

# 教育部108年度中小學科學教育計畫專案

## 期末報告大綱

計畫編號：083

計畫名稱：發展 STEM 校本課程之探究

主持人：楊宗榮

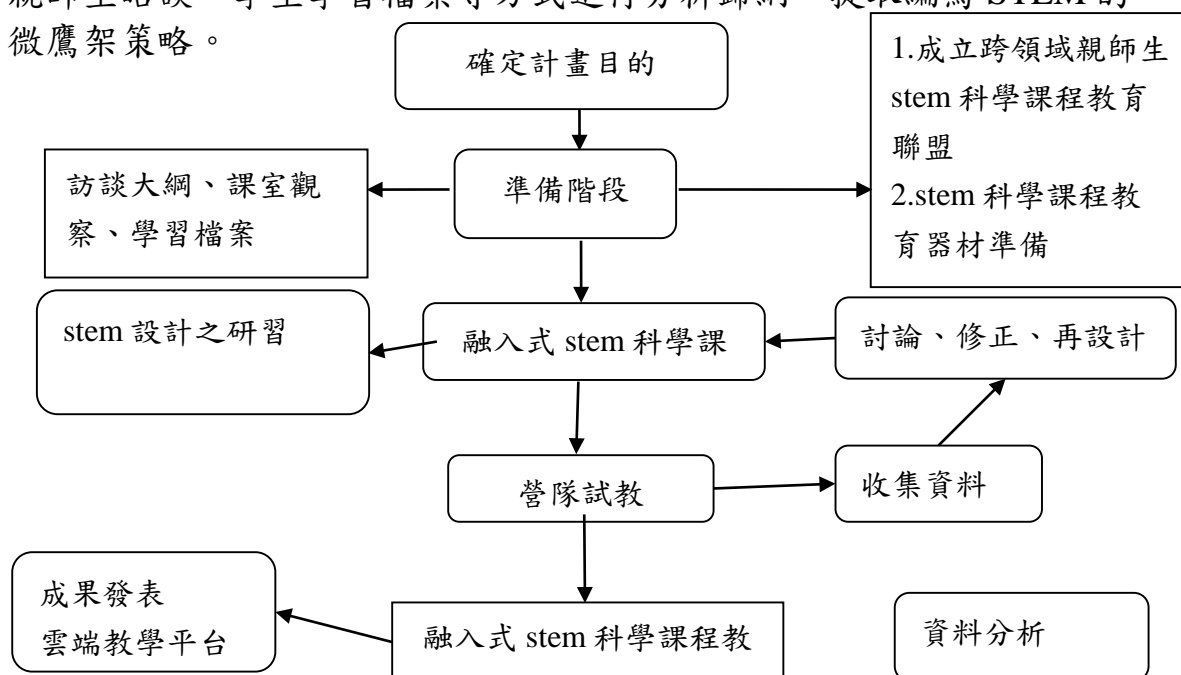
執行單位：臺中市翁子國小

### 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 STEM 科學課程教材範例。
2. 了解親師生進行 STEM 課程教育時，創造力的變化。
3. 提取編寫 STEM 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 STEM 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 STEM 的微鷹架策略。



## 結合科學探究與設計思考的STEM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：

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。
2. **設計探索**：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。
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。
4. **原型發展**：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。
5. **迭代完善**：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。
6. **擴展評鑑**：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及問題解決能力。



圖2. 結合科學探究與設計思考的 STEM 教學模式

本研究預定執行期間為民國 108 年 8 月 1 日至 109 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 工作項目	民國108年8月1日~109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	■	■	■	■	■
成立親師生 STEM 課程教育聯盟	■	■			
成立雲端 STEM 課程教學平台				■	■
STEM 課程教育器材準備	■	■			
STEM 課程教育專業成長	■	■	■	■	
編寫 STEM 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 STEM 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 5 次。如附件 1。
2. 開發六年級 STEM 教學歷程範例：小馬達大力士(附件 2)、智能割草機(附件 3)。
3. 開發五年級 STEM 教學範例：電磁搖獎機(附件 4)、風力發電機(附件 5)。
4. 開發四年級 STEM 教學範例：雷切磁力車，如附件 6。
5. 開發三年級 STEM 教學範例：石膏手模，如附件 7。

#### 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~5 月已完成 6 次會議與課程。完成三~六年級課程架構。
2. 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「小馬達大力士」，完成一個班級的教學及資料收集。教學歷程影片 <https://youtu.be/MLcwAI04kws>。
3. 開發六年級《智能割草機》架構與教學。
4. 開發五年級《電磁搖獎機》《風力發電機》架構與教學。
5. 開發四年級《雷切磁力車》架構與教學。

