

教育部 109 年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：4-3

計畫名稱：融入設計思考之 STEAM 課程發展與實踐

主持人：楊宗榮

執行單位：臺中市豐原區翁子國民小學

壹、計畫目的及內容：

- 一、組織跨領域教師家長社群，研發可融入課程之 STEAM 科學課程教材範例。
- 二、了解親師生進行 STEAM 科學課程教育時，創造力的變化。
- 三、提取編寫 STEAM 的微鷹架策略，作為日後其他研究者編寫之參考。

貳、研究方法及步驟：

研發『可融入課程之 STEAM 科學課程教材範例』，將以行動研究法收集教學檔案、學生課室觀察、教材範例改變的機會點、親師生晤談、學生學習檔案等方式進行分析歸納。提取編寫 STEAM 的微鷹架策略。

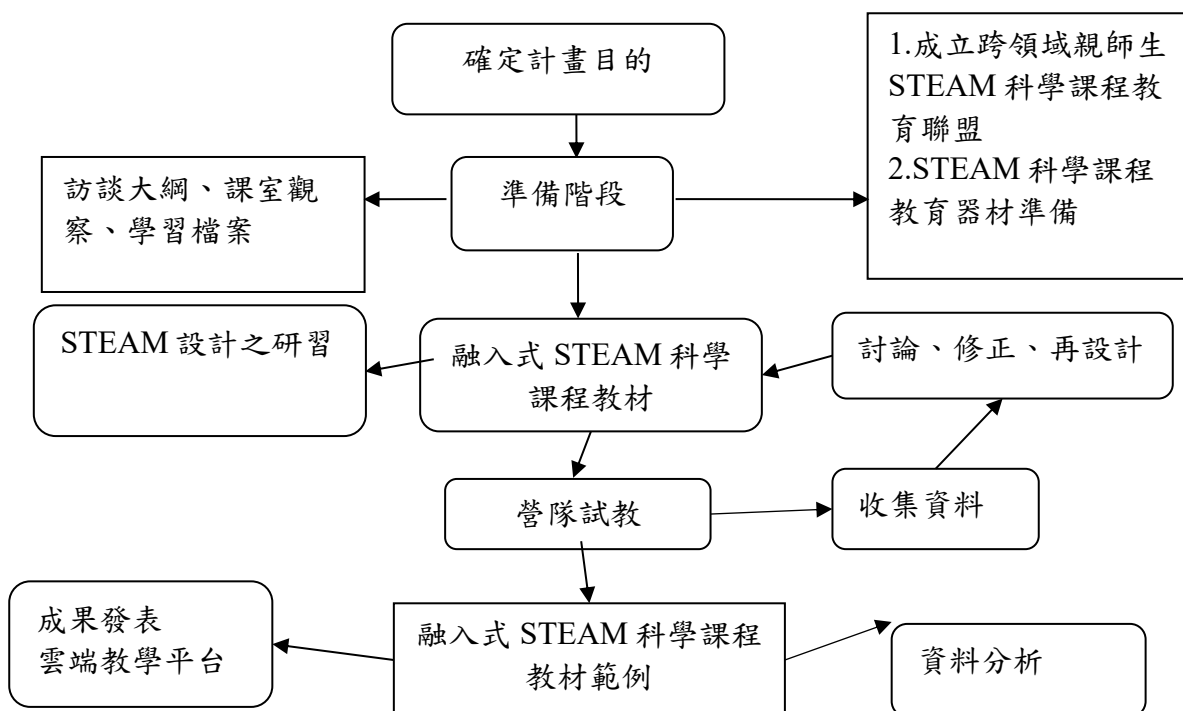


圖 1.研究流程圖

結合科學探究與設計思考的 STEAM 教學

結合科學探究與設計思考的教學流程，以解決真實世界的工程問題為目的，讓學習者應用科學、科技、工程及數學的基礎知識設計原型來解決問題，透過迭代發展逐步完善複雜問題解決能力。參考 Kolodner 等人(2009)提出的設計學習 (Learning by Design, 簡稱為 LBD) 模式及 Taleyarkhan 等人(2018)提出設計思考學習步驟，修改如下述教學流程。

