

彰化縣 113 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書(封面)

組別：☒國小組

☐數學類

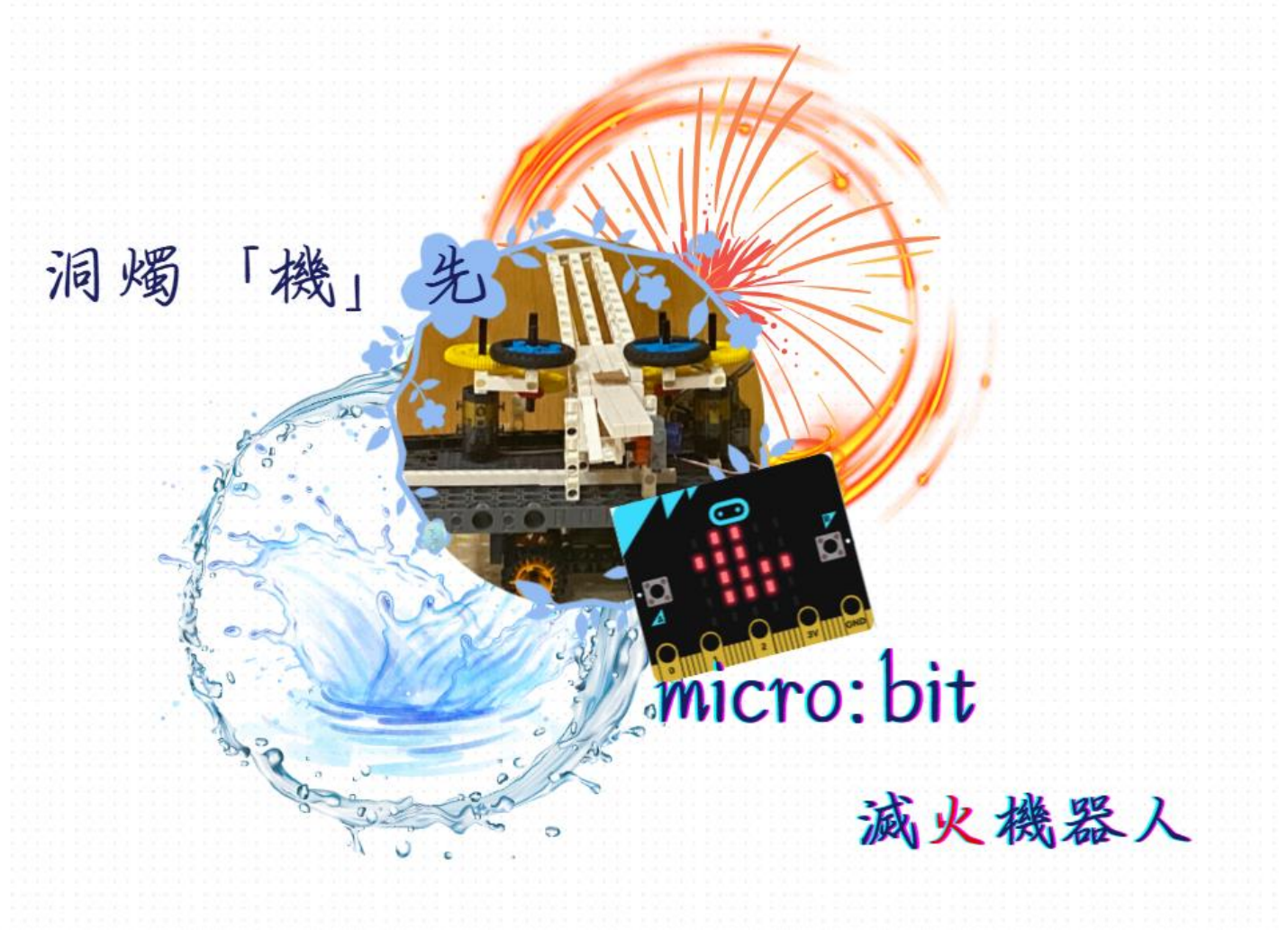
☐國中組

☒自然、科技類

☐人文社會類

作品名稱：

洞燭「機」先 —micro:bit 滅火機器人



第一階段 研究訓練階段

壹、近二年學校獨立研究課程之規劃

一、中年級

- (一) 網際網路的使用與限制。
- (二) 文書處理軟體的使用。
- (三) 相片編輯、CANVA 美工設計。
- (四) 各類儀器設備的操作與保養。
- (五) 文章閱讀摘要技巧。
- (六) 研究方法的認識與應用。

二、高年級

- (一) 閱讀與評析歷屆獨立研究得獎作品。
- (二) 選定有興趣的研究主題，並擬定計畫。
- (三) 依研究主題蒐集與分析各種資料。
- (四) 研究報告的撰寫與反思。

貳、學校如何提供該生獨立研究訓練

一、 中年級：

每週安排兩節專題研究，訓練基礎的研究技巧；同時安排各類校內外參訪活動，並觀摩校內外的獨立研究成果發表會，讓學生發掘自身有興趣的議題，從認識周遭環境開始，再向外拓展進而認識家鄉特色，以實際活動進行生活問題探索，為將來銜接高年級的獨立研究課程做準備。

二、高年級：

每週安排三節獨立研究，透過學生有興趣的研究主題，在教師的引導下擬定研究計畫。學生利用在中年級所學習的各類研究方法與科學儀器來進行研究主題探究，並將蒐集到的資料進行歸納與分析，培養學生自行解決問題的能力；除了完成研究報告外，學生應對於每一個研究歷程有自省與反思的能力。

