

# 106 學年度中小學科學教育專案計畫

## 成果報告

計畫編號：45

計畫名稱：科學裝置藝術與校園科學普及的結合(第二年)

主 持 人：葉朝欽

執行單位：台中市立順天國中

### 壹、計畫目的及內容：

科學裝置的教學角色迄今仍少有文件的理論，高中大學裝置的擺設偏向外包工程且常不具可操作或互動的素材。因此本計畫定位為「校園即教學園區、裝置即探索教材」的理念，實施的第一年發現科學裝置在校園中的設置即有以下幾點特徵：(一)科學裝置必須與學校環境與教學現場結合；(二)科學裝置需考量科學教育的實際需求；(三)裝置的建構需考慮經費、操作與維護的細節；(四)裝置的擺設需考量使用者的安全及便利性；(五)科學裝置必須與課程作相關的結合。(見第一年計畫報告)。

而科學裝置能提供的教育資源，與博物館及科學樂園比較如(表一)。如此發揮多功能的科學裝置為何沒有被教育單位大為推廣？正好是第一年研究中我們所發現的問題。因而研究中了解到環境教育的創建除了硬體設施的規劃，也需要行政單位的支援及客觀環境條件與製作經費考量，因此又延伸到教育與地方產業結合的可行性來加以探討。獲致了一種可參考的典範。然而戶外或戶內裝置最終目的仍是希望達到環境與教學的結合的最終目標。因此，第二年計畫除了延續更有主題的裝置外，研究主軸必須回歸教學現場。

表一、國內可操作之科學性展場的功能性比較

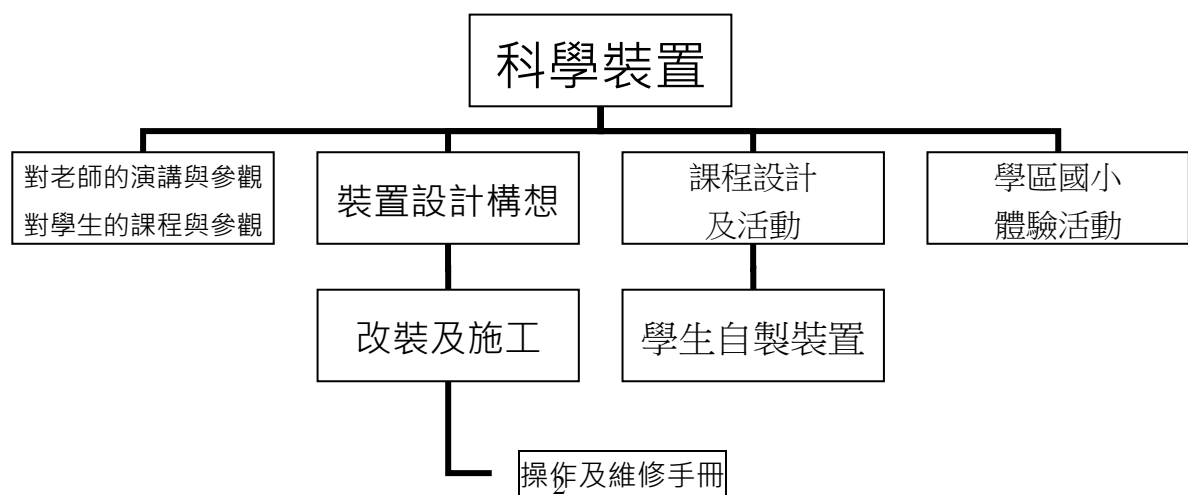
	台中國立科博館	小叮噹科學園區	校園科學裝置
多樣化	★★★★	★★	★★
主題式	★★★★	★	★★
互動(可操作)	★★	★★★★	★★★★
教育學習	★★	★	★★★★
情境營造	★★	★★★★	★★
配合課程解說	★		★★