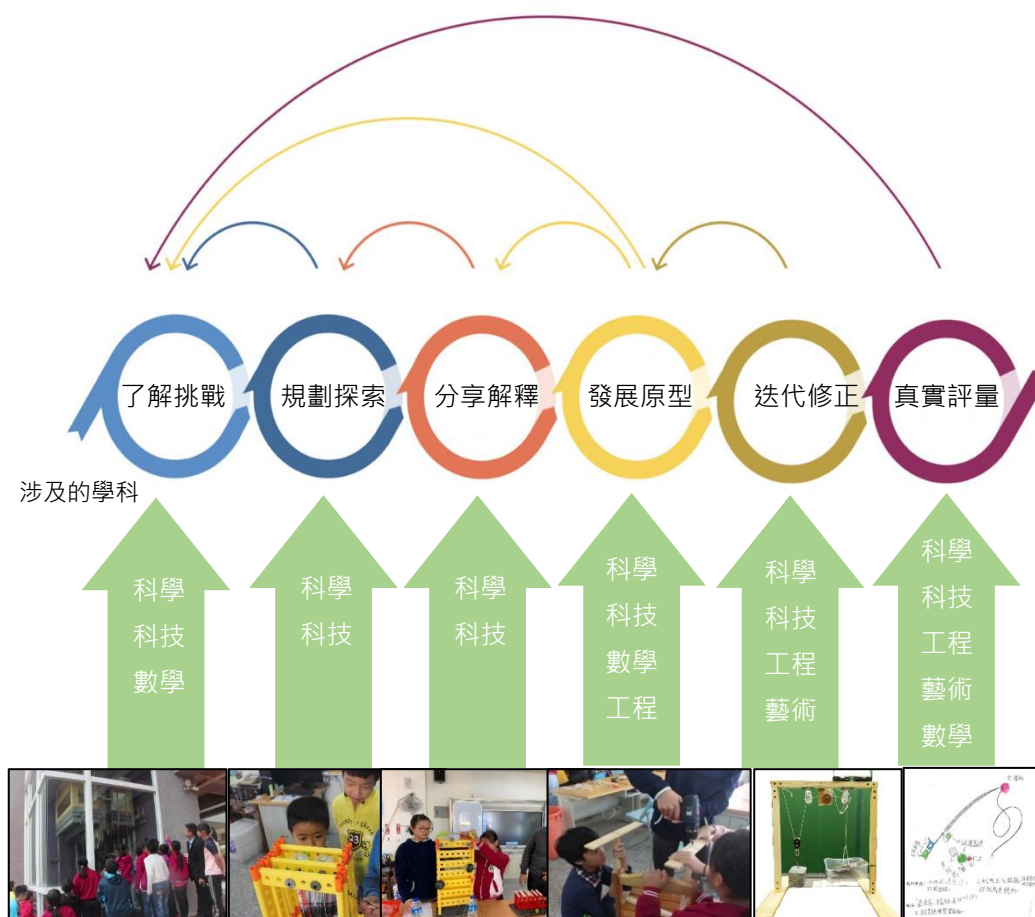


圖 2. STEAM 的教學流程示例

一、了解挑戰

以真實的情境導入，鼓勵學生提出有效的科學性問題，教師提供相關的資料供學生了解，其中包含科學、工程、科技、數學等相關知識。以設計思考切入思考當地社會、文化脈絡，融入美學知識與視野。例如：學生先觀察電梯，提出觀察問題，教師提供電梯的科學原理、電梯構造的概念讓學生閱讀。

二、規劃探索

學生根據提出的問題架構進行實驗設計，提出假設，鼓勵學生進行小組合作提出多重設計方案，分組實驗，紀錄實驗結果，小組進行合作討論，分析結果提出自己的結論。例如：電梯載重實驗設計，畫設計圖，用積木設計可拉起物品的電梯。

三、分享解釋

學生根據實驗結果上台發表，用簡報、手繪圖、圖表方式來模擬科學社群發表。各組學生可提出問題與建議，發表者依新證據或意見調整原有的結論。再回到探索階段，調整實驗設計，重新進行實驗。例如：學生分組上台分享積木電梯實驗結果。

四、發展原型

教師提供檢核表讓學生自主檢核設計方案是否符合設計思考與美學實踐的要點，根據實驗結果發展解決問題的模型，運用3D列印或手作方式設計出原型實體，進行測試。例如：學生利用木頭、滑輪、馬達製作電梯原型並測試。

