

國立臺東大學教育學系
課程與教學碩士在職專班
碩士論文

指導教授：鄭承昌博士

澎湖的風怎麼這麼大—以 Arduino 融入
國小三年級「看不見的空气」單元中
風向與風力測量之行動研究

研究生：徐藍思 撰

中華民國一〇九年十一月



國立臺東大學教育學系
課程與教學碩士在職專班
碩士論文

澎湖的風怎麼這麼大—以 Arduino 融入
國小三年級「看不見的空气」單元中
風向與風力測量之行動研究

研究生：徐藍思 撰

指導教授：鄭承昌 博士

中華民國一〇九年十一月

國立臺東大學
學位論文考試委員審定書

系所別：課程與教學碩士在職專班

本班 徐藍思君

所提之論文：澎湖的風怎麼這麼大-以 Arduino 融入國小三年級「看不見的空氣單元中風向與風力測量之行動研究 How Can Wind in Penghu be so Strong- An Action Research on the Arduino Applied in Third-Grade Lesson "Invisible Air" Discussing Wind Direction and Wind Force Measurement

業經本委員會通過合於 碩士學位論文 條件
 博士學位論文

論文學位考試委員會：

許有為

(學位考試委員會主席)

黃文雄

鄭承昌

(指導教授)

論文學位考試日期：民國 108 年 08 月 15 日

國立臺東大學

附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，正本送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

國立臺東大學 學位論文授權書

重要事項說明：依著作權法第十五條第二項第三款規定，「依學位授予法撰寫之碩士、博士論文，著作人已取得學位者，推定著作人同意公開發表其著作」。本校圖書資訊館就紙本學位論文之閱覽服務依前開規定，採公開閱覽為原則。如論文涉及專利申請、投稿論文、機密或其他法定事由，需延後公開紙本論文者，請另行填寫本校「學位論文延後公開申請書」。(申請書得自本館網站下載)

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 教育學系(所) 課程與教學碩士在職專班組
109年度第暑期學期取得 (■碩士□博士) 學位之論文。

論文名稱：澎湖的風怎麼這麼大-以Arduino融入國小三年級「看不見的空气」單元中風向與風力測量之行動研究

二、本人具有著作財產權之上列 (■學位論文 □書面報告 □技術報告 □專業實務報告) 之電子全文(含書目、摘要、圖檔、影音資料、附件等)，依著作權法規定，非專屬、無償授權予下列單位得重製、上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

單位	公開上網時程
本人畢業學校	(依據 108 學年度第一學期第 3 次行政會議決議：研究生畢業論文延後公開上網時程，至多以三年為原則) ■立即公開 □一年後公開 □二年後公開 □三年後公開
國家圖書館	■立即公開 □一年後公開 □二年後公開 □三年後公開 □不同意公開
與本人畢業學校圖書資訊館簽訂合作協議之資料庫業者	■立即公開 □一年後公開 □二年後公開 □三年後公開 □不同意公開

二、本人 (■同意 □不同意) 本人畢業學校圖書資訊館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同同意授權。

學 號：4510605 (務必填寫)

研究生簽名：徐藍思 (親筆正楷)

指導教授簽名：鄭承昂 (親筆簽名)

日 期：中華民國 109 年 11 月 19 日

本授權書(得自本校圖書資訊館網站下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

授權書版本:2020/01/02

謝誌

「可以拿授權書，給我簽名。你可以辦理離校手續了。」聽到這句話，心中的感動，實無法言喻，研究生的生涯將畫下句點。

這份論文能夠完成，首先要感謝指導教授鄭承昌老師的細心指導，每個月的討論與指導，總能一針見血提出我的迷思，讓我完成下一步。師母的溫馨關懷叫我不用擔心緊張，是我敢一而再，再而三去煩老師的動力；蔡東鐘老師在提計畫及口考時大力斧正，對論文的期待甚深以及許有為老師以專業的口吻，建議教育學位論文，應有的條件，提醒要補足，都是讓論文更好的因素。

同一組的組員：美伶、中君、黛盈以及亦昕，是我每次到台東參加討論的最佳夥伴。東鐘組的同學，也給我許多的鼓勵。海外研修俊青老師的幽默風趣，學弟妹的活潑，讓我在旅程中有許多收穫。偉俊老師鼓勵投稿，更讓我在中山大學見識到豐富的心靈饗宴。延畢的暑假，學弟妹的幫忙與鼓勵，讓我不孤單無助。

這幾年因為工作、學業的因素，回家的時間相對減少許多，感謝母親的體諒，知道我忙，總是自己照顧自己，鮮少打擾到我，就怕我不能專心完成學位。兩位可愛的小朋友，每次電話問候，要我好好加油把論文寫完，讓我在繁忙的生活中得到很大的安慰。

完成論文，是對自己學業及專業的期許，謹以此紀念在風大的日子中，觀測風力的七美國小的學生以及關心我的每一個人。要感謝的人，真的太多了，就謝天吧！

澎湖的風怎麼這麼大—以 Arduino 融入 國小三年級「看不見的空氣」單元中風向 與風力測量之行動研究

徐藍思

國立臺東大學教育學系課程與教學碩士在職專班

摘要

本研究以行動研究的方式探討現行國小三年級，自然與生活科技領域第三單元「看不見的空氣」的教材教具中觀察風力風向的問題及困境。設計發展風力風向教具，便於觀察風力風向，做成紀錄。探討自製自然領域教具在教學上的應用效益。先以教科書教具觀察風力；再以掌上型風力計進行風力觀察，將資料整理與氣象站資料進行相關係數分析，最後，以 Arduino 軟體來自製風力計。研究發現，學生使用市售風力計觀察風力，以數字及風力計格數觀測風力，能和生活相結合，觀察資料和氣象站的資料以相關係數分析結果，相關係數 $r=0.971$ ，兩者呈現高度正相關。自製觀察教具，研究者指導用語須明確且須熟悉 Arduino 軟體設定流程。學生部分，操作上能夠處理風扇接線，測試通電、以滑鼠操作基本軟體。情意上，認為自製風力計，比起製作簡易風力風向計有趣且好玩有成就感。認知部分，因 Arduino 體的操作介面，尚待熟悉，仍需研究者協助進行操作方可進行戶外觀察。最後，建議研究者應具備轉化自然領域教具的能力，進行自然領域上的教學，減少使用書商提供的教具，提高教學應用之效益。

關鍵詞：自然與生活科技、風力風向計、Arduino。

How Can Wind in Penghu be so Strong– An Action Research on the Arduino Applied in Third-Grade Lesson "Invisible Air" Discussing Wind Direction and Wind Force

Measurement

Hsu Lan-Szu

Abstract

This study used action research to discuss the problems and challenges in using the wind force and anemometer teaching kit, which is suggested by text books, for the third unit "Invisible Air" in Nature and Living Technology curriculum for third-graders in an elementary school. The design of the teaching kit is aimed to observe wind force and wind direction and record the results. The discussion of this study focused on the feasible benefits of self-created teaching kits for teaching the subject of natural science. The study first used the textbook provided kit to observe wind force, then used the hand-held anemometer for wind force observation. The data collected was then compared with the weather station data for correlation coefficient analysis. Lastly, the Arduino software was used to create an anemometer. The research found that students using anemometers sold on the market and manipulating number and anemometer grid measurements for wind force observation was a practical method that may suggested to associate life with learning. The correlation coefficient analysis of the observed data and the data obtained from the weather station showed a correlation coefficient of $r=.971$, indicating a high positive correlation. When using the self-made observation teaching kit, the researcher must use specific instruction language and must be familiar with the setup process of the Arduino software, and students needed to be able to connect electric wires of the processing fans, test electricity connection, and use a mouse to manipulate the software. Emotionally, the researcher considered that the self-made anemometer was more exciting and offers more sense of achievement than making the simple anemometer. In terms of perception, the Arduino software interface requires a degree of

familiarity, and hence, the researcher must provide necessary guidance and actual operation in order to conduct outdoor observations. Finally, it is recommended that researchers ought to have the ability to convert tools into teaching kits for science subjects, and rely less on bookseller provided teaching kits, in order to increase teaching application outcome.

Keywords: Nature and Living Technology; anemometer; Arduino



目次

摘要	i
Abstract	ii
目次	iv
表次	vi
圖次	vii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 名詞釋義	2
第四節 研究範圍與限制	3
第二章 文獻探討	5
第一節 國小自然與生活科技領域的素養及意涵	5
第二節 國小自然與生活科技領域「看不見的空氣」單元教材比較	7
第三節 風力風向計測量器材成本及設計問題	17
第三章 研究設計	21
第一節 研究方法	21
第二節 研究架構與流程	22

第三節	研究情境與對象.....	25
第四節	研究工具.....	26
第五節	資料整理與分析.....	30
第四章	研究過程與討論	33
第一節	教科書觀察實驗記錄與討論.....	33
第二節	市售掌上型風力計觀察紀錄與討論.....	41
第三節	以 ARDUINO 軟體自製風力計觀察記錄與討論.....	54
第五章	結論與建議	85
第一節	結論.....	85
第二節	建議.....	87
參考文獻		89
附錄		91

表次

表 1 三大版本單元比較.....	9
表 2 三大版本教科書教材比較.....	12
表 3 各種風力計優缺點分析.....	18
表 4 資料編碼說明研究對象在自然課學習狀況分析表.....	25
表 5 資料編碼說明表.....	30
表 6 簡易風力風向計製作教學流程表.....	34
表 7 簡易風力計觀察紀錄表.....	37
表 8 市售掌上型風力計教學流程表.....	43
表 9 掌上型風力計觀測紀錄表.....	46
表 10 學生觀測風力心得紀錄表.....	53
表 11 Arduino 自製風力計教學流程.....	55
表 12 研究對象口頭回饋紀錄表.....	59
表 13 Arduino 自製風力計教學修正流程表.....	61
表 14 風力計觀察結果.....	73
表 15 研究對象口頭回饋心得表.....	76
表 16 POEC 教學策略省思.....	82

圖次

圖 1 三家教科書課本所提供的指北針教材	13
圖 2 康軒及翰林教科書課本製作風力計材料及流程	14
圖 3 南一教科書課本製作風力計材料及流程	15
圖 4 研究架構圖	23
圖 5 研究流程圖	24
圖 6 iPhone 7 Plus 指北針 APP	26
圖 7 Arduino 風力計接線圖	27
圖 8 Arduino 類比輸出風力計程式	27
圖 9 廢電腦風扇	28
圖 10 口袋型液晶顯示測風速計	29
圖 11 三角校正說明圖	31
圖 12 以教科書教具觀察操場風力風向	36
圖 13 教科書所欲觀察出的風力大小示意圖（康軒，2019）	38
圖 14 掌上型風力計	41
圖 15 液晶螢幕顯示的風力級數風速氣溫	42
圖 16 手機 APP 電子羅盤確認方位	42
圖 17 學生以掌上型風力計觀測風力情形	45
圖 18 掌上型風力計與東吉氣象站風力比較資料折線圖	51
圖 19 戶外進行觀測紀錄風力風向	52
圖 20 學生在拆廢電腦風扇，整理線材情形。	57

圖 21 學生完成接線的風力計	57
圖 22 Arduino Uno 板連接電腦情形	58
圖 23 Arduino 軟體啟動失敗，出現紅色訊息。	58
圖 24 學生認識 Arduino Uno 單晶片開發板及電子材料	62
圖 25 學生練習 Arduino 基礎 BLINK 設定讓 LED 燈發亮	63
圖 26 Arduino 基礎 Blink 插接 LED 燈泡練習	63
圖 27 將廢風扇電線焊接上腳針方便插入 ARDUINO UNO 單晶片板的插孔	64
圖 28 學生在室內測試自製風力計，觀察序列繪圖家的圖形	68
圖 29 戶外使用自製風力計觀測的操場風力大小	69
圖 30 學生同步使用掌上型風力計、簡易型風力計、自製風力計觀測操場風力 109.10.19 攝	69
圖 31 利用 Arduino 自製風力計的序列繪圖家圖形於 109.10.19 觀察到的風力變化	72
圖 32 使用教科書的簡易型風力計，無法承受強風觀察用風向帶被吹走	73
圖 33 於 109.10.19 觀測序列繪圖家的縱軸曲線越高，表示風力越大。	74

第一章 緒論

七美島是澎湖群島中最南方的島嶼，終年受到強勁的海風吹拂。一年之中春夏有強烈的颱風及西南季風、冬季則有強勁的東北季風，每當風速超過 15.5m/sec 時，每日往來馬公-七美，一天一個班次的交通船隨即停航，島上居民的生活及交通受到風力風向的影響甚大。

「風大」是許多沿海及離島地區的普遍現象，在此氣候影響下，所形成的人文生活現象或者自然風貌，皆有許多面向可以探討研究。本研究旨在探討觀察自然現象中的風力風向課程「觀察風力風象」實驗過程中的所產生的困境及問題，企圖以發展自製的觀察教具，來解決在沿海地區任教者對使用課本中風力觀察上教具使用的單一性及侷限性，所產生教學上的問題，讓日後在教學及研究上的研究者更順利進行相關議題。

第一節 研究背景與動機

現行國小自然領域所使用的教材編輯方式，基本上，先由國家教育研究院(簡稱: 國教院)邀請各界專家及學者訂定課程綱要，再頒佈課程綱要做為編制教科書的依據，最後，出版社依據課程綱要，聘請自然領域的相關委員、專家、研究者，編審自然教科書。最後，於每學年度開始前由各個學校的教科書評選委員會選定版本，用於全台各國小。

研究者服務於二級離島，擔任三年級自然課科任。在進行第三單元「看不見的空氣」中「活動二空氣流動形成風」的「自製風力風向計」教學活動時，發現臺灣地形氣候複雜，依據課綱所規劃出的教科書，課程所提供的觀察器材過於單一且有侷限性，無法顯現出澎湖地區風大的特殊性。課程的設計及所提供的實驗教具，不適用所處的觀察環境，學生透過觀察記錄的結果和生活中的實際經驗相去甚遠，課程設計上所要的達成的教學目標，是能夠觀察到有差別大小變化的風

力，觀察器材所使用的教具與科學教育中的意義在生活中具有好奇心進而探究自然現象背後的成因相去甚遠。

因此，研究者欲重新設計課程的教材教法及觀察風力的教具，修正課程的教學設計流程，重新設計教材及觀察紀錄工具，解決所處環境在觀察上所遇到的現象，達成教學目標。

研究者發現在過去的文獻中並無相關的教學研究者來嘗試解決在教學過程中所遇到的風力相關問題及困境。故希望能持續觀察自然現象之後，收集資料加以整理，形成一個有系統及有意義且合理的數據。讓學生及後進的教學者有一機會加以認識風力觀察，在自然領域的教材及觀察教具有更多的發揮及可能性。

第二節 研究目的

為解決研究者在進行自然課教學上的困境，本研究目的如下：

- 一、設計風力風向教具，讓學生可以使用，便於觀察風力風向。
- 二、將自造教育精神融入，探討自然與生活科技領域教學中自製教具在教學上的應用效益及學生學習成效。

第三節 名詞釋義

壹、Arduino

開放授權的免費互動軟體，學習過程簡單易操作，不具有電子工程背景之人，亦可學習相關互動裝置，現今許多擔任自然領域的研究者用於微型實驗，以圖表客觀數據值，展示自然科學所觀察出的現象（鄭承昌、方素真，2016），十二年國教自然與生活科技領域屬於新興科技應用，研究者亦多使用此種軟體來訓練學生，參加科展或進行自造教育課程。