第二階段：獨立研究

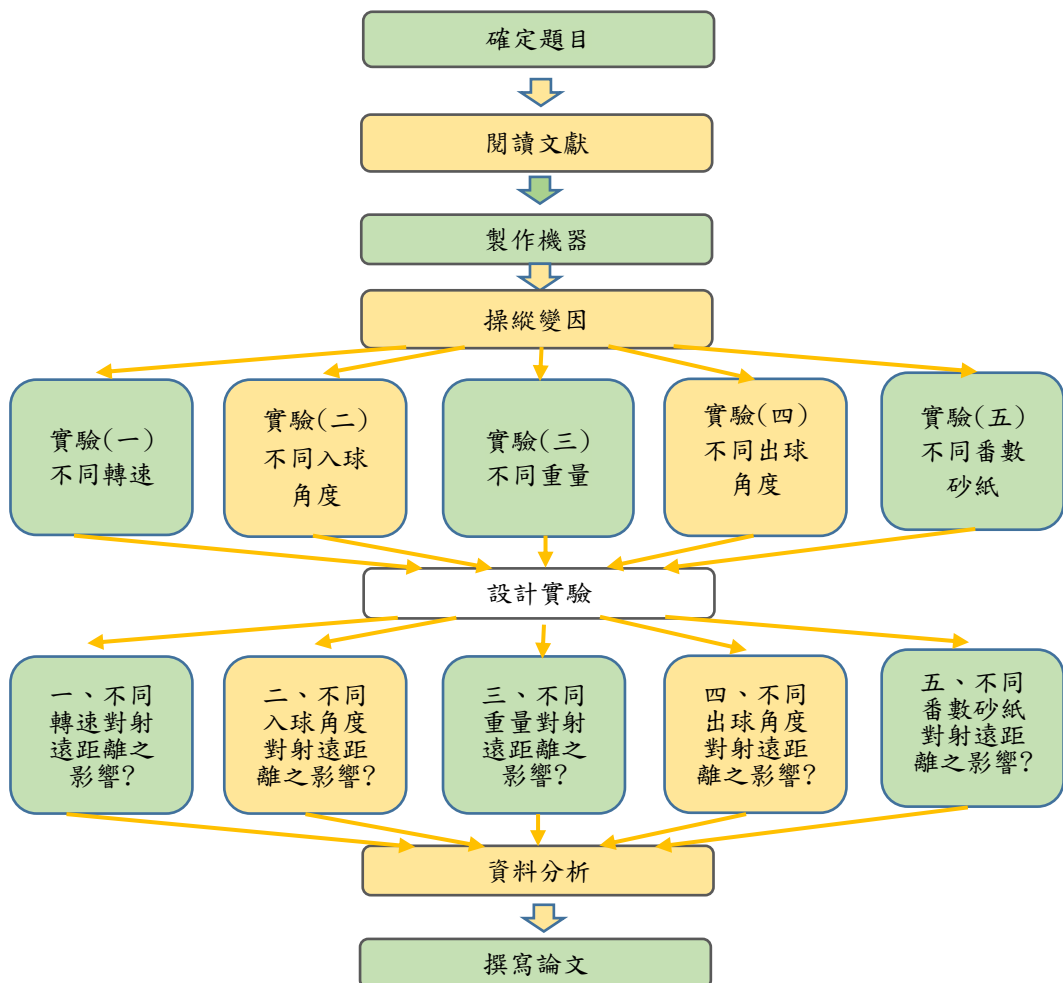
洞燭「機」先—micro:bit 滅火機器人

壹、研究動機

在新聞上我們經常看到有人因為火災而無家可歸或傷亡，甚至協助滅火的消防隊員也經常產生傷亡情形，讓我們非常不捨，所以想設計一款能洞燭「機」先的「滅火機器人」，讓滅火機器人取代消防員先進入火場撲滅火勢，保護大家的安全。在四年級下學期時「翰林版」自然課本第一單元「有趣的力」提到「慣性」原理，且五年級下學期第四單元「空氣與燃燒」更提到滅火的知識，我們希望「滅火機器人」能夠射出夠遠且準確的球，將火熄滅，所以學習使用 micro:bit 程式搭配智高積木，做出「micro:bit 滅火機器人」，讓機器人先主動出擊撲滅火災，減少人員的傷亡。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

一、擬定正式計畫



二、研究問題

- (一) 如何設計出 micro:bit 滅火機器人?
- (二) 不同轉速對射遠距離之影響?
- (三) 不同入球角度對射遠距離之影響?
- (四) 不同重量對射遠距離之影響?
- (五) 不同出球角度對射遠距離之影響?
- (六) 不同番數砂紙對射遠距離之影響?

三、研究目的

- (一) 設計出 micro:bit 滅火機器人
- (二) 了解不同轉速與射遠距離的關係
- (三) 了解不同入球角度與射遠距離的關係
- (四) 了解不同重量與射遠距離的關係
- (五) 了解不同出球角度與射遠距離的關係
- (六) 了解不同番數砂紙與射遠距離的關係

四、工作進度表

執行時間 執行項目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
確定主題									
閱讀文獻									
製作機器									
micro:bit 程式									
進行實驗									
紀錄數據									
資料分析									
撰寫論文									

參、彙整相關文獻

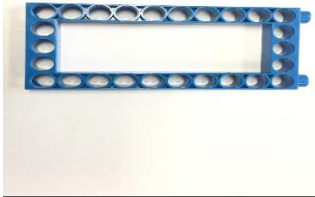
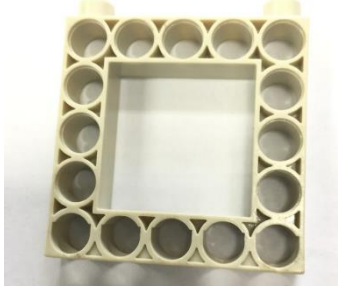
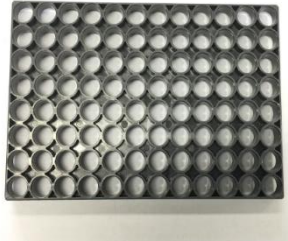
一、滅火機器人

(一)Gigo 智高

台灣研發的 Gigo 智高，創立於 1976 年，以「幫助孩子快樂的學習」為目標，研發出全球專利--「一凸五凹」的結構積木，獨特的單點橋接結構，可創造數百億種變化，從初創時的 4 種基本元件，歷經四十多年的研究，Gigo 智高已發展出超過 600 個功能積木及 100 多項世界專利，成功的從台灣發展、進軍歐美及亞洲。

(二) Gigo 智高常見零件

▼表 3-1-1 智高常見零件材料表

		
10*5 長方形	14*5 長方形	5*5 正方形
		
棍棒	齒輪	底板
		
連接器(小)	連接器(大)(可旋轉)	拆解器(拆除連接器)

(三)micro:bit 構造介紹

我們將 micro:bit 晶片做一詳細的構造說明，如表 3-1-2：

▼表 3-1-2micro:bit 構造介紹說明表

micro:bit 正面結構說明	micro:bit 背面結構說明

(四)使用材料分析表

製作機器人所要用到的材料，如下表 3-1-3：

▼表 3-1-3 使用材料一覽表(一般類)

名稱	Gigo 智高	乒乓球	砂紙
圖片			
介紹	「一凸五凹」結構積木	直徑 40mm，為桌球運動用球	一般砂紙番數總共分為六種
名稱	micro:bit 擴充版	主機	micro:bit 馬達
圖片			
介紹	可連接電腦等產品，寫入程式	連接 micro:bit 可結合馬達使用	插入 micro:bit 可以調節轉數

(五)不同番數砂紙用途介紹

將市面上常見的砂紙綜合分析歸納並做比較，如下表 3-1-4：

▼表 3-1-4 不同番數砂紙用途介紹歸納表

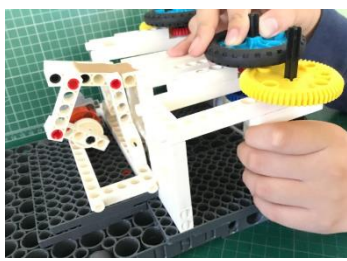
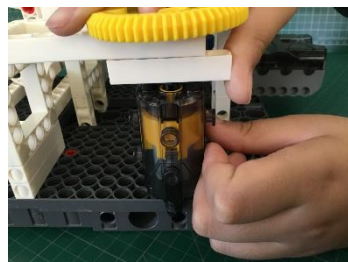
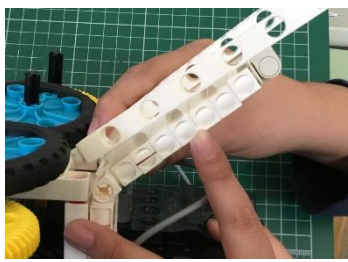
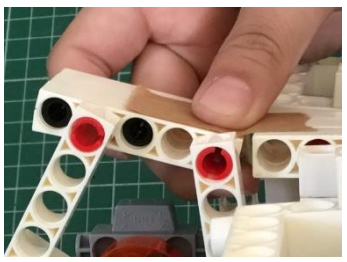
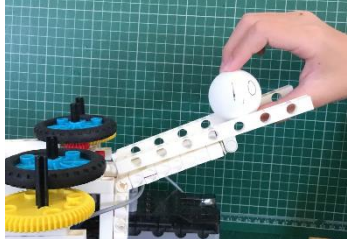
砂紙番數	功用	用法	照片
40 番 -60 番	初步研磨去除較大的不平整	需要大幅度修整和平整表面	
80 番 -120 番	進一步修整表面，去除粗糙度	中等程度的修整和平整表面	
150 番 -180 番	中度磨削修整	需要較高光滑度的場合	
220 番 -320 番	拋光和平滑表面，去除較小的瑕疵和刮痕	於加工階段，達到所需的光滑度和光澤度	
400 番 -600 番	最後的拋光和精細修整，去除微小瑕疵	用於高度光滑和精細的表面處理	
800 番及以上	特殊加工或需要非常精細的拋光和平滑度	需要極高光滑度和精細加工的情況	

(摘錄自：<https://reurl.cc/M68QDX>)