6. 開發三年級《石膏手模》架構與教學。
7. 開發低年級《光碟彈力車》架構與教學。
8. 辦理 STEM 科學園遊會，展示教學成果，提供全校師生學習。

## 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 STEM 教學平台》。
- 7 月：7 月中辦理暑假 STEM 營隊，三~六年級課程模組進行修正，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)

### 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。

### 3. 結合智能晶片進行設計須克服學生邏輯問題

將 Brain go 智能模組結合割草機進行課程時，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，才能讓割草機智能化，更有效解決問題。

### 4. 低年級 STEM 課程不易發展

因為低年級學生知識概念仍不穩固，難以進行疊代改良，只能進行手作體驗課程或積木教學。

## 柒、參考資料

范斯淳、游光昭(2016)。科技教育融入 STEM 課程的核心價值與實踐。  
**教育科學研究期刊**，**61**(2)，153-183。

陳毓凱、張賴妙理及楊坤原(2013)。八年級學生在科學問題本位學習歷程的自我導向學習行為表現。**科學教育學刊**，**21**(3)，345-370。

Kolodner, Camp, Crismond, Fasse, Gray, Holbrook, Puntambekar & Ryan(2009). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design(tm) Into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.



## 附件一、親師生 STEM 增能課程



01 富春自造教育中心教師研習



02 運用雷切軟體設計鉛筆盒



03 說明雷切的原理



04 完成雕花鉛筆盒



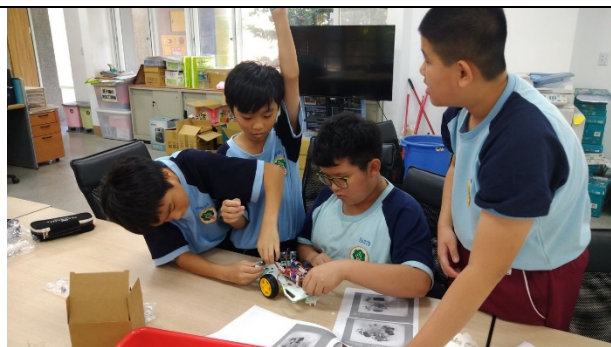
05 親子太陽能燈製作研習



06 測試太陽能燈



07 以 scratch 設計程式



08 Brain GO 組裝與測試