貳、 風向風力計(anemometrograph)

測量風的來向及風的大小變化的儀器。一般而言，氣象觀察站所使用之風向風力計極為精密，有詳細的數據資料，提供給航空業者在空中航行時飛航安全及海運行業在海面或上作業安全考量時的參考依據。

第四節 研究範圍與限制

壹、 研究範圍

一、 研究對象

以國小三、四年級學生共 8 人，為研究對象。以兩人一組的方式，來記錄觀測，風力風向。

二、 研究期程

本研究於 2017 年 11 月開始進行教學省思紀錄，2018 年 6 月開始閱讀相關文獻。於 2018 年 10 月開始設計轉化教材，設計適合研究對象使用之實驗器材。2018 年 11 月開始記錄至 2020 年 2 月為止，選擇具有代表性的紀錄做研究數據分析。

貳、 研究限制

一、 研究者之限制

研究環境上，研究者本身角色是兼具教學研究者、觀察者和資料蒐集人員，同時處理多項資料，恐有思慮不周及研究僅為自問自答的困境，需要再諮詢專家解決研究過程所遇到的困境，並請專家學者協助審視研究結果的客觀性。

二、 研究時間的限制

此外，研究者為研究者兼任行政職，擔任自然科任研究者，從事觀察及記錄的時間，極為有限，僅能利用課餘或者課程結束後，邀請學生進行觀察紀錄。所得資料，僅能挑選具有代表性資料作分析。

三、 研究類推的限制

本研究是行動研究，研究結果風力風向測量，較難類推到其他研究場域，欠缺比較。但教具設計運用於教學中，可供其他類似面臨相同教學困境的研究者參考使用。

台灣本身四面環海，沿海地區強風現象，屢見不鮮，雖以澎湖的地區研究場域，仍可以提供相關結論，供其他研究者參考。



第二章 文獻探討

本章節首先探討國小自然與生活科技領域課程，在十二年國教課綱中，核心素養的意涵；其次，在核心素養下所編輯規劃的教科書中，國小三年級自然的第三單元中各個版本的課程內容及在教學上可能遇到的困境；最後，再依據教科書教學上可能遇到的問題，來探討研究者應有的教學策略及實驗器材，作為研究架構的建議與參考方向。

本章共分成三小節去探討，第一節：探討國小自然科學課程綱的核心素養，第二節：探討依據課綱規定下，出版社編輯的國小三年級教科書內容及觀察實驗教材的困境及限制，第三節：探討改變觀察實驗器材及運用 Arduino 在自然科學教育上的應用。

第一節 國小自然與生活科技領域的素養及意涵

根據教育部國民及學前教育署（簡稱國教署）已於 107 年 11 月頒布的「十二年國民教育課程綱要」，簡稱 108 課綱。已於 108 學年度開始由國小一年級及國中七年級，開始逐年實施。

跟過去九年一貫課程的所強調的「十大基本能力」中的能力指標相比，十二年國教課程，提出範圍更寬廣層次更高的「核心素養」。課程教學在意涵更為加深加廣，研究者在進行課程教學前，對於課程綱要的精神，需有更深刻及全盤的了解與認識，將學習與生活環境結合。研究者的教學方式，必須顧及課本知識融入於生活中，方能達成核心素養下鎖定的教學目標。

其中，自然科學領域在國小階段的編排方式順序，在低年級的生活領域中有自然科學的課程。到了中年級因為孩子的認知發展已達到成熟的階段，才開始有獨立的自然與生活科技領域課程。在課程階段的安排上，將自然與生活科技領域

分成二個階段，第二階段：三、四年級及第三階段：五、六年級，第二、第三階段的核心素養共有 9 個子項目（2019，十二年國民教育課程綱要）。

總括而言，在 9 個子項目中所欲強調的核心素養，其具體內涵不外乎，期望孩子在日常生活中對自然環境具有好奇心進而具有探索及觀察的能力，如果遇到困難或在學習上的問題，可以透過閱讀搜尋相關資料來解釋、理解，進而在教室、課堂或自行尋找資源來動手製作相關的儀器或者器材來解決這些學習上的困難。

其中，教學者應規劃課程，課程中有簡單製作的步驟及程序，讓學生可以在學習過程中製作出可操作的器材儀器、科技設備與資源，一同在課堂中進行自然科學的實驗及觀察。所以，在國小中年級階段，利用隨手可能取得的器材來製作觀察儀器或實驗器材，對孩子在生活中的應用極為重要。也是，現今教育議題「自造教育」所期望孩子具有的素養之一。

在國小自然課程中，學生最喜愛的是課程活動就是「做實驗」。但是，學生在操作實驗的過程中，常常會出現「玩實驗」的情況。在最後的教學總結概念時，往往還是由教室的研究者一人灌輸相關概念。若要改變此狀況，現場的研究者，在教學過程中應以一位引導者的身分，提醒孩子做在實驗的觀察過程中要注意的事項，以及該記錄重點是什麼，指出科學實驗的合理性，再以提問方式引導孩子思考，做出結論。

所以，教學應該以學生對於自然現象的好奇及觀察為基礎，提出相關的問題去尋求解決方法。最後，再作出合於科學的結論，如此才符合，十二年國教中「素養」的精神。

自然科學領域中傳統的講述法在自然科學領域的教學中，成效並不顯著。僅流於記憶及背誦，實違反自然科學教育上的基本精神。依據課綱精神，自然領域的學習應該著重科學的原理以及探究思考解決問題的過程為主。

其中，Dale 所提出的「學習金字塔」(cone of experience) 理論中提出，最有效的學習是親身體驗、動手做或者教導別人，這樣的學習效果，記得住的知識，可以高達 90%（引自吳盈慧，2018）。

因此，在此理論基礎之下，以小組合作學習、探究式教學法 (Prediction Observation Explanation Comparison)，簡稱 POEC 教學法，成為當今在自然科學教育所運用最廣的教學方式。其中，在國中小的學習階段，須符合學生的身心認知

發展。以 POEC 的教學方法為主的自然科學教學活動，為許多教學現場的研究者所使用，不僅增加了自然科學教學的趣味性，也兼顧了科學實驗最後的合理性（許良榮、蔣盈姿，2005；楊凱悌、邱美虹、王子華，2009）。

任何一種自然科學的教學方法或者課程綱要，不論如何設計。最後，均須透過課程教材及研究者來運用並落實於課堂中。在教學過程中，研究者需依照一定的邏輯，來引導學生去思考學習的知識內容，學生可以歸納總結相關的學習概念是什麼。如此，學生在學習到相關領域的知識及技能後，方能將十二年國教所說的「核心素養」或者自然科學的概念精神發揮出來在生活中實踐。所以，課程、研究者、學生，在教學中環環相扣、缺一不可。

第二節 國小自然與生活科技領域「看不見的空气」單元教材比較

本節主要在探討，在自然與生活科技領域的課程綱要之下，出版社依據課程綱要所編制的教科書，其課程的編排及教學內容和實驗觀察器材所遇到的限制及阻礙，以及研究者在教學過程中，可能發生的教學問題及學生在課堂中可能產生的迷思概念。

目前國民小學的教科書出版流程，出版社必須依照國家教育研究院簡稱國教院，所頒佈的課程綱要（簡稱課綱），邀請專家學者及資深研究者，進行內容課程編排，通過國教院的審定後，始能印製出版。在審定過程中，課本內容必須符合課程綱要中所羅列的指標及內容。

全國的中小學，每年依規定進行教科書選書會議，會議中，老師會選出最適合於學校及適合學生使用的版本，最後向出版社訂購，在學期初發放教科書給教學現場中提供給研究者及學生使用。

依據現行教科書的版本共有三家分別為 1. 康軒文教事業股份有限公司（簡稱康軒版）、2. 南一書局企業股份有限公司（簡稱南一版）以及 3. 翰林出版事業股份有限公司（簡稱翰林版），為現行教科書的三大版本。

在三年級自然與生活科技領域中，第三單元：「看不見的空氣」單元，三家出版社的研究者手冊中的教學活動的設計流程，是依照九年一貫的能力指標來編輯。研究者將設計理念、單元目標及教學活動，做一比較，如表 1。



表 1
三大版本單元比較

出版社	單元名稱	設計 理念	單元目標	教學活動
康軒 (108 年 9 月五 版)	看不見的空氣	透過觀察和 操作等活動, 引導學生增 進對空氣和 風的了解	1. 透過觀察, 知道空氣無色無味、佔有空間、沒有固定的形狀、形狀可以隨容器不同而改變、科已被壓所等特性。 2. 透過製作風向風力計, 知道測量、紀錄風向和風力的方法。 3. 能利用空氣的特性設計玩具。	活動一:空氣的特性。 活動二:空氣流動形成風。 活動三:空氣和風的應用。

(續下頁)

續表 1

出版社	單元名稱	設計 理念	單元目標	教學活動
南一 (107年8月四 版2刷)	空氣	透過體 驗，並 觀察、 檢驗空 氣的存 在。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過身體的接觸觀察和體驗，感受空氣的存在。 2. 經由實際的操作活動證明空氣佔有空間。 3. 經由操作活動可以證明空氣可以被壓縮。 4. 透過觀察物體轉動知道空氣流動會形成風。 5. 能利用器材自製測風計並測量風向、風力。 6. 認識空氣的特性和如何被應用於生活中。 7. 能利用空氣的特性設計和製作創一玩具。 	<p>活動 1:無所不在的空氣。</p> <p>活動 2:空氣的特性。</p> <p>活動 3:空氣的應用。</p>

(續下頁)

續表 1

出版社	單元名稱	設計 理念	單元目標	教學活動
翰林 (108 年 4 月五 版)	空氣和風	藉由觀察和探索的活動來發現空氣的存在。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過生活中的例子，發現空氣的存在。 2. 透過實驗證明空氣佔有空間、沒有固定形狀、可以被擠壓等特性。 3. 知道空氣的流通會形成風。 4. 能自製風力風向計，並測量風向和風力。 5. 能發現生活中風的應用。 6. 能夠利用空氣的性質，進行空氣的遊戲。 	活動 1:空氣的性質。 活動 2:風來了。 活動 3:好玩的空氣遊戲。

由表 1 可以得知，課程在設計的理念上，均強調學生的體驗、探索及動手製作觀察工具，進而了解「空氣」或者「風」的特性。

其中，活動二：空氣的特性「空氣流動形成風」的活動中，三大版本教科書均有「風力及風向」的觀察測量活動及讓學生動手製作風力風向計。在教學活動設計上，研究者將三大版本的教材內容做一比較，如表 2。

表 2

三大版本教科書教材比較

出版社	單元 名稱	教材 地位	活動名 稱	器材	教學流程	教學評量
康軒(106年9 月四版)	看不 見的 空氣	第三 單元 活動 2 2-2	製作風 向風力 計	指北針 方位盤 皺紋紙 棉繩 塑膠吸 管 塑膠底 座	使用指北針 的方法 製作簡易風 力風向計做 法步驟 測量校園的 風力及風向	自然習作 24 頁 第五大題第 3 題 觀測紀錄 定義結論 紙筆測驗
南一(107年8 月四版 2 刷)	空氣	第三 單元 活動 2 2-3	空氣流 動形成 風	指北針 方位板 紙片 棉線 吸管 底座 膠帶	認識指北針 製作風力風 向計 測量並計錄 風力和風向	自然習作 31 頁；第四大題 第 2 小題觀測紀 錄 定義結論 紙筆測驗
翰林(107年4 版二刷)	空氣 和風	第三 單元 3-2	風來了 風向與 風力	指北針 自製方 位盤 皺紋紙 吸管 底座	指北針怎麼 用 製作風力風 向計 觀察風力和 風向	自然習作 33 頁第 8 題 測量風力與風向 觀測紀錄 定義結論 紙筆測驗

從表 2 中可以發現，三大版本教科書中觀察實驗器材的問題，所提供製作風力風向計的實驗器材：指北針、方位板、吸管和底座以及測量風力方向用的風向帶等。除南一版是使用紙片外，其餘兩家出版社康軒版、翰林版均使用皺紋紙來當做風力風向帶。因此，各教科書所設計及建議製作之實驗器材均為同一種設計。

三家版本所提供的教具指北針材料，均是壓克力塑膠材質，指北針的方位以紅、黃、綠、藍四色來區分東、西、南、北方便學生辨認方位、磁針均為同一軟鐵材質，如圖 1（2019，康軒；2019，南一；2019，翰林）。風力風向計的方位盤是以厚紙板印刷，印出八個方位方向。固定風向帶的管子是屬於橘色塑膠硬質管材。固定塑膠吸管的底座也屬於同一軟塑膠材質。風力風向帶也是以皺紋紙或材質較輕薄的紙帶。

製作過程的步驟上，也有相同的流程與做法。先將指北針的方位確認，再將指北針以膠帶固定在紙製的方位盤上。以油性簽字筆將管子平分三段後，將風力的大、中、小，寫上，最後將皺紋紙的風向帶及棉線以膠帶黏在管子上。最後風向帶的管子，插入固定底座再以膠帶固定，完成風力風向計。



圖 1 三家教科書課本所提供的指北針教材

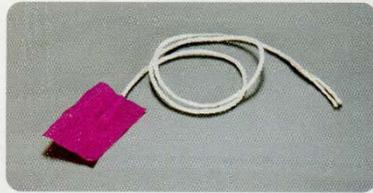
在製作觀察用風力計的製作流程上，三家版本在製作流程上，教科書編排過程上，三家版本大同小異，風向帶的製作材料上僅只有，南一版使用小紙片。如圖 2、圖 3（2019，康軒；2019，南一；2019，翰林）。



圖 2 康軒及翰林教科書課本製作風力計材料及流程

操作 | 製作簡易的測風計

① 用膠帶將紙片黏在棉線的一端。



② 棉線的另一端穿過吸管再固定在底座。



③ 利用膠帶將底座垂直固定在方位板圓心中央。



④ 使指北針盤面與方位板的南北方向一致，並固定指北針。

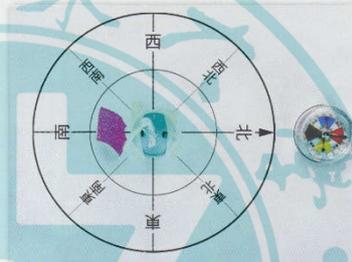


圖 3 南一教科書課本製作風力計材料及流程

由以上所知，書商主動提供實驗器材的材料在教學上的優點有：1. 有教具箱可方便研究者在備課及教材準備的部份上，減少了風力風向計的取得製作材料的困難度。2. 研究者能在課程規定的時間內，完成課程所訂的教學目標。3. 節省教材製作的費用。缺點有：1. 提供便利的實驗教材，讓研究者及學生失去了主動探究的精神，取材自生活材料來製作觀察工具的能力。2. 窄化了教學的目標，亦失去了科學教育動手製作、解決問題的精神。