二、實驗步驟

為設計出能夠投球的滅火機器人，製作流程如下表 3-2-1：

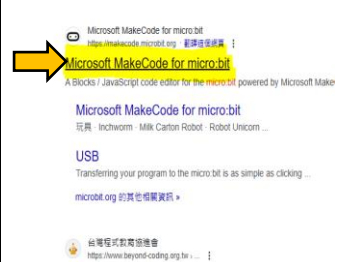
▼表 3-2-1 製作投球機器人(三代機)流程表

		
1. 做好底架	2. 裝上發球架	3. 裝上旋轉軸
		
4. 裝上馬達	5. 裝上發球的斜坡	6. 裝上出球斜坡
		
7. 裝上可以調整斜坡角度的轉軸	8. 寫出 micro:bit 調整角度的程式	9. 把球放上發球架，就可將球發射出去

(二) micro:bit 程式運用

透過網頁開始進行 micro:bit 程式編輯，流程如下表 3-2-2：

▼表 3-2-2 製作 micro:bit 程式編輯流程表

		
點開網站	點擊+創建專案	拖移程式積木撰寫

依照上方步驟，我們設計並編寫了程式，並將有用到的程式積木分類，進行功能分析，如下表 3-2-3：

▼表 3-2-3 micro:bit 實驗運用功能介紹一覽表

程式分類	圖示	操作內容
基本	 基本	最常用的積木，包含顯示數字、使用 LED 矩陣畫圖、重複、啟動等
輸入	 輸入	可以接收來自 micro:bit 感測器的事件或偵測到的數據
音效	 音效	可以讓外接蜂鳴器發出指定的聲音
邏輯	 邏輯	根據邏輯判斷結果，執行對應的程式內容
變數	 變數	一個帶有自訂名稱的「容器」，可以放入數字、文字、清單或是邏輯判斷等資訊
數學	 數學	可以透過程式進行數學運算
引腳	 引腳	針對 micro:bit 的引腳進行操作
工具	 工具	利用工具機木增加更多腳位，來控制轉速

三、慣性

靜止的物體會保持靜止，運動中的物體會以相同的速度往相同方向進行運動，直到受到不平衡的力為止。

四、摩擦力

當物體欲運動時，就會與接觸面產生摩擦力。摩擦力是一股抵擋物體運動的力量，而摩擦力大小與接觸面性質與物體下壓重量有關。不論在靜止還是運動狀態下，都會受到摩擦力的影響。

五、歷屆科展相關作品

我們蒐集並參考了歷屆科展作品，將相關文獻分析如下表：

▼表 3-5-1 歷屆科展作品分析表

屆別	題目	作者	重點與結論
60 屆	「微」 鋼琴三 部曲	李昕妍 陳宜菁	研究以 micro:bit 作為程式設計，先探究生活物品導電性，再以這些可導電的物品加上 micro:bit 的程式，用「琴鍵編碼表」概念，只要按琴鍵，就可以彈出樂曲。
60 屆	智慧型 滅火系 統	張良旭 包峯任 林桔慶	傳統的灑水器是以”煙”或”溫度”來做偵測，並大範圍灑水，但灑水器容易發生誤判，及大範圍灑水的方式造成不必要的損失，為解決此問題，我們以機器視覺來追蹤火點，以定點噴水的方式取代大範圍灑水。萬一發生火災也能及時通知用戶，以便提早通報火警，減少火災造成損失。
56 屆	偵煙感 熱啟動 電磁閥 灑水系 統	林樟城 賴勇在 林凱威	一般地下室或公共空間，為防止火災的發生，都會安裝有自動灑水系統，當遇到火災發生時，如現場有人發現後，可由人工方式，即時開啟設於牆壁上的手動啟動開關，主水管內的水會噴出，主水管內的水壓下降，促使控制室內的壓力開關動作；如無人即時發現火災時，等火勢起來後，一般會安裝有溫度感測爆破型玻璃球閥，由玻璃球閥爆破代替手動啟動閥門開關，是常見火災自動灑水系統運作模式。

55 屆	累死人 抽水機 ~ 吸管 抽水機 之探討	梁軒綾 彭靖琚 吳子維 方湛然	吸管抽水機抽出水最大因素是「轉速」。 「轉速」愈快，抽水機抽出水的速度越快，噴灑的範圍越大。而抽水機的「轉速」，使抽水機產生一股「離心力」，使得吸管壁內的水往外甩出；同時吸管抽水機轉動時，造成吸管口的壓力減弱，使下方壓力大的水被擠壓從吸管口噴出。
46 屆	自動滅 火系統	賴品豪	課堂上使用酒精燈的危險，引發我的危機意識，於是，根據課堂上所學的知識，並參考了「原來如此」這本書中簡易抽水排水系統的製作，製作了一套可以自動感應，並能噴灑出水，將火熄滅的『自動滅火系統』。希望，當災害真的發生時，這套『自動滅火系統』能派上用場。

肆、資料分析

一、如何設計出 micro:bit 滅火機器人？

利用 micro:bit 程式積木，組合/編寫出了以下程式(進階版)，利用文字敘述出編碼過程，如下表 4-1-1：

▼表 4-1-1 設計 micro:bit 程式步驟流程表

The image shows a screenshot of the micro:bit programming interface with the following code blocks:

- 當按鈕 A 被按下** (When button A is pressed):
 - 如果 轉速 > 0 那麼 (If speed > 0 then):
 - 變數 轉速 設為 90 (Set variable speed to 90)
 - 否則如果 轉速 > 250 那麼 (Otherwise if speed > 250 then):
 - 變數 轉速 設為 0 (Set variable speed to 0)
 - 否則 (Otherwise):
 - 變數 轉速 改變 40 (Change variable speed by 40)
 - 顯示 數字 轉速 (Show number speed)
 - play tone 中音 C for 1 拍 until done (Play tone middle C for 1 beat until done)
 - 馬達方向控制 0-1 (Motor direction control 0-1)
 - 速度單位選擇 P13 (Speed unit selection P13)
 - 速度單位選擇 P14 (Speed unit selection P14)
 - 速度值設定 0-255 轉速 (Speed value setting 0-255 speed)
 - 控制單位選擇 P15 (Control unit selection P15)
 - 馬達方向控制 0-1 (Motor direction control 0-1)
 - 速度單位選擇 P16 (Speed unit selection P16)
 - 速度值設定 0-255 轉速 (Speed value setting 0-255 speed)
- 當按鈕 B 被按下** (When button B is pressed):
 - 變數 出球角度 設為 60 (Set variable outlet angle to 60)
 - 變數 送球角度 設為 0 (Set variable ball angle to 0)
 - 向螢幕輸入 腳位 P8 至 出球角度 的絕對值 (Input to screen port P8 to absolute value of outlet angle)
 - 向螢幕輸入 腳位 P12 至 送球角度 的絕對值 (Input to screen port P12 to absolute value of ball angle)
 - 變數 出球角度 改變 -10 (Change variable outlet angle by -10)
 - 顯示 數字 出球角度 的絕對值 (Show number absolute value of outlet angle)
 - 向螢幕輸入 腳位 P8 至 出球角度 (Input to screen port P8 to outlet angle)
 - play tone 中音 C for 1 拍 until done (Play tone middle C for 1 beat until done)
- 當按鈕 A+B 被按下** (When button A+B is pressed):
 - 變數 送球角度 改變 10 (Change variable ball angle by 10)
 - 顯示 數字 送球角度 的絕對值 (Show number absolute value of ball angle)
 - 向螢幕輸入 腳位 P12 至 送球角度 (Input to screen port P12 to ball angle)
 - play tone 中音 C for 1 拍 until done (Play tone middle C for 1 beat until done)