第二年，我們探討科學裝置溶入科學教育的效能，分別依三個部分來探究：

- 一、 校園科學情境教育：校園裝置如果不只是觀賞用的裝置藝術，還可以是可操作的裝置。對於學校營造科學教育氣氛的功能如何？我們發現裝置於一樓穿堂 120CM 千里傳音的利用率較高，該位置是上下學必經路線。不但學生路過偶而會玩，連校友、家長都有親身體驗的情況。180cm 千里傳音則位於兩側樂樹園，是室外課必經路線。日晷裝置則因為學理複雜及位置烈陽曝曬，操作性較低，比較適合老師指導。加上校門口裝置的太陽能跑馬燈、庭院的太陽能路燈。未來更會增加風力發電、腳踏車發電、音樂階梯等。讓校園點綴多種科學裝置。
- 二、 科學教材融入教學：目前除了教案外，我們設計了一些利用「千里傳音」有趣的上課或比賽活動，以及跨學科活動。甚至成為同學秘密”告白”的工具。這個部分顯示出裝置在教學上的利用率，以及學生透過操作形成科學概念的過程。日晷則可發展為學生製作簡易日晷的課程以及深入研究後可以成為科展題材。
- 三、 學區各校科學推廣：之前我們沒有機會了解各校在科學教育上的發展。透過這個計畫，我們完成與附近三所國小交流，並與德化國小綠能校園、大甲高工智能教室、大甲高中自造教室策略聯盟。連續兩年舉辦國小體驗營以及去年初辦校內暑期科學體驗課程。大甲高中也連續兩年來本校舉辦科學闖關育樂營。

本計畫最終成果希望本於科學教育推廣的精神，將主要科學裝置的組裝及維護製作成電子檔，公開在學校網站上分享給有興趣的學術單位參考。其他構思中的科學裝置也會繼續推動。（附件一）

圖一、本計畫中科學裝置功能與延伸教學示意圖



## 貳、研究方法及步驟：

- 一、 老師除了發展課程之外，將教案改為活動設計，在教學上有何成效？以問卷(附件一)的方式探討學生在接觸科學裝置(以千里傳音為案例)前後，在科學學習上的改變。
- 二、 科學裝置引導學生了解原理後，是否能自行製作類似小物或教具？日晷的製作及觀測能否發展為科學展覽專題？安排學生參與科學裝置的討論及編寫使用手冊的活動中，觀察學生動機的轉移及解決問題的思維。
- 三、 規劃各項工作進度，讓學生參與裝置的安裝與維護(表二)。設計與科學裝置相關活動來提高學生對操作裝置的興趣；命名活動增加學生參與感。跨學科的活動設計成為學校跨領域主題教學。

表二、各項工作進度

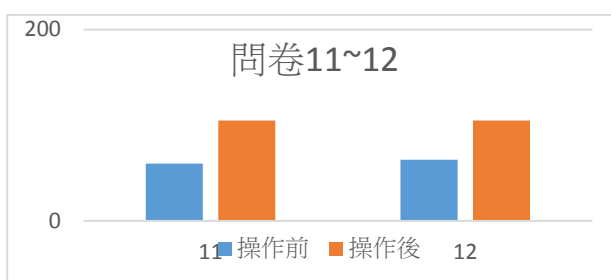
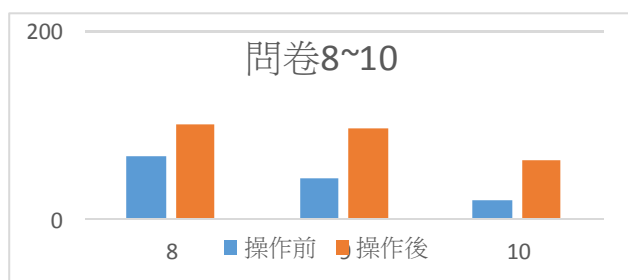
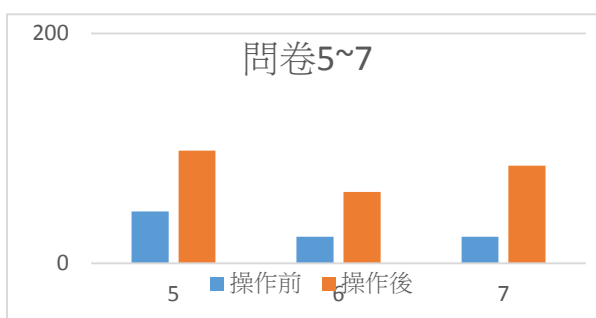
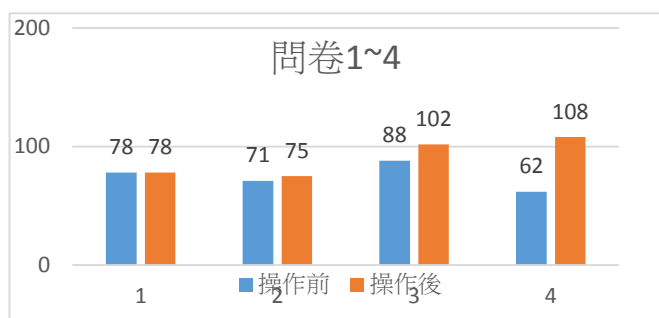
日期	工作內容	對象	資源
106/9月～ 107/7月	紀錄赤道式日晷每週 整點陰影位置	科學社學生	中央草坪
106/11月	委外製作千里傳音腳 架及操作台	計畫執行者	貫昌不鏽鋼
107/1月	國小學生科學體驗營	科學社/學區國小生	校園及賽恩斯教室
107/3～5月	180cm 千里傳音安裝 在固定位置	科學社師生	兩側樂樹園
107/4月	參觀德化國小綠能校 園	科學社二年級生及自 然科老師	德化國小
107/4月	命名活動	全校師生	

