

教育部109年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

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：臺中市翁子國小

壹、計畫目的及內容：

1. 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。
2. 了解親師生進行 STEAM 科學課程教育時，創造力的變化。
3. 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：

本研究的目的是研發『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。

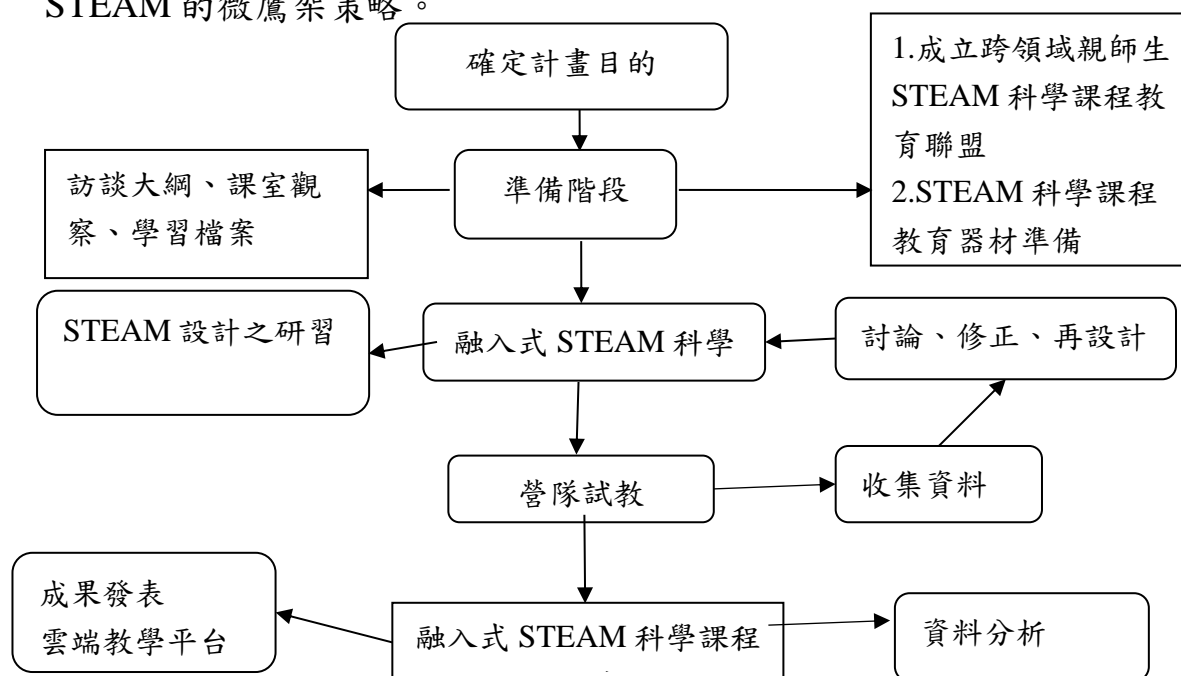


圖1.研究流程圖

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，以**小馬達大力士課程**為例進行說明。

1. 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。



2. 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，分組進行實驗，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：學生進行電梯載重實驗設計，畫設計圖，用積木設計可拉起物品的電梯。



3. 分享解釋

學生根據實驗結果上台發表，發表形式可用簡報、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設計實驗結果。



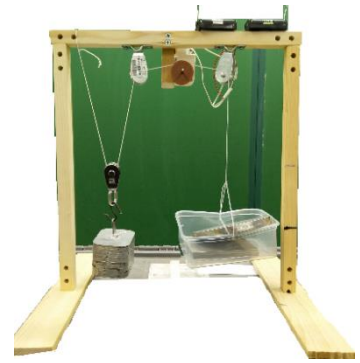
4. 發展原型

教師提供檢核表讓學生自主檢核設計方案使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。



5. 迭代修正

調整設計，發展出後續幾代的原型實體，找出最佳解決問題的設計，如入「美學素養」，符合人體工學及視覺效果，反思當地社會脈絡及文化，依此進行調整。例如：學生逐步修正，利用123D Design列印帶動轉輪，改良電梯，須修正三次，期間教師給予意見及協助。