教學流程的問題在教學步驟上三家教科書的教學流程如下：1. 介紹指北針的使用。2. 以影片及圖片，介紹製作簡易風力風向計的方法。3. 將製作完成的風力風向計帶到校園中，測試觀察風力。4. 記錄所觀察到的風力大小。三家教科書版本在教學時間上的規劃，平均教學時間為兩節課，研究者必須在 80 分鐘完成「簡易型風力風向計」的製作以及風力的觀測與紀錄。

教科書上的教學流程或課程內容，原本是專家學者依據課程綱要設計。基本上，以教學的理論而言並無任何不妥。在設計課程的過程中卻忽略了台灣地區有

高山、台地、丘陵及濱海地區等，不同地理位置的特殊性所造成自然環境不同，所呈現的風力大小亦不相同。

若依據課程的忠實觀來進行教學，研究者在依照課本的教學流程，進行教學時，所遇到的困境有以下三點：

一、製作簡易風力風向計，先利用黑色油性簽字筆做記號，將吸管分成三等份，寫上大、中、小。學生所製作的出來的大、中、小的分量是以自己的視角來製作，每一個人所畫的距離都不相同，並非完全一致。

二、每個人利用黏貼的膠帶數量不同，有學生將縐紋紙黏貼太緊，測量前已經有角度，無法自然垂下，亦無法隨風四面八方的轉動。有學生將皺紋紙黏貼不牢或僅只貼一小段膠帶，到戶外觀察時，隨即被風吹走，無法進行觀察。

三、學生方位盤的使用問題及指北針的準度，在方位盤上的指北針，並無法和方位盤完全相符合，學生僅看方位盤來得知風向。此風向並不一定是確實的風向，僅是概略性的風向。

教學完成後，研究者實施教學評量的困境有以下三點：

一、觀測完畢，習作的紀錄方式，是以勾選方式填入，今日觀測的風力及風向大小。連續觀察數日後，無法觀測到其他不同的風力變化，觀察結果僅有一種「大」和課本原本欲呈現的「大、中、小」三種分級方式，來讓學生在觀察後勾選出不同的風力級數的教學目標，相去甚遠。

二、研究者在教學上變成僅是教導學生記憶課本所提供的知識，在觀察過程中難以和觀察現場的客觀資料相互印證。進行完成紙筆測驗後，學生在此單元上，無任何學習保留。觀察風力後，以口頭方式評量今天所學心得，無法歸納總結出課程設計的目標：風力有分成「大、中、小」三種級數的變化。

三、教科書內風力的分級「大、中、小」，在澎湖離島的教學場域是無意義的分級。所謂「無意義」是因為利用簡易型風力計所觀察到風力的結果上看，澎湖的風力的紀錄，學生觀察的每一天都是「大」。觀察結果中，沒有課本所要呈現的「中」或「小」的風力。學生在知識學習及實際的自然觀察上的認知產生極大的落差，觀察風力的結果並未在生活中找出答案來和課本的目標相互印證。

原本自然與生活科技領域課程設計的目標是：學生先對自然界的現象感到有趣好奇，提出自己的想法，研究者進一步鼓勵孩子主動積極的提問，接著著手進

行製作簡易的觀察器材來進行自然現象的觀察。在觀察過程中進行觀察紀錄後，整理所記錄的資料。再者，提出觀察的結論來和科學原理相印證。其中，主動著手進行製作簡易的觀察器材，在教學現場中研究者僅以教科書所提供的材料來進行製作，學生製作完成使用觀察完畢後往往隨即丟棄，未能加以珍惜。器材雖簡單易得，但可觀察到的自然現象侷限性頗大，所得到的觀察結果亦不豐富多樣。雖能夠在短時間內完成觀察器材的製作，但學生在製作過程中獲得的成就感亦十分有限。

第三節 風力風向計測量器材成本及設計問題

在自然科學領域中，觀察器材的製作實具有科學教育的原理。往往教學現場研究者在取得實驗器材十分方便，而忽略了背後的科學原理。

本節將探討教具箱提供的教具、市售掌上型風力計以及自製風力風計，在材料使用上的問題以及使用應用 Arduino 軟體來製作觀察實驗工具，在自然科學觀察實驗的應用及成效。

現行市面上風力風向計的種類繁多，價格和功能亦有所不同，研究者欲比較教科書所提供的簡易型風力風向計以、市售風力風向計以及自製風力計的優缺點，如表 3。

表 3
各種風力計優缺點分析

風力風向計種類	優點	缺點	備註
教具箱提供	便宜，容易取得製作。	器材無法準確測量，風力大小損壞率極高，	器材塑膠吸管、皺紋紙、指北針、紙製方位盤
市售風力風向計	可以透過儀器看到風力數據、知道風向	單價過高，無法每位學生均使用。 產品價格差距過大，品牌不同，品質良莠不齊	網路查價
自製風力風向計	堅固、器材易取得、價格上學生及研究者均可負擔	須具備相關軟體操作知識及基礎背景知識	Arduino UNO 開發板 Arduino 廢電腦的風扇、焊接器材及電子材料

由表 3 的缺點比較中可知，教具箱所提供的教材或市售風力風向計，此兩種觀察風力風向的工具在取得及使用上，讓研究者在課堂上觀察風力風向活動欲達成教學上的目標十分有限。研究者指導學生在觀察風力風向的過程中，必須考慮到多次觀察風力風向時，觀測器材應有的堅固性、材料製作上的價格是師生可以負擔的經濟問題以及製作過程上學生可以自己依照步驟自己製作完成的自製風力計。因此，研究者需自行設計出價格合理適中、每位學生均能取得使用的材料及方便操作觀察風力風向的實驗器材。

教育部頒布課程綱要後，法令規定全國的國民中小學於 101 學年度起，各校選用教科書，書商不隨書附贈教具教材。研究者在自然課進行實驗觀察課程，以三年級的「風力風向觀察」來說，要購買市售器材可以透過網路或者書商代購取得，但價格過高，對於學校或者研究者及學生而言，要每一位學生都能購買一隻觀察風力風向的風力計，是一種經濟上沉重的負擔。

若現場教學的研究者具備自製實驗觀察器材的能力，可以提升學生在自然課的學習興趣與動機亦能達到教學目標。

以十二年國教課綱中素養導向的精神而言；教學現場的研究者亦須具備「改造」、「轉化」課程或教具的能力，才能更符合生活化的情境，培養孩子解決問題的能力。

其中，實驗觀察必須以國小學生認知為基礎，又必須考慮以方便取得、節省時間及所花金錢不多為原則。所以，利用微型實驗，來改良教學現場的實驗教材，達到研究者及學生在課堂易於操作又能夠在有限的時間內完成教學目的，是現今自然科學領域研究者廣為運用的方式（方金祥，2014；吳盈慧，2018）。

研究者要指導學生利用自製的風力風向計來進行風力的實驗觀察，必須要考慮到幾個條件。首先，在材料上必須考量到，學生容易收集到生活中隨手可得的工具來製作。此外，自製風力風向計完成時，風力計運轉必須兼顧到在觀察時的資料，是有效性、科學性及可讀性的。學生在觀察風力的大小變化時，風力計的資料必須要有明確的數據可以供學生認識描述，有了客觀具體的觀察結果再做成紀錄。最後，完成所有的觀察活動加深印象，將學習到的知識留在生活中。

近年來，在許多自然科學的實驗中，有許多研究者開始使用數位科技的工具，來製作觀察用教具。研究顯示利用數位科技所製作的觀察教具，可提升觀察的效果亦可以提高學生在學習上觀察的動機與興趣，所得到的學習成效亦比傳統方式觀察來的更明顯（吳盈慧，2018）。

根據文獻研究，有教學現場的研究者將 Arduino 融入應用在物理電學單元實驗，解決了學生在學習上的迷思及生物植物呼吸單元的觀察，均已有明顯的研究成果，不僅解決了研究者教學上的困境，也提高了學生的學習動機與興趣（吳盈慧，2018；黃勇智，2018）。

根據鄭承昌與方素真（2016）研究指出，Arduino 為義大利學者及其學生共同開發的單晶片處理器。可以跨越多種平台，如：Windows、Macintosh、Linux 等。其優點有：1. 價格適中不會造成老師及學生過重的負擔。2. 有簡單清楚的程式發展環境以及容易擴展開放原始碼的軟硬體架構。根據研究的結果：此開放軟體，可以及時顯示物理計算的結果，並將結果圖示化、數據化讓研究者一目了然。也可

作為學校自然科學研究者在教學上的運用，以立即性的圖示，讓學生了解自然界的科學現象。

綜合以上所述:研究者使用以 **Arduino Uno** 單晶片開發板運用在自製風力風向計的實驗觀察器材上，**Arduino** 具有方便性且能夠具體的偵測到風通過風扇時，風扇轉動的快慢，風扇轉動的速度可以從 **Arduino** 序列埠所呈現的數字及圖形曲線來得知，從數字的變動及圖形的變化來瞭解風力的變化。這樣的資料可以解決教科書中對風力的「大、中、小」的概略分級，將風力變化數據化後，也可以解決研究者所在的二級離島，進行自然課觀察風力風向活動時，無法分辨風力大小變化的困境。透過 **Arduino** 所顯示的資料可以讓學生了解在觀察自然現象時有具體化、實證化的觀察結果，此工具有利於學生對科學概念的學習及建立，在驗證自然科學現象時具有可信度及效度也符合科學觀察所需要的證據。



第三章 研究設計

本研究旨在探討運用 Arduino 融入在國小三年級自然課中的「風力風向」觀察實驗教具中，以適應澎湖二級離島在自然與生活科技領域的教學上，操作風力計觀察風力風向的教學困境。本章共分五節，第一節研究方法，第二節研究架構，第三節研究情境與對象，第四節研究工具，第五節是資料蒐集與分析。

第一節 研究方法

本研究採用「行動研究法」(Action Research)，研究者兼具「現場教學研究者」及「研究人員」雙重身份。行動研究需經過教學者有系統的設計，透過蒐集檢視，再蒐尋來解決教學現場的問題（蔡清田，2007）。

除了從事實際教學工作，亦須具備研究者，觀察者須發現問題，反省思考，提出方案，具備解決問題的能力。

研究者任教科目為三年級自然。研究時預定先依照課本所提供的教材，完成教學流程。再提出問題與學生一起思考，教具箱的器材是否達成觀察風力的重點？分辨出，風力的「大」、「中」或「小」？研究者反思教材設計上的困境是什麼？

由研究者再重新設計教材，輔以電子羅盤確定觀察方位，由研究者自製三組風力風向計，以兩人一組的方式，合作觀察風力風向。

以表格紀錄當日的風力及風向，預計從 107 年 10 月到 109 年 2 月為止，利用天氣適宜的時間，觀察當天的風力風向，並記錄下來。

最後，再將風力風向的資料整理，以電腦軟體加以繪圖，引導學生觀察，作出結論。

第二節 研究架構與流程

壹、 研究架構

研究者任教三、四年級自然課，欲以行動研究來解決教學現場中所遇到的問題。在進行研究前，先準備課程教材，依照課本上所定的課程進行教學活動。紀錄教學過程中所遇到的困境，進行教學上的反思。

找出問題與專家討論研究的可行性，確認研究主題；接著蒐集相關自然領域的文獻資料。重新設計教學活動，再開始第二次教學活動並記錄實施教學活動的過程，再將教學觀察記錄整理。最後，撰寫研究結果、研究討論與建議。研究架構，如圖 4。



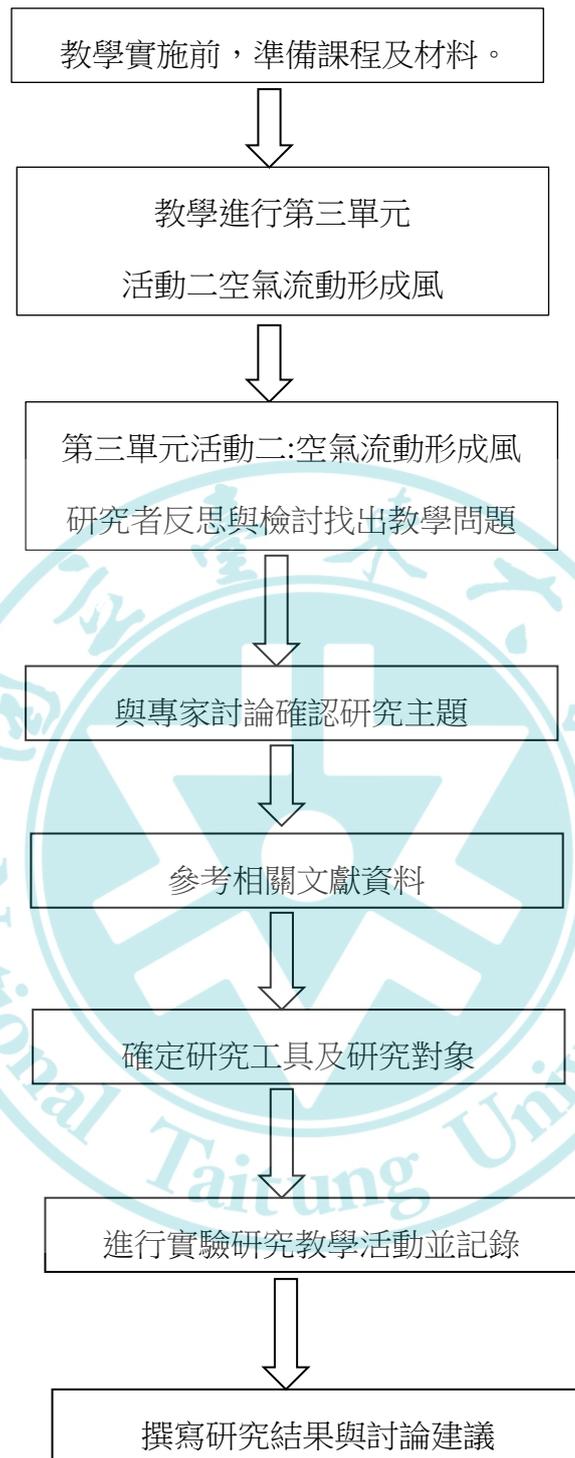


圖 4 研究架構圖

貳、 研究流程

本研究採行動研究，發現所任教的自然科進行第三單元教學活動：製作「簡易型風力風向計」來觀察風力風向時，其課程設計無法適用於澎湖的二級離島學校。於是決定重新設計教學流程，尋找適合的實驗器材，來觀測紀錄風力風向。將觀察記錄數據化，繪製成圖表。在實施研究期間，要進行省思，修正觀察歷程。希冀能夠建立起完整的資料，如圖 5。