- 四、 安排校際交流，讓國小生來順中校園體驗科學裝置。另外，本校有高比例學生就讀大甲高中及大甲高工。所以我們也為高中端的延續教育規劃初步的合作及策略聯盟。

## 參、目前研究成果：

一、學生操作科學裝置前後，在科學概念形成上的比較：(樣本 110 人累計同意人數)

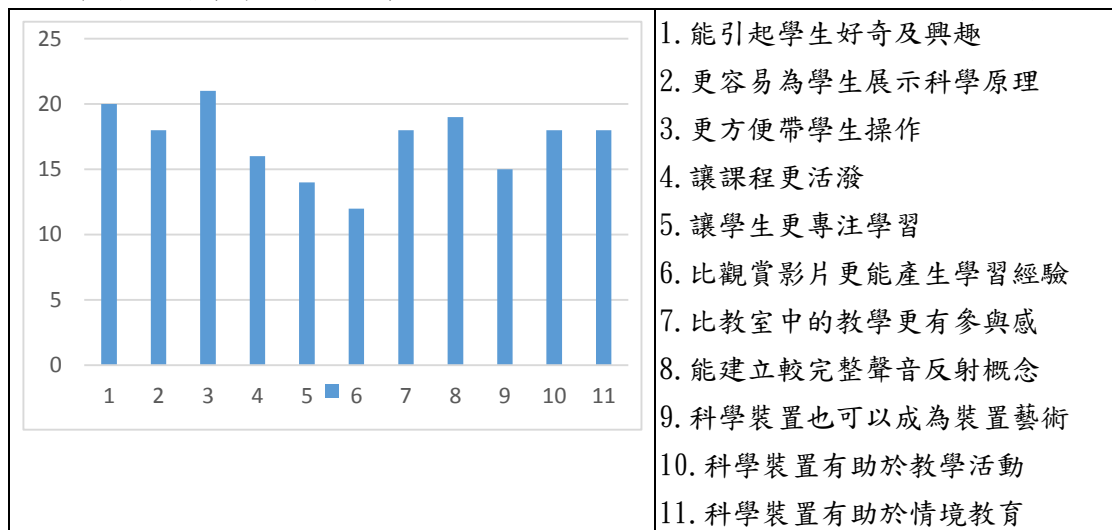
- 1 我在科博館或科工館操作過科學互動裝置。
- 2 通常我都是透過老師講解及課本說明就可以了解科學原理
- 3 比起靜態展覽或動態影片，我更喜歡動手操作。
- 4 我知道怎麼操作千里傳音。
- 5 我知道手持集音器、太陽能集熱器也是相同原理。
- 6 我已經了解它的構想及組裝過程。
- 7 我會嘗試或正在自己製作一個小型集音器。
- 8 實體的裝置對科學概念形成很有幫助。
- 9 我認為科學裝置可以提供我們了解從科學原理轉換成科技產品設計的過程。
- 10 我有興趣參與這樣的科學裝置設計與製作。
- 11 我認為互動裝置能滿足我對科學原理的疑問。
- 12 課程中加入科學裝置的操作的確有助於科學概念的形成



1. 比較問卷 1~4 題，顯示學生在科學概念的建立上，除了依賴圖像或影片，如果有實際的操作，更容易讓他們印象深刻。
2. 問卷 5 ~7 題，操作過科學裝置，讓學生產生很想理解原理的動機，進而想要複製或自創類似的教具。

3. 問卷 8~10 題，顯示學生在理解原理後，有意願做深入探究。
4. 問卷 11~12 題，顯示學生認為操作裝置的確有助於科學概念的理解

## 二、老師對於科學裝置在教學的功能上的意見調查(樣本自然老師 21 人累計同意人數)



結果顯示：有了現成的科學裝置可以提供學生體驗，老師在教學準備中有較多的活動設計，上課也較活潑引發學生參與感。(附件二)

