

教育部111學年度 中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：開發風能教育課程、教材、教具與評量

主持人：吳明德 電子信箱：mingtewu@gmail.com

共同主持人：張良肇

執行單位：臺北市立麗山高級中學

一、計畫目的與研究計畫背景

隨著全球減少碳排放，降低石化燃料使用，讓環境更加美好的共識，說明再生能源日趨重要。而歷年本專案計畫申請多注重在太陽能方面。然而風力發電教育更適合整合高中數學、物理、科技與工程等領域，但是目前欠缺合適關於風能的中小學教材與教具。

本計畫在前半年預計發展教材教具，後半年透過舉辦研習，藉由參與研習的中小學老師的回饋，修訂教材、教具與評量，最終目標為發展出合適的中小學風能教育教材。

計畫主持人吳明德老師曾經在麗山高中、民生國中、仁愛國中、和平高中、板橋高中、彰化女中、孫運璿基金會、泰國的小學老師團體、臺大等單位舉辦二、三十場研習活動，在臺北酷課雲拍攝風能等影片，以及在搞飛機學物理 YouTube 頻道播出「紙杯風車舉重物」，並與大愛電視台的生活裡的科學節目合作，錄製兩集關於風車的影片，

除了活動或影片外，在2012年的物理教育學刊，發表風力渦輪機葉片原理與實作，龍騰的搜查線刊物，也發表風力發電科學營等文章。而發電機教具模組在2019全國科學教具競賽，榮獲銅牌。並在2021科學研習發表「發電機教具模組用於探究與實作」一文。此外本計畫吳明德老師還擔任幾屆 KidWind 風能競賽裁判。而徐志成與楊雅茹老師皆有指導學生參加 KidWind 風能競賽經驗。

本研究計畫目的包含下列五項目標。

1.風力渦輪機以數學螺線、簡單機械螺旋概念結合：

在日常生活中常見的電風扇、飛機螺旋槳(Propellor)、風力發電的渦輪葉片(Turbine)，原理皆是數學或簡單機械的螺旋(Helix)。旋翼(Blades)在邊旋轉的同時前進，其旋轉一週前進的距離稱為螺距(Pitch)。本計畫擬計畫擬利用紙杯裁出，風力發電所需的渦輪葉片。藉由動手實作整合數學、物理等能力，並實際在自製風洞中量測是否符合下列概念： $\text{風速(公尺/秒)} = \text{轉速(次/秒)} \times \text{螺距(公尺/次)}$ 。

2.藉風車舉重說明「作功」、「功率」等知識概念：

過去的風車的用途很廣泛，例如抽水灌溉、研磨穀物等，近代才將風力開發在發電方面用途。實驗設計藉風車帶動輪軸，捲線拉動重物上升，若能在最短的時間內，將重物拉至高處，則此風車產生的功率較大，此實驗設計的活動，能藉由測量與計算在多少時距內，增加的位能與動能，計算其風車輸出的功率。

3.藉由自製發電機教具模組，說明法拉第電磁感應：

在本計畫針對發電機教學單獨設計教具。利用 USB 行動電源提供5V 直流電源，藉由 LM317電晶體控制輸出電壓，調控外接磁鐵的玩具小馬達轉速，並用纏繞漆包線的小線軸，在磁場變化後感應出應電壓，並將此訊號經音源接頭，接到手機的麥克風輸入端，並藉示波器 App 觀測交流電壓。

此計畫目的有幾項，首先是學習認識電晶體，現在高中物理教材精簡刪除電子學單元，已使師生欠缺現代電子科技的認識，藉由電晶體控制輸出電壓，也可以讓老師試試看用改用可變電阻，控制輸出電壓，很明顯發覺大量電流立即燒毀僅能承受低功率的可變電阻。

第二個目的是，法拉第電磁感應定律，當轉速變為兩倍，應電壓也變兩倍，當線圈距旋轉磁鐵越遠，磁場變化越弱，應電壓也越弱。線圈匝數不同或是線圈與磁場夾角變化，或是否線圈有鐵芯，會改變應電壓多寡。最後目的是將手機平板作為科學儀器，可測量磁場或是作為示波器。

4.觀測風力發電機短、斷路後轉速變化說明冷次定律：

將紙杯裁切成的渦輪葉片裝在發電機上，若發電機輸出斷路，沒有電流時，渦輪機十分容易受風轉動，但因為電功率 = 電壓×電流，所以沒有功率輸出，但是將發電機輸出短路，電阻極小，理論上渦輪葉片受風轉動後會產生相當大的電流，但依據冷次定律，此應電流所產生的磁場，會阻止風力渦輪機轉動，所以隨轉動減慢產生的電壓驟降，伴隨電流也遽減。