- Step1. 點擊**基本**，拖移出當啟動時
- Step2. 點擊**變數**創建變數「出球角度」和「送球角度」
- Step3. 拖移出**變數**「出球角度」設為(60)並寫入腳位 P8
- Step4. 拖移出**變數**「送球角度」設為(0)並寫入腳位 P12
- Step5. 點擊**輸入**拖移出當按鈕 A+B 被按下
- Step6. 拖移出**變數**「送球角度」改變(-10)
- Step7. 點擊**基本**，拖出顯示數字(送球角度絕對值)並寫入腳位 P12
- Step8. 從**音效**拖移出播放一拍的中音 Do 直到完成
- Step9. 點擊**輸入**拖移出當按鈕 B 被按下
- Step10. 拖移出**變數**「出球角度」改變(-5)
- Step11. 點擊**基本**，拖移出顯示數字(出球角度的絕對值) 並寫入腳位 P8
- Step12. 放音效
- Step13. 點擊**輸入**拖移出當 A 鍵被按下
- Step14. 點擊**邏輯**拖出如果……那麼……否則如果……那麼……否則……
- Step15. 拖移出變數轉速設為……*3，分別輸入 0、40、90
- Step16. 設為 90 拖移入如果……那麼……、設為 0 拖移入否則如果……那麼……、設為 40 則拖移入否則……
- Step17. 點擊**基本**拖移出顯示數字……，點擊**變數**拖移出轉速，並放數顯示數字……的裡面
- Step18. 點擊**音效**，拖移出 play.tone 中音 C.for.1 拍.until done，放入顯示數字轉速下方
- Step19. 點擊**工具**，拖移出控制腳位選擇 P0(P0 改為 P13)、馬達方向控制 0-1(0)，速度控制腳位選擇 P0(P0 改為 P14)，速度值選定，點擊**變數**，拖移出轉速，並放入速度值選定
- Step20. 點擊**工具**，拖移出控制腳位選擇 P0(P0 改為 P15)、馬達方向控制 0-1(1)，速度控制腳位選擇 P0(P0 改為 P16)，速度值選定，點擊**變數**，拖移出轉速，並放入速度值選定

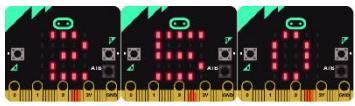
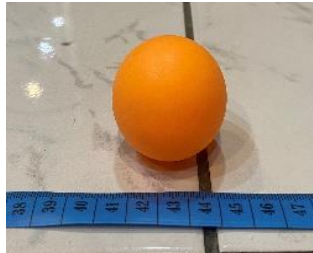
二、不同轉速對射遠距離之影響？

製作完機器後，我們利用程式將轉速改變，藉由轉速的不同找出最遠的射遠距離，實驗步驟如表 4-2-1，將實驗記錄如下表 4-2-2：

(一)實驗變因

1. 操縱變因：不同轉速
2. 控制變因：機器
3. 應變變因：射遠距離

▼表 4-2-1 不同轉速對射遠之距離實驗步驟表

		
設定不同轉速	機器人運作	射出距離

▼表 4-2-2 不同轉速對射遠之距離統計表

距離(公分) 轉速	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
90 轉/分鐘	6	6	7	7	6	5	6	6	5	7	6.3
130 轉/分鐘	15	18	16	16	15	15	16	15	17	16	15.9
170 轉/分鐘	30	24	27	28	28	30	28	30	31	28	28.4
210 轉/分鐘	41	45	40	42	43	40	44	43	44	42	42.4
250 轉/分鐘	49	48	52	53	50	46	51	50	50	50	49.9

(二)綜合分析

由表 4-2-2 可得知，在轉速 90 轉/分鐘時其平均射遠距離為 6.3 公分；在轉速 130 轉/分鐘時其平均射遠距離為 15.9 公分；在轉速 170 轉/分鐘時其平均射遠距離為 28.4 公分；在轉速 210 轉/分鐘時其平均射遠距離為 42.4 公分；在轉速 250 轉/分鐘時其平均射遠距離為 49.9 公分；總體而言，在轉速 250 轉/分鐘時其射遠距離最長。

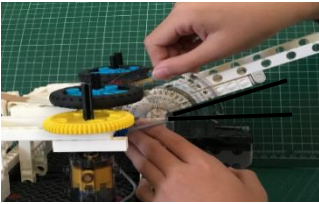
三、不同入球角度對射遠距離之影響？

使用轉速 250 轉/分鐘，藉由不同入球角度找出最遠的射遠距離，實驗步驟如表 4-3-1，將實驗記錄如下表 4-3-2：

(一)實驗變因

1. 操縱變因：不同入球角度
2. 控制變因：機器、轉速 250 轉/分鐘
3. 應變變因：射遠距離

▼表 4-3-1 不同入球角度對射遠之距離實驗步驟表

		
設定不同入球角度	機器人運作	射出距離

▼表 4-3-2 不同入球角對射遠之距離統計表

距離(公分) 入球角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0 度	49	48	52	53	50	46	51	50	50	50	49.9
10 度	51	50	47	48	47	50	49	50	50	49	49.1
20 度	51	52	51	52	49	50	49	48	50	49	50.1
30 度	50	48	50	49	47	46	47	46	47	48	47.8
40 度	23	20	22	23	22	20	20	21	25	21	21.7
50 度	14	13	13	12	13	10	11	12	10	11	11.9

(二) 綜合分析

由表 4-3-2 可得知，在入球角度為 0 度時其平均射遠距離為 49.9 公分；在入球角度為 10 度時其平均射遠距離為 49.1 公分；在入射角度 20 度時其平均射遠距離為 50.1 公分，在入射角度 30 度時其平均射遠距離為 47.8 公分；在入射角度 40 度時平均射遠距離為 21.7 公分；在入射角度 50 度時其平均射遠距離為 11.9 公分；整體而言，在入球角度為 20 度時其射遠距離最長。

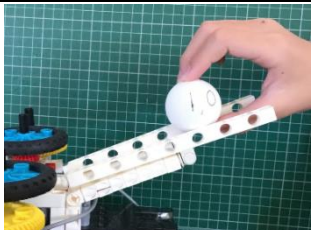
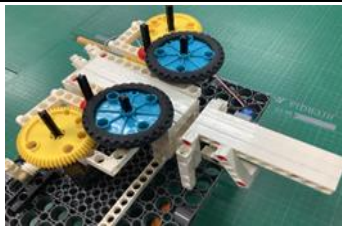
四、不同重量對射遠距離之影響？

改變球的重量，分析不同重量的球對射遠距離之影響，實驗步驟如表 4-4-1，將實驗記錄於表 4-4-2：

(一)實驗變因

1. 操縱變因：不同重量的球
2. 控制變因：機器、轉速 250 轉/分鐘、入球角度 20 度
3. 應變變因：射遠距離

▼表 4-4-1 不同重量對射遠之距離實驗步驟表

		
使用不同重量的球	機器人運作	射出距離

▼表 4-4-2 不同重量對射遠之距離統計表

距離(公分) 重量(克)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0 克	51	52	51	52	49	50	49	48	50	49	50.1
0.5 克	40	42	41	43	43	42	40	41	41	42	41.5
1.0 克	50	52	53	51	52	53	52	52	50	52	51.7
1.5 克	52	53	50	52	51	51	52	52	52	51	51.6
2.0 克	40	43	40	41	43	44	43	42	42	43	42.1
2.5 克	36	33	36	35	34	35	36	37	37	36	35.5

(二) 綜合分析

由表 4-4-2 可得知，在球的重量為 0 克時其平均射遠距離為 50.1 公分，在球的重量為 0.5 克時其平均射遠距離為 41.5 公分，在球的重量為 1.0 克時其平均射遠距離為 51.7 公分，在球的重量為 1.5 克時其平均射遠距離為 51.6 公分，在球的重量為 2.0 克時其平均射遠距離為 42.1 公分，在球的重量為 2.5 克時其平均射遠距離為 35.5 公分；總體而言，在球的重量 1.0 克時其射遠距離最長。

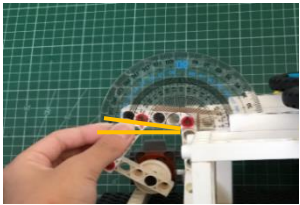
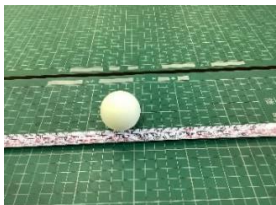
五、不同出球角度對射遠距離之影響？

利用程式改變出球角度，實驗步驟如表 4-5-1，分析不同出球角度對射遠距離之影響，如下表 4-5-2：

(一)實驗變因

1. 操縱變因：出球角度
2. 控制變因：機器、轉速 250 轉/分鐘、入球角度 20 度、1.0 克的球
3. 應變變因：射遠距離

▼表 4-5-1 不同出球角度對射遠之距離實驗步驟表

		
設定出球角度	機器人運作	射出距離

▼表 4-5-2 不同出球角度對射遠之距離統計表

距離(公分) 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0 度	50	52	53	51	52	53	52	52	50	52	51.7
10 度	61	54	62	63	62	53	52	53	55	52	56.7
20 度	59	52	57	52	51	52	54	53	59	52	54.1
30 度	33	30	32	41	33	33	35	38	37	41	35.3
40 度	15	17	12	12	12	15	16	14	12	13	13.8
50 度	5	7	6	6	7	5	6	7	6	5	6.0