6. 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。

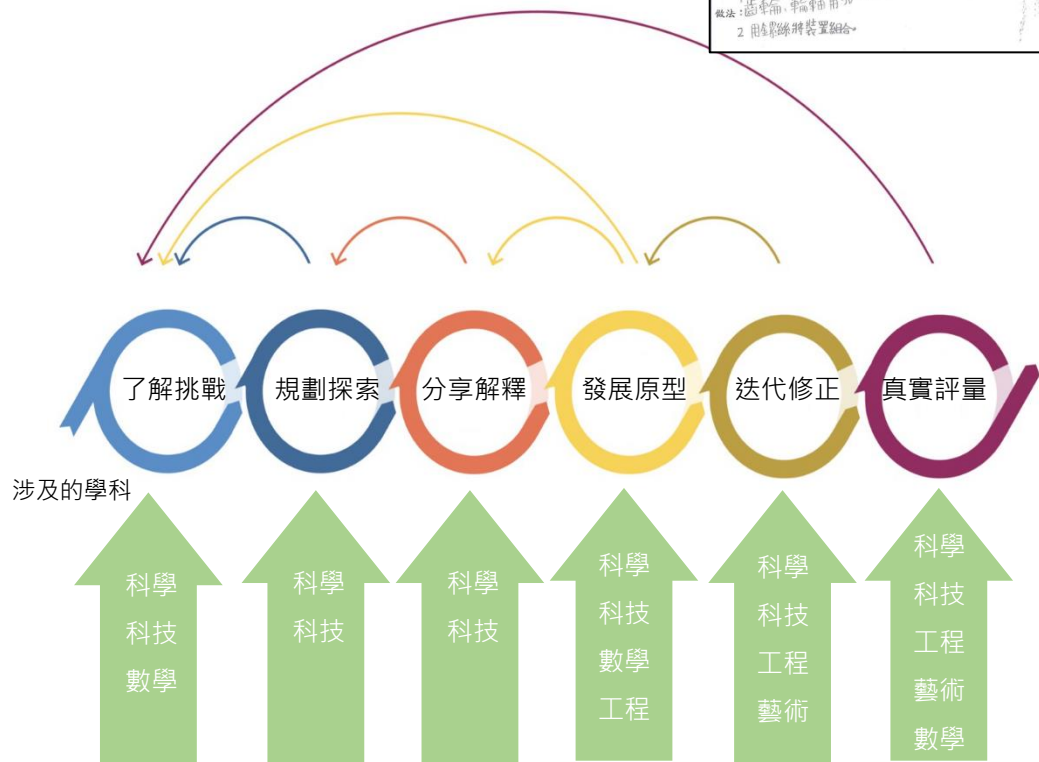
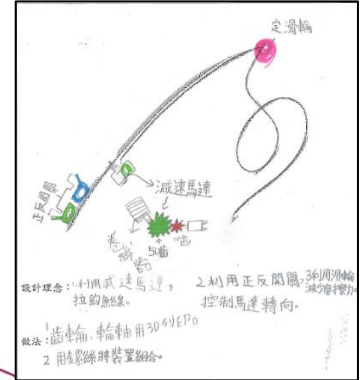


圖2.STEAM的教學流程示例

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

	民國109年8月1日~110年7月31日				
	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 科學課程教育 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：

1. 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 3 名、學區家長 3 名，總計 21 名。每月定期開會，目前已完成增能課程 3 次。
2. 開發六年級 STEM 教學歷程 (智能割草機、電磁搖獎機、創意衣架)，如附件。
3. 一~六年級預定課程架構。

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	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	性 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、Inkscape 雷切軟體感應器及 scratch	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
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 3D 繪圖軟體、3D 列印、Inkscape、maker-case、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

肆、目前完成進度

1. 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~12月已完成3次會議與課程。完成一~六年級預定課程架構。
2. 以「融入設計思考之 STEAM 課程」開發彈性課程「智能割草機」，完成一個班級的教學及資料收集。教學歷程影片。
3. 進行「創意衣架模組」開發。

伍、預定完成進度

- 1月：學生創造力及探究能力量表編寫，編寫中年級及五年級課程教案。
- 2月：辦理 STEAM 營隊，試行中年級及五年級課程，配合課室觀察、師生晤談，收集融入課程可行性之資料。成立線上教學平台，將完整的