五、迭代修正

調整設計，發展出後續幾代的原型，找出最佳解決問題的設計，融入「藝術」，符合人體工學及視覺效果，反思社會脈絡及文化，依此調整。例如：學生逐步修正，利用123D Design列印帶動轉輪，改良電梯，修正三次，教師給予意見及協助。

六、真實評量

學生分組上台發表並展示最佳原型之操作，相互給予意見；教師以成就測驗及提供類似的真實情境測驗，了解學生的學科能力、問題解決能力及美學實踐能力。例如：教師給予設計釣竿的任務，觀察學生設計作品及規劃的遷移能力。

本研究預定執行期間為民國 109 年 8 月 1 日至 110 年 7 月 31 日，共分四階段進行，第一階段進行文獻資料蒐集；第二階段進行親師生聯盟社群活動；第三階段進行實際教學；第四階段資料分析及統計。詳細進度表見表 1。

表 1.研究進度表

期程	民國 109 年 8 月 1 日~110 年 7 月 31 日				
項目	8 月-9 月	10 月-11 月	12 月-1 月	2 月-3 月	4 月-7 月
蒐集文獻資料					
成立跨領域親師生 STEAM 科學課程教育聯盟					
成立雲端 STEAM 科學課程教學平台					
STEAM 課程教育器材準備					
STEAM 科學課程教育專業成長					
編寫 STEAM 課程教材					
營隊教學					
課室觀察與晤談					
資料分析及統計					
撰寫成果報告及成效評估					

參、目前研究成果：

- 一、組織「親師生 STEAM 課程教育聯盟」，由校長為召集人，研究者為執行秘書，目前成員為學校各處主任 4 名、資訊組長 1 名、校內自然教師及各年級學年主任 9 名、校外專家 2 名、學區家長 2 名。每月定期開會，目前已完成增能課程 5 次。如附件 1。
- 二、開發各年級 STEAM 教學歷程範例如表 2 及附件。

肆、目前完成進度：

- 一、設立「親師生 STEM 課程教育聯盟」，定期召開會議及增能課程，從 10 月~5 月已完成 6 次會議與課程。完成一~六年級課程架構。
- 二、以「結合科學探究與設計思考的 STEM 教學」開發六年級彈性課程「智能割草機」，完成一個班級的教學及資料收集。。
- 三、辦理 STEAM 科學園遊會，展示教學成果，提供全校師生學習。

表 2.109 學年度 STEAM 課程開發表

課程名稱	年級	科學	科技	工程	藝術	數學
傳話玩具	一年級	聲波傳遞	剪切工具	材質選擇、物品穩定性	繪圖與裝飾	測量與加減
風力玩具	二年級	空氣特性 空氣阻力	剪切工具	材質選擇、物品穩定性	繪圖與裝飾 音樂~風的音樂會	測量與乘法
多功能磁鐵玩具	三年級	磁力、力與運動	Inkscape 雷切軟體、電動工具	結構、穩定性	成品外觀設計、實用性心得寫作	測量、周長與邊界
魚菜共生抽水機	四年級	毛細現象、虹吸現象、電池與電路	123D design 3D 繪圖軟體、電動工具	結構、穩定性、桁架	成品外觀設計、灌溉水圳繪本製作	測量、流量計算、量角、三角形、容量、統計圖
電磁搖獎機	五年級	電磁感應、滑輪、摩擦力與斜面	123D design 3D 繪圖軟體	材料選擇、結構、穩定性	成品外觀設計、班級使用意願調查	圖表整理、測量及換算、扇形、面積、柱體與椎體
風力發電機	五年級	電磁感應、滑輪、受風面積	123D design 3D 繪圖軟體	材料選擇、扇葉結構、穩定性	成品外觀設計	扇形、面積、柱體與椎體
創意衣架	五年級	重心、滑輪、摩擦力	Inkscape	結構、穩定性	外觀設計需求調查	測量及換算、柱體
智能割草機	六年級	簡單機械(輪軸、齒輪組) 植物分類與特性	123D design、Inkscape、makercase、感應器及 scratch	結構、穩定性、可拆裝性	科學繪圖 車輛配置 環境規劃 校園需求	長條圖與折線圖、圓周率與周長、比例尺、速率、測量及換算