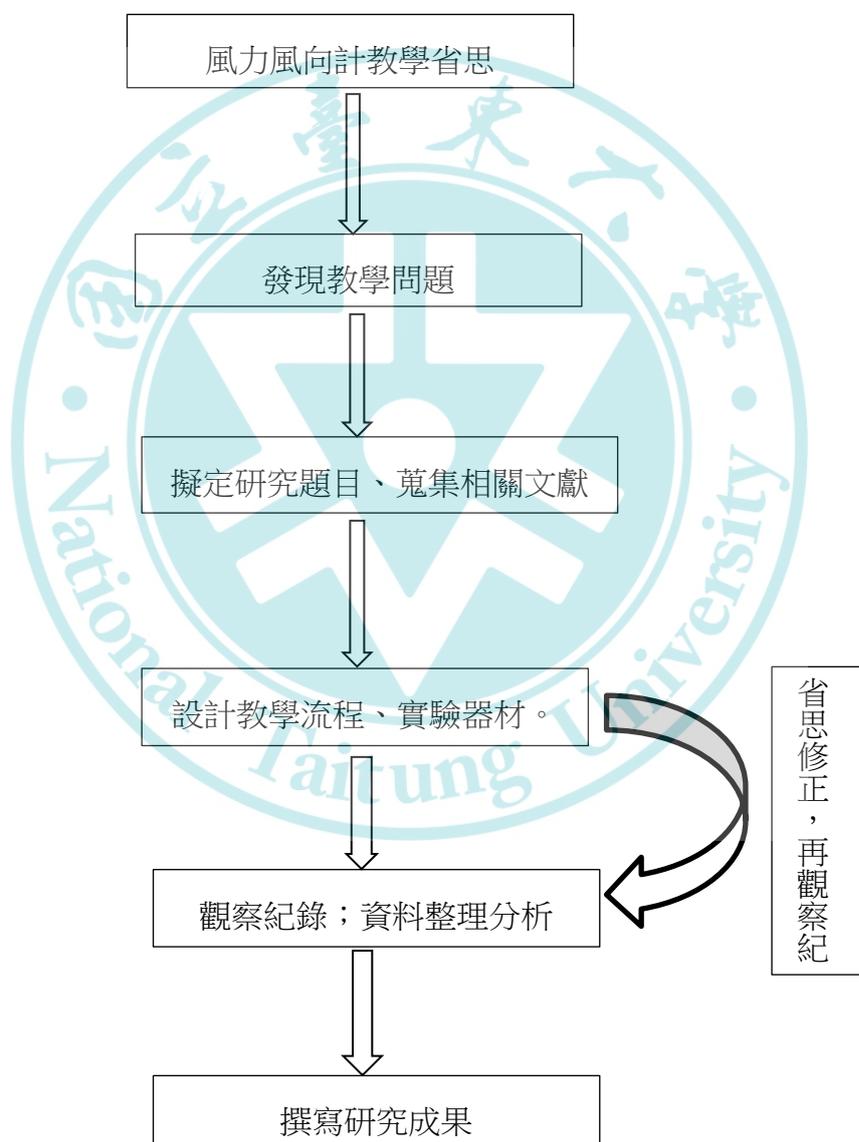


圖 5 研究流程圖

第三節 研究情境與對象

壹、研究情境

本研究情境，為研究者所服務的學校。位於澎湖縣二級離島的小型學校。全校分為國小部及附設幼兒園。其中，國小部為七個班級。六個普通班，一個資源班。107 學年度預計學生人數 41 人。學生家庭低收、中低收以及新住民家庭子女。所佔比例甚高。

貳、研究對象

本研究對象，為國小三、四年級學生共 8 位。其中，三年級 2 位學生、四年級 6 位學生。男生 4 名、女生 4 名。現將學生在自然課的學習狀況，作簡要敘述。如表 4 所示。

表 4
資料編碼說明研究對象在自然課學習狀況分析表

代號(性別)	學習狀況	年級
S1(女)	上課會依照老師的指示完成工作。	三
S2(女)	上課較易分心，作業完成較慢。	三
S3(男)	上課，動作反應較慢。但都能完成老師所指定的作業	四
S4(男)	作業完成迅速，對自然觀察有極高的興趣。	四
S5(男)	對自然學習有極高的興趣，會主動發問。	四
S6(男)	上課時常容易分心，作實驗時，會依照自己的想法去做，常會忘記觀察的重點，未完成自然習作	四
S7(女)	上課時會回答問題，平時觀察實驗，會紀錄完整	四
S8(女)	平常上課較為沉默，學習自信心不足。需要多引導。	四

研究者即教學者，研究者本身擔任自然科任教師，每週三節自然課，共 120 分鐘。研究過程中輔以智慧型手機拍照，紀錄上課學生及研究者的教學活動。就教學部分進行省思紀錄，提供研究者在進行教學後發現教學的問題並與專家討論

改進教學的方向。以作為下次教學改進的目標。學生研究部分，將觀察紀錄表及心得紀錄表，設計整合為學習單，進行研究紀錄。

第四節 研究工具

壹、 智慧型手機電子羅盤

iPhone 7 Plus 智慧型手機，軟體版本 ios13.5.1，附屬 APP 軟體，除方位外，以 360 度方位加以呈現正確的方位外加經緯度地點，確認正確的方位，以便觀測時能紀錄正確的風向，如圖 6。



圖 6 iPhone 7 Plus 指北針 APP

貳、風力計附電路圖

本研究設計以 Arduino 程式類比輸出風力計，進行觀測澎湖七美的風力，如圖 7、圖 8。

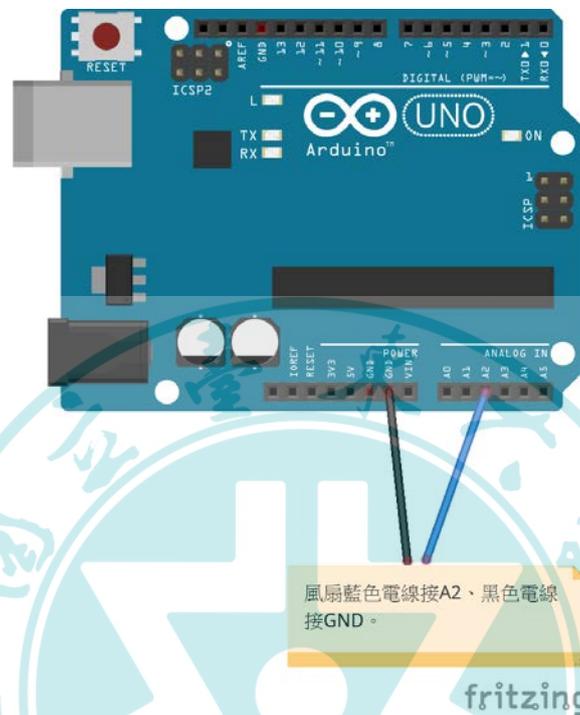


圖 7 Arduino 風力計接線圖

```
0518 | Arduino 1.8.7
編輯 編輯 選擇 工具 說明
0518
AnalogReadSerial
Reads an analog input on pin 0, prints the result to the Serial Monitor.
Graphical representation is available using Serial Plotter (Tools > Serial Plotter menu).
Attach the center pin of a potentiometer to pin A0, and the outside pins to +5V and ground.
This example code is in the public domain.
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogReadSerial
*/
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A2);
}
```

圖 8 Arduino 類比輸出風力計程式

參、 觀察紀錄表心得紀錄表

學生記錄風力及風向紀錄，包含時間、地點、當天的風力和風向數值。藉由學生的觀察記錄心得記錄表來深入了解，學生在觀察自然現象中的「風力」時，所遇到的問題，尋找解決的方法。讓研究者可以更深入改進教學設計如，附錄一。

肆、 研究者教學省思

依課程教學計劃如，附錄二。在教學活動實施之後。研究者進行省思與修正，與專家學者討論，尋找出有效的教學途徑。

伍、 顯示卡散熱風扇

從廢電腦上拆除下來的風扇，型號：intel:E9379-001CNSH3131N4、F90T12NS1A7-64A01B1、DC12V、0.28A，如圖 9。

使用電腦廢風扇之目的，降低製作風力風向計成本，亦可訓練學生從生活中找尋可利用的材料來製作教具。



圖 9 廢電腦風扇

陸、 口袋型液晶顯示測風速計

研究者從網路商店訂購，又稱為掌上型風力計，廠牌：HANLIN、型號：FGM816。產品特點可以同時測得風速及氣溫，氣溫單位分為，攝氏（ $^{\circ}\text{C}$ ）及華氏（ $^{\circ}\text{F}$ ）兩種溫度選擇，還有多種風速單位選擇，可以跟蒲福風力等級表相互對照，得知風力的大小，液晶螢幕上還有風力計格數來反映風力強度。本實驗研究選擇學生習慣的攝氏（ $^{\circ}\text{C}$ ）溫標及每秒風速幾公尺 m/s 單位來進行觀察，如圖 10。



圖 10 口袋型液晶顯示測風速計

第五節 資料整理與分析

壹、 資料整理

研究者在研究期間，蒐集學生的觀察紀錄學習單，如附錄一，作為研究數據原始的資料。其中，風力觀察記錄的資料按照時間排序整理後加以分析，以圖表加文字敘述呈現研究過程及結果。研究者的提問編碼和學生觀察心得資料的編碼說明，如表 5。所以，研究資料來源分二：一、學生觀察風力記錄表；二、學生觀察風力風向心得紀錄。

表 5
資料編碼說明表

資料符號	編碼意義說明
T	教學者
S1	1 號學生觀察風力風向心得紀錄

貳、 資料分析

一、 分析學生觀察風力風向紀錄表

研究者先以教科書所建議的簡易型風力風向計，讓學生來觀察風力及風向。再以市售口袋型液晶顯示測風速計如圖 10，來觀察記錄當日的風力及風向，接著將是受風力計所得的資料與東吉氣象站的觀察資料進行對照，繪製成折線圖。

最後，以 Arduino 程式來自製風力計，透過自製風力計來指導學生進行觀察風力的大小變化，藉著「市售風力計」及「自製風力計」這兩種觀察風力的工具來說明「風」在澎湖地區有大小變化，而且有客觀可見的數據可以佐證風力的變化，而非教科書所提供的「簡易型風力風向計」所觀察到的單一現象「大」。

二、 分析學生觀察心得記錄表與研究者省思

蒐集學生心得記錄之文件資料與研究者省思以及風力風向紀錄表，比較與檢證多方資料進行三角校正，並與專家討論研究期間所遇到的問題及解決方法，以確保研究資料的正確性與客觀性，三角校正說明，如圖 11。



圖 11 三角校正說明圖



第四章 研究過程與討論

本章主要探討三年級學生在觀察風力風向實驗觀察過程中，以 POEC 教學策略進行觀察風力風向的教學活動研究以及使用不同種類的風力風向計在觀察風力風向教學的實施過程中，學生觀察得到的資料作分析與討論。再者，將學生在觀察過程中所學習到的心得做一整理。本章分為三節，第一節為教科書觀察實驗記錄與討論，第二節為市售掌上型風力計觀察實驗記錄與討論，第三節為以 Arduino 軟體自製風力計觀察記錄與討論。

第一節 教科書觀察實驗記錄與討論

在國小自然與生活科技領域三年級的教科書中，第三單元「看不見的空氣」中活動二「空氣流動形成風」：進行觀察「風力風向」實驗記錄。在教學地位中，是希望學生利用生活中隨手可得的器材，製作「簡易風力風向計」，到校園中空曠的地方實際觀察校園的風力及風向。教材設計的目的是希望學生能夠自己親手製作觀察的器材、學習如何使用指北針來觀察風力風向、再以紙筆記錄在自然習作中，最後討論觀察風力、風向的心得。整個教學活動透過實作、觀察、紀錄，來了解「看不見的空氣」單元中活動二「空氣流動形成風」的原理。其教學流程（以康軒 107 學年度版本，三年級為例），如表 6。

表 6

簡易風力風向計製作教學流程表

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
2.製作簡易風力風向計材料說明	1. 介紹風力風向計的製作材料方位盤紙板、塑膠吸管、皺紋紙、棉線、膠帶、剪刀、直尺、固定座、奇異筆 2. 用直尺量出全長，將吸管平分成三等份 3. 寫上大、中、小 4. 剪一段根吸管等長的皺紋紙 5. 再剪一段比吸管長的棉線一條 6. 將棉線的一端，用膠帶黏好固定在皺紋紙上。另一端用膠帶黏在吸管上 7. 最後將黏有皺紋紙的吸管插在固定座上 8. 把固定座用膠帶黏在紙製方位盤	紙製方位盤、塑膠吸管
3.製作方向計步驟		皺紋紙、棉線、膠帶、剪刀、直尺、固定座、奇異筆

(續下頁)

續表 6

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
教學流程	9. 將調整好正確位置的指北針用膠帶黏在方位盤上	教具資源
4.觀測風力風向的地點	10. 說明觀測風力風向的地點為校園空曠地區。例如籃球場、操場 11. 研究者提問為什麼要在空曠的地方測量風力及風向？ 12. 學生回答在空曠的地方，每個人觀測風力的大小才會一樣。	教具資源

本研究旨在以教科書的實驗設計來進行風力風向的觀測紀錄，使用課本所提供的觀察工具「簡易型風力風向計」來觀察研究者所服務的澎湖地區的風力，透過觀察來記錄澎湖的風力風向。研究者欲研究在使用「簡易型風力風向計」的情況下，是否可以觀測出澎湖當地的風力及風向。以及紀錄使用「簡易型風力風向計」觀測風力風向的結果是否又達到課本所想要達到的教學目標，風力有分成「大」、「中」、「小」三種等級不同風力的變化。再者，檢視整個教學活動的過程，學生對於此觀察結果的心得與感想，來檢視此活動是否有達到課程設計的目標。最後，研究者進行教學省思，尋找改進的方法。

在使用教科書所提供之教具「簡易型風力計」觀測風力及風向。在觀測前，請學生先預測今日風力的等級，預測是級數分為「大」、「中」、「小」三個級數中的哪一級數。觀測請學生觀察一段時間並忠實地將所觀察到的風力風向記錄下來。學生觀察紀錄時間為期 5 天，觀測地點為學校操場；觀測到的風力風向的情形，如圖 12。觀測紀錄表整理，如表 7。

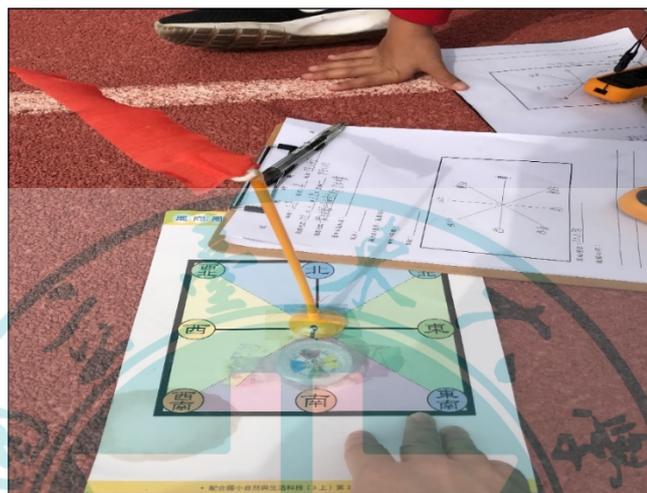


圖 12 以教科書教具觀察操場風力風向

表 7
簡易風力計觀察紀錄表表

時間	地點	風力	備註
107.11.15	學校操場	大	自然課
107.11.16	學校操場	大	第二節下課
107.11.19	學校操場	大	自然課
107.11.22	學校操場	大	自然課
107.11.29	學校操場	大	自然課