09偵查大隊警官介紹鑑識科學



10親子操作指紋鑑定遊戲



11數位 CNC 操作



12添購6台數位 CNC



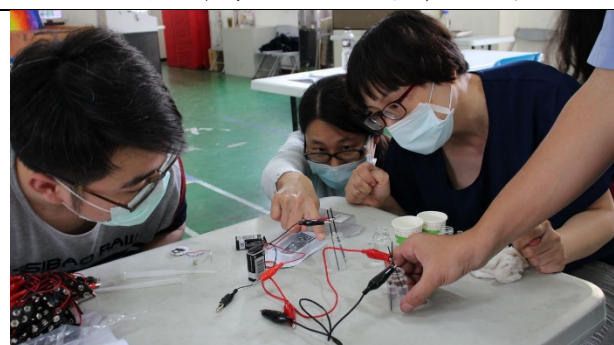
13 3D 列印蝴蝶教學



14教師製作3D 列印蝴蝶



15逢甲大學呂晃志教授教學員製作空氣電池



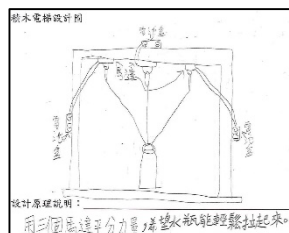
16氫氧電池製作



## 附件二、六年級 STEM 課程-小馬達大力士



1.了解挑戰：觀察電梯



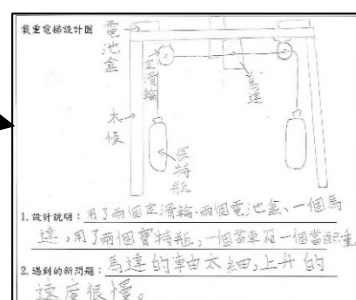
2.設計探索：製作能吊起物品的積木電梯



3.分享解釋：上台說明操作結果



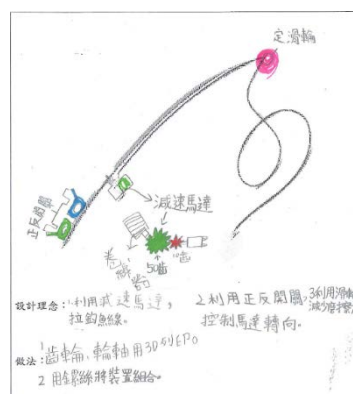
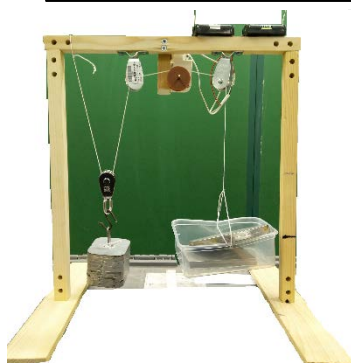
4.設計探索：電梯拉動水瓶失敗，歸納問題為馬達拉力不足。



5.製作原型：增加齒輪盒並改為木架，但上升速度慢。



6.迭代完善—3D 建模、3D 列印、不同帶動圓柱上升實驗操作、成功提升3公斤重鐵塊。



7.擴展評鑑：設計省力釣竿

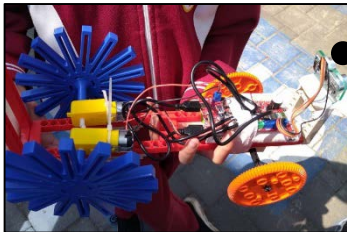
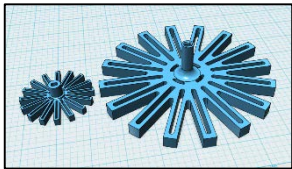
## 附件三、六年級 STEM 課程-智能割草機



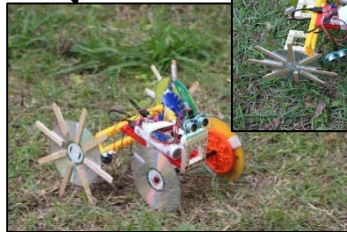
1 了解挑戰：觀察割草機



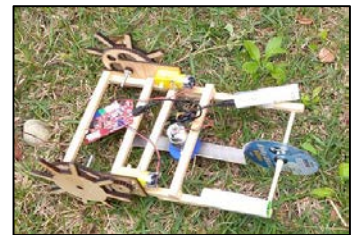
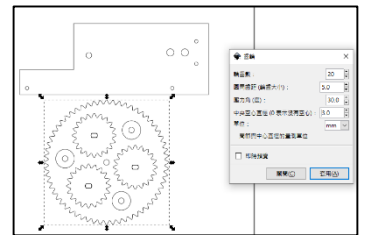
2.設計探索：加上預計的智能晶片、電池及感測器(沒有功能只是預估重量)在平地可以前進



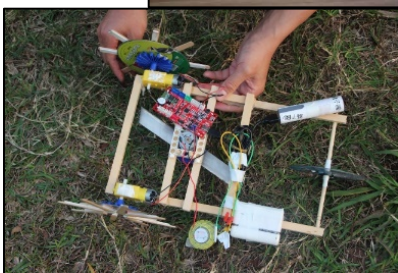
3.分享解釋：上台說明操作結果  
裝上大車輪後，可能車輪太重，所以無法在草地上移動



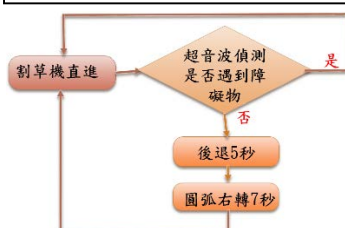
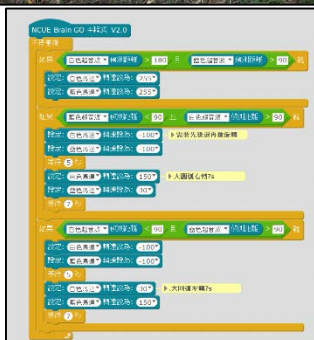
4.設計探索：將前輪改成光碟片，增加車輪半徑，驅動車輪改成光碟片+8根冰棒棍，可以驅動車輛在草地上前進。