水溝清理機	六年級	簡單機械(輪軸、齒輪組)、子子生態	123D design 3D 繪圖軟體、3D 列印、Inkscape、感應器及 scratch	傳送帶、車輪及車體結構	科學繪圖車體設計校園需求水溝規劃	長條圖與折線圖、圓周率與周長、比例尺、速率、測量及換算
-------	-----	-------------------	---	-------------	------------------	-----------------------------

伍、預定完成進度：

6 月：將發展的課程模組及資料上傳到《翁子國小 STEAM 教學平台》。

7 月：課程模組進行修正，撰寫成果報告及成效評估。經費核銷。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)：

一、迭代改善的時間不易掌控

學生進行割草機模組、水溝清理機時，熱衷於進行改善，改良越多，次就會增加時間，不利於掌控教學進度。

二、師生熟悉軟體設計及數位機器須花較多時間

設計軟體、機器、感應器等對師生較為陌生，需要花更多時間熟悉。建議建立線上學習課程，讓師生先透過自學來增加數位設計能力。此外，3D 列印需要花較多時間製作成品，對教學的流暢度是大考驗，考量用雷射或 CNC 來替代。

三、結合智能晶片進行設計須克服學生邏輯問題

將 Brain go 智能模組結合水溝清理機進行課程時，發現學生不容易將問題簡化成程式語言，一旦問題過於複雜，就無法寫出適合的程式，因此需先花時間指導學生畫「邏輯圖」，將動作與判斷指令簡化成程式積木，才能讓機器人智能化，更有效解決問題。

四、疫情對於 STEAM 課程是很大的挑戰。

原定期末針對低年級及相關課程進行進一步的設計，但因停課而無法做到，希望能將計畫期程往後延到10月再結案。

五、國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明難對應到課程。

根據說明來發展 STEAM 課程能更聚焦，但缺少實例，不易理解。

柒、參考資料：

林延諭、鄭夢慈(2016)。融入設計思考於嚴肅教育遊戲的設計歷程及對科技學科教學知識的影響：以職前教師為例。*數位學習科技期刊*，8(1)，71-94。

王聖銘、黃絜如、林書瑄(2019)。發展面試互動情緒感知與評量機器人之設計思考。*數位學習科技期刊*，11(2)，87-114。

盧秀琴、洪榮昭、陳芬芳(2019)。設計 STEAM 課程的協同教學——以「感控式綠建築」為例。*香港中文大學教育學報*，47(1)，113 - 133。

Wrigley, Nussem, & Straker(2020). Implementing Design Thinking: understanding organizational conditions. *California Management Review*, 62(2), 125-143.