教學歷程與教材示例以雲端共享的方式分享。召開「親師生 STEAM 教育聯盟會議」將三~六年級課程教學排入彈性課程行事曆

3月：開發低年級 STEAM 課程教案並擇1班進行第一次試驗。

4月：融入課程操作，三~六年級各一個班於正式課程中進行第二次施行，分析學生作品及結果。修正線上課程與教材。

5月：辦理 STEAM 科學園遊會，親師生展示教學成果，提供全校師生學習。進行資料分析與統計。

6月：低年級擇1班進行 STEAM 課程第二次教學及資料收集。統整課程模組進行修正。

7月：7月初辦理暑假 STEAM 營隊，三~六年級課程模組進行第三次修正，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)

1. 迭代改善的時間不易掌控

學生進行電梯模組時，熱衷於進行電梯改善，改良越多次就會增加時間，不利於掌控教學進度。

2. 師生熟悉軟體設計及數位機器須花較多時間

軟體設計及機器對師生較為陌生，需要花更多時間設計與熟悉，同時也容易產生瑕疵產品，造成原料浪費。目前以線上平台建立影音課程，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，考量用電切或 CNC 來替代。

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

智能割草機

課程
領域

自然與生活科技、資訊教育

時間

共 9 節課(每節以40~45分鐘計)

課程
概述

工友叔叔在烈日下割草，差點昏倒送醫，所以設計「割草機機器人」來減輕他的工作負擔。學生必須學會分析問題、運用3D 軟體建模並輸出、使用雷射軟體切車齒輪組與車輪。以 BRAIN GO 晶片進行程式設計，達到自主避障及割草的效果。

學習
目標

1. 發現問題並能分析問題種類，設計割草模組、車體結構。
2. 能使用123D-desin 設計3D 建模，使用 inkscape 設計齒輪組與車輪。
3. 以運算思維設計程式邏輯圖，撰寫避障及前進模式，配合草地情形來修正程式邏輯。

教學活動
主題

割草大進擊

割草機車體設計

智能程式我最行

教學
活動
說明

應用鐵絲或美工刀片設計割草模組，使用123D-Design 建模並3D 列印輸出進行實測

應用木工、雷射設計割草機的车體，使車輪能夠克服崎嶇的草地

運用 BRAIN GO 晶片模組設計程式，連結割草機，使其自主前進及避障

時間

2節

4節

3節

教學
資源

電腦、3D 列印機、鐵絲、美工刀片、馬達、電池

電腦、雷射機、3mm 及 5mm 厚椴木板、木條、馬達、行動電源

BRAIN GO 晶片模組、超音波偵測器、tt 馬達

評量

項目及方式：

1. 美工刀盒3D 建模設計與列印→實作評量。
2. 割草模組組裝及測試→實作評量。
3. 割草機車體設計→學習單。
4. 繪出齒輪、車輪 SVG 圖→實作評量。
5. 雷射切割車體並組裝→實作評量。