在觀測為期 5 天後，研究者和學生一起討論觀察風力風向的變化情形與觀測紀錄的心得。

研究者提問一：這一次使用課本給我們材料來製作的「簡易型風力風向計」，進行一連為期 5 天的觀察活動，記錄學校操場的風力及風向，請問大家觀測後有什麼心得或感想？

- S1(女)：每天的風力都是大，為什麼要觀察這麼多天。
- S2(女)：觀察風力及風向，很無聊。
- S3(男)：沒有心得。
- S4(男)：觀察風力風向時，風很大，幾乎把製作的風力風向計給吹壞了。
- S5(男)：就是觀察的風都很大，而且風向都很像。
- S6(男)：風很大。
- S7(女)：觀察的結果風都一樣大。
- S8(女)：學校的風很大。

由表 7 的紀錄得知為期五天的風力觀察都是「大」，從學生觀察的心得回饋中，可以得知有 6 位學生 (S1、S4、S5、S6、S7、S8) 實際觀察到風力的結果是「大」。1 位學生 (S5) 在觀察過程中，查覺到每天的風向都很像。所以，在實際的觀察現場中，學生是無法依照課本中提出的風力觀察的標準「大」、「中」、「小」的分級

標準，如圖 13。也沒有達成課程設計的教學目標風力有大小變化。結果課本所提供的知識和實際生活中所觀察到的現象，產生了落差，故觀察風力風向教學活動有因地制宜修正之必要。

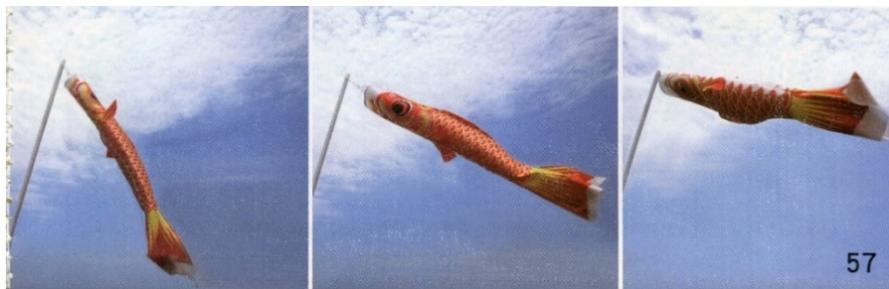


圖 13 教科書所欲觀察出的風力大小示意圖（康軒，2019）

為期五天的觀察過程中，學生（S2）對於日復一日的觀測，已失去了耐性。在為期五天的觀察結果中，學生並沒有觀察到教課書所給予的教學目標風力有大小變化或者課程目標中能利用「簡易型風力風向計」觀察到「中級風力」或者「小級風力」。研究者依據學生的心得回饋，進行反思後認為，科學教育中探究的目的與觀察的條件，兩者需要有可觀察的替代性資料、自然現象能與生活結合的趣味性，如此才可提高參與的興趣與學習動機。在觀察風力、風向的過程中，讓學生看到風力有明顯的大小變化，從風力的變化中，讓孩子發現自然科學的脈絡，養成觀察、紀錄、發表的精神。

但目前教材的侷限性，孩子的觀察結果，非常單一，且無法和生活產生連結。讓研究者進一步思考，改造觀察實驗教具的可能性。

研究者提問二：學校每天的風都很大，課本這樣的分成大、中、小的「大」，每一天都是一樣的嗎？

S1(女)：這樣的大，應該有不一樣。

S2(女)：一樣的。

S3(男)：一樣。

S4(男)：應該不一樣，可是我們的風力計，就是大。

S5(男)：應該不一樣。

S6(男)：一樣。

S7(女)：不一樣。

S8(女)：不一樣。

由心得回饋的紀錄，可以知道有五位學生（S1、S4、S5、S7、S8）認為每天的風力應該是「不一樣」。其中，一位學生（S4）則認為，風力應該不一樣，但是，從觀察結果上看到的結果是一樣的，就是「大」。

依照氣象局網站東吉嶼氣象站觀察記錄的資料顯示，每天的風力及風向是有變化的且不完全相同。在教學現場，學生也有透過自己身體的感覺，去感受到不同的風力變化。可是，經由教科書教材提供的「簡易型風力風向計」來觀察到的結果卻都是相同「大」的結果，在教學現場有些學生開始逐漸意識到，其實風力的變化有「不一樣」但卻無法清楚用完整的句子來說明風力的變化是什麼。這樣的發表結果，開始讓研究者進一步開始，思考改進「教材提供自製簡易風力風向計」的可能性，希望符合在地性，讓學生在生活中可以觀察到風力的變化。

研究者提問三：有同學認為，觀測的風力風向，長達 5 天。每天的觀察應該是不一樣的，那麼這樣的「不一樣」，可不可以用其他的工具，來觀察？紀錄？

S1(女)：可以。

S2(女)：可以。

S3(男)：不知道。

S4(男)：應該可以。

S5(男)：可以。

S6(男)：可以。

S7(女)：可以。

S8(女)：可以。

由心得回饋的紀錄，可以知道有七位學生（S1、S2、S4、S5、S6、S7、S8）認為「不一樣」的風力，是可以利用其他的風力風向計來觀察，而且將觀察到的風力風向記錄下來。

課本上有提供不同種類的風力風向計的圖示，日常生活中學生在機場也有看到風向袋。所以，學生在生活中，是知道有風力風向計此儀器。但教學現場中，鮮少有機會提供這樣的觀察工具。所以，研究者應該要有改進教具或者實驗器材的能力，讓學生在生活情境中學習操作風力計、觀察風力風向，可以有完整的實驗器材及觀察環境，方便進行實際情境的觀察紀錄，來達成教學目標。

研究者提問四：如果可以用其他的工具來測量，可不可以用數字來表示，風力和風向的大小？

S1(女)：可以。

S2(女)：可以。

S3(男)：應該可以。

S4(男)：可以。

S5(男)：可以。

S6(男)：可以。

S7(女)：可以。

S8(女)：可以。

由心得回饋的紀錄，可以知道 8 位學生 (S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8) 均認為，可以使用有數字功能的風力計，來測量風力的大小。也可以用數字來表示風向。

在三、四年級的學習階段，數學領域中的數字的大小排列，對學生而言，並不陌生。當研究者提出，用數字來表示風力的大小，孩子說可以。探究其原因和當地氣候受風力影響頗大，當交通船停航日，就是風力超過 15.5m/s，風力太大，船班無法開航。「15.5」這個數字，是他們所知道的，因為交通船的航班表，會特別加註說明。在自然課卻無法使用課本的「簡易型風力風向計」來觀測，當往來馬公-七美的交通船航班停航時，村辦公室會對村民進行廣播，說明船班停航。但學生對於觀測風力風向的結果是：課本是課本，生活是生活，兩者毫無任何連結。研究者開始反思教學活動重新設計的可能性，課本教材的課程進行的時間為上學期的 10、11 月份，課程內容 2 週，6~8 節課。研究者發現，孩子知道數字可以表示風力的大小。但並未在生活中可以實際見到「數字」或在整個自然課中觀察風力風向的過程中見到「數字」，眼前所看到觀察結果，只有課程提供紙盤製作的「簡易型風力風向計」所觀察到的風力結果「大」，如果可提供有數據的風力計來觀察澎湖的風，課程的趣味性及觀察記錄將更有可看性。孩子在觀察過程中，也會提升興趣與學習動機。

第二節 市售掌上型風力計觀察紀錄與討論

研究者在進行風力風向研究時，發現到學生對於無變化、無差異性的實驗觀察結果，難引起學生對於自然科學的學習興趣。究其原因，如下：教具書商所提供的觀察教具過於簡單，簡易習風力風向計雖然在製作過程，可以符合三年級學生的認知，製作方法簡便快速，又可以在課本規劃的教學時間內完成。但實際運用在風力強大的沿海地區，實在無法承受觀察場域強大的風力，被強風吹壞，毀損的機會極高。學生在觀察中，不小心注意拿好風力計，甚至有被強風吹走，無法追回的情況發生。

此外，研究對象中已有四年級學生，之前已上過三年級自然課程，適合將課程加深加廣來探討過去所學的風力風向觀察課程，故決定購買其他可觀察風力及風向的教具，準備進行第二次的風力風向教學觀察。



圖 14 掌上型風力計

研究者開始從購物網站上，選購適合學生使用觀察的風力計，最後購得「掌上型風力計」如圖 14，來觀察並記錄澎湖七美當地的風力和風向。此種掌上型風力計的優點是體積小攜帶方便而且附有掛繩，讓學生可以方便掛在脖子上。液晶螢幕顯示的資料，可以得知風力的大小級數格數、風速 m/s 及當天的氣溫攝氏($^{\circ}C$)及華氏($^{\circ}F$)本研究採用攝氏($^{\circ}C$)，如圖 15。缺點是為此種市售風力計為掌上迷你型風力計，並未附有指北針，學生在觀測風力及風向前，須先確認好觀察的方位，研究過程中以手機 APP 的電子羅盤如圖 16，先確認正確的方位再進行風力大小的觀測。



圖 15 液晶螢幕顯示的風力級數風速氣溫



圖 16 手機 APP 電子羅盤確認方位

研究者以掌上型風力計運用在三年級自然第二單元「看不見的空氣」的教學活動流程如表 8。

表 8

市售掌上型風力計教學流程表

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
1.認識掌上型風力計	1. 將風力計發下去給學生，操作介面認識，英文 SET 及 MODE 認識及使用方法，如圖 7。	掌上型風力計
2.風力計使用	2. 開關方式的說明:開機按 MODE；關機時提醒學生 SET 及 MODE，同時按壓即可將風力計關機。	
3.測試風力計	3. 利用教室內直立式電風扇測試風力計。 4. 提醒學生注意數字變化，電風扇的風力分成:1 段、2 段、3 段，在風力計的液晶螢幕上顯示，有沒有什麼不同?	

(續下頁)

續表 8

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
4.認識蒲福風級表（附件三）	5. 級數從 0~17，提醒學生注意陸地及海面文字對照情形，雖然地處海島，但觀察地點須考慮學生交通及安全，故以學校操場做觀察地點。故不考慮海面情形，只注意陸地的情形。	台灣颱風資訊中心下載蒲福風級表，修改成本研究所需的三年級適用的表格。
5.認識電子羅盤	6. 開啟手機電子羅盤，認識電子羅盤的使用方法	手機電子羅盤 APP
6.進行風力風向觀察	7. 同時利用教具箱及網購掌上型風力計，來觀測操場的風力	簡易風力計 掌上型風力計

觀測時間從 107 年 11 月份開始到 108 年 1 月份止，利用中年級課程結束及期末考試完後，在進行觀測操場風力及風向，如圖 17。再將觀察過程及結果寫在學習單上（附件二），將學習單記錄的資料整理成表格與東吉嶼氣象站觀測風速及風向資料進行比較：



圖 17 學生以掌上型風力計觀測風力情形



表 9

掌上型風力計觀測紀錄表

時間	地點	天氣狀況	風力計 格數	級數 (m/s)	風向	氣象站觀測資料		其 他 情 形
						風速(m/s)	風向(360degree)	
						氣溫°C		
108.1.7 (一)下 午第一 節自然 課	七美國 小操場 (面向 校舍大 樓)	沒有太 陽，雲 層厚 氣溫 24:5	1~3	3.4~4.7	東	10.2~10.9	20	20.9~20.1
108.1.7 (一)下 午第一 節自然 課	七美國 小操場 (面向 校舍大 樓)	沒有太 陽，雲 層厚 氣溫 25.3	1~3	3.3~4.4	東	10.2~10.9	20	20.9~20.1
108.1.8 (二)下 午綜合 課	學校操 場面對 綜合大 樓	風很大 而且沒 有太陽 雲層很 厚	1~3	5.6~7.2	東北	12.5~13.4	30~40	21.1~20.8

(續下頁)

續表 9

時間	地點	天氣狀況	風力計		風向	氣象站觀測資料		其他情形
			級數	格數		風速(m/s)	風向(360degree)	
108.1.8 (二)	學校操 場面對 綜合大 樓	風很大 而且沒 有太陽，雲 層很厚	3	5.6~6.5	東北	12.5~13.4 30~40 21.1~20.8	風力計一 直會動	
108.1.10 (四)下 午 2:37	學校操 場面對 綜合大 樓	風比以 前小， 有太陽 很小， 雲很少	2	1.9~3.6	東北	6.2~7.4 40 20.4~20.7	氣溫 21.2 °C(學習單 紀錄 21:2)	
108.1.10 (四)下 午 2:37	學校操 場面對 綜合大 樓	今天的 雲很 少，有 太陽， 可是太 陽很小	2	1.9~3.0	東北	6.2~7.4 40 20.4~20.7	氣溫 20.6	

(續下頁)

續表 9

時間	地點	天氣狀況	風力計 格數	級數 (m/s)	風向	氣象站觀測資料		其 他 情 形
						風速(m/s)	風向(360degree)	
		天氣比 昨天溫 暖，太 陽較 大，雲 又更少 了	1~2	1.1~1.4	西南	6.0~6.7 20~10 23.3~23.2	氣溫 25.4	
108.1.11 (五)下 午第一 節課	學校操 場面對 綜合大 樓	天氣比 昨天溫 暖，太 陽較大	2	1.1~2.1	西南	6.0~6.7 20~10 23.3~23.2	氣溫 25.9	
108.1.14 (一)	學校操 場面對 綜合大 樓(自 然)	有太 陽，但 下午的 時候就 沒有太 陽了， 雲變薄 了	3	2.8~5.7	東	12.1~11.9 20~30 20.8~20.2	氣溫 21.1	

(續下頁)

續表 9

時間	地點	天氣狀況	風力計 格數	級數 (m/s)	風向	氣象站觀測資料		其 他 情 形
						風速(m/s)	風向(360degree)	
		今天有 太陽但 下午太 陽光就 沒有。						
108.1.14 (一)下 午 1:37(自 然課)	學校操 場面對 綜合大 樓	雲的顏 色藍、 白、 灰，雲 變薄了	3	2.8~5.5	東	12.1~11.9 20~30 20.8~20.2	氣溫 21.1	
108.1.14 (一)下 午 2:37 分	學校操 場面對 綜合大 樓	缺	3~4	3.4~7.1	東	11.9~11.4 30 20.2~20.1	沒有	
108.1.14 (一)下 午 2 點 37 分	七小操 場面對 學校	陰	3~4	5.7~6.8	東	11.9~11.4 30 20.2~20.1	雲移動較 快	

(續下頁)

續表 9

時間	地點	天氣狀況	風力計		風向	氣象站觀測資料		其他情形
			級數 格數	級數 (m/s)		風速(m/s)	風向(360degree) 氣溫℃	
108.1.14 (一)下 午 2 點 37 分	操場面 對綜合 大樓	缺	4	5.2~8.2	東 30	11.9~11.4	無	
108.1.14 (一)下 午 2 點 37 分	學校操 場面對 綜合大 樓	缺	3	2.4~3.9	東 30	11.9~11.4 20.2~20.1	沒有	
108.1.17 (四)下 午自課	學校操 場面對 綜合大 樓	今天升旗時， 風很大，大 掃除時，水 非常冰	5	7.3~10.6	東北 40	14.9~15.0 17.3~17.5	溫度 18.2	
108.1.17 (四)下 午 1:39(自 然課)	學校面 對綜合 大樓	今天升旗時， 天氣很冷	5	8.0~10.6	40	14.9~15.0 17.3~17.5	氣溫 18.4	