(二) 綜合分析

由表 4-5-1 可以得知，在出球角度為 0 度時其平均射遠距離為 51.7 公分，在出球角度為 10 度時其平均射遠距離為 56.7 公分，在出球角度為 20 度時其平均射遠距離為 54.1 公分，在出球角度為 30 度時其平均射遠距離為 35.3 公分，在出球角度為 40 度時其平均距離為 13.8 公分，在出球角度為 50 度時其平均射遠距離為 6.0 公分；總體而言，在出球角度為 10 度時其射遠距離最長。

六、不同番數砂紙對射遠距離之影響？

不同番數砂紙對射遠距離之影響，實驗步驟如表 4-6-1，將實驗記錄如下表 4-6-2：

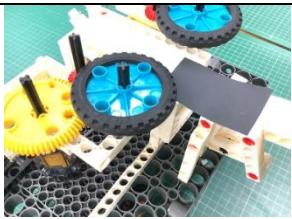
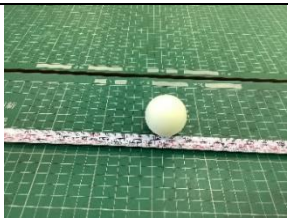
(一)實驗變因

操縱變因：不同番數砂紙

控制變因：機器、轉速 250 轉/分鐘、入球角度 20 度、
1.0 克的球、出球角度 10 度

應變變因：射遠距離

▼表 4-6-1 不同番數砂紙對射遠之距離實驗步驟表

		
使用不同番數砂紙	機器人運作	射出距離

▼表 4-6-2 不同番數砂紙對射遠之距離統計表

番數 \ 距離(公分)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
未放砂紙	61	54	62	63	62	53	52	53	55	52	56.7
60 番	44	43	47	42	44	45	45	45	47	48	45.0
180 番	55	56	57	54	52	57	55	55	55	56	55.2
240 番	56	57	56	57	57	58	56	58	58	59	57.2
400 番	64	61	62	62	63	62	64	64	62	63	62.7
1000 番	66	66	68	65	66	67	66	65	64	69	66.2

(二) 綜合分析

由表 4-6-2 可以知，未放砂紙時其平均射遠距離為 56.7 公分；在砂紙番數為 60 時其平均射遠距離為 45.0 公分；在砂紙番數為 180 時其平均射遠距離為 55.2 公分；在砂紙番數為 240 時其平均射遠距離為 57.2 公分；在砂紙番數為 400 時其平均射遠距離為 62.7 公分；在砂紙番數為 1000 時其平均射遠距離為 66.2 公分；總體而言，在砂紙番數為 1000 時其射遠距離最長。

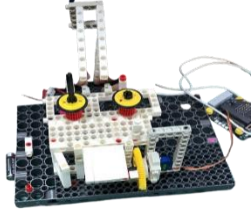
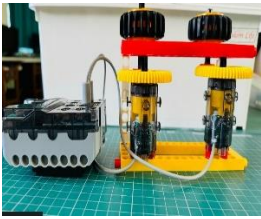
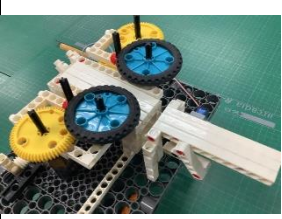
伍、研究結果與討論

一、設計出 micro:bit 滅火機器人

(一)三代滅火機器人分析比較

我們製作了 3 個機器人，分別為第一代、第二代和第三代，我們將其優缺點進行分析比較，如下表：

▼表 5-1-1 三代滅火機器人比較表

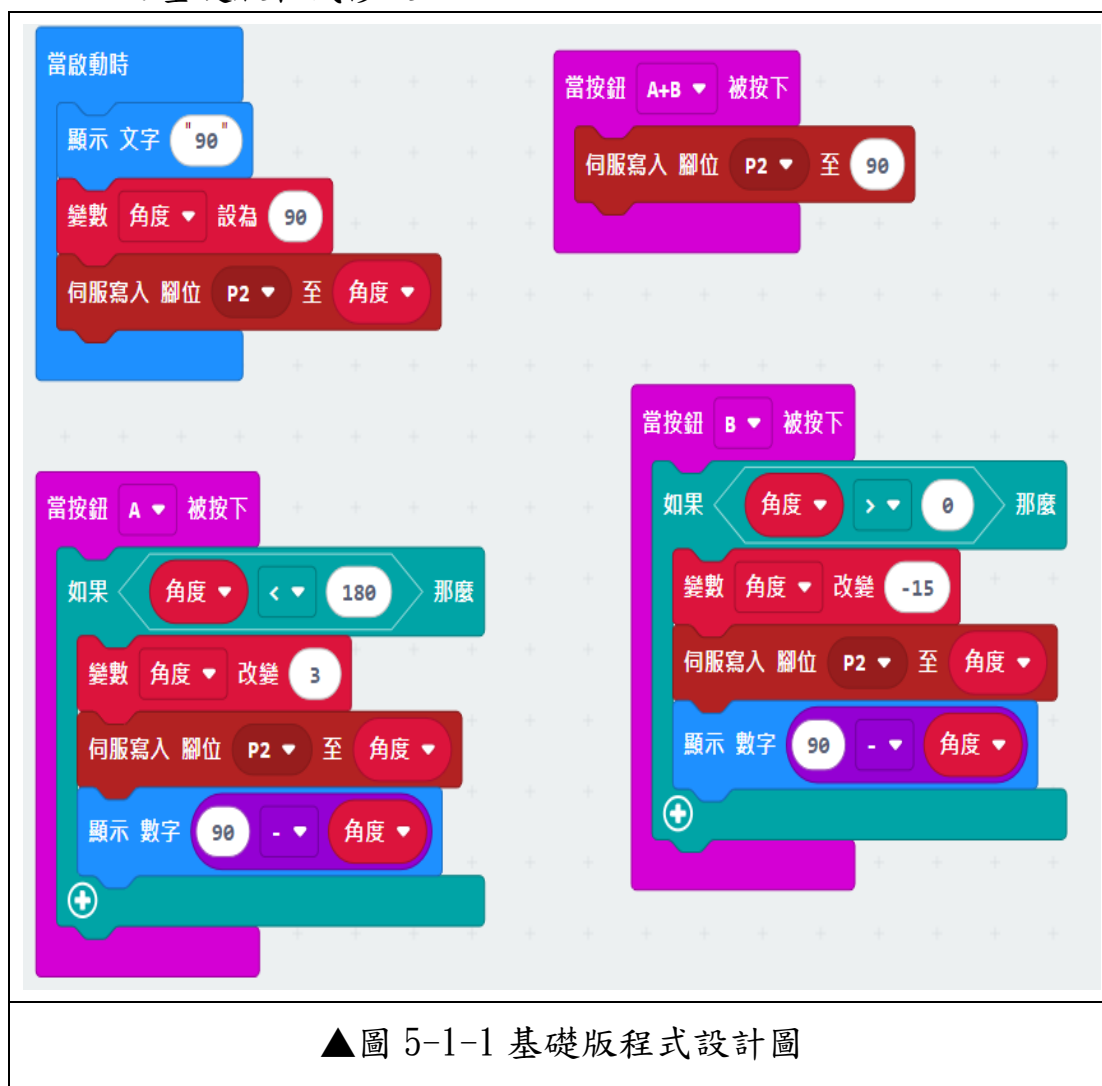
	第一代	第二代	第三代
照片			
優點	機身小、機身穩固	發射距離遠、摩擦力足夠、機身小	發射距離較適中、機身小、機身穩固
缺點	發射距離較近	力道太過強大、機身沒有支撐點	力道稍微過大
修改過程	利用馬達帶動齒輪，但力道過小	修改第一代力道過小的問題，換了馬達及齒輪	修改第二代機身支撐力不足，換了摩擦力更大的齒輪