所以要產生最大的電功率輸出，就要搭配調整合宜的電阻負載，同時測量電壓及電流，才能測量輸出電功率。

5.發展中小學風能教育教材、教具與評量方式：

在執行本計畫之前，參與的主持人與老師們有大量風力發電營隊活動經驗，目前已有初步風能講義資料，藉由此計畫逐步整理成風能教育教材，與風能相關的教具或模型，並計劃舉辦四場中小學教師研習營，計畫每場研習約有10~20位教師參與，研習課程前後予以前測、後側評鑑，驗證開發的風能教材與教具，是否能明顯提升風能相關知識與動手技能。

除了測驗施測之外，還計畫抽樣深入調查採訪參與研習老師，進行質的研究，期望能將風能教材、教具逐步修正內容之後。最後將課程改寫為適合進行少量出版，贈與參與研習的老師們及數所學校。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

1.本校協助計畫自籌款項：

計畫經費總額:175,000元，其中向教育部申請補(捐)助金額：87,500 元，而自籌款87,500元則由麗山高中本校自籌。因此在經費方面本校予以此計畫充分支援。

2.參與 Kidwind 風能競賽：

本計畫主持人吳明德老師，自2019年起、2021年與2022年的KidWind風能競賽裁判，而本計畫成員張良肇、徐志成、楊雅茹等也多次指導本校學生參與競賽，也多次榮獲佳績。在2022年10月24日在台南沙崙綠能中心所舉辦的KidWind亞洲風能競賽，來自60多隊的競賽隊伍中，本校包辦第一名、第二名與兩項佳作。



圖1.KidWind風力能源亞洲聯賽揭曉 大贏家麗山高中北新國中

長榮大學與工業技術研究院、台電舉辦「2022 KidWind 風力能源亞洲聯賽」競賽，吸引全台與國際學校國、高中小學生80組300多人參賽。下午公布得獎名單，台北麗山高中、台中北新國中各包辦冠亞軍是大贏家。**2022-10-24 聯合報周宗禎 / 台南即時報導**

3.風能與帆船競賽及研習：

原本風能計劃最初規劃侷限於風力發電等領域，但是實際執行時卻發現，「帆船」是更容易說明風能教育的極佳示例。在10月4日下午於麗山高中科學樓M401實驗室來自成功、松山、麗山、內湖、南湖、永春、萬芳、西松、中正、靜心、靜修、華興等多校20位老師，以物理平台方式介紹帆船。其中以滑車加上風帆，可直接觀察風帆車受風力運動，‘並說明以多層木片堆疊成螺旋狀，說明。風力發電的渦輪葉片的螺距概念。

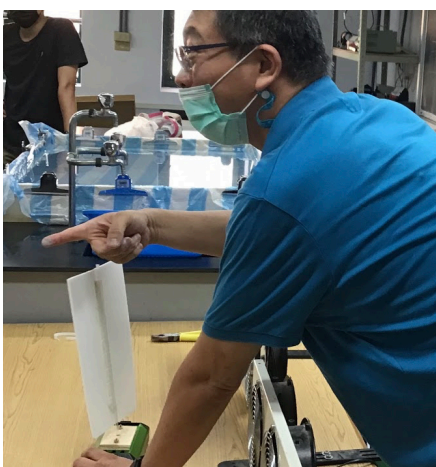


圖2.風帆車受風力作用前進



圖3.介紹雙桅帆船特性



圖4.多層木片堆積成渦輪葉片

在2022年九月起陸續與桃園祥儀基金會執行長與廣天科技執行長詳談，讓科技寶積木製作成帆船的骨架，以SamLab藍芽控制器操控船舵與船帆，在9月24日先舉辦研習中小學及高中生研習。再於10月16日於桃園小巨蛋內舉辦TIRT國際機器人節，新增加航海王帆船競賽。此活動中本校麗山高中掛名協辦單位。本校麗山學生榮獲第一名、第二名及佳作多項榮譽。