根據表 9，將掌上型風力計的觀測數據與東吉嶼氣象站的數據繪製成折線圖，如圖 18，檢視觀測的結果是否合乎科學觀察的合理性。



圖 18 掌上型風力計與東吉嶼氣象站風力比較資料折線圖

研究者再以掌上型風力計及東吉嶼氣象站資料，來進行兩個變異係數的比較，再以相關係數 r ，檢驗兩者在觀察數據上有無高相關且有無達顯著水準。

掌上型風力計所得的數據與東吉嶼氣象站觀測資料雖有差異，無法完全符合，但以 SPSS 24 統計資料顯示相關係數 r ，皮爾森 (Pearson) 相關係數 $r=0.971$ ， $df=15$ 。顯著性達 0.01 呈高度正相關。雖在操場的觀測數據上無法完全符合東吉嶼氣象站的資料，但兩者的相關係數極高，可視為有效且合理的觀察。

學校操場觀測無法完全符合東吉嶼氣象站，產生誤差的原因，究其原因如下：

從圖 18 得知，在學校操場用掌上型風力計和東吉嶼所觀測出來的數據差異，研究者認為其原因有三：

一、東吉嶼氣象站所觀測的風力及風向，地處於海面迎風面，學校操場的觀測數據，會受到綜合大樓及學校周邊建築住家的影響而有所誤差。但可以發現，同一個時段，掌上型風力計的數據小，東吉嶼的風力觀測結果的數據也是小的。

二、學生在觀測過程中的觀測方式，除提醒迎風面觀察，風扇及數字在不斷變動的過程中，學生僅記錄觀察到的最大值，應該要在風力觀察時間上再持久進行觀察，而非短暫性觀測，如此才可以得到客觀的數據。學生觀察時的位置影響到了風力及風向，東吉嶼的風向是 360 度來定位，學生是以電子羅盤及紙板型風力計上的皺紋紙條來判斷風向，跟科學觀察的數據相較，儀器的精密度會影響觀察數據，進而產生了誤差。

三、掌上型風力計和教科書所提供的教具觀測相比較，掌上型風力計已經有風力格數、氣溫 (°C)、風速 m/s 等可觀察的資料，已有可參考的客觀數據跟但是和東吉氣象站的觀測精密儀器相較，仍無法完全提供出完整資料，供學生參考。掌上型風力計僅能提供符合三年級學童的認知發展階段的具體操作，風力計提供實際客觀的數據，讓學生以完成觀察。

在戶外進行觀測紀錄，如圖 17、圖 19。觀測完畢進入教室內，研究者進行課堂上討論及提問，要求學生能夠寫出的觀測心得，以檢視觀察教學活動是否有達到教學目標。並提醒紀錄的重點為在使用教科書所提供的自製簡易風力風向計及使用市售掌上型風力計，在觀測使用上教科書的簡易型風力計和市售掌上型風力計兩者的不同之處，優缺點比較及使用之後個人的心得發表，如表 10。



圖 19 戶外進行觀測紀錄風力風向

表 10
學生觀測風力心得記錄表

學生編號	心得
S1	用電子指北針比較快知道方位在哪裡
S2	電子指北針比較快知道風力大小
S1	今天是第三次用風力計，今天的風比較小
S2	今天是第 3 次用風力計，比前面觀察的風比較小
S1	今天的風比以前之前觀察到的還小
S2	今天的風比以前還小
S1	今天德安的飛機有飛，感覺下午的風比較大
S2	今天德安有飛，感覺下午的風比較大
S3	手掌型的風力計比較方便
S4	風力計測得比較準確，以前比較慢，現在很快
S1	今天的風比以前更大
S2	今天的風是 6 格，較大

綜觀學生心得，三年級學生（S1、S2）在整個時間觀察過程中，參與較為完整「已經第三次使用風力計」在觀察上的心得文字表達，較為精準且完整。使用電子羅盤、掌上型風力計在操作觀測上的步驟也較為熟練，對一天之中風力的大小的變化，較有感覺，可以使用較完整的文字表達出自己的想法。

四年級學生（S3、S4）在三年級有上到相同單元的課程，但使用掌上型風力計的經驗跟三年及相較，顯然少了很多，也認為掌上型風力計觀測數據較為方便、準確，跟過去使用紙盤製作的簡易型風力計觀測得到的經驗而言，觀測結果可以比較快知道，且是明確有效的數據資料。

掌上型的風力計在設計上有風力計格數和數據 (m/s) 及氣溫 (°C) 可以觀測，比單純用紙盤的簡易風力計有趣許多。在觀測結果與數字的呈現，四年級學生(S3、S4) 在數學上已學過一位小數的認識及運算。所以，學生對觀察風力計的數字報讀，較沒有認知學習上的困難，在觀測紀錄上研究者需要介入指導的情形較少。

但研究者認為，掌上型風力計較為不足之處為僅可測量風力無法確認風向，缺少指北針，觀測前須以電子羅盤來確認方位，以自己的經驗來確認風向，會比較慢確認風向或有誤判的情形。

黃湘武(1980)認為，依據認知發展心理學者皮亞傑 (Jean Piaget, 1896~1980) 的理論，國小學童的學習階段為：具體運思期或具體操作期。就其在科學教育上的意義而言，國小三年級自然與生活科技課應該提供具體操作教具之機會，讓學童藉由具體操作的方式達到科學概念學習中的觀察能力及效果。教材的設計邏輯結構必須符合學生的認知發展，才能促進學習上進一步發展。三年級的教科書提供的「簡易型風力計」教材的操作是希望透過觀察能具體的將風力分出「大」、「中」、「小」的風力分級，但實際觀察的結果，發現「簡易型風力計」的設計不能夠在澎湖地區使用，學生對課本所教授的知識及實際生活所處的觀察情境產生了認知的落差。教學者應當進行了解實驗問題的因素修改假設，建立正確的觀察方法及解釋所觀察到的現象背後的科學原理(黃湘武，1993)。

綜觀以上研究，利用市售風力風向計在自然與生活科技課進行風力的觀測，在教學現場是可行的活動，透過學生實際操作市售風力風向計，並藉由風力計的液晶螢幕上所顯示的風力計格數及風速 m/s，其所呈現出具體的數據資料來觀察到風力的大小。此方式符合具體運思期國小三年級學童的認知發展階段的能力，此種方法對於促進學生觀察能力、實驗效果與理解科學原理，具有明顯的效果。

第三節 以 Arduino 軟體自製風力計觀察記錄與討論

教育學者提出，學生在學習的過程當中，只讓學生在教學活動或者課堂中用「聽」、「看」所得到的學習效果跟讓學生「親手做」的學習效果相比較，「親手做」能有更深刻的學習意義及效果(吳木崑，2009)，目前各國教育中進行的「自造教

育」課程中，其中傳統的手工藝課又再度被重視，現今更加入了許多資訊融入程式設計等課程（吳盈慧，2018）。

教育部長潘文忠向媒體說明「探究過程就是素養」是十二年國教素養導向教學下的重要意義與精神（別急著找補習班，2019）。基於此精神，研究者進一步以 **Arduino** 來設計觀察風力大小變化的觀察教具，讓學生可以親手自製風力計，來觀察所處環境的風力大小變化。

以 **Arduino** 來製作風力計，來觀測學校操場的風力變化，其教學流程，如表 11:

表 11
Arduino 自製風力計教學流程

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
1. 比較教科書及掌上型風力計的優缺點	以提問方式，引導學生思考兩種教具的優劣	紙板風力計 掌上型風力計
2. 介紹使用工具及器材	注意工具使用安全 接線要訣	杜邦線、尖嘴鉗、剝線鉗 廢電腦風扇、剪刀、 Arduino Uno 晶片板
3. 筆記型電腦測試軟體	注意通電以外，程式啟動要正確 以免出現無法讀去或者錯誤訊息，實驗失敗	筆記型電腦 自製風力計
4. 電風扇測試	觀測 Arduino 序列埠繪圖家所跑出的圖形，檢查輸出成功與否	電風扇
5. 戶外測試	觀測風力大小圖形	自製風力計
6. 歸納與總結	總結觀察心得	

研究者利用假期，指導其中三位學生（S3、S4、S5）進行自製風力計觀測教具之製作，做為觀察風力風向活動課程之延伸，目的是希望培養孩子在生活情境中的「自造」經驗與探究實作的精神。

在自製觀測教具的教學過程中，研究者已確認，學生對課本「簡易型風力風向」計和市售「掌上型風力計」在觀察風力大小變化時器材上使用及觀察風力的優缺點，已有清楚且正確的了解。

開始進行自製風力計的過程中，學生對於認識自製風力計的製作器材，如：廢電腦的風扇、電子杜邦線、以及 Arduino Uno 晶片板等相關工具，如圖 20。學生對器材的用途及名稱，有好奇心也願意自己嘗試製作。在開始製作的過程中，研究者發現學生有一定程度的動機及興趣，且想要積極的完成自製風力計。





圖 20 學生在拆廢電腦風扇，整理線材情形。

在製作的過程中，剝開風扇電線、纏繞在杜邦線上，起初會不知如何將線纏繞在上，在嘗試錯誤之後，幾次修正後，學生均可以完成此步驟，如圖 21，需以圖片輔助說明並示範。連接在 Arduino Uno 板上的接線，如圖 22，讓孩子在接線時有更多的信心去完成。



圖 21 學生完成接線的風力計



圖 22 Arduino Uno 板連接電腦情形

可是，依據表 7 的教學流程進行到教學流程 3，欲啟動 Arduino 時，結果出現了紅色錯誤訊息，如圖 23。顯示無法啟動測量風力記錄程式，研究者無法立即排除錯誤訊息，而停止了此次的操作實驗及觀察活動。



圖 23 Arduino 軟體啟動失敗，出現紅色訊息。

自製風力計活動，雖未完成製作且未能到戶外實際觀測風力向，研究者仍以提問方式讓學生口頭回應心得記錄，做為下一次教學活動的改進目標，學生回饋心得，如表 12：

表 12
研究對象口頭回饋紀錄表

學生編號	心得
S3	紙板風力計的好處是可以知道，今天的風向往哪裡吹。
S3	缺點就是容易壞掉
S4	用紙板風力計測風力，七美的風力每天都是大
S4	自己做的風力計，比較有趣、好玩
S5	電腦出現紅字，是什麼？
S5	紙板風力計的優點是不必耗電。
S5	掌上型風力計攜帶很方便，可是沒有羅盤
S5	這次沒有做完。
S5	掌上型風力計，可以準確測量風速

綜觀表 12，研究者以口頭提問，學生回答的心得紀錄中，得知學生（S3、S4、S5）對於原本教科書提供的「簡易型風力風向計」及「市售的掌上型風力計」這兩種觀察器材已十分熟悉，且能夠判斷兩種器材在使用上的優缺點。

當進行以 Arduino Uno 板來自製風力計的教學活動時，學生（S4、S5）原本有相當程度的期待，希望能使用自製的風力計到戶外進行觀察風力風向。

研究者在表 11 自製風力計教學活動，教學流程 3 失敗後，進行反思，發現到在進行教學活動之前，是研究者本身的備課及活動流程的練習未準備好，研究者應該先確認自己是否已經熟悉整個操作流程與步驟並自己多次練習後，再開始對學生進行自製風力計的教學。此次自製風力計的過程會失敗原因在於，研究者在

自製風力計的教材教法及流程上，自製教具的準備操作步驟本身未充分練習，當電腦螢幕發生紅色訊號，表示上傳失敗時無法及時排除相關問題。

經與專家討論製作風力計的過程後，研究者始得知未依照 Arduino 啟動前須先選定序列埠及 Arduino Uno 板的序號確認，使研究過程無法完成，學生（S5）顯出失望之情。

研究者若欲以 Arduino 融入自製風力計在國小中年級階段進行課程觀察，研究者應先自行進行多次測試，熟悉操作流程，始可將製作過程，示範給學生知道。接著才能進一步完成表 11，教學流程 4、5 的教學活動。才能完整科學教育的合理性及達成利用 Arduino 融入自然科學領域製作教具的應用。

根據以上失敗的狀況，研究者重新修正課程設計，在進行自製風力計活動之前，先加入基礎電路板插接的基礎操作及 Arduino 中 Blink 的基礎練習，期望學生能夠自主操作 Arduino，先熟悉 Arduino 基礎練習，再在自製風力計時減低實驗失敗的次數，降低學生及研究者的挫折感，進一步提高學習興趣與動機，第二次修正過後的課程設計說明，如表 13。



表 13

Arduino 自製風力計教學修正流程表

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
1. 介紹使用工具及器材	注意工具使用安全	杜邦線、尖嘴鉗、剝線鉗 LED 燈、電阻、麵包板、 Arduino Uno 開發板 Arduino 軟體應用程式
2. 介紹麵包板電路原理及 LED、電阻、杜邦線插接方法	說明麵包板電路流通原理及 LED、電阻、杜邦線插接方法要訣	LED 燈泡、電阻、杜邦線
3. 認識 Arduino Uno 開發板	說明 Arduino Uno 開發板的硬體介紹	Arduino Uno 開發板
4. 認識 Arduino 應用軟體基礎介面	說明 Arduino 應用軟體，接上 Arduino Uno 開發板的序列埠基礎步驟確認	Arduino Uno 開發板 Arduino 應用軟體
5. Arduino 應用軟體 Blink 基礎插接練習	以 Arduino Uno 開發板確認序列埠 Basic 的 Blink 基礎練習。 熟悉基礎插接 LED 燈操作以及設定輸入及輸出的訊號練習	LED 燈泡、電阻、杜邦線 Arduino Uno 開發板 Arduino 應用軟體

(續下頁)

續表 13

教學流程	教學說明及注意事項	教具資源
6. 介紹自製風力計工具及器材	注意工具使用安全及焊接工具使用上接線要訣	杜邦線、尖嘴鉗、剝線鉗 廢電腦風扇、剪刀、Arduino Uno 晶片板 40pin 針腳、烙鐵焊槍、焊錫絲
7. 電風扇測試自製風力計	觀測 Arduino 軟體所跑出的圖形，檢查成功與否	電風扇 Arduino、Arduino Uno 板 焊接好的杜邦線電腦風扇
8. 戶外測試	觀測風力大小圖形變化	自製風力計
9. 歸納與總結	總結觀察心得	

研究者在與專家討論修正教學流程如表 13 後，研究者提供電子材料如 LED 燈泡、電阻、杜邦線、麵包板及 Arduino Uno 單晶片開發板等材料，希望讓學生認識其名稱及使用方法。並鼓勵學生親手試著操作電子材料的組合，初步建立基礎操作的方法，減輕學生對於不熟悉知識及器材使用的陌生感，了解了使用方式，也可以減輕學習上的挫折感，提高學習的興趣與動機，如圖 24。