由表 5-1-1 可得知，第一代機器人，機身很小，方便進入較小的空間，但力道過小使發射距離較近；而第二代機器人，發射力道強，發射距離也較遠，但機身支撐力不好，有時力道或轉速過大就會損壞；最終版的第三代機器人，發射距離較適中，機身小且穩固，也方便進入較小的空間。

(二)程式修改

我們製作了 2 組程式，分別為基礎版和進階版，將其編碼過程及操作方式加以分析，分析結果如下圖 5-1-1 以及圖 5-1-2。

1. 基礎版程式修改



▲圖 5-1-1 基礎版程式設計圖

由圖 5-1-1 可知，基礎版程式利用簡單易懂的積木組合去調整角度，按下 A 鍵會提高角度，按下 B 鍵角度則會降低，同時按下 A+B 鍵則回到 0 度。利用變數操控角度，接著使用數學積木計算角度，配合邏輯積木分析是否調整出正確角度，如若角度過高或過低將導致機器無法正常運行，而當角度適中時機器便可順利的運行，此時在 micro:bit 的 5*5LED 燈顯示出當時的角度。

2. 進階版程式修改



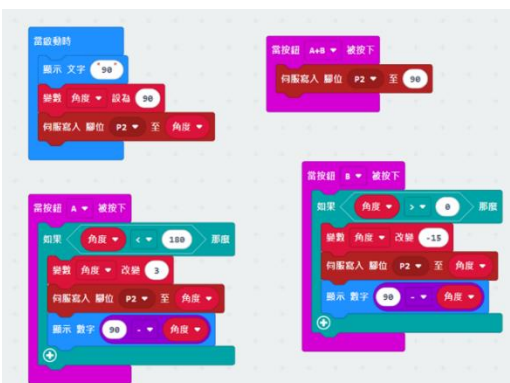
▲圖 5-1-2 進階版程式設計圖

由圖 5-1-2 可得知，將進階版程式傳輸到主機，主機可配合 micro:bit，利用更多腳位，使主機控制馬達，改變其轉速，按下 A 鍵增加轉速，按下 B 鍵改變出球角度，按下 A+B 鍵改變送球角度，可以只使用一台 micro:bit 操控三個變因。

進階版程式將基礎版的程式改良，使其程式進行更加順利，利用變數操控角度，並且利用數學積木(絕對值)保證角度永遠不會呈現負值，接著利用顯示積木顯示出角度，然後利用工具控制轉速，最後利用邏輯以及數學積木的配合去計算出轉速。

(三)micro:bit 基礎版程式與進階版程式差異比較

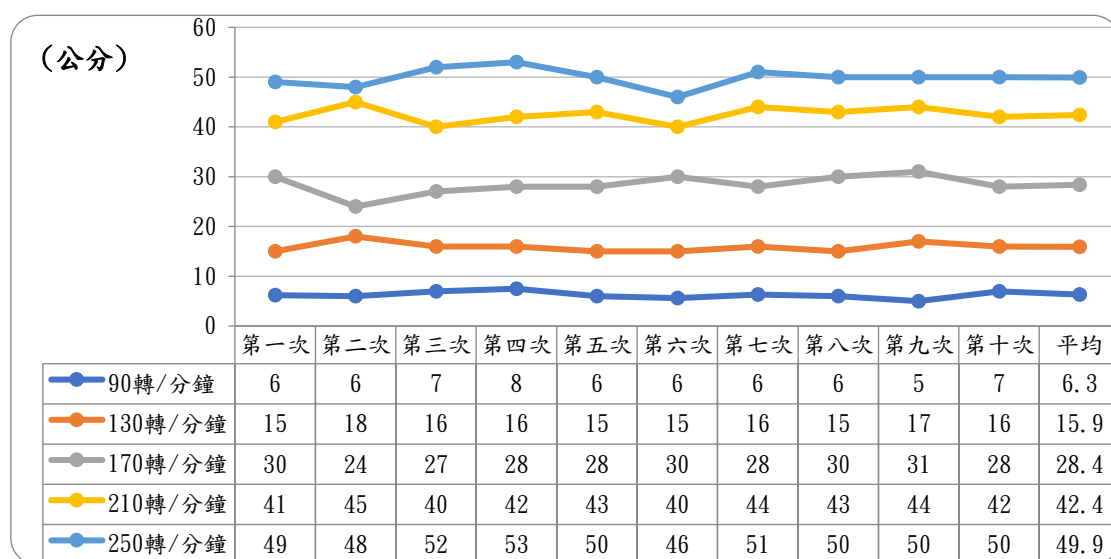
將用處及操作方式分析結束後，我們將 micro:bit 基礎版程式與進階版程式作差異比較分析，分析結果如下表：

▼表 5-1-3 micro:bit 基礎版程式以及進階版程式差異比較表	
基礎版程式積木	進階版程式積木
	

基礎版只用來調整角度，雖有配合邏輯積木，使其更佳流暢，但有時會無法正確傳遞，例：按下一次卻改變了 30 度(程式裡寫改變 3 度)；進階版程式配合了數學積木以及音效(音效用來提醒)，且增加更多腳位，可更流暢地進程式，並利用工具控制轉速。

二、了解不同轉速與射遠距離的關係

為了測試轉速對射遠距離的影響，做了每分鐘 90 轉、130 轉、170 轉、210 轉和 250 轉的實驗，利用資料進行分析如下圖 5-2-1：



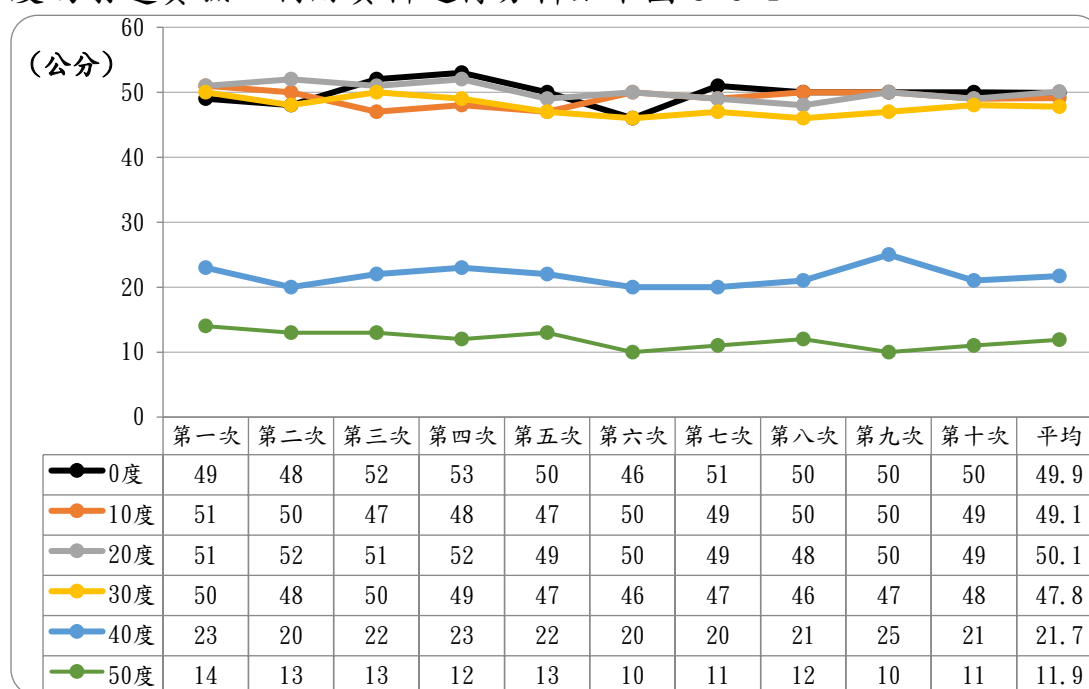
▲圖 5-2-1 不同轉速對射遠距離統計折線圖

由圖 5-2-1 可以得知，250 轉/分鐘的球射遠距離為最長距離 49.9 公分；90 轉/分鐘的球射遠距離是 6.3 公分，為最短距離。由長至短的射遠距離依序為：49.9 公分 > 42.4 公分 > 28.4 公分 > 15.9 公分 > 6.3 公分。