5.製作原型：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。



6.迭代完善—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。



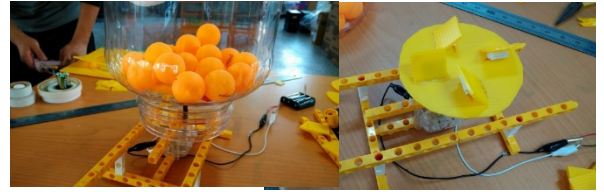
7.擴展評鑑：應用情境路邊割草



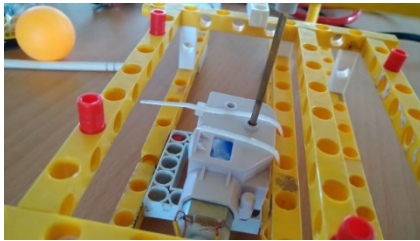
## 附件四、五年級 STEM 課程-電磁搖獎機



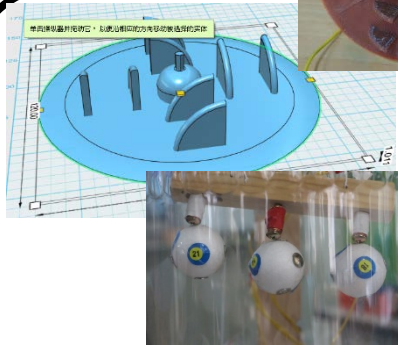
1.了解挑戰：觀察搖獎機



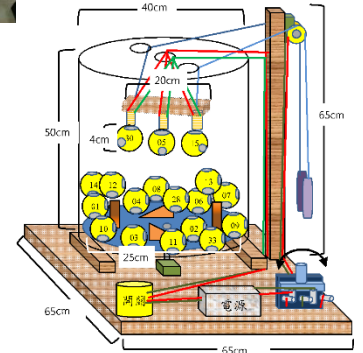
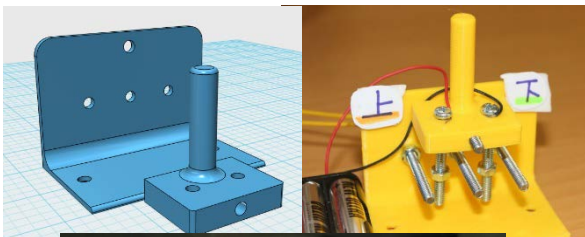
2.設計探索：用積木製作能讓乒乓球均勻攪拌的搖獎機，可帶動24顆乒乓球



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.設計探索：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。