圖 24 學生認識 Arduino Uno 單晶片開發板及電子材料

在了解電子材料的使用方式後，進行啟動 Arduino 的啟動操作，學習操作介面的使用方法，研究者此次操作過程在教導電子元件組合中，已經修正在啟動前須提醒序列埠的啟動及 Arduino 程式 Blink 的選項操作。接著，開始練習經由 Arduino 寫入程式測試與連接 LED 燈泡，使 LED 燈發亮的練習，其目的是為了讓表 13 的教學流程 6 自製風力風向計的活動過程更順利，如圖 25。



圖 25 學生練習 Arduino 基礎 Blink 設定讓 LED 燈發亮

在基礎 Blink 的 LED 燈泡插接練習中，四年級的學生的所表現的學性興趣明顯高於三年級學生，在課程設計上研究者僅指導插接 2 個 LED 燈泡的 Blink 的練習，學生自行練習到 3 個 LED 燈泡，如圖 26。



圖 26 Arduino 基礎 Blink 插接 LED 燈泡練習

研究者在課程流程中加入，Arduino 基礎 Blink 練習活動的目的，是希望奠定學生學習認識自製風力計中會使用到的基本材料：杜邦線及 Arduino Uno 單晶片開發板的插接方式及了解 Arduino 程式碼的設定基本操作。有了基本的操作基礎，會有更高的興趣、動機及信心完成接下來的風力計製作及觀測風力活動，在時間上也能夠更有效的運用完成自製風力計及戶外觀察風力及風向。

在進行完 Arduino 的基礎與進階的 Blink 練習後，開始利用廢電腦風扇及 Arduino Uno 單晶片板的插接，準備插接時，發現廢電腦風扇本身的電線太細，插入 Arduino Uno 單晶片板會鬆脫無法固定的現象。所以，研究者先使用焊錫烙鐵，將腳針或杜邦線焊錫於電線上，使風扇的電線可以順利插入 Arduino Uno 單晶片板的插孔不鬆脫，如圖 27。



圖 27 將廢風扇電線焊接上腳針方便插入 Arduino Uno 單晶片板的插孔

執行完以上教學活動實施前的準備工作。開始以 POEC 教學策略進行教學活動，並於 109 年 2 月份開始進行風力實驗觀察活動。

一、 預測 (Prediction)：

此研究欲自行製作風力計的原因是：課本所提供的「簡易型風力計」無法觀測出澎湖的風力。採用市售風力計來進行觀察風力，對於研究者及學生而言，在價格上市售風力計的價格昂貴，經濟上是一種負擔，在澎湖地區取得也不方便。其次，十二年國教課程綱要中的自然科學領域的學習重點，強調研究者或者學生在進行科學實驗活動，應依據問題的特性及必須要考量所處環境的資源取得便利

與否的因素，來規劃符合學習階段的器材，來進行自然科學實驗（國家教育研究院，2018）。再者，自造者運動(Maker Movement)或自造教育(Maker)強調，研究者_{在學習環境下}，應該允許學生有多樣的策略，使用不同的方法來解決在學習上所_{遭遇到的問題}，在真實情境中的學習活動中，可以讓學生學到處理事物的方法_{及在製作的過程中發現解決問題的}程序步驟，不斷的修改嘗試各種解決的方式中_{學習到完整的知識}培養了主動的能力（楊孟山、林宜玄，2018）。

如何將自造者運動 (Maker Movement) 或自造教育 (Maker) 的精神運用於國小自然與生活科技學習領域？

研究者可以找出每一個單元中，適合讓學生製作觀察器材、儀器的教學活動，在學生使用書商提供的教具，進行實驗觀察紀錄後，鼓勵學生來思考書商提供的教具有無缺失？進而鼓勵學生著手進行改造觀察器材、儀器或自己親自製作觀察用的器材、儀器，讓學生在製作自己的實驗器材中學到解決問題的方法、知識及技能。

所以，要製作可以觀察風力大小變化的器材儀器，應要考慮手邊可以取得的資源來進行製作。因此，研究者鼓勵學生嘗試自己製作可以觀察風力方向的風力計，透過自製的風力計，來觀察風力的大小及變化，以達到教學的目標。

自製的風力計在測試風力大小變化時必須能提供明確客觀的資料，透過 Arduino 來自製風力計可以呈現所觀察到的數據及資料，讓學生可以透過觀察及操作親眼見到風力大小的變化。

因此，在製作風力計時，研究者提醒學生，了解製作風力計的原因。且學生在製作前可比較，簡易型風力計、市售風力計在觀測風力變化大小上的不同。

研究者提問一：我們在三年級上自然課時，做過風力風向的觀察，說說看當時用課本的風力風向計，是怎樣測量風力大小的？

S1(女)：吸管上分成三段，上面有寫大、中、小三段。皺紋紙飛起來的角度有多大，風力就有多大。

S2(女)：看皺紋紙的角度，我記得觀察結果都「大」。

S3(男)：我們做的是課本教的風力計，風力大。

S4(男)：一樣是這樣子觀察，也是大。

S5(男)：我的也是這樣。

S6(男)：我做的風力計被風吹壞了，被吹壞時，觀察到的風力是大。

S8(女)：我也是。

研究者提問二：還記不記得 S1 和 S2 是三年級，其他的四個人是四年級時，方寒假前，除了請假去高雄的人不在，老師教你們使用掌上型風力計觀察風力，記得當時觀察風力是如何的嗎？用完整的句子，說清楚。

S1(女)：掌上型風力計我們觀測很多次，從螢幕上可以看見溫度和風速。

S2(女)：還有左邊有一格一格的風力計格數。

S3(男)：我們用掌上型風力計觀察風力的次數比較少，可是用掌上型風力計觀察風力，可以很清楚知道風力的大小，上面的風速的數字會一直改變。

S4(男)：掌上型風力可以直接拿在手上，觀察操場上的風力，很方便。

S5(男)：我也覺得掌上型的風力計觀察風的大小，很方便。

S6(男)：掌上型風力計比較好玩、有趣。

T：為什麼比較好玩、有趣？

S6(男)：因為可以看到風力計上的數字有變化，風扇轉得很快，數字就變得很大。

S8(女)：我請假去高雄，S7 請假去台南了。

T：沒有關係，你等一下就是一起來看掌上型風力計來觀察，老師會請楨楨和逸逸一起用掌上型風力計觀測風力。

研究者提問三：這次我們要利用電腦的廢風扇和 Arduino 來做風力計，這次是第二次做了，上次暑假只有三個小朋友來做實驗，這次寒假參加的小朋友比較多，我們這次先學了 Arduino 的 Blink 操作，現在要自己製作風力計，你們覺得這個自己做的風力計來觀察風力，會不會和掌上型風力計觀察風力大小一樣？

S1(女)：會一樣。

S2(女)：不知道。

S3(男)：應該是會一樣吧。

S4(男)：這兩個風力計不一樣，觀察的風力大小會一樣嗎？

T：所以，我們才要做實驗啊。

S5(男)：會一樣，因為風是一樣的。

S6(男)：會一樣。

S8(女)：我猜應該會一樣。

研究者提問四：那麼我們做這個自製的風力計，是要用來觀察風力的，要透過什麼方法來看到風力的變化？

S1(女)：透過風扇轉動

S2(女)：透過風扇的轉動，知道風力的變化。

S3(男)：透過 Arduino 知道的，才對吧。

T：是透過 Arduino 知道的，還是從電腦上的螢幕有資料可以知道風的大小？

S3(男)：透過電腦上的螢幕有資料，可以知道風的大小變化。

T：對，應該是從電腦的螢幕上會有資料告訴我們風力的大小變化。

T：這個原理應該是，風扇轉動時，Arduino 會偵測到風扇再轉動，然後這個轉動是風讓風扇轉動的，所以，我們可以偵測風扇的轉動來測量風力的大小。大小的變化，要從電腦螢幕上的資料知道。

S4(男)：聽不懂。

S5(男)：我也是。

T：沒有關係。我們來做做看，做好風力計，然後等一下再開電風扇，試試就知道可不可以測量風力的大小變化。

S6(男)：好。

S8(女)：好。

T：大家等一下做完風力計，我們會先在室內測試時，老師會教大家怎麼樣從電腦中看風力的大小變化。

研究者要求學生先比較教科書的「簡易型風力風向計」和「掌上型風力計」在觀察風力風向上的不同之處。接著請學生自製風力計，進行製作風力計完成後，對觀察風力大小變化的觀察結果進行預測，學生對於自製風力計和使用掌上型風

力計的觀測風力結果，預測會有相同的觀察結果。其中，共有 5 位學生（S1、S3、S5、S6、S8），預測使用自製的風力計來觀測風力，會和掌上型風力計有相同的觀察結果「會一樣」，因為觀測的都是「風」。可以透過自製的風力計清楚的知道，風力的大小變化。如何知道變化？有二位學生（S1、S2）認為是從「風扇轉動」得知風力變化。有一位學生（S3）認為可以從電腦的螢幕上得知，風力的大小變化。

對於使用自製的風力計來觀察風力大小變化，並預測觀察風力的結果是否會和市售掌上型風力計所觀測的風力結果相同？學生大多數認為，兩者的觀測結果會相同。

二、 觀察（Observation）：

研究者指導學生製作風力計，在製作完成後，先在室內利用電風扇進行測試自製風力計。在室內先行測試自製風力計的目的有二個。（一）檢驗學生在自製風力計的過程是否有接線錯誤，若發生 Arduino 無法啟動的情況，可以馬上修正錯誤。（二）指導學生先觀察序列埠繪圖家呈現的圖形做觀察以及序列埠的數字所代表的意義。並以口頭提問圖形曲線所代表的意義是什麼，研究者必須確認學生是否了解，自製風力計中 Arduino 的序列埠繪圖家的縱軸圖形意義，曲線越高表示風力越大，如圖 28。

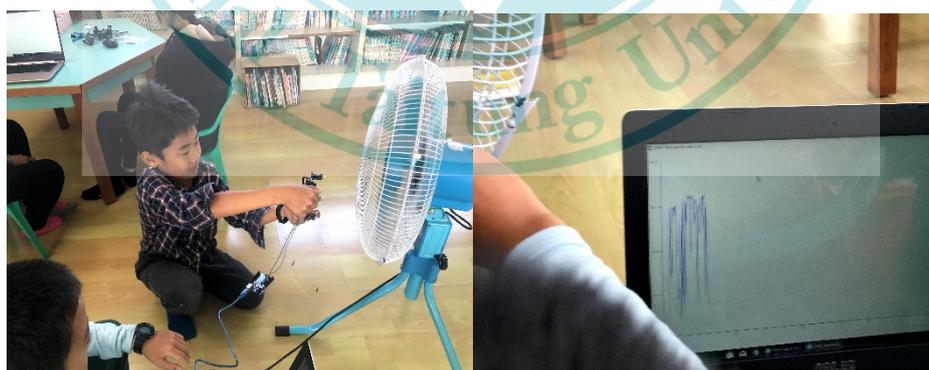


圖 28 學生在室內測試自製風力計，觀察序列繪圖家的圖形

接著，實際到戶外開始測試操場上的風力，觀察自製風力計轉動的速度，並觀，同步觀察操場上的風力，如圖 29，圖 30。



圖 29 戶外使用自製風力計觀測的操場風力大小



圖 30 學生同步使用掌上型風力計、簡易型風力計、自製風力計觀測操場風力
109.10.19 攝

研究者提問一：我們利用 Arduino 及廢風扇來做風力計，在接線完成了，為什麼要利用電風扇來測試自己做的風力計？

S1：要看自己做的風力計，有沒有成功。

S3：測試看看風力計，有沒有問題。

T：其他同學也說說看。都沒有心得嗎？

S4：先在室內測試自己做的風力計，老師有教我們看電腦螢幕。

S5：我剛剛從電腦的螢幕上，看到數字一直越來越多，而且往下移動。

研究者提問二：我們在室外觀察操場的風力時，老師把電腦螢幕從數字的視窗切換到圖形的視窗，說說看你們從圖形的視窗中看到了什麼？

S1：看到了圖形一直在往前移動，圖形越來越高。

S2：我幫忙拿風扇，我也看到圖形的變化。

S8：風扇的轉動速度很快，圖形也一直變得越來越高。

T：男生這組也來說說看，你們在戶外使用自己做的風力計，從電腦的圖形中看到了什麼變化。

S3：圖形的曲線變化越來越高。

T：越來越高是表示風力如何？

S4：表示風力越來越大

S5：觀測到的風力，越來越大。

T：在觀測中，圖形只有越來越高嗎？

S1：沒有還是有高低起伏

S6：有高低的變化。

T：圖形有高低變化，跟風力的關係是什麼？

S1：表示風有大有小的變化。

研究者提問三：我們另外請小禎和小逸幫忙拿掌上型風力計來一起觀測操場的風力。說說看，掌上型風力計和我們自己做的風力計在觀測風力上有哪裡不一樣？

S1：掌上型風力計的螢幕上有氣溫和風力大小格數和風速

S2：掌上型風力計可以直接拿在手上來觀測風力，自己做的風力計上面有電腦還有 Arduino 的板子。

S3：這兩個風力計，都可以測試風力的大小。

S5：掌上型風力計一個人就可以測試風力，自己做的風力計要三個人一組一起來觀察。

研究者提問四：那在觀察的過程中，你們有沒有發現到掌上型風力計和自己做的風力計。其實都可以用來觀測到操場上風力大小的變化？

S1：我有發現風力有大小的變化。

S2：我也有發現。

S3：有。

S4：有發現到

T：其他同學也說說看。

S5：有發現到風有大小變化。

S6：有

S8：有。

T：所以，用自己做的風力計，可以觀察風力有大小的變化。那麼之前三年級的風力觀察，課本要我們觀察出風力的大小變化，可以做到嗎？

S1：可以

S2：可以

S3：可以

S4：可以做到課本的要求

S5：可以。

S6：可以。

S8：可以做到。

研究者將學生的回饋心得整理後，發現學生（S1、S2）在戶外使用自製風力計來觀測風力，Arduino 的序列埠繪圖家圖形的曲線高低變化，跟風力的大小變化有關係。學生（S8）注意到風扇轉動的越快，圖形的曲線越高。學生（S3、S4、S5）則可以明確說出，圖形曲線越高表示風力越大，如圖 31。