每分鐘不同轉速射遠距離長短依序為：250 轉 > 210 轉 > 170 轉 > 130 轉 > 90 轉，轉速 250 轉/分鐘其射遠距離最長。

三、了解不同入球角度與射遠距離的關係

我們使用 250 轉/分鐘的轉速，繼續測試入球角度對射遠距離的影響，依序進行入球角度為 0 度、10 度、20 度、30 度、40 度和 50 度的射遠實驗，利用資料進行分析如下圖 5-3-1：



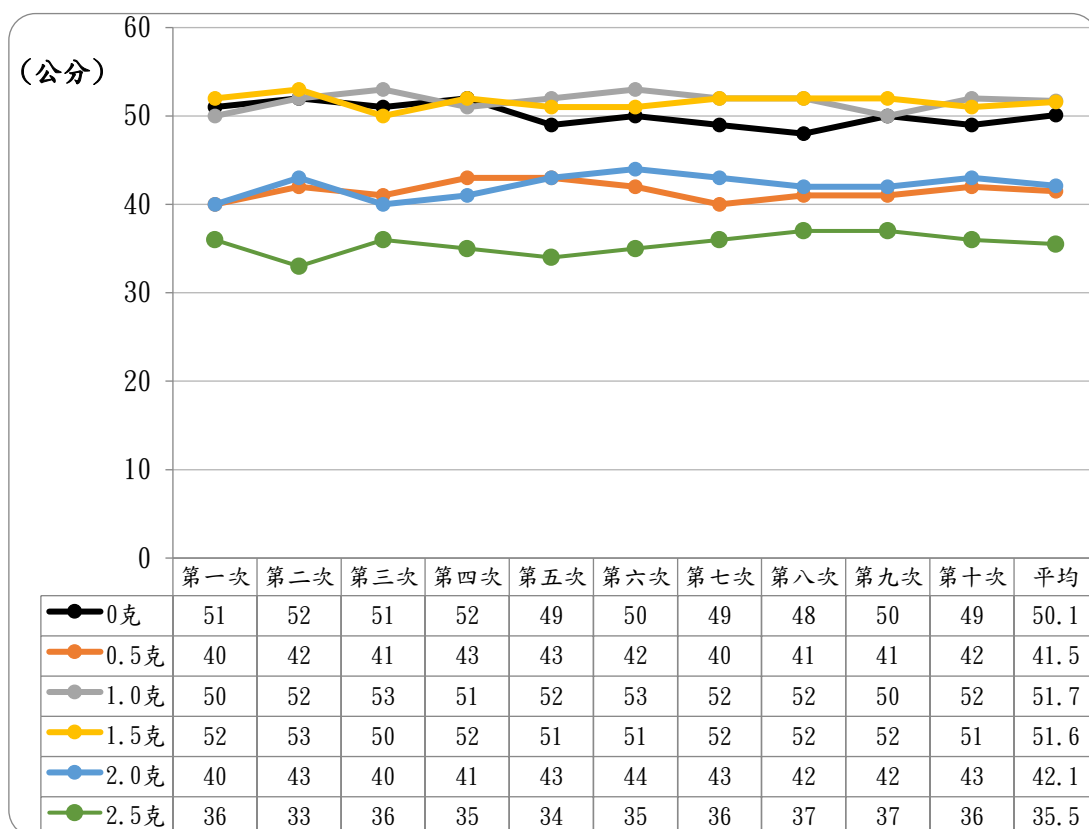
▲圖 5-3-1 不同入球角度對射遠距離統計折線圖

由圖 5-3-1 可得知，不同入球角度的實驗中，20 度的球射遠距離是 50.1 公分，為最長距離；50 度的球射遠距離是 11.9 公分，為最短距離。由長至短的射遠距離依序為：50.1 公分 > 49.9 公分 > 49.1 公分 > 47.8 公分 > 21.7 公分 > 11.9 公分。

由上發現不同入球角度發射距離長短依序為：20 度 > 0 度 > 10 度 > 30 度 > 40 度 > 50 度，入球角度為 20 度其射遠距離最長。

四、了解不同重量與射遠距離的關係

為了測試球的重量對射遠距離的影響，我們分別在球中灌入 0.5 克、1.0 克、1.5 克、2.0 克和 2.5 克水，並使用 250 轉/分鐘的轉速，入球角度設為 20 度，利用資料並分析出如下圖 5-4-1：



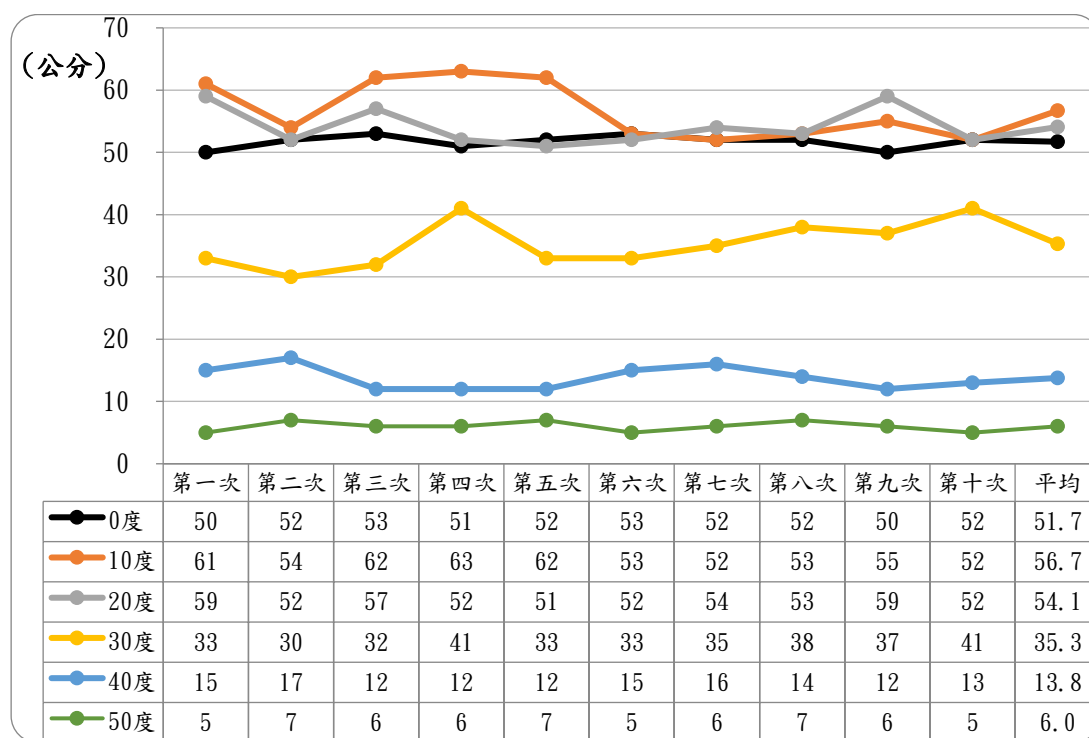
▲圖 5-4-1 不同重量對射遠距離統計折線圖

由圖 5-4-1 可得知 1.0 克的球射遠距離是 51.7 公分，為最長距離，2.5 克的球射遠距離是 35.5 公分，為最短距離。由長至短的射遠距離依序為：51.7 公分 > 51.6 公分 > 50.1 公分 > 42.1 公分 > 41.5 公分 > 35.5 公分。

不同重量的球，射遠距離長短依序為：1.0 克 > 1.5 克 > 0 克 > 2.0 克 > 0.5 克 > 2.5 克，球的重量為 1.0 克其射遠距離最長。

五、了解不同出球角度與射遠距離的關係

為了得知不同出球角度對射遠距離的影響，我們做了 10 度、20 度、30 度、40 度和 50 度的不同出球角度射遠實驗，使用每分鐘 250 轉，20 度的入球角度，重量 1.0 克，利用資料進行分析如下圖 5-5-1：



