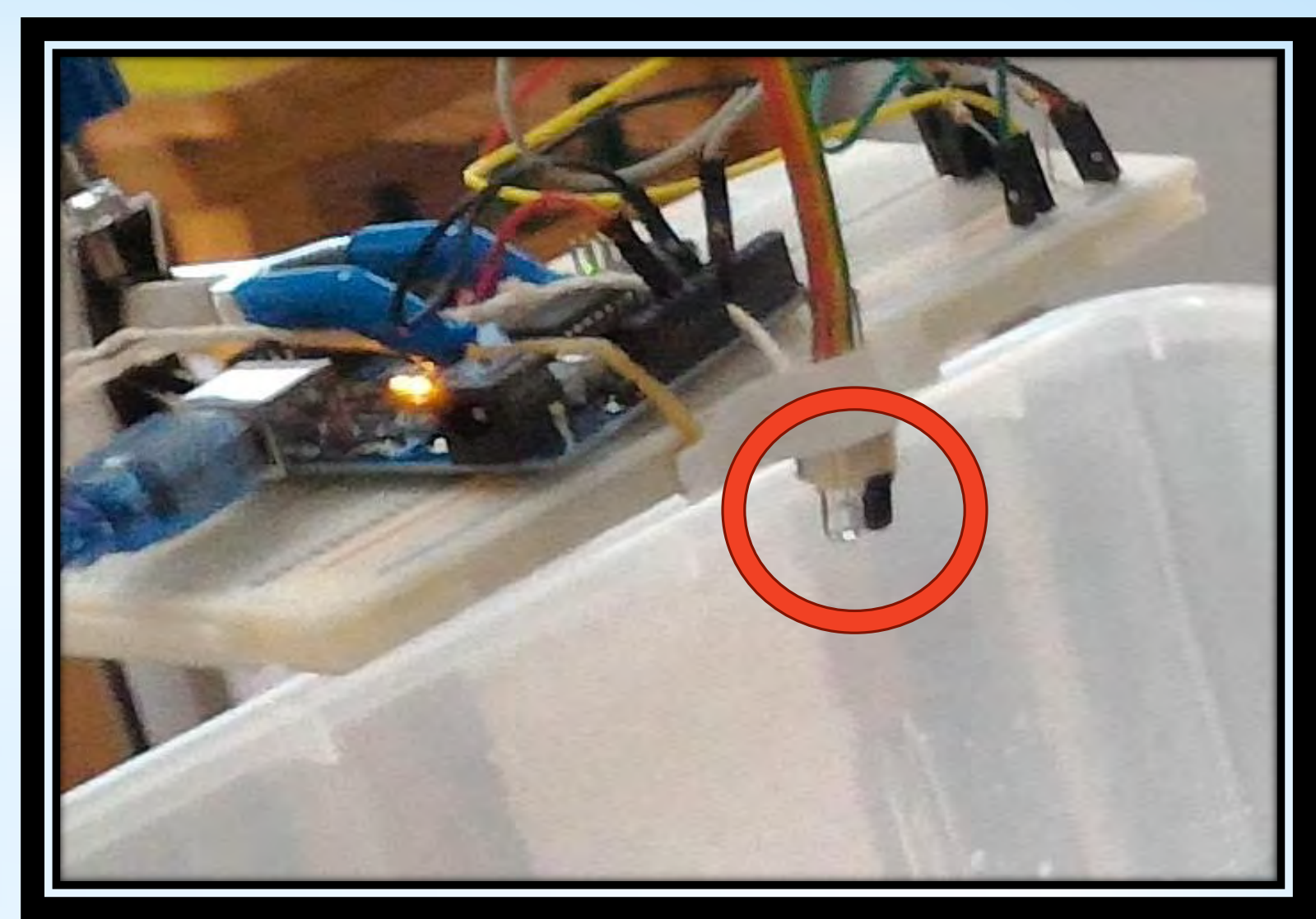