當然在舉辦幾場船舶的活動後，我整理歷年活動過程，撰寫成《我的船舶之旅》一文，投稿至科學研習刊物，文章已被接受並將在近期刊出。



圖5.有20隊同學參加在祥儀舉辦的航海王競賽研習活動



圖6.在2022年桃園小巨蛋內舉辦的航海王競賽

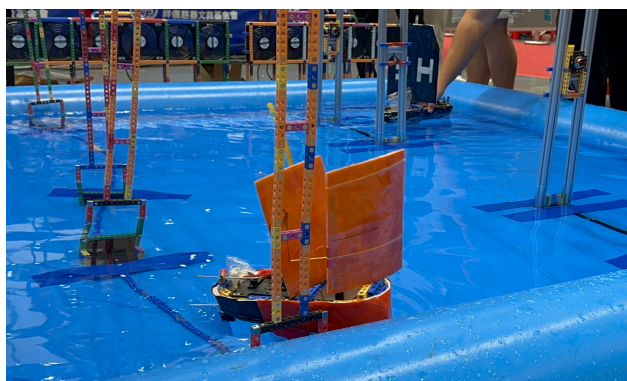


圖7.帆面積規定A4 紙大小，橘色帆船為雙桅幹

2022年十月份的航海王帆船研習及競賽之後，就是技術型高中自然科教師研習營。研習的地點鄰近台中大安區，海邊的風力發電場內里民活動中心，這是由達德能源環境教育中心建置與維護。研習的內容是藍芽控制帆船，帆船與風力發電一樣，都是依靠風力來驅動，同樣具備環保的概念。

介紹帆船原理採用我錄製的臺北酷課雲「帆船」影片。研習使用在兩具伺服馬達的傳動鋼絲，分別驅動船舵與風帆角度部分，需要細微調整長度，技術難度較高。不過觀察到每位老師，動手製作帆船時的心情十分開心，好像是回到小時候的童真時期。



圖8.在達德能源環境教育中心與老師分享帆船知識



圖9.老師們在水槽內測試自製帆船的性能

4.本校KidWind獲獎隊伍參加教育科技展

在2022年11月10~13日的教育資訊展，在世貿一館展是資訊教育的盛會。‘本校獲邀參加展出‘KidWind 風能攤位。佈展內容除了風力發電的電能測量，渦輪葉片角度設計與計算以外以及獲獎資訊等，還展出本校同學在台北市資通訊大賽中，以智慧城市為題的概念，結合風洞建築與風力發電，將多餘的電力以超級電容儲能，供給大眾運輸系統行駛。

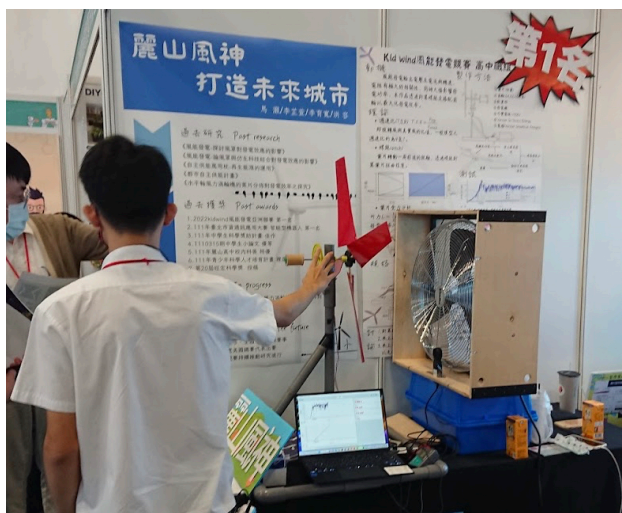


圖10.以麗山風神作為團隊名稱



圖11.本校陳汶靖校長參訪攤位

4.與台電電幻一號所展示中心、雜學校合作開發風能三套教具/ 2022/6/11



圖12.在2022年6月22日在台電電幻1號所舉辦風教具發表會，展出由雜學校、麗山高中吳明德老師共同合作設計的三套風能教具。

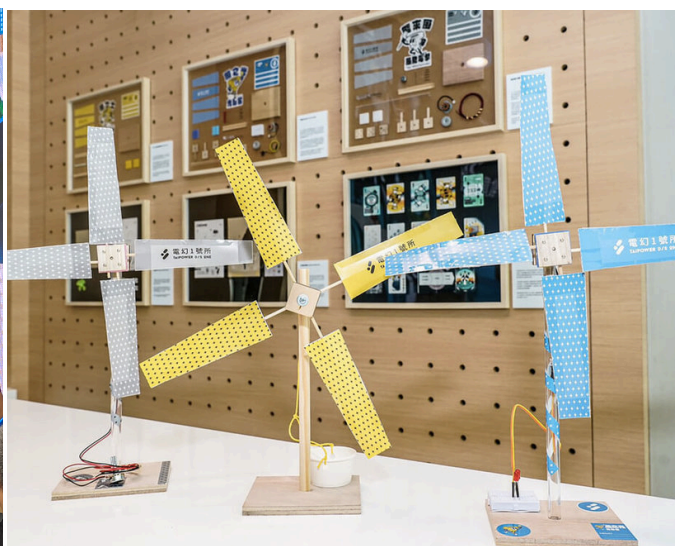


圖13.台電電幻1號所 再生能源教具發想於經典小說「唐吉軻德」中的風車，運用模組化設計導入風力發電概念，創造出「風力士」、「風之光」、「能來風」3大風車系列教具。（台電提供）中央社記者曾智怡 2022/6/11