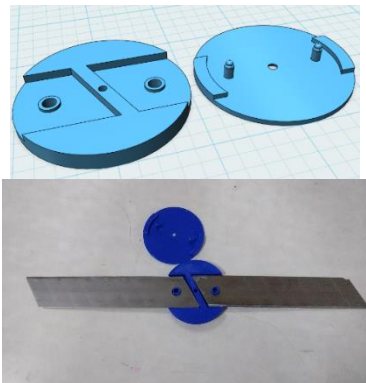
教學活動設計表

一、教案概述

主題名稱	智能割草機		階段別	<input type="checkbox"/> 國中 <input checked="" type="checkbox"/> 國小
授課節數	9節課		年級別	六年級
課程概述	工友叔叔在烈日下割草，差點昏倒送醫，所以設計「割草機機器人」來減輕他的工作負擔。學生必須學會分析問題、運用3D軟體建模並輸出、使用雷切軟體切車齒輪組與車輪。 以 BRAIN GO 晶片進程式設計，達到自主避障及割草的效果。			
運算思維	1. 能應用運算思維描述問題解決的方法。 2. 具備科技表達與運算思維的基本素養，並能運用基礎科技與邏輯符號進行人際溝通與概念表達。			
先備知識	1. 會畫邏輯圖。 2. 了解簡單機械：齒輪組的概念。 3. 會使用123D desin、inkscape。 4. 具備初步編寫 brain go mblock 程式的概念。			
教學目標	1. 發現問題並能分析問題種類，設計割草模組、車體結構。 2. 能使用123D-desin設計3D建模，使用 inkscape 設計齒輪組與車輪。 3. 以運算思維設計程式邏輯圖，撰寫避障及前進模式，配合草地情形來修正程式邏輯。			
設計依據	核心素養 (國小)	E-A2 具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題。 E-A3 具備擬定計畫與實作的能力，並以創新思考方式，因應日常生活情境。 E-B2 具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容的意義與影響。 E-C2 具備理解他人感受，樂於與人互動，並與團隊成員合作之素養。		
	學習表現	資-t-III-3能應用運算思維描述問題解決的方法。 資-t-III-2能使用資訊科技解決生活中簡單的問題。 資-C-III-1能認識常見的資訊科技共創工具的使用方法。		
	學習內容	資-A-III-1程序性的問題解決方法。 利用運算思維實際情境應用。 資-A-III-2簡單的問題解決表示方法。 利用流程圖表示問題解決的方法。 資 P-III-2程式設計之基本應用 視覺化程式設定、程序性語法介紹、程式簡單迴圈		
領域/科目連結 (各領域課程手冊及議題融入手冊)	自然與生活科技領域 1. 學習表現 tm-III-1能經由提問、觀察及實驗等歷程，探索自然界現象之間的關係，建立簡單的概念模型，並理解到有不同模型的存在。 po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。 pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資			

	源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。 2. 學習內容 INb-III-4力可藉由簡單機械傳遞。
教材來源	自編
使用軟體	123D-Design、inkscape、brain go mblock 程式
教學設備	電腦、3D 列印機、鐵絲、美工刀片、馬達、電池、雷切機、3mm 及5mm 厚椴木板、木條、馬達、行動電源、BRAIN GO 晶片模組、超音波偵測器、tt 馬達

二、教學活動步驟

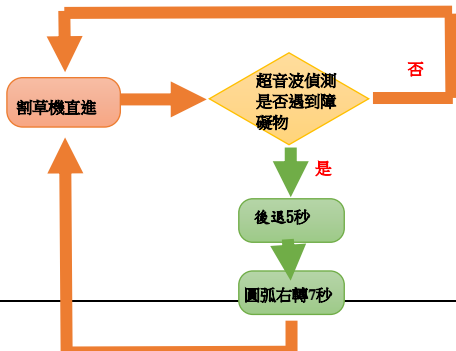
活動1：割草大進擊(2節)					
教學設計說明	觀察市售割草機設計，運用鐵絲與美工刀片設計割草模組，再以123D-Design 建模並3D 列印輸出進行實測。				
使用教學設備	電腦、3D 列印機				
教學活動	活動內容	教材	時間	評量	備註
一、引起動機	夏天草容易長很長，因為工友叔叔年紀大，想製作割草機，幫助工友叔叔割草	活動學習單	3分鐘		
二、觀察與設計	1. 分組蒐集資料。 自制手持割草机 https://youtu.be/JHSrDqhgdw 如何在家裡製作功能強大的割草機 DIY 非常簡單 https://youtu.be/h44Hv3rAbk8 2. 分組討論並設計美工刀片割草模組的設計圖。		12分鐘	口頭評量 實作評量	
四、123D-Design 教學與列印組裝	1. 測量美工刀片的長及寬 2. 運用 123D-Design 設計美工刀盒的 3D 模型，另存成 STL 檔。 3. 進行 3D 列印。(可利用下課時間完成，約需 30 分鐘) 4. 加上刀片組裝。  美工刀盒(加上蓋)	美工刀模組 範本檔案	25分鐘	實作評量	
五、測試與改良	【安全說明】 1. 因刀片銳利，請戴棉布手套操	割草模組 紀錄表	25分鐘	實作評量	