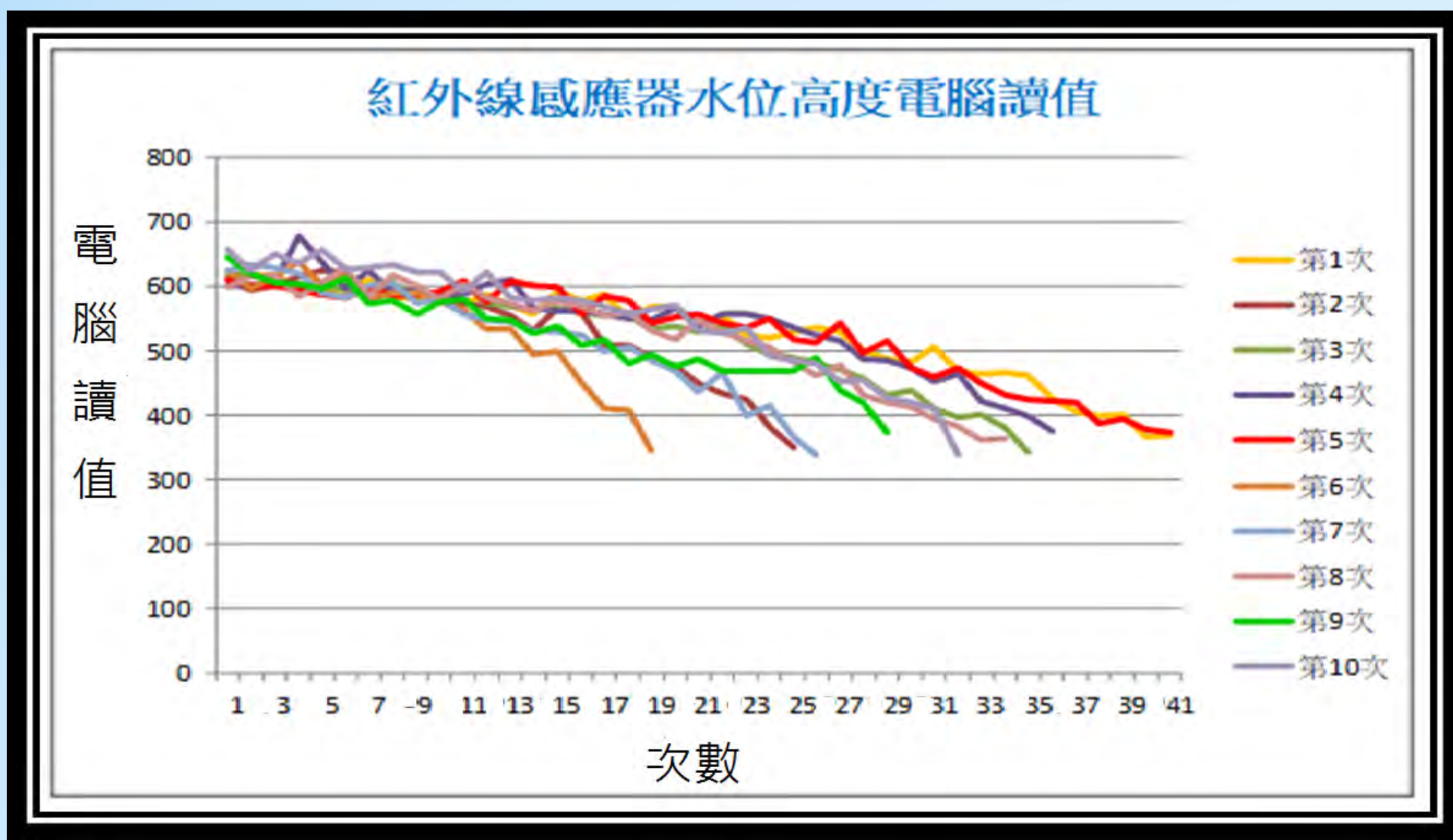