附件一、親師生 STEAM 增能課程



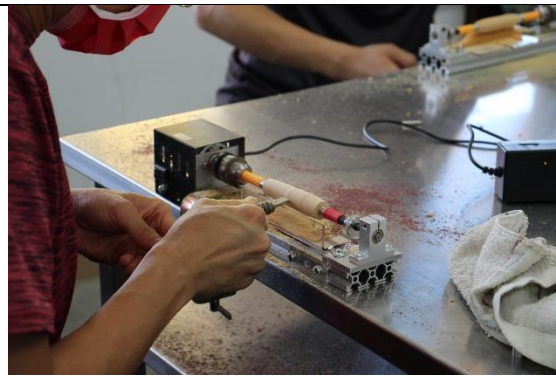
01 富春自造教育中心教師研習



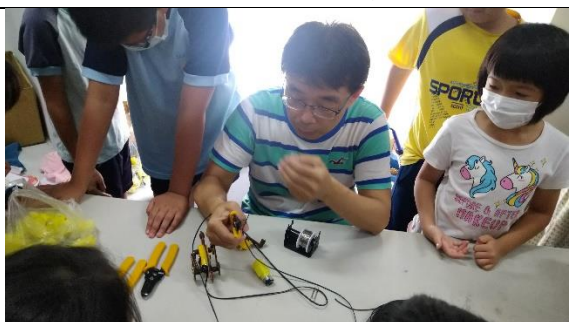
02 運用雷射軟體設計鉛筆盒



03 北新國中自造教育中心游世南主任介紹手工筆製作



04 利用小型機台製作筆



05 富春自造教育中心鄭宏吏主任自發電機械獸教學



06 學生認識材料及零件



07 學生操作簡易 CNC



08 刻印吸水杯墊



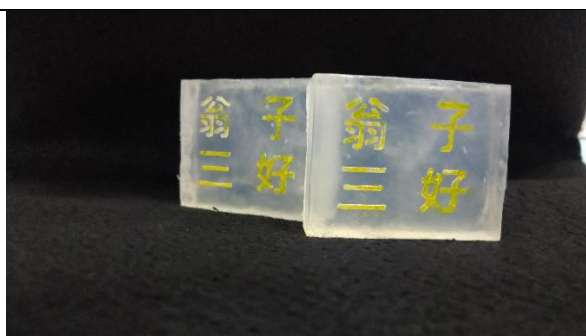
09 完成作品



10 STEAM 教室



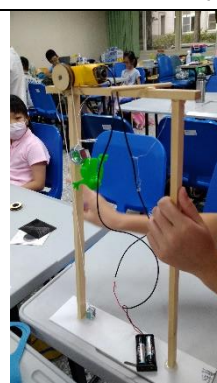
11 製作手工皂



12 香皂完成品



13 設計簡易升降梯



14 完成作品



15 六年級辦理 STEAM 園遊會

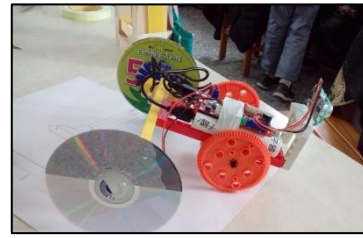


16 設計關卡讓學生闖關

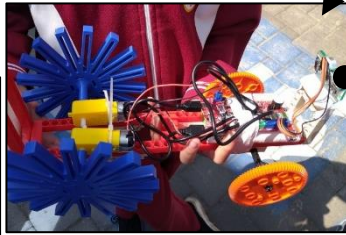
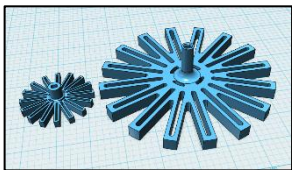
附件二、六年級 STEAM 課程-智能割草機



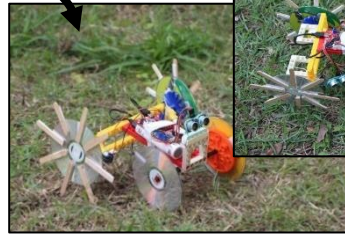
1.了解挑戰：觀察割草機



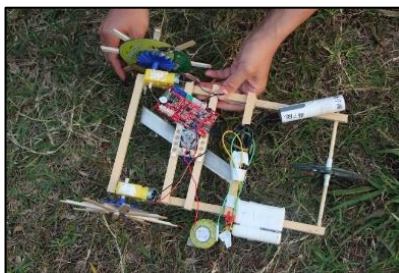
2.規劃探索：加上預計的智能晶片、電池及感測器(沒有功能只是預估重量)在平地可以前進



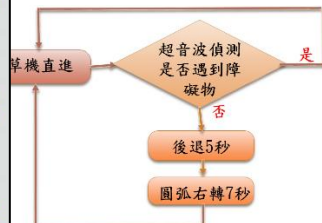
3.分享解釋：上台說明操作結果裝上大車輪後，可能車輪太重，所以無法在草地上移動



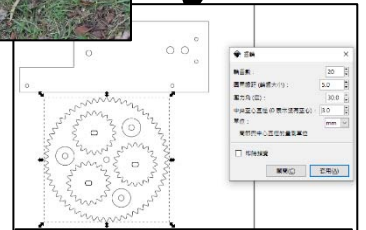
4.規劃探索：將前輪改成光碟片，增加車輪半徑，驅動車輪改成光碟片+8根冰棒棍，可以驅動車輛在草地上前進。



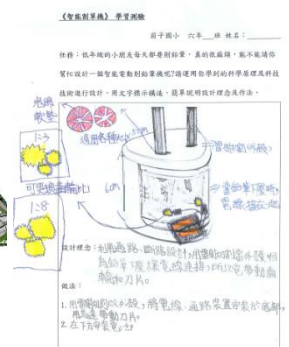
6.迭代修正：齒輪比 1:3 的木製車架可在草上前進，且可以爬坡度約 10 度的坡面。改寫程式。