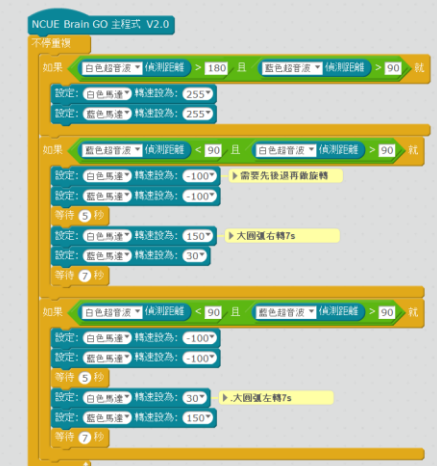
	<p>作，以免割傷。</p> <p>2. 進行操作測試時，需在割草模組上加裝擋板並配戴護目鏡。</p> <p>3. 除割草者外，其餘組員勿靠近割草區域。</p> <p>【實際測試】</p> <p>1. 測試實際割草效果。</p> <p>2. 觀察並紀錄割草情形。</p>  <p>實測試際割草情形</p>			口頭評量	
六、分組報告	<p>【上台報告】</p> <p>分組上台報告自製割草模組(每組2分鐘)。</p> <p>報告重點如下：</p> <p>1. 割草模組的設計想法。</p> <p>2. 割草的情形(什麼樣的草可以割斷)。</p> <p>3. 實際割草所發現的問題(例如：某些草割不斷、草會噴濺等)</p> <p>4. 解決方法(或可能的解決方法)</p>	割草模組記錄表	15分鐘	實作評量 口頭評量	
總結性評量	<p>1. 割草模組3D設計圖。</p> <p>2. 割草模組實體作品評分。</p> <p>3. 口頭報告評分。</p>	檢核表	10分鐘		

活動2：割草機車體設計(4節)

教學設計說明	應用木工、雷射設計割草機車體，使車輪能夠克服崎嶇的草地				
使用教學設備	電腦、雷射機、3mm 及5mm 厚椴木板、木條、馬達、行動電源				
教學活動	活動內容	教材	時間	評量	備註
1. 車體設計	1. 請學生根據預想的割草機車體進行繪圖。	紙及筆	10分	圖畫評分	

5. 車體前進	草上前進。 	車體及電池	20分	記錄表 檢核	
6. 小組報告	學生在草地上測試前進情形並進行記錄。 【上台報告】 分組上台報告自製割草機(每組2分鐘)。 報告重點如下： 1. 割草機的設計圖。 2. 割草的情形(在操場上前進割草的情形)。 3. 實際割草所發現的問題(例如：車子不會前進、雜草捲入齒輪等) 4. 解決方法(或可能的解決方法)	報告表	20分	報告表 評分	
總結性評量	1. 車體設計圖。 2. Inkscape 齒輪及車輪設計圖。 3. 實體作品評分。 4. 齒輪比概念測驗。	檢核表 紙筆測驗			

活動3：智能程式我最行(3節)					
教學設計說明	運用 BRAIN GO 晶片模組設計程式，連結割草機，使其自主前進及避障				
使用教學設備	電腦、BRAIN GO 晶片模組、超音波偵測器、tt 馬達				
教學活動	活動內容	教材	時間	評量	備註
1. 邏輯圖設計	<p>1. 用 NCUE BRAIN GO 寫 scratch 程式控制機器人避障，畫出邏輯圖。</p>  <pre> graph TD A[割草機直進] --> B{超音波偵測是否遇到障礙物} B -- 否 --> A B -- 是 --> C[後退5秒] C --> D[圓弧右轉7秒] D --> A </pre>	紙及筆	10分	圖畫評分	

<p>2. 馬達程式撰寫</p> <p>3. 避障程式撰寫</p>	<p>設定一個超音波偵測，<90公分就要停止</p> 	<p>scratch</p>	<p>20分</p>	<p>圖形繪製</p>
<p>4. 實際測試</p> <p>5. 修改程式後測試</p>	<p>設定2個超音波偵測，<90公分就要後退旋轉，7秒後再前進</p> 		<p>20分</p>	<p>雷切機操作評量</p>
	<p>設定2個超音波偵測，不同超音波偵測到<90公分就要後退旋轉，但是轉彎方式不同，7秒後再前進</p> 		<p>20分</p> <p>40分</p>	<p>軟體操作評量</p> <p>操作評量</p>
<p>總結性評量</p>	<p>1. 邏輯圖。</p> <p>2. 程式設計檢核。</p>	<p>檢核表</p> <p>紙筆測驗</p>		

