

# 教育部 105 年度中小學科學教育計畫專案

## 期中報告大綱

計畫編號：4

計畫名稱：科學裝置藝術與校園科學普及的結合

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：

校園科學裝置對校園科學情境營造的正面影響及提供具體可操作的活化教學。因為國內中小學鮮有科學裝置的建置。所以第一年主要以裝置設計規劃及資源應用為主，建立並提供經驗給各級學校做參考。後續計畫則結合課程設計及學生、家長對科學裝置的反應，及教育人員對裝置的應用情形。

我們將針對自然科學教學，需要大型教具且可直接安置在校園，結合景觀且易於維修的裝置。初期我們選定：千里傳音、日晷(戶外)、DNA 模型(室內)。裝置完成後由自然科領域設計教學活動並研究教學成果。並移交學校管理。

### 貳、研究方法及步驟：

#### 一、科學裝置選作的條件及考量

- (1) 配合課程：在自然教材裡屬於典範實例，可建立完整概念，卻無法在實驗室呈現或物件較大的教具而可長期使用保存者
- (2) 結合景觀：配合校園配置與建築格局，能融入既有景觀。所以材質也需考量
- (3) 操作安全：可操作的教學裝置，設計上必須注意碰撞、重量、突出物等問題；以及強風暴雨造成傾塌的可能性。
- (4) 維護方便：校園科學裝置建立在師生共享的概念，故應考慮師生可共同維護及可改良修正的特性。我們的裝置維修手冊是由師生討論所建立，並保留日後加以改進的空間。

#### 二、裝置安裝的經費估算與地點評估

- (1) 選定材質：室外裝置應考慮風吹日曬、濕氣氧化速度。故以不鏽鋼及石材為佳。木質裝置藝術感高但費用較鉅可在日後經費充裕時升級。目前施作裝置材料費如下

裝置名稱	材質	材料費	提供廠商	
120cm 傳聲面一對	烤漆鐵質碟型天線	2550*2	台灣衛視	含運
180cm 傳聲面一對	烤漆鐵質碟型天線	3650*2	台灣衛視	六片組裝
180cm 傳聲面一對	烤漆鐵質碟型天線	4700*2	台灣衛視	一體成形 運費較高
110cm 水平式日晷	不鏽鋼手工製作	8000	貫昌不鏽鋼廠	老闆親自 打造
垂直式及赤道式 日晷	石材(含刻字)	18000		八仙彩園 藝造景
、	共計	47800		

- (2) 安裝費用：120cm 傳聲裝置以自己手作方式安裝在一樓中廊，費用僅需 600 元上下。180cm 傳聲裝置腳架安裝則需 10000 元以上。
- (3) 操作安全：可操作的教學裝置，設計上必須注意碰撞、重量、突出物等問題；以及強風暴雨造成傾塌的可能性。
- (4) 維護方便：校園科學裝置建立在師生共享的概念，故應考慮師生可共同維護及可改良修正的特性。我們的裝置維修手冊是由師生討論所建立，並保留日後加以改進的空間。

### 三、校園外在條件對裝置的限制



- (1) 地理環境：順中位於台中市大甲區外圍、大甲體育場對面，平日及假日外來人士甚少，裝置遭受破壞的機率較低。學校面對東北方，中庭設計造成夏冬兩季均有強勁風勢，適合風力發電研究。中庭空曠、日照充足，適合太陽能研究。
- (2) 氣候條件：東北季風持續時間長達四個月、東南季風亦有三個月之久。雨季除梅雨外、夏季雷陣雨均屬短期降雨，中庭排水設計優良。日晷以不鏽鋼及石材製作，傳聲裝置亦有上漆，生鏽的防護上並不困難。傳聲裝置雖然直徑達 180cm，裝置時已考慮東北季風的風向，避開迎風面並藉欒樹園降低風切，通過兩個月風力測試。惟颱風天，傳聲主面必須拆除移至室內暫避風災。
- (3) 建築場所：操場除司令台兩側，200M 主操場、周邊籃球場均屬活動力劇烈教學區，並不適合裝置擺放。東西兩側大樓影響到日照角度，所以日晷限縮到中庭草坪周邊。傳聲裝置則橫跨草坪在兩側欒樹園各安裝一座，相距 35M，仍可達優良效果