7.真實評量：應用情境路邊割草



5.發展原型：將車架換成木條，前輪由雙輪換成單輪(光碟片)，拆解指尖陀螺的軸承加入光碟片中，使運轉更滑順。



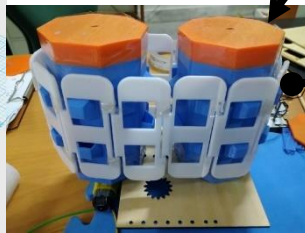
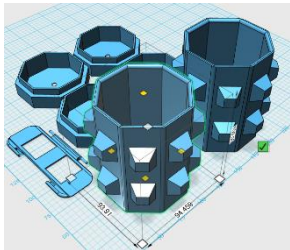
六年級 STEAM 課程-水溝清理機



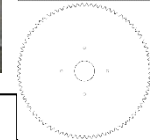
1.了解挑戰：觀察子子的分布與水溝長寬高



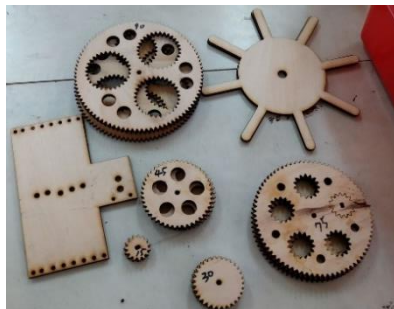
2.規劃探索：設計簡單的輸送帶



3.分享解釋：上台說明操作結果
輸送帶的設計需具可拆裝性



4.規劃探索：加裝減速齒輪，增強扭力。



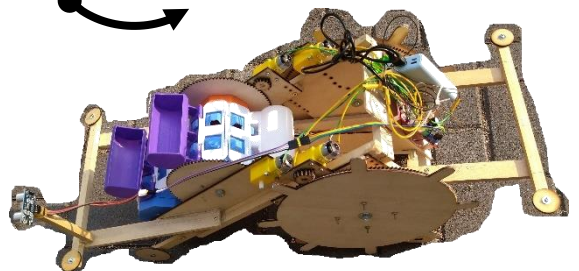
5.發展原型：製作車體並安裝挖取練條。



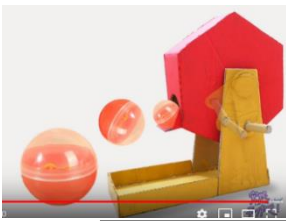
6.迭代修正：齒輪比 1：10 的木製車輪可在水溝汙泥前進，並撈起汙水。改寫程式。



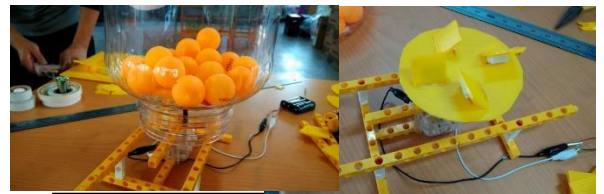
7.真實評量：水溝中撈取子子



五年級 STEAM 課程-電磁搖獎機



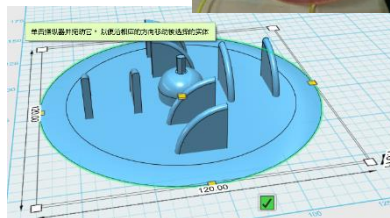
1.了解挑戰：觀察搖獎機



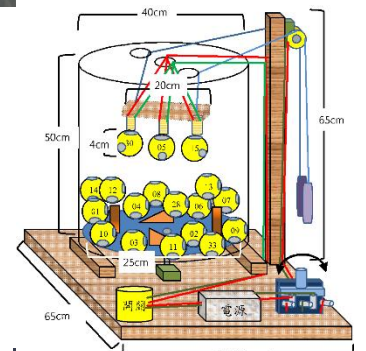
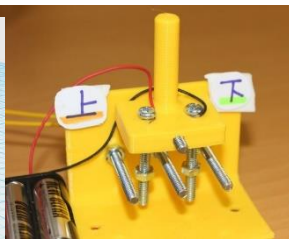
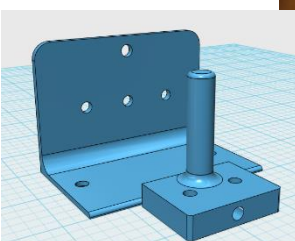
2.規劃探索：用積木製作能讓乒乓球均勻攪拌的搖獎機，可帶動 24 顆乒乓球