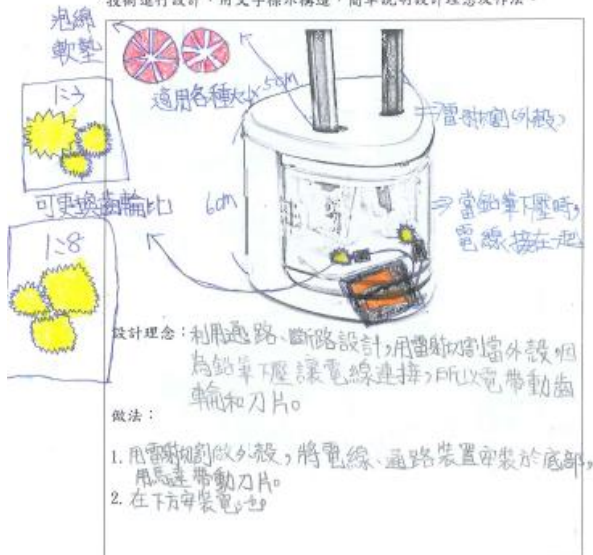
學生成果

《智能割草機》學習測驗

翁子國小 六年 班 姓名：_____

任務：低年級的小朋友每天都要削鉛筆，真的很麻煩，能不能請你幫忙設計一個智能電動削鉛筆機呢？請運用你學到的科學原理及科技

技術進行設計，用文字標示構造，簡單說明設計理念及作法。



四、根據演示報告，請幫自己及其他組的割草機作品進行評分。

(一)自己的作品：符合請在□中打v，在【】中填分數。

評分向度	優秀(3分)	普通(2分)	待改進(1分)	分數
創意設計	<input type="checkbox"/> 設計割草機的想法有創意，成功割除草地雜草。有外型設計。	<input checked="" type="checkbox"/> 設計割草機的想法有創意，不能割草。簡單的外型設計。	<input type="checkbox"/> 設計割草機的想法缺少創意，且不能提升割草。無外型設計。	【2】
問題解決	<input checked="" type="checkbox"/> 能運用3D列印或雷射切割持續改良割草機達3次以上。	<input type="checkbox"/> 能運用3D列印或雷射切割持續改良割草機達2次以上。	<input type="checkbox"/> 能運用工具持續改良割草機達1次以上。	【3】
程式設計	<input checked="" type="checkbox"/> 能運用程式設計持續改良割草機感測及動作達2次以上。	<input type="checkbox"/> 能運用程式設計持續改良割草機感測及動作達1次以上。	<input type="checkbox"/> 不能運用程式設計改良割草機感測及動作。	【3】
團隊合作	<input checked="" type="checkbox"/> 小組分配工作，每個成員都有參與改良並提供意見。	<input type="checkbox"/> 小組有分配工作，部分成員參與改良。	<input type="checkbox"/> 小組沒有分配工作，部分成員參與改良。	【3】
學科概念	<input type="checkbox"/> 運用槓桿、平衡、齒輪組、輪軸、摩擦力、力矩等概念進行解釋。	<input checked="" type="checkbox"/> 運用槓桿、滑輪組、齒輪組、輪軸等概念進行解釋。	<input type="checkbox"/> 運用齒輪組概念進行解釋。	【2】
工程	<input type="checkbox"/> 考慮割草機穩定性、摩擦力，應用工字設計、材料依設計圖組裝可動的割草機模型。	<input checked="" type="checkbox"/> 考慮割草機穩定性，依設計圖組裝可動的割草機模型。	<input type="checkbox"/> 組裝可動的割草機模型但未考慮割草機的穩定性。	【2】
科技	<input checked="" type="checkbox"/> 能使用軟體畫出3D圖並列印出實體。能應用軟體畫出齒輪組並雷切組裝。	<input type="checkbox"/> 能使用軟體畫出3D圖並列印出實體。不會應用軟體畫出齒輪組。	<input type="checkbox"/> 用一般工具組裝割草機模型。不會用軟體進行3D繪圖及雷射切割。	【3】
數學	<input checked="" type="checkbox"/> 能計算齒輪比及車輪的直徑，測量拉力，計算實驗數據平均值。	<input type="checkbox"/> 能計算車輪的直徑，計算實驗數據平均值。不會計算齒輪比。	<input type="checkbox"/> 計算實驗數據平均值。不會計算齒輪比及車輪的直徑。	【3】
總分				【21】