### 四、學生設計及參與研究紀錄的活動規劃

- (1) 課程設計：規劃日晷製作教學。分組設計不同類型日晷，利用課餘時間記錄太陽光影變化位置(如下表)；千里傳音配合國二課程採體驗課程、朝會全校講解。

日晷類型		組長、組員	紀錄時間	
立直平面	大	(隱藏)	每天 7:50、11:45、 15:45	
	小			
赤道式	大		每天下課後 5 分鐘： 9:00、9:55 10:50、11:45 13:05、14:00 14:45、15:40 16:35	
	小 1			
	小 2			
水平式	大		每天下課後 5 分鐘： 9:00、9:55 10:50、11:45 13:05、14:00 14:45、15:40 16:35	
	小 1			
	小 2			
垂直式	大		9:00、9:55 10:50、11:45 13:05、14:00 14:45、15:40 16:35	
	小			
半圓軌道型			老師製作	擱置
數字型			下學期	擱置

(2) 製作類型：日晷之部——

	
<p>右前：赤道式      右中：直立式 左：平面式(國內常見)</p>	<p>垂直式</p>

	
180cm 拋物反射面，安裝於樂樹園	120cm 拋物反射面，安裝於中廊

### 五、安全性、實用性與維修

- (1) 安全性：本期兩件戶外裝置均為鋼材及石材，堅固而略有稜角。傳聲裝置本身為圓形設計，腳架則請廠商施工固定於樂園內部，並非學生日常動線。日晷尖端朝向正北，裝置於中央草坪西側，尖銳部位剛好隱藏在矮樹叢內側，且以塑膠材質包覆，防止意外衝撞。日晷不鏽鋼材質固定於水泥腳座，能承受颱風吹襲。180cm 傳聲裝置在颱風期間，可拆除移至室內暫避風災。
- (2) 實用性：千里傳音是廣受師生喜愛的裝置，在市面上有現成的碟型天線可供製作。課程上配合聲音傳播單元可設計各種教學活動。日晷配合理化時間的測量及地科晝夜四季變化的單元，可以了解古人利用星球週期運轉的原理，平日也能作為簡易的時鐘。的，景觀效果非常典雅
- (3) 說明及維修：操作手冊由老師編寫，維修手冊則由師生共同討論(因為不同認知有不同的操作觀點)。以下附千里傳音說明，其餘若有其他學術單位需要參考，我們會公布在校網。

千里傳音裝置使用說明

- 一、本裝置為拋物反射面，說與聽均請在前方焦點處小圓孔操作。
- 二、本拋物面截面直徑只有 120cm，各面一次僅能容許一人在前方操作，其餘同學請勿在前方推擠、打鬧及蓄意破壞。
- 三、聲音傳播路徑盡量淨空，說話聲音輕聲適中，請勿喧譁、嬉鬧。

## 六、裝置與校園情境設計的結合

- (1) 題材選擇：校園科學裝置以日晷最為常見，但都是以外包工程型態作為校園景觀。順天國中之順天之意即在「順天應人」，明瞭事物原理以呼應人文教育。日晷即為天頂日影變化的紀錄，建立學生對天體規律的探究及敬畏。千里傳音意在聽與說的藝術，學習演說及傾聽的科學技能，提升溝通技巧。DNA 模型製作意在讓學生尊重生命的起源，莫忘人類是由渺小而逐漸成長、偉大。風力發電是配合科學趨勢，讓學生明瞭綠色能源開發的重要性
- (2) 校園景觀：順天國中入門左方有一座『新視界』不鏽鋼雕塑；右側則有堅固石磐俯視著『藍瞳』魚池成為學校眼睛，強調我們重視學生的視野；而『傾訴、傾聽』的千里傳音以兩面拋物反射面造型成為校園耳朵，強調溝通、訊息傳遞的重要性。日晷坐落於學生動線常及的中央草坪旁，讓學生浸潤在注意時間的情境。以上兩件裝置均在戶外展演場周邊，構成整體性，更能增色順天國中的獨特性。
- (3) 學校願景：本校教育理念即「適性多元、人文活力、全球視野」無目標。科學社的設立即多元學習的一環，希望學生能以學理應用於生活以解決問題，更透過科學裝置的製作訓練學生具有創客精神。風力發電及腳踏車發電銜接目前全球最迫切的能源問題。我們還企圖連結地方產業力量來連結師、生、親、友的力量及資源來推動終身學習

## 七、師生參與度與情境對學生影響之問卷研究

由於經費及裝置進度問題，我們將此部分移至第二年計畫進行。此部分已於期中報告時說明原由，並獲得修正意見。但是，我們仍然在校內自然科領域會議中加入老師教案設計及課程活動。第二年計畫除了進行第二期裝置，並要對已安裝科學裝置進行研究探討。