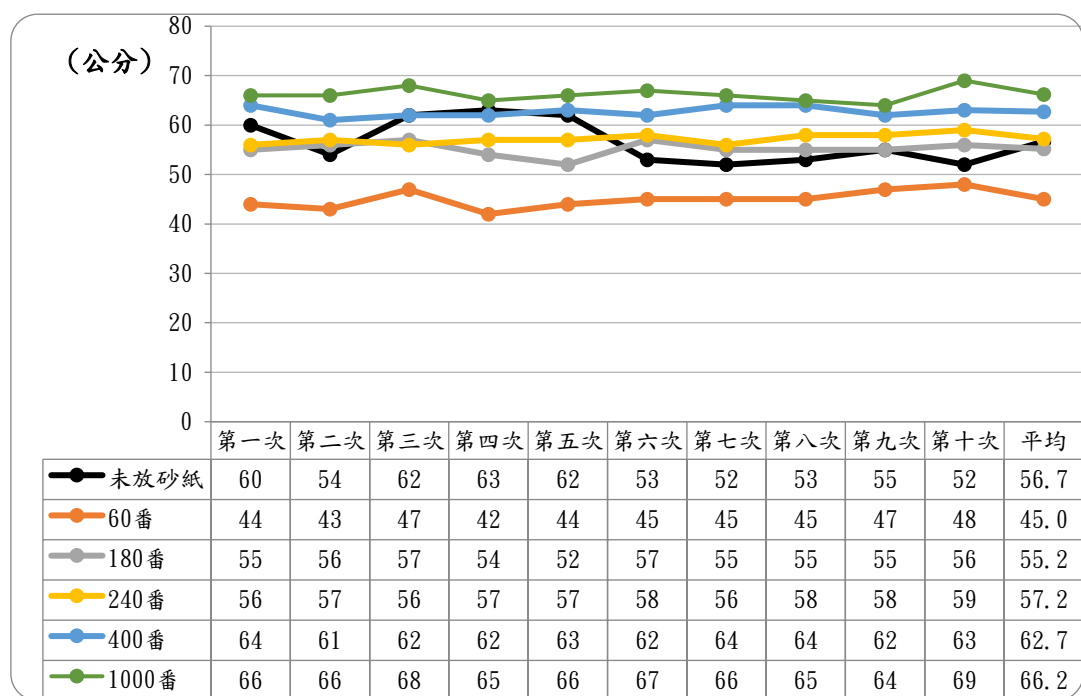
▲圖 5-5-1 不同出球角度射遠距離統計折線圖

由圖 5-5-1 可得知，10 度的球射遠距離是 56.7 公分，為最長距離；50 度的球射遠距離是 6.0 公分，為最短距離。由長至短的射遠距離依序為：56.7 公分 > 54.1 公分 > 51.7 公分 > 35.3 公分 > 13.8 公分 > 6.0 公分。

不同出球角度射遠距離長短依序為：10 度 > 20 度 > 0 度 > 30 度 > 40 度 > 50 度，出球角度為 10 度其射遠距離最長。

六、了解不同番數砂紙與射遠距離的關係

為了測試不同番數砂紙對射遠距離的影響，我們做了砂紙番數為 60 番、100 番、180 番、240 番、400 番和 1000 番的射遠實驗，使用 250 轉/分鐘，20 度的入球角度，重量 1.0 克，出球角度設為 10 度，利用資料並分析出如下圖 5-6-1：



▲圖 5-6-1 不同番數砂紙射遠距離統計折線圖

由圖 5-6-1 可得知 1000 番的球射遠距離是 66.2 公分，為最長距離；60 番的球射遠距離是 45.0 公分，為最短距離。由長至短的射遠距離依序為：66.2 公分 > 62.7 公分 > 57.2 公分 > 56.7 公分 > 55.2 公分 > 45.0 公分。

不同番數砂紙其射遠距離長短依序為：1000 番 > 400 番 > 240 番 > 未放砂紙 > 180 番 > 60 番，1000 番數砂紙其射遠距離最長。

陸、評鑑與檢討

一、尋找主題

在自然四年級下學期的第一單元有提到「慣性」以及在五年級下學期第四單元有教到滅火的相關知識，加上新聞上報導了許多火災，造成有些人或消防員傷亡，所以我們就想要做能自動且精準滅火的無人機器人進去火場裡撲滅火勢。為了能達到理想的效果，我們以智高積木結合 micro:bit 晶片並撰寫上百次的程式，進行了無數次的實驗，努力追尋滅火機器人的最佳性能。

二、修改機器過程

(一)機器零件調整

在修改機器的過程中，遇到了許多困難，像是在調整齒輪的時候，齒輪因為持續的運轉造成機器的抖動而下滑，所以在齒輪下方再加一個齒輪並加上齒輪固定器。每天和同學一起尋找答案，一起解決問題，在這次的研究中留下許多美好的經驗與回憶。

(二) micro:bit 程式調整

在學習寫 micro:bit 程式時，我們向老師請教並解決疑問，然後從中得到靈感，學會用程式更精準的調整入球、出球角度及控制轉速；在智高積木的組裝過程中，我們學到了更多有關於 micro:bit 程式積木和智高馬達兩者之間的連結方式。

三、未來展望

我們所製作出的機器目前只能固定在原地發射球，接下來我們會以遙控的方式，再搭配溫度感知器，使機器能夠感知火苗的位置以及溫度最高的地方，並前往火苗所在處，進行滅火的動作，希望利用洞燭「機」先—micro:bit 滅火機器人讓人員的傷亡減到最低，製作出全自動的滅火機器人，闖入火場滅火，拯救大家的性命，減少悲劇的發生，這都是我們在未來要去執行的，做出全自動滅火機器人，搶救無辜的性命，由我們做起。

四、研究心得

經由這次的研究，我們更理解團結合作的重要性，在進行實驗時，我們因意見分歧，而產生衝突，導致進度落後我們原本的規劃，但意見分歧也讓我們想出了更多更好的點子，意外發現意見分歧並不是不好，可以融合不同意見，創造出更好的點子，將機器人結合三個人不同的意見，達到全能，這次的研究收穫讓我們更加進步，換位思考，讓我們更理解彼此的想法。

柒、參考文獻

- Gigo 智高(無日期)。認識智高。GigoToys。擷取於 2024 年 9 月 10 日，<https://is.gd/PFrFUn>
- 蔡俊傑(2019)。輕鬆玩 micro:bit 程式設計入門。碁峰資訊股份有限公司。
- 煒興企業股份有限公司(2024)。【砂紙】號數對照表、各規格砂紙使用建議說明。【砂紙】號數對照表、各規格砂紙使用建議說明-煒興企業股份有限公司。<https://reurl.cc/M68QDX>
- 莎拉·赫頓(2018)。酷物理：給孩子的神奇物理知識【郭雅欣譯，初版】。遠流出版事業股份有限公司。（原著出版年：2017）
- LIS 情境科學教材(2018)。摩擦力現象影片-阿蒙頓如何藉由物體的運動察覺摩擦力？。摩擦力現象影片-阿蒙頓如何藉由物體的運動察覺摩擦力？-LIS 情境科學教材。擷取於 2024 年 9 月 26 日，<https://lis.org.tw/posts/112>
- STEAM 教育學習網(無日期)。micro:bit 教學。micro:bit 教學|STEAM 教育學習網。擷取於 2024 年 9 月 30 日，<https://reurl.cc/L5AKXK>
- 李昕妍、陳宜菁(2020)。「微」鋼琴三部曲。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品。<https://is.gd/bm0zDX>
- 張良旭、包峯任、林桔慶(2020)。智慧型滅火系統。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/A2G4bY>
- 林樟城、賴勇在、林凱威(2016)。偵煙感熱啟動電磁閥灑水系統。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/93g0xd>
- 梁軒綾、彭靖珺、吳子維、方湛然(2015)。累死人抽水機~吸管抽水機之探討。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/96Gv6n>
- 賴品豪(2006)。自動滅火系統。中華民國第 46 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/E604Qk>