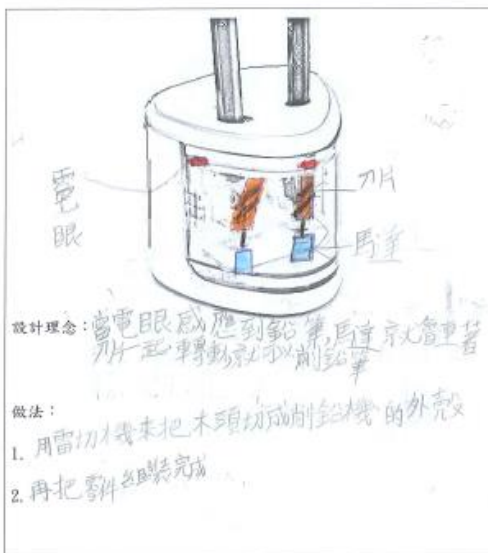
《智能割草機》學習測驗

翁子國小 六年 班 姓名：_____

任務：低年級的小朋友每天都要削鉛筆，真的很麻煩，能不能請你

幫忙設計一個智能電動削鉛筆機呢？請運用你學到的科學原理及科技

技術進行設計，用文字標示構造，簡單說明設計理念及作法。



(二)其他組的作品

評分向度	優秀(3分)	普通(2分)	待改進(1分)	分數
創意設計	<input checked="" type="checkbox"/> 設計割草機的想法有創意，成功割除草地雜草。有外型設計。	<input type="checkbox"/> 設計割草機的想法有創意，不能割草。簡單的外型設計。	<input type="checkbox"/> 設計割草機的想法缺少創意，且不能提升割草。無外型設計。	【3】
問題解決	<input type="checkbox"/> 能運用3D列印或雷射切割持續改良割草機達3次以上。	<input checked="" type="checkbox"/> 能運用3D列印或雷射切割持續改良割草機達2次以上。	<input type="checkbox"/> 能運用工具持續改良割草機達1次以上。	【2】
程式設計	<input type="checkbox"/> 能運用程式設計持續改良割草機感測及動作達2次以上。	<input checked="" type="checkbox"/> 能運用程式設計持續改良割草機感測及動作達1次以上。	<input type="checkbox"/> 不能運用程式設計改良割草機感測及動作。	【2】
團隊合作	<input checked="" type="checkbox"/> 小組分配工作，每個成員都有參與改良並提供意見。	<input type="checkbox"/> 小組有分配工作，部分成員參與改良。	<input type="checkbox"/> 小組沒有分配工作，部分成員參與改良。	【3】
學科概念	<input checked="" type="checkbox"/> 運用槓桿、平衡、齒輪組、輪軸、摩擦力、力矩等概念進行解釋。	<input type="checkbox"/> 運用槓桿、滑輪組、齒輪組、輪軸等概念進行解釋。	<input type="checkbox"/> 運用齒輪組概念進行解釋。	【3】
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 考慮割草機穩定性、摩擦力，應用工字設計、材料依設計圖組裝可動的割草機模型。	<input type="checkbox"/> 考慮割草機穩定性，依設計圖組裝可動的割草機模型。	<input type="checkbox"/> 組裝可動的割草機模型但未考慮割草機的穩定性。	【3】
科技	<input checked="" type="checkbox"/> 能使用軟體畫出3D圖並列印出實體。能應用軟體畫出齒輪組並雷切組裝。	<input type="checkbox"/> 能使用軟體畫出3D圖並列印出實體。不會應用軟體畫出齒輪組。	<input type="checkbox"/> 用一般工具組裝割草機模型。不會用軟體進行3D繪圖及雷射切割。	【3】
數學	<input checked="" type="checkbox"/> 能計算齒輪比及車輪的直徑，測量拉力，計算實驗數據平均值。	<input type="checkbox"/> 能計算車輪的直徑，計算實驗數據平均值。不會計算齒輪比。	<input type="checkbox"/> 計算實驗數據平均值。不會計算齒輪比及車輪的直徑。	【3】
總分				【22】

割草大作戰 學生成品操作影片

1. 割草機刀片模組試驗 <https://youtu.be/XuHdQ5N-DTQ>
2. 智能雷切減速齒輪割草機有刀片 https://youtu.be/aTe_gMJrafQ
3. 智能割草機偵測停止 <https://youtu.be/95CBoYbPjeM>
4. 智能割草機碎石堆運作 <https://youtu.be/drcSU57aD84>
5. 割草機草地割草 <https://youtu.be/e0YMAUeM8Cc>
6. 割草機牆邊割草 https://youtu.be/Txa_Vy5SVmo
7. <https://youtu.be/KkUWssvn1a8>
8. <https://youtu.be/yFv2GvXfT8s>
9. <https://youtu.be/FziUCsIG0Hk>
10. <https://youtu.be/Xw3mkacqm2A>
11. <https://youtu.be/OX0q3143-x0>