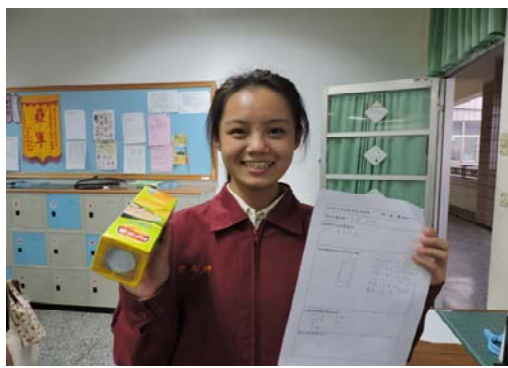
三、學生依相同原理設計的延伸教具。計有：集音器、大聲公、各式日晷、碰撞軌道、肯特管。另外我們利用第一年六片式碟型天線，改裝成太陽能集熱器。千里傳音裝置安裝過程均由學生施工校正及解決問題，並已安置在兩側樂樹園，相距 35M。日晷繼續後半年整點陰影刻劃，明年規劃提出科學展覽主題。



學生仿製集音器



自製小型水平式日晷



自然科自製科學玩具課程

學生利用碟型天線改裝為太陽能集熱器

#### 四、第二年規劃各項工作進度及活動設計：

表三、利用千里傳音裝置發展之課程及活動(以活動方式取代教案)

課程活動	活動內容	對象
集思廣益	以五人為一組，組長與老師在提問端，由老師抽問五個題目。組長將題目復頌給對面組員，組員解題後，提供答案傳回組長。答對者給積分。積分多的組別獲勝 老師必須注意題目設計必須無法讓組長即席得解，因此需有一些線索在組員端	班級小組
心音密碼	多人一組，由老師提供一個題目的多段內容給對面端，組員輪流獲得片段，集中組成完整題目後，五分鐘內解題回傳給老師。	班級小組
闖關遊戲	可以設計在童軍活動中，解謎、傳話或密室逃生、校園尋寶。我們學校是利用社團課，科學社與童軍社合辦闖關聯誼活動。活動設計呈現在簡報與學校網頁活動剪影。	社團或童軍課全班
心情悄悄話	1. 輔導課時可以利用裝置進行較私密的對話。 2. 進行輔導時，學生不想面對面談話 3. 吵架後想和好、好朋友想傳送祝福	師生或學生之間
彩繪	千里傳音正面設計繪製具有主題的圖案；背面提供美術課自由塗鴉	自由參加
畢業生傳情	畢業季到了，班級可以邀請老師接收感恩；同學也可互相邀約說段內心的祝福。也可以集體接龍傳送感言	三年級畢業生



	
千里傳音效能測試	千里傳音相關課程

- 五、本年度已有多個二年級班在聲音單元運用「千里傳音」來演示及解說拋物面原理；科學社學生藉由日晷陰影紀錄了解古人計時的依據及其限制；藉由設計及組裝裝置來訓練學生 Maker 的能力，我們也正研議風力發電及腳踏車發電的簡單設計。

	
講解腳踏車發電組裝概念	腳踏車發電試車

- 六、利用這個計畫，我們連結縱向的國小端，除了互相交流，還有連續兩年實際的體驗活動；高中端則例行的年度科學闖關及形成策略聯盟，互相分享資源及培養適才的學生就近延續科學的熱愛。

#### 肆、目前完成進度

- 一、120cm 千里傳音安裝於一樓中央穿堂兩端，命名為「請：你聽、我說」
- 二、180cm 千里傳音安裝於校園中央草坪兩旁樂樹園，命名為「傾聽、傾訴」。
- 三、水平式日晷安裝於校園中央草坪前端。尚須半年時刻劃定，命名為「順天之光」。
- 四、石材直立式+赤道式日晷安裝於校園中央草坪「戶外展演場」左側。已完成刻度畫記。命名為「與時(石)俱進」。

- 五、學生完成鋁箔太陽反射集熱爐。
- 六、購置 400W 水平軸風力發電一具。做為日後綠能研究之用。
- 七、完成簡易腳踏車發電設計，並購置材料。
- 八、編寫千里傳音、水平式日晷及簡易腳踏車發電的「設計、安裝及維修」手冊