## 參、目前研究成果：

- 一、120cm 千里傳音一對(名為『請。你聽。我說』)安裝於校門入口必經之中央穿堂兩端，相距 22M，聲音傳遞效果十分良好。學生及家長來賓都可以自由體驗。於自辦學區國小體驗營中，作為闖關活動的關卡，深受學生喜愛。將來作為即興講解或團康活動之用
- 二、180cm 千里傳音(名為『傾訴。傾聽』)安裝於校園中央草坪兩旁樂樹園，相距 35M，反射效果更顯著。正面由學生彩繪校慶 LOGO，背面則有『漫畫大亂鬥活動』作品。三年級畢業前舉辦『千里感恩』活動，由學生對老師說感謝悄悄話。同學也喜歡在此搞笑。。將來規劃為聲音單元示範場所。
- 三、不鏽鋼水平式日晷安裝於校園中央草坪「戶外展演場」左側。由學生彩繪上色，略嫌粗糙，並且需要長達一年的刻度校正。以後尚有修改空間。目前是國內唯一師生設計，手

工打造的作品。將來是時間測量及晝夜四季變化單元講解的場所。

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」右側。景觀效果較優，全年均可有明顯陰影。由於赤道式日晷比較不受季節日照角度差異的影響，準確度較其他日晷實用。

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，我們也正研發簡易紙製日晷。透過社區資源連結，學生參觀地方產業。

#### 肆、目前完成進度

一、120cm 千里傳音安裝於一樓中央穿堂兩端，經測試無虞且已安排固定清潔保養

二、180cm 千里傳音安裝於校園中央草坪兩旁樂樹園，完成聲音測試，已有師生測試。尚未進行颱風天拆裝練習。

三、水平式日晷安裝於校園中央草坪「戶外展演場」左側。尚須一整年刻度修正，亦未測試颱風耐受度。

四、石材直立式+赤道式日晷已完成報價。

五、無論是否通過第二年計畫經費，我們已經規劃腳踏車發電及風力發電的進程。

#### 伍、預定完成進度

一、水平式日晷(不鏽鋼)及垂直式日晷(石材)在校園定點安裝；持續製作環形日晷

二、以串珠及保麗龍組裝 DNA 模型(暑假活動，未使用計畫經費)。

三、水平式日晷刻度修正，測試颱風耐受度。

四、石材直立式+赤道式日晷完成安裝。

五、無論是否通過第二年計畫經費，我們已經規劃腳踏車發電及風力發電的進程。

#### 陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、自製科學裝置需要考量的因素甚多，原本在校內科學社規劃中，即以「低成本、動手做」的精神來設計，因此我們能找到較低消費的施作方法。然而就校園硬體安置的角度，需要專業施工的部分，除了成本較高，還會有聯繫接洽認知上的差異，反覆溝通過程往往造成任務的延宕。DNA 的 3D 列印就是因為認知不足造成整個構想捨棄。希望本計畫開啟自製科學裝置的經驗能提供有興趣的單位參考。

二、3D 列印並非萬能，列印時間冗長且錯誤率高，僅適合研發。除非嫺熟的設計能手，要以列印方式完成作品不符合經濟效益，以市售現有的塑膠積木或串珠反而能簡單設計吊掛式 DNA。國中端亦無編列 3D 列印的課程計畫，所以第二年計畫不再嘗試 3D 列印。

三、大甲區剛好位於中原時區的起始線附近，因此每日太陽直射的時間約在中午 12 點±25 分。但是由於冬夏兩季太陽日長短不一，且已無夏季節約時間的校正，因此每日一光直射並非恰好 12 點整。所以日晷刻度必須分為夏季、春秋、冬季三種。學生設計以彩虹的不同色帶來區隔。水平式日晷安裝於校園中央草坪「戶外展演場」左側。尚須一整年刻度修正，亦未測試颱風耐受度。

四、我們第一年計畫選定日晷的想法是：日晷製作程序已經被探討得最完整成熟，世界各式日晷有足夠資料參考，加以學校附近有地方產業可以支援自製日晷。在我們的構想裏面，外包工程與自製裝置的差別在於：自製過程讓學生有參與感及歸屬感，更投入活動且養成責任心；操作手冊及維護流程的編寫、維護小天使的編排，都可以讓學生產生共同體的連結，也會珍愛校園裝置，並為個人榮耀。

五、由於本校東北季風強勁，180cm 千里傳音測試期間遭遇狀況最多，之後更改腳座即選定樂樹園降低風切後得到改善。目前國內缺乏自製大型裝置的相關經驗或研究，遭遇的問題從選材到經費運用多半在設想以外，所以第一年的進度延遲或捨棄之情形，在第二年會有較多改善。我們也希望藉由本計畫的研究提供給其他單位相當的經驗。

六、學校教育資源與地方產業的連結是原本順中科學社的規劃理念。第二年我們即希望與大甲捷安特廠研發腳踏車發電的進階版。也有些參訪過的工廠有意願來校園安置一些硬體裝置。這是一個美好的開端。

七、國內科學裝置的優劣比較

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

## 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 2008.07 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