(有加遮光罩光敏數據結果折線圖)

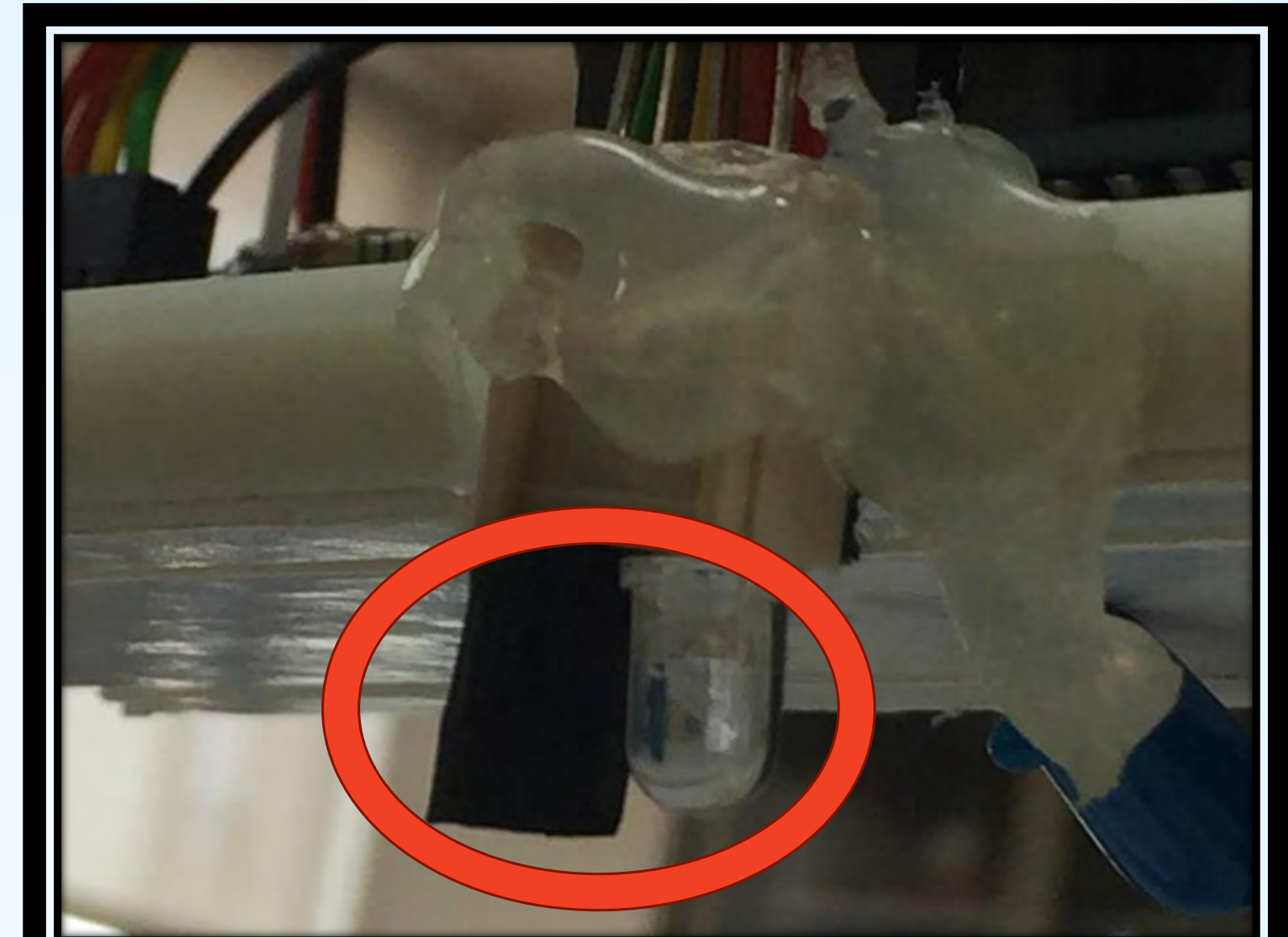