## 伍、預定完成進度

- 一、400W 風力發電的安置
- 二、簡易型腳踏車發電的組裝、測試及放置地點
- 三、水平式日晷整年刻度修正，測試颱風耐受度。
- 四、推動專題討論的科學性書籍閱讀，訓練學生科學教具的規劃與製作
- 五、結合 108 年科技暨自造中心的成立，規劃將來擬製作的科學裝置。

## 陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、利用碟型天線的拋物面反射的確是現成的聲音反射絕佳材料，但是各家廠商設計的腳架不見得能適用於各學校所需。所以獨立製作時可能要考量各校的地理、氣候、校園景觀等因素，再加工以符合需求。
- 二、科學裝置雖然無法達到藝術層次，而且可操作的設計必然增快損耗，除了維護保養外，教育學生正確使用規則，也是科學教育的一環。讓學生參與整個過程會增加參與感，進而產生感情上連結，並因此增進維護的心態。我們在各項裝置中均提供學生彩繪、命名的空間，這也能促進學生對裝置的愛惜。
- 三、各級學校缺乏科學裝置的構思，除了維護不易，也常因為經費上不容許(相較於實驗設備)而興趣缺缺。雖然我們剛好巧用科教專案經費製作並探討校園科學裝置的可行性，也進而分享經驗提供推廣。但是，如果有上級單位經費的編列，更能推動科學情境教育。順天國中可以拋磚引玉成為前瞻學校。
- 四、科學博物館、科工館雖然有提供各校參訪活動，也曾經推過下鄉行動車。在此更建議科博館能釋出館藏裝置的版權，建立模組讓學校能夠仿製；抑或在科展以外增加科學教具比賽，得名的可以列入館內展覽一年，來促進學生自製教具的教育活動。
- 五、108 年新課綱在生活科技中強調訓練學生自造能力。科學教育最終目的是促進人類生活，如果無法延伸到科學技術，那科學就只是空想。我們在 108 年科技暨自造中心的計劃裡規劃的核心課程，其中一項就是自製教具。如果生活科技課程與科學原理密切結合，讓學生不只思與想、更要動與作。科學教育才不會被考試綁架，變得枯燥乏味。



## 柒、參考資料

1. 國立臺灣科學教育館互動式設計展示裝置對展示成效的影響 林克享
2. 以校園裝置藝術形塑而同人文素養之研究 盧雲珍
3. 藝術好好玩－創造一個遊戲的校園 靜心學報 2008 徐聖惠 吳秉樺 李翎兆
4. 科學博物館體驗設施之科學意涵和設置技術整合研究 陳玫岑 楊欣怡
5. 博物館互動展示的策展構想與實踐 蘇憶如

附件一 已研發校園科學裝置的規劃、安裝與維護



裝置名稱	千里傳音																																			
科學原理	聲音反射																																			
教學活動	擴音器、集音器、心情悄悄話、千里傳情																																			
製作材料	<table><tr><td>材料</td><td>價格</td><td>數量</td><td>來源</td></tr><tr><td>120cm 碟型天線</td><td>3500~3800(含運)</td><td>2</td><td>中衛科技(南投)</td></tr><tr><td>180cm 碟型天線</td><td>6700~7000(含運)</td><td>2</td><td>中衛科技(南投)</td></tr><tr><td>180cm 天線腳架</td><td>3500~4000(合計)</td><td>2</td><td>不鏽鋼工廠</td></tr><tr><td>彩繪油漆及刷</td><td>800~1200</td><td></td><td>油漆行</td></tr><tr><td>座台或腳架施工</td><td>500~8000</td><td>2</td><td>自行施工比較省</td></tr><tr><td>5 年內維護費</td><td>3000</td><td></td><td>由學生認養</td></tr><tr><td>合計</td><td>28200~31800</td><td></td><td></td></tr></table>				材料	價格	數量	來源	120cm 碟型天線	3500~3800(含運)	2	中衛科技(南投)	180cm 碟型天線	6700~7000(含運)	2	中衛科技(南投)	180cm 天線腳架	3500~4000(合計)	2	不鏽鋼工廠	彩繪油漆及刷	800~1200		油漆行	座台或腳架施工	500~8000	2	自行施工比較省	5 年內維護費	3000		由學生認養	合計	28200~31800		
材料	價格	數量	來源																																	
120cm 碟型天線	3500~3800(含運)	2	中衛科技(南投)																																	
180cm 碟型天線	6700~7000(含運)	2	中衛科技(南投)																																	
180cm 天線腳架	3500~4000(合計)	2	不鏽鋼工廠																																	
彩繪油漆及刷	800~1200		油漆行																																	
座台或腳架施工	500~8000	2	自行施工比較省																																	
5 年內維護費	3000		由學生認養																																	
合計	28200~31800																																			
圖一、二 180cm 反 射面原型 及改裝後	<div></div>																																			