3.分享解釋：上台說明操作結果將積木馬達換成「馬達齒輪組」，成功帶動 36 顆乒乓球轉動



4.規劃探索：用 123D Design 設計攪拌盤，扇形鰭面容易帶動球，移動的方向較為發散。用電磁鐵吸住號碼球。



6.迭代修正—3D 建模、3D 列印轉向控制盒、改裝 USB 線，換成行動電源。

5.發展原型：用 4.5V 電池盒控制攪拌盤、電池鐵、抓取器。



7.真實評量：1 分鐘內吸起三顆球

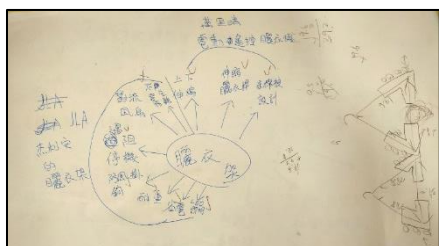
五年級 STEM 課程-創意衣架



1 了解挑戰：觀察衣架



2.規劃探索：用積木製作電動升降衣架



3.分享解釋：上台說明創意衣架的結構設計



4.規劃探索：雷切帶動滾輪並裝在 TT 馬達上，組裝水管曬衣架。利用滑輪進行升降測試。



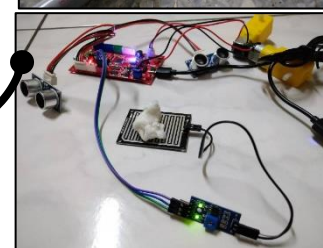
5.發展原型：利用行動電源及開關來控制衣架上及下降。



6.迭代修正—3D 建模、3D 列印腳座、減速齒輪、加上紅外線感應、水滴感應器。



7.真實評量：吊掛衣服並能偵測下雨及升降



五年級 STEAM 課程-風力發電機



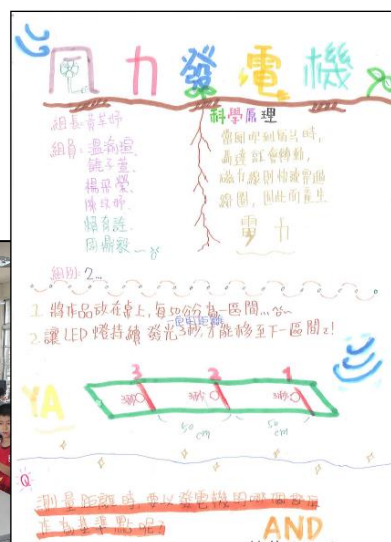
1.接受挑戰：微型風機



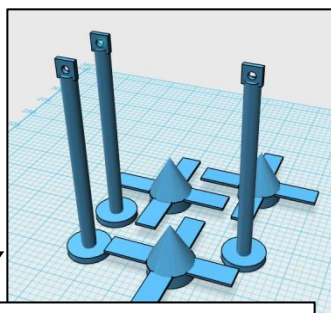
2.進行假設：了解影響變因



3.風機製作與實驗設計



5.基礎科技課程－3D 建模



6.分析結果並進行數位建模


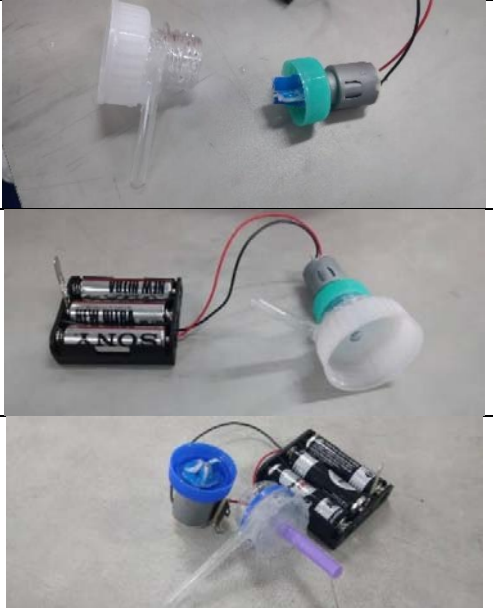


4.展示分享實驗結果



7.3D 列印－分享成果

四年級 STEAM 課程-抽水機

	
<p>01設計虹吸實驗</p>	<p>02設計簡單的抽水幫浦</p>

三年級 STEAM 課程-多功能磁鐵玩具



運用磁力原理設計磁力車

低年級 STEAM 課程-風力玩具

	
<p>01設計風力陀螺</p>	<p>02進行吹氣比賽</p>