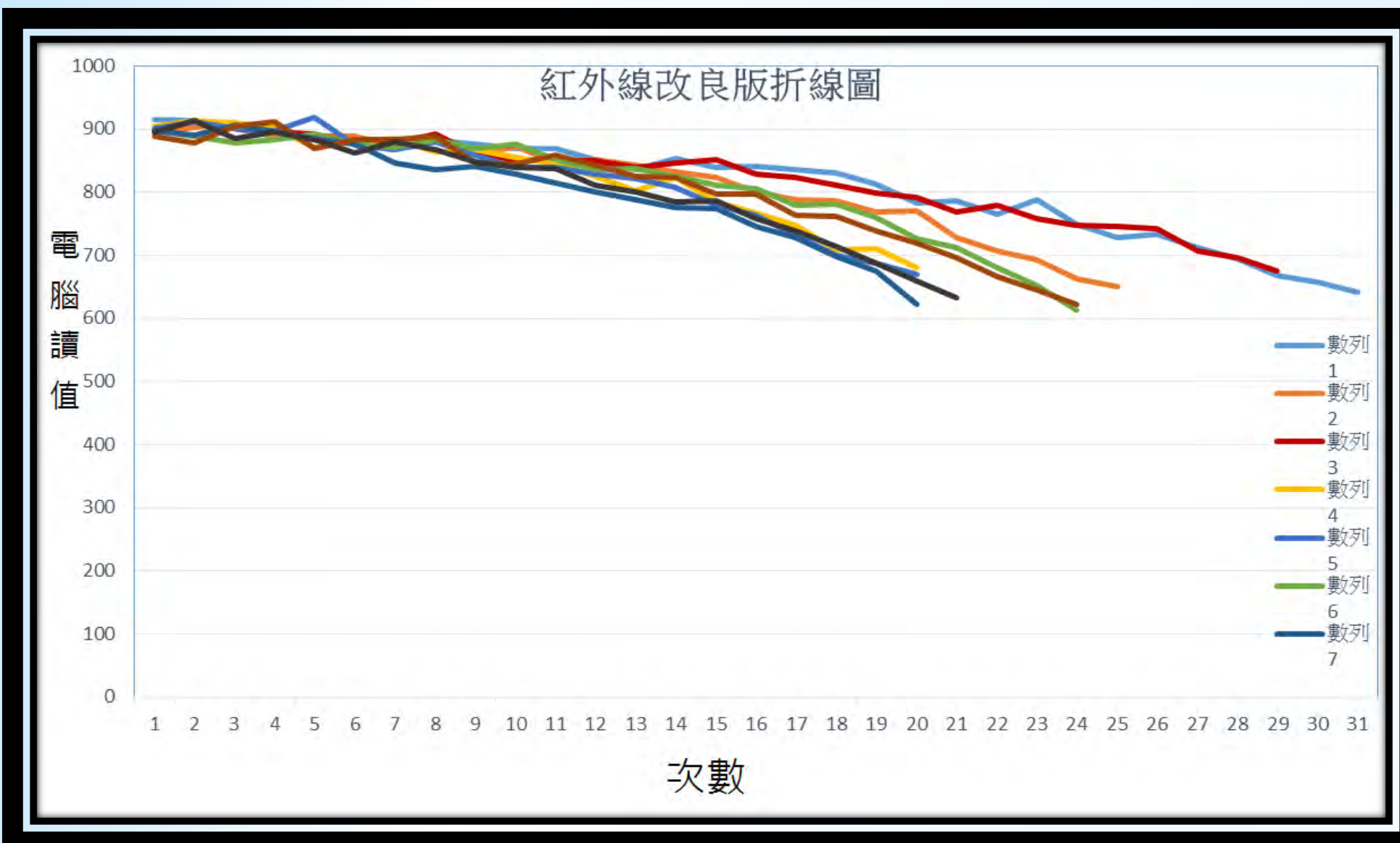
二、B組實驗：利用紅外線接收強度偵測水位高度