<p>設計構想 &amp; 組裝步驟</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 衛星天線的設計原本是收集高空遠端衛星電波，因此其反射面為拋物面定焦設計，其原理恰能收集遠方聲音；材質為金屬面或金屬網，選金屬反射面反射效果為佳。</li> <li>2. 選購碟型天線時，以簡單且力學結構足以調整為水平反射。腳架以三角形或圓形為佳。</li> <li>3. 依碟形天線組裝說明，先將主結構約略組裝(不同型號設計略有差異。)並確認零件完整。</li> <li>4. 測試焦點處發話及集音效果，並以不同相隔距離測試有效距離</li> <li>5. 選定安裝地點宜考慮：(1)校園景觀融合 (2)學校師生動線 (3)安裝地點的風向及風速 (4)施工難易度</li> <li>6. 120cm 反射面因腳架簡單，可以直接固定於牆面(圖三)，有效距離達 25m，可安裝在走廊兩端、川堂或校園小角；180cm 反射面必須改變支架設計使反射面主軸得以調為水平方向(圖四)，變更設計時注意須符合方便拆卸，有效距離達 35~45m，適合安裝於校園。</li> <li>7. 安裝高度應考慮一般學生平均身高，焦點處離地面 160~165cm 為主。亦可設計操作平台因應不同身高的操作者。本校 120cm 反射面裝置於一樓穿堂，相距 20m，焦點離地 110cm，適合蹲姿操作；180cm 反射面裝置於中央草坪兩側樂樹園，相距 35m，焦點離地 165cm，所以另外訂製 70cm 腳架將整組裝置架高(也可以考慮水泥柱)。適合站姿操作。</li> <li>8. 180cm 反射面反射效果極佳，但體積龐大，受風面亦大，因此還需要其他輔助支撐力。(本校以繩索 A 字加強固定)</li> <li>9. 完成安裝及測試後，練習拆卸。主面進行彩繪後再重新安裝。</li> <li>10. 命名活動及編寫操作注意事項</li> </ol> <div data-bbox="296 1612 756 1973" data-label="Image"> <p>A photograph showing a white, circular parabolic reflector antenna mounted on a light-colored tiled wall. The antenna is positioned horizontally, and its reflection is visible on the wall surface.</p> </div> <div data-bbox="919 1585 1267 2031" data-label="Image"> <p>A photograph of a larger, white parabolic reflector antenna mounted on a green metal frame. The antenna is tilted upwards. Two speech bubble callouts are overlaid on the image: one at the top says '客製不銹鋼柱 使主面朝向前方' (Custom stainless steel column to make the main surface face forward) and one at the bottom says '客製腳架 高70cm' (Custom frame, 70cm high).</p> </div>
--------------------------------	--


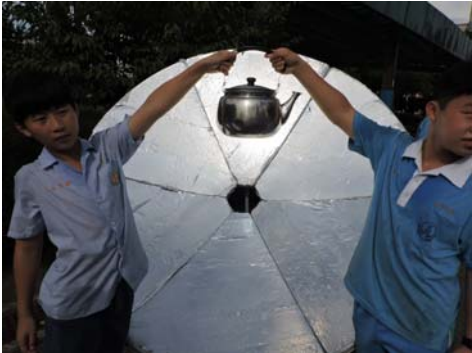
左圖三



右圖四

安全事項 & 拆裝維護	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組裝時注意零件完整及順序，小心金屬稜角。螺絲釘突出處以黏土包覆。易鏽蝕處上油或上漆。</li> <li>2. 安裝地點宜注意動線及操作區空間，避免同學推擠嬉鬧。固定焦點的三根金屬柱不能做為同學扶持之用，要特別提醒。</li> <li>3. 嚴禁同學踩踏支架或碰靠主體。</li> <li>4. 安排維護同學，每週以乾軟布面擦拭，不宜用力避免掉漆。髒汙或下雨過後稍微沾濕擦拭。</li> <li>5. 編寫使用規則立牌(請參考第一年附件，各校依現況自行編寫)</li> <li>6. 如果風力過強或颱風警報，整個反射面可拆卸移至室內暫存，支架慎防積水。拆卸後可順便進行修補保養。</li> <li>7. 寒暑假非上課期間可考慮拆卸存放室內。</li> <li>8. 若有掉漆務必馬上補漆或上油。</li> <li>9. 若每年更換彩繪內容，可用刮板刮除舊漆(通常會整片掉落)，其餘以松香水擦除。誼重新彩繪後再行安裝。</li> <li>10. 裝置名稱立牌可自行設計。</li> </ol>
-------------------	--