三、研究方法

(一) 研究對象: 本計畫研究對象為參與四場研習的中小學老師，預計總人數為 45~60 人。

(二) 研究時間:

自 2022 年 8 月~2022 年 12 月為前期開發風能教材、教具。2023 年 1 月~2023 年 7 月為後期，舉辦教師研習，實際施教給予意見及回饋，並修正此風能教育教材、教具

(三) 研究流程: 前期為開發教材與教具。「風能中小學教育」此書籍教材內容章節預計如下:

- 1.前言~推廣風能教育
 - 2.風力發電機各部名稱
 - 3.不同種類的風力發電機
 - 4.螺線與螺旋槳、渦輪機
 - 5.紙杯設計風力渦輪葉片
 - 6.紙杯風車舉重物~輸出功率
 - 7.風從哪裡來~Windy App
 - 8.發電機教具模組
 - 9.風力發電機與冷次定律
 - 10.測量風力發電機電功率
 - 11.製作木質風力渦輪機葉片
 - 12.參加 KidWind 亞洲風能競賽
- 附錄:製作簡易風洞

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

教具開發方面進度：

- 1.完成發電機教具模組，並在2021年在科學研習刊登，《發電機教具模組用於探究與實作》。
 - 2.完成風力渦輪機葉片製作，並在2012年在物理教育學刊發表，《風力渦輪機葉片原理與實作》。
 - 3.完成風速測量實驗，並在2018年在物理教育學刊發表，《用手機做氣體壓力實驗》。
- 教具開發進度為完成60%，但是對於教具簡化方便推廣部分，尚待下學期努力。

研習進度方面：

已在麗山高中、民生國中、仁愛國中、和平高中、板橋高中、彰化女中、孫運璿基金會、泰國的小學老師團體、臺大等單位舉辦二、三十場研習活動，在臺北酷課雲拍攝風能等影片，以及在搞飛機學物理 YouTube 頻道播出「紙杯風車舉重物」，並與大愛電視台的生活裡的科學節目合作，錄製兩集關於風車的影片。

自評研習推廣進度為50%，還需要加強對老師師資進行研習。

書籍撰寫部分進度：

除了發表多四篇關於文章，以及兩本研習講義以及兩部影片之外，尚需要詳細整合動手做內容與原理。自評已完成進度40%>

五、預期成果

1.本計劃成果直接產出經過回饋修訂的風能教材與六件風能教具，以及四場教師風能研習，本教材預計能提供一學期(18週)每週兩小時，共計36小時課程，可以作為學校的特色課程、選修課程或探究與實作課程，若時數不足以完整教授，尚能以模組化抽調部分內容作營隊式教學，或是科展及專題教學。能將風能教育擴散推廣到許多中小學校校園內。並預計風能教材未來將會在網路平台，以電子書的方式出版。更能方便推廣。

2.以風能議題十分適合作為跨領域教學議題，也能開設專門課程教授，不但結合數學、物理、科技、地理等知識內容，可以依據不同學習階段的中、小學生，轉換成適合該程度的比喻。藉由風能的教學實作與活動，讓老師了解各學門知識的並非枯燥學理，其實深具實用性。還能培養多項實作能力如製圖、木工、電子、量測、計算等，對於科學教師能力的拓展十分有助益。

3.風能教育對於校本課程、探究與實作課程、選修課程等新課綱提供極佳的例子，可以依據在地特色，例如位處風大如河口、海邊的學校，就可以強調風能教育。或是離島電力輸送不便學校，也能以風能教育，說明其價值與意義。甚至可以在校內設置小小風力發電站，作為展示教具。

4.對於指導學生參加科學競賽方面，本計劃也對指導老師有相當大的助益，觀察歷屆的科學展覽，風力發電產生的電功率量測，常常僅有電壓數據，當發電機輸出端接上電阻可視為無窮大的伏特計，則通過電流可視為零，則並沒有輸出電功率。並非正確測量方式。

六、檢討

七、參考資料