1. 每條折線圖都能顯示每次實驗的水位為零與水位為18公分時，其所分別對應的紅外線接收強度偵測數值(分別約為610與350)維持在極小的誤差範圍內，已經可以運用此數據設計電腦程式，發布警戒訊息。
2. 紅外線數據誤差來自於周圍實驗同學的體熱，因此在做實驗時，應該要在接收器上套上防止紅外線從側邊而來，只接收從正下方之訊號，如此就可以提高接收數值的穩定度。
3. 右上圖之橫軸代表進水量時間，所需時間不同是因為進水速度不同造成，可以顯示出雨量大小不同時，並不影響本器材的準確性。
4. 由數據得知紅外線感應器能在水位變化時於電腦端同時得到穩定的數值變化，即可方便的利用S4A程式啟動電腦警報系統、放下淹水路段的柵欄、再連接手機APP通知民眾改道，減少交通混亂情形與保障民眾生命財產安全。

我們利用S4A程式設定時間與每3秒記錄十次實驗的紅外線訊號轉換電壓的合併折線圖如下



(未加黑色套子)



(有加黑色套子)

陸、討論

以下為本研究三種水位偵測器之性能比較，其中紅外線偵測模式具有較佳之性能，特別是系統組裝與抗雜訊的配備都相對簡單，因此紅外線偵測模式成為本研究後續發展的主要方向。

運作原理	感測元件價格	靈敏度	穩定性	訊號	製作難易度	可否連續偵測	最後評比
紅外線偵測	50元以內	佳	佳	類比	中	是	優
可見光偵測 (光敏電阻)	50元以內	可	差	類比	難	是	可
電訊號偵測 (水銀開關)	50元以內	佳	佳	數位	中	否	可

柒、結論

- 本實驗研究發展出可即時偵測水位高度的動畫式警報器。我們獲得了底下幾個成果：
- 一. 模型箱中注入更多的水量，水位上升幅度伴隨偵測電壓成一定趨勢的變化，可應用於實際的水位偵測與警報。
 - 二. 本研究所發展出來的水位偵測警報器之成本低廉、電路構造簡單，可即時反應區域水位高度是否正常，主要應用場所包含：**市區車行地下道**：作為雨季驟雨或者平日溝渠阻塞積水，所造成之危害警示。**山區河道**：上游大雨之偵測，透過手機即時通知下游居民之警報系統。
 - 三. 本警報系統可透過藍芽與手機連結，使得上述水位之監控更全面且即時。
 - 四. 本警報系統所使用之軟體皆為開放軟體，可大幅降低製作成本，有利全面推廣。
 - 五. 本警報系統具動畫功能，將偵測數據轉換為動畫效果呈現，可以達到有趣，吸引大眾使用之效果。
- 透過上述五點的成果，我們製作出一套有效即時遠距的動畫監控系統，對於提升市區地下道車型安全與山區玩或作業有重要貢獻。在未來，我們將發展具全面性互聯網功能之水位警報器，透過各種行動載具與網路的訊號傳遞與回饋，全面提升民眾的用路安全。

捌、參考資料與其他

<https://www.junyiacademy.org/cs-sc-ex/computer-science-a/cs-sc-ex-2/cs-sc-ex-2-12>
(均一教育平台)

<http://ap11.egame.kh.edu.tw/auth/main/#webduino/1>
(u世代島嶼學習樂園)

<https://www.youtube.com/channel/UCqOBbOLnWWwb1IsOa5QkZKQ>
(lazy tomato lab軟爛番茄工作室)程式設計邏輯訓練_使用scratch，出版社: 松崗，作者:高慧君

用S4A(Scratch for Arduino)：「玩出創意科技大未來」，出版社：碁峰，作者：鄧文淵/總監製，文淵閣工作室/編著。

智慧城市水位工作室網站QR CODE



地下道模型設計圖