裝置名稱	簡易型太陽能集熱器			
科學原理	能量轉換			
教學活動	太陽能的光與熱、凹面鏡反射、熱的傳播方式			
製作材料				
	材料	價格	數量	來源
	180cm 六片式碟型天線	4200（含運）	1	中衛科技
	鋁箔紙	300		一般賣場
	透明噴漆	60	1	油漆行(黏貼用)
	合計	4500 左右		
<div><div><p>圖一 德化國小太陽爐</p></div><div><p>圖二 第一年選購之碟型天線</p></div></div>				



<p>設計構想 &amp; 組裝步驟</p>	<p>11. 拋物凹鏡面國外網路價約 14000 元，國內有老師利用方形小鏡面貼滿碟型天線。我們參觀過德化國小的太陽集熱器(中國製造 18000 元)後，發現它恰好是第一年計畫測試用的六片式碟型天線。</p> <p>12. 科學社學生參觀後決定做一個陽春型集熱器。經長久討論，決定黏貼鋁箔紙測試。老師建議以透明噴漆上膠黏貼。</p> <p>13. 六片式碟型天線拆解後意於施行黏貼。因為反射面為凹面，鋁箔紙為平面，黏著時意產生皺摺，所以鋁箔紙要以裁紙刀先裁為細條，這樣也比較容易黏貼。</p> <p>14. 黏著後以手施力捺平伏貼以減少漫反射。</p> <p>15. 將六片重新組合，裝回腳架。(原碟型天線的腳架本就適宜調整角度)</p> <p>16. 整組裝置移至陽光處，調整反射面正對太陽。以一張白紙在主軸上前後移動，找到最亮位置即為焦點。</p> <p>17. 以鐵鍋或水壺盛水於焦點處加熱五分鐘，測試效果。</p> <p>18. 本裝置為簡易型太陽能集熱器，爾後可考慮鏡面烤漆或表面鍍銀以增加集熱效果。</p>
<p>上圖三四 黏貼鋁箔 紙並組裝</p>	
<p>下圖五 測試</p>	
<p>安全事項</p>	<p>1. 注意焦點處溫度極高，勿將手久置或以眼直視。</p> <p>2. 本反射面尚於測試階段，維修事項暫略。</p>

裝置名稱	簡易型腳踏車發電(本例為兩組)																														
科學原理	能量轉換																														
教學活動	機械傳動、發電機、動能轉電能、摩擦力																														
製作材料	<table border="1"> <thead> <tr> <th>材料</th><th>價格</th><th>數量</th><th>來源</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>26 吋腳踏車訓練架</td><td>1700~2100(含運)</td><td>2</td><td>運動器材行</td></tr> <tr> <td>250W 12V 永磁直流發電機</td><td>2200~2500(含運)</td><td>2</td><td>網路價(小型發電機很難找)</td></tr> <tr> <td>焊接改裝費</td><td>500~1200</td><td></td><td>自行施工比較省</td></tr> <tr> <td>越野腳踏車</td><td>0</td><td></td><td>自備</td></tr> <tr> <td>5 年內維護費</td><td>1000</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>合計</td><td>9300~11400</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			材料	價格	數量	來源	26 吋腳踏車訓練架	1700~2100(含運)	2	運動器材行	250W 12V 永磁直流發電機	2200~2500(含運)	2	網路價(小型發電機很難找)	焊接改裝費	500~1200		自行施工比較省	越野腳踏車	0		自備	5 年內維護費	1000			合計	9300~11400		
材料	價格	數量	來源																												
26 吋腳踏車訓練架	1700~2100(含運)	2	運動器材行																												
250W 12V 永磁直流發電機	2200~2500(含運)	2	網路價(小型發電機很難找)																												
焊接改裝費	500~1200		自行施工比較省																												
越野腳踏車	0		自備																												
5 年內維護費	1000																														
合計	9300~11400																														
圖一、二 腳踏車架 小型發電機(此款附有腳踏車鏈齒牙)	 																														