5.製作原型：用4.5V 電池盒控制攪拌盤、電池鐵、抓取器。

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



7.擴展評鑑：設計起重機

## 附件五、五年級 STEM 課程-風力發電機



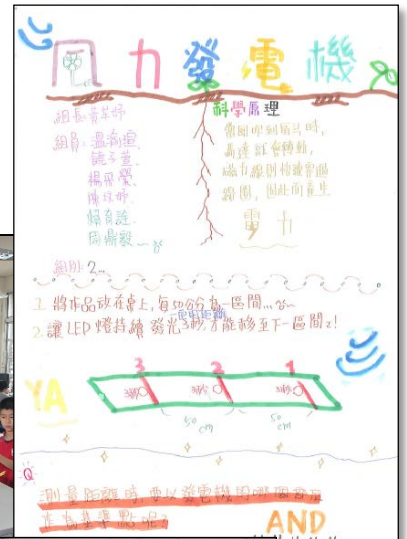
1.接受挑戰：微型風機



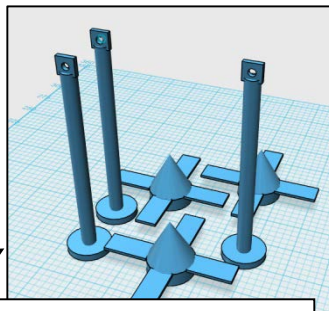
2.進行假設：了解影響變因



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




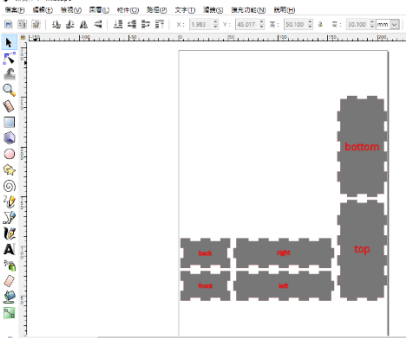

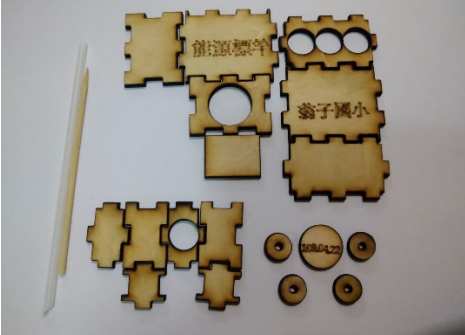

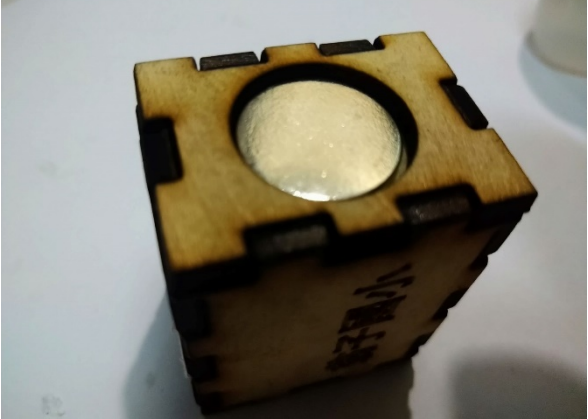

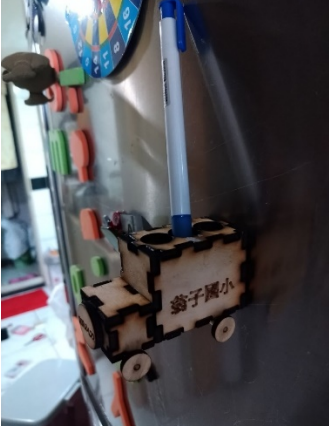
4.展示分享實驗結果



7.3D 列印－分享成果



## 附件六、四年級 STEM 課程-雷射磁力車

	
1.用 MAKER CASE 線上軟體設計雷射盒子	2.用 Inkscape 編輯車體造型
	
3.雷射各項零件	4.拆下零件準備組裝
	
5.用快乾固定各組件	6.加入強力磁鐵
	
7.雷射筆筒磁鐵小車	8.可吸在冰箱上

附件七、三年級 STEM 課程-石膏手模



1. 測量海藻粉及石膏粉



2. 海藻粉加水後將手放入做模



3. 灌入石膏硬化後拆掉海藻模



4. 清除海藻塊 避免手指斷裂



5. 完成石膏手脫模



6. 相互接觸的手指不易斷裂



7. 石膏手風乾後上壓克力顏料



8. 完成神奇百變石膏手

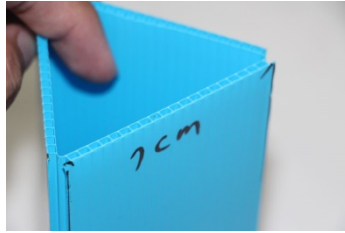


## 附件八、低年級 STEM 課程-光碟彈力車

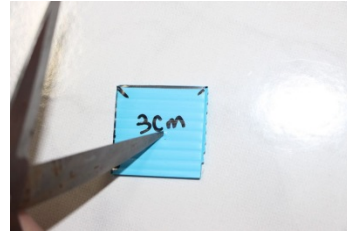
### 一、實驗步驟



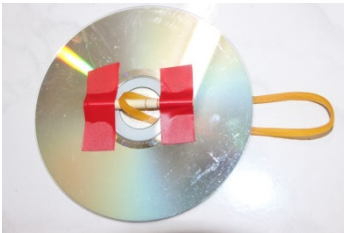
01用剪刀劃過塑膠瓦楞板，但不剪斷



02折起來為正三角形最優



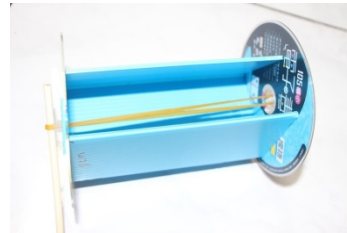
03用剪刀在小塑膠板上鑽洞讓粗橡皮筋可穿過



04粗橡皮筋穿過筷子及光碟片後，用電氣膠帶固定



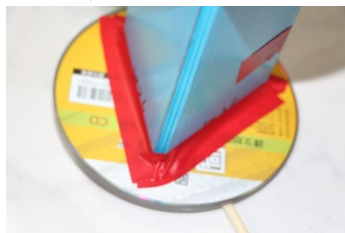
05粗橡皮筋另一端依序穿過光碟片、小塑膠板、珠子及筷子



06將兩片光碟片拉開，將塑膠瓦楞板放入



07將開口用膠帶固定，形成正三角形



08調整瓦楞板的位置在正中央，再用膠帶固定



09用手指旋轉竹筷使橡皮筋繃緊



10將自走車放在地上即前進