<p>設計構想 &amp; 組裝步驟</p> <p>左圖三 原理講解</p> <p>右圖四 傳動軸連接處(尚未連接)</p>	<p>19.市面上一體成形腳踏車發電價約 18000 ~ 45000 左右，無法看到內部機械連動的設計，發電機也是隱藏式設計，在教學上幫助不大。</p> <p>20.市售 A 字腳踏車訓練架採用三角力學原理，輕便、可折疊。且內建滾輪，由後輪胎接觸驅動後可測轉速。拆裝方便、易於保養，任何腳踏車均適用。</p> <p>21.選購大小適用發電機，轉軸能與訓練架滾輪連動者為佳。連動方式可採直接焊接、鏈帶驅動或輪接驅動。</p> <p>22.訓練架滾輪為可調式，發電機與之結合時應考慮兩者相對位置的固定性，否則連接部位容易脫落損壞。</p> <p>23.改裝完成後將腳踏車架上固定，並測試其穩定度。</p> <p>24.請學生以不同的穩定速度踩踏觀察滾輪與發電機傳動情形是否穩定。後以電表測量發電機輸出電壓(注意發電機正負極線形成通路時會產生阻抗，所以應該先連接電表後，再請同學踩踏)</p> <p>25.電流輸出可考慮連接 LED 燈或炫彩花燈、跑馬燈增加趣味性。</p> <p>26.此裝置隨時可拆卸，車架收攏後所占空間極小，可安裝於室內或配合活動調整地點。</p> <div data-bbox="309 1160 783 1514">  </div> <div data-bbox="817 1160 1299 1518">  </div>
<p>安全事項 &amp; 拆裝維護</p>	<p>1. 車架拆裝須由訓練過的同學操作。</p> <p>2. 同學上去踩踏不宜用力過猛，最好分組互相扶持。</p> <p>3. 滾軸定期上油；發電機由老師定期檢修保養。</p> <p>4. 此裝置十分堅固，只要合宜使用並不需特別維修。</p>

附件二 自然科教師對千里傳音裝置設計的課程學習單及心得

裝置名稱	千里傳音
應用課程	聲音反射、凹面鏡、無線電波、傳聲筒、集音器
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生理解波的反射條件</li> <li>2. 學生理解聲音反射與無線電波反射原理相同</li> <li>3. 學生主動探究反射面的形狀與面積大小如何影響產生效果</li> <li>4. 學生能討論找出焦點的方法</li> <li>5. 以千里傳音設計活動來增進課程趣味性</li> </ol>
對學生提問單	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 什麼是拋物面？碟型天線是設計來做什麼的？</li> <li>2. 面積大小會不會影響千里傳音的傳聲距離？怎麼測試傳聲效果？</li> <li>3. 如果不在焦點處接收聲音，收音情況差別有多大？</li> <li>4. 風向會不會影響傳聲效果？</li> <li>5. 可以用別的方式代替耳朵直接收音？</li> <li>6. 你可以利用千里傳音做什麼活動？</li> <li>7. 課後你能不能講解千里傳音原理？</li> </ol>
建議事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 兩個反射面相隔甚遠，要注意兩邊操作的安全及秩序</li> <li>2. 學生發話時一定要慢、一字一句講清楚，音量適中</li> <li>3. 分組時要考慮一組當中要有幾位具備初步概念的同學</li> <li>4. 側面觀察學生操作及討論情形，適當時機切入引導式問題</li> </ol>
我的心得	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本校發展的幾個科學裝置都是目前國中課程所關聯的科學應用，在教學上，比起影片或小物件，更能引起學生興趣。能親手操作搭配分組活動，也能讓學生融入情境、印象深刻，並能促進概念的形成</li> <li>2. 感謝科學社老師同學利用社團時間及課餘一直在安裝調整裝置，我看過學生花了幾個星期在挖土埋腳架，為何不請總務處施工？指導老師說為了推廣及訓練學生解決問題。對呀，光是設計及安裝的過程也是一種學習。後來我也推薦任課班的一些同學加入認養。</li> <li>3. 就我觀察，學生偶而會去玩科學裝置，這跟裝置藝術的差別很大，大多數裝置藝術是不讓人碰的。可是科學裝置是可以自由操作的，我們校園有這些地標，還蠻讓人驕傲的！</li> </ol>

相關更詳細內容請連結：順天國民中學校網 或 fb「順中科學社」社團