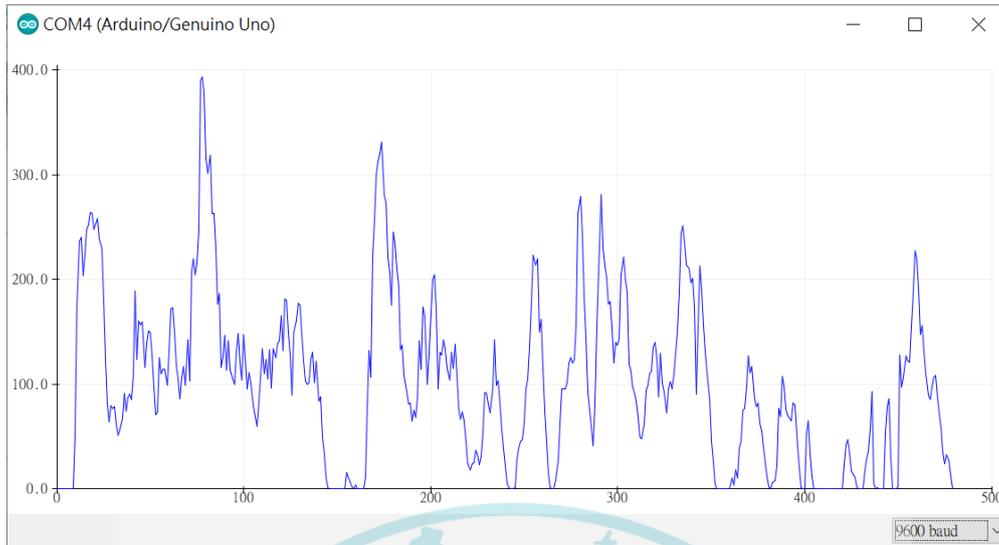


圖 31 利用 Arduino 自製風力計的序列繪圖家圖形於 109.10.19 觀察到的風力變化
 在觀測中，學生（S1、S6）觀察風力的過程中，發現圖形曲線的高低變化，
 可以反映出風力大小變化。

在使用自製風力計觀測風力的時候，研究者請學生同時使用掌上型風力計來
 觀測風力，學生（S3）有明確說出，自製的風力計和市售掌上型風力計都可以測
 試出風力的大小。其中，學生（S1、S2、S5）認為使用掌上型風力計一個人就可
 以進行觀測，用自製的風力計觀測風力時，觀測的儀器分成電腦、Arduino Uno 板
 及風扇三個部分，需要多人一組共同合作，完成觀察風力紀錄。

七位學生（S1、S2、S3、S4、S5、S6、S8）認為使用掌上型風力計或自製風
 力計來觀測風力，兩種觀察風力的工具不同，但都可以達成課本課程中「風力有
 大小變化」的觀察目標。

三、 解釋（Explanation）：

分別依據自然課本、掌上型風力計以及自製風力計三種觀察工具，在澎湖進
 行觀察風力大小所做出的研究。最後比較這三者觀察工具在觀察風力結果的差異
 性，如表 14。

表 14
風力計觀察結果

風力計種類	觀察目標	觀察結果
教科書簡易風力風向計	觀察風力區分「大」、「中」、「小」	失敗
口袋型液晶顯示測風速計	觀察風力格數幾格及風速 m/s 大小與東吉氣象站資料比較	成功
自製風力計	風扇轉動速度快慢，透過 Arduino 序列埠繪圖家知道風力大小	成功

表 14 使用教科書所提供的簡易型風力風向計，來觀測紀錄風力的變化，觀測的目標是，可以區分風力的分級有「大」、「中」、「小」三種不同的風力，實際觀察結果是「失敗」。因為觀察過程中使用教科書所提供之簡易型風力風向計，在觀測風力大小的過程中被當地的強風吹壞，無法進行觀察，如圖 32。



圖 32 使用教科書的簡易型風力計，無法承受強風觀察用風向帶被吹走

究其原因，風力計的製作材料並不適用於風大的觀測地區。另外，使用風力風向帶的角度來區分風力大小，經實際觀測結果發現，只能分出「無風」及「大風」，並無法達成風力區分為「大」、「中」、「小」。

表 14 中自製風力計，學生知道風扇轉動速度的快慢跟風力的大小有關係；從序列繪圖家圖形的高低變化，可以知道縱軸的曲線越高，風力越大，如圖 33。

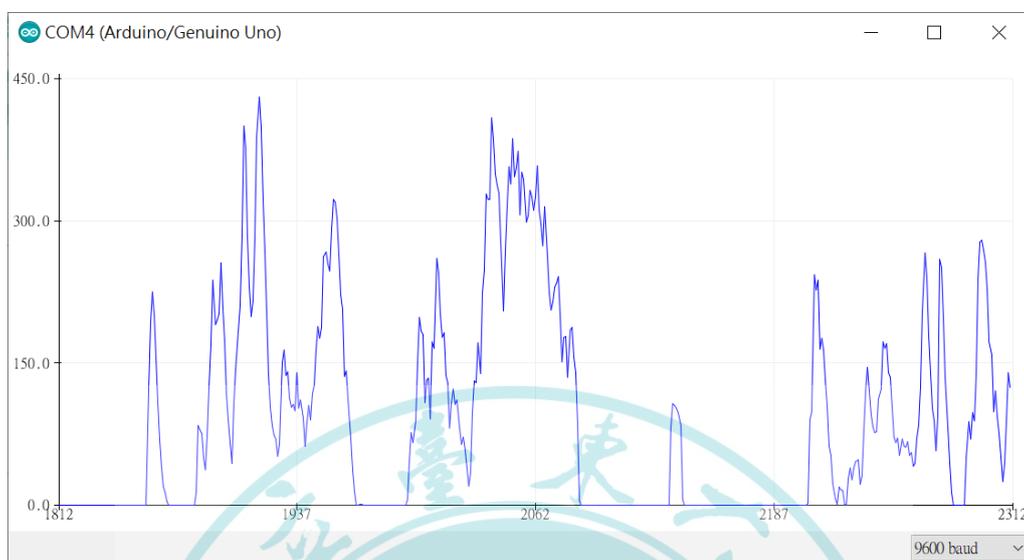


圖 33 於 109.10.19 觀測序列繪圖家的縱軸曲線越高，表示風力越大。

另外，學生使用掌上型風力計觀察風力，在觀察過程中液晶螢幕所顯示的數據有溫度、風力計格數以及風速 m/s。將此觀察數據紀錄下來，所得到的資料可以跟東吉氣象站的數據資料，相互比較的且有密切關係。

兩種風力計的數據是不同意義自製風力計僅是風扇的轉動次數；市售掌上型風力計的數據資料溫度、風速 m/s 則是國小三年級學生已經學過的氣象資料。兩者的資料雖然是不同數據意義，掌上型風力計是風速、自製風力計是風扇的轉動次數，但都是學生可以觀察到的客觀數據，而且學生可以說出數字所代表的意義跟風力大小變化有關。

研究者提問一：，老師請你看電腦螢幕的數字，想想看，數字表示什麼意義？

S1：跟風力有關係嗎？

T：對，跟風力有關。

S2：數字越來越大

S3：是不是數字越大，表示風力越大？

T：答對了。數字越大，表示操場上的風力越強。

S4：我們的風力計要看風力的大小，從數字上看就知道嗎？

T：老師有把視窗切換到圖形，也可以從圖形的序列埠來看。

T：從序列埠圖形的曲線，可不可以知道我們觀測風力的大小變化。

S1、S2：可以。

S3：可以，我覺得看圖形比較好看，數字跑太快了。

S4、S5：可以。

S6：我也覺得圖形比較好看。

S8：可以。

研究者提問二：我們之前使用掌上型風力計來觀測風力。說說看，在觀測風力時，液晶螢幕所顯示的數字是什麼？

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S8：風速

研究者從學生回饋的心得中可以得知學生（S1、S2、S4）對自製風力計的 Arduino 序列埠監控視窗的數字的大小變化，知道跟風力有關係，數字越大表示風力越大。數字的變動在觀察風力的大小時，因為 Arduino 序列埠監控視窗數字的轉動速度快速。學生（S3、S6）在視窗切換為序列繪圖家時，從圖形的曲線來觀測風力大小的變化，更為方便。

參與觀察風力的七位學生（S1、S2、S3、S4、S5、S6、S8）對市售掌上型風力計的液晶螢幕所呈現的風速 m/s，在觀察風力時，對掌上型風力計所測出的風力大小，以液晶螢幕顯示的數字為標準。

四、 比較(Comparison)

觀察活動結束後，回到室內整理，並以口頭提問學生在製作過程及觀察中的心得回饋，如表 15。

表 15
研究對象口頭回饋心得表

學生編號	自製風力計觀察心得
S1	使用自己做風力計很好玩，很有趣
S2	我也認為風力計和 Arduino 很好玩
S3	Arduino 很好玩，電學課和風力計很有趣
S4	用 Arduino 做風力計很有趣
S5	上次暑假沒有做完，這次有做完
S6	我喜歡科學活動，比較不想練田徑。
S8	我也喜歡科學活動，風力計很好玩。

從表 15 的回饋中，學生（S1、S2、S3、S4、S8）的回饋是認為自製風力計活動是有趣的好玩的，且希望能夠有機會再做類似的科學活動。其中，學生（S5）回饋，這次自製風力計的活動，從開始的 Arduino 基礎練習及主要的自製風力計活動及最後的風力風向觀察都有全部完成。

研究者提問一：我們在觀察風力過程中，老師請你看電腦螢幕的圖形變化，這個圖形的變化，跟我們觀察的風力有關係嗎？

S1：有關係。

T：好，可以再說的更清楚一點，是什麼關係。

S1：風扇轉動得越快，電腦螢幕中的圖形會一直改變。

S3：風力越大，圖形的曲線越高。

T：在觀測風力和圖形曲線的變化過程中，圖形的曲線有沒有變低呢？

S3：有變低。

S4：有高有低

S5：電腦中的圖形有高也有低。

S6：我和 S5 一組，也有看到電腦螢幕上的圖形變化是有高有低。

T：圖形變低，代表什麼意思？

S1：風力變小。

S2：風變小了。

研究者提問二：我們在三年級的時候，上自然課進行風力風向的觀察，同學還記得，當時課本怎麼樣來分風力的大小變化？

S1：記得，課本把風力分成大、中、小。

T：還記得當時我們在學校用課本提供的教具做風力的觀察結果是什麼？

S2：大

S3、S4、S5、S6、S8：觀察結果是大。

研究者提問三：從電腦的螢幕圖形曲線來觀察風力的大小變化，要怎麼樣來分出，風力有大、中、小的變化？

S1：圖形的曲線在最高的地方時，表示風力是大。

T：好，S1 說在最高的地方時，表示風力是最大的。那圖形的曲線在橫線上低的地方呢，風力是的大小是什麼？

S2：小

S3：低的地方，表示風力是小的。

S4：圖形曲線的的地方表示風力小。

T：好，圖形最高表示風力是大，圖形最低表示風力是小。那麼圖形曲線中間的部份，表示風力的等級是什麼？

S1、S2、S3、S4：中

T：其他的同學呢？

S5、S6、S8：中

研究者提問四：我們用自己做的風力計，可不可以觀測出操場風力的有大中小的變化呢？

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S8：可以

研究者提問五：那麼和我們之前做實驗前，請大家先說一說，利用自製風力計觀測學校操場的風力，可以不可以找到三年級時自然課中課本要我們觀察的風力「大」、「中」、「小」三種不同的風力等級，現在跟做實驗之前的想法比較一下。

S1：用自己做的風力計，可以測出風力的大小變化。

S2：不知道

T：好好的想一想，不要說不知道。

S2：可以

S3：自己做的風力計，可以觀測出風力的變化。

S4：可以測出風力的大小變化

S5：可以，還可以用掌上型風力計來觀測風力

T：對，我們有^{一起}用掌上型風力計來和自己做的風力計來一起觀測風力。但這個之後我們再來說。

S6：可以。

S8：可以。

五、 省思

根據以上學生回饋的心得，研究者發現，學生使用自製風力計觀察風力，對 Arduino 序列埠繪圖家所呈現的圖形，可以明確說出所觀察風力的大小變化。進行觀測紀錄前，研究者請學生預測觀察風力的結果是否會一樣。在實際的觀察後的結果與原先預測觀察前的觀察結果進行比較後，兩者的差異性在於，學生對於自製風力計認為會有相同的觀察結果。使用自製風力計測得的風力會結果和會和掌上型風力計測得的風力結果一樣。研究者發現學生所認為的「一樣」，研究者向學生加以確認後，發現學生是指可以用自製的風力計觀測出風力的大小變化，非科學觀測上客觀的風速 m/s。

若要「自製風力計」的觀測風力的資料要與「掌上型風力計」所測得的風力資料進行的相互比較，尚須以程式寫入於電腦軟體中，將風扇轉動的速度換算成變成秒速 m/s，讓學生觀察並記錄。以國小三年級學生的認知發展階段而言，尚未學到數學中小數除法。在研究過程中，研究者指導三年級學生認識掌上型風力計的風速 m/s 時，小數的認識必須以「古氏積木」作為教具指導學生認識比「1」小的數字。四年級的學生，在數學領域的學習也只學到整數除以整數，商是一位小數的除法計算。依據十二年國教頒布的課綱在國小數學領域中的第二學習階段（三、

四年級)課程綱要中的指標規定,三、四年級「初步學習小數的概念,學習小數的加減及小數的比較」。若研究者在三年級進行小數的除法教學,要求學生以數學公式計算出自製風力計的風速,每秒幾公尺m/s,將超出學生學習認知的負荷。計算出「自製風力計」的風速與「掌上型風力計」的風速相互比較,也不符合原課程的規劃:學生透過具體操作自製風力計,來觀察風力有「大」、「中」、「小」的變化並進行紀錄。

所以,研究者不加入「把風扇轉動的速度換算成秒速 m/s」數學的計算。若要進一步分析,將自製風力計及掌上型風力計所得到觀察的數據,來進行比較分析。此問題的解決,應等待學生的學習認知,到達皮亞傑認知發展心理學中所說的形式運思期,學生各方面的抽象思考能力已經穩定再進行處理,指導學生如何計算出自製風力計的風速 m/s。若要將自製風力計的轉速計算換算成風速每秒幾公尺 m/s 的數學計算,研究者建議此活動可到學生在國小四年級之後,再來進行此教學活動。

再者,對於風扇轉動數及風速 m/s 的比較,須先將風扇轉動數及風速 m/s 畫出分布圖形,分布圖形畫出之後,再進行迴歸分析,以求得迴歸方程式方能以迴歸線推論並預測風力的變化大小。由於這些數學的應用已超越目前小學三年級的認知發展,建議應將風扇轉動及風速 m/s 的迴歸分析在高中課程中實施。

研究者以 POEC 教學策略進行自製風力計觀察風力教學活動,在活動結束後研究發現。三年級學童在認知發展上為具體運思期,其意義表示在自然科學觀察及操作上,均應該提供具體觀察的情境讓學生來實際操作觀察的工具,最後依據觀察結果做出結論,方能建立起符合認知發展階段的科學概念。學生在經過實際操作自製風力計來觀察風力後之後,已經知道可以透過自製的風力計來觀察到所處環境中風力的大小變化,發現到風力的變化是可以從 Arduino 序列埠繪圖家所呈現的圖形及序列埠監控視窗的數字來得知,此資料是一個具體客觀的數據指標。

若將數字及圖形觀察排列後,可以分出風力的「大」、「中」、「小」是一個更可信的實驗結果,解決了教學上的困境及學生觀察不出風力大小的迷思。自製風力計的觀察結果和課本所提供的簡易型風力計所觀察出風力的結果相比較,可以發現到,課本所提供的「簡易型風力計」是無法分出所要觀察到的風力分級「大」、「中」、「小」。以三年級的自然與生活科技領域「第三單元看不見的空气」所訂的

課程目標，風力風向計的製作應以學生的學習為中心，在考量到學生的學習基礎之上，鼓勵學生嘗試製作並使用不同的工具來測試風力。所以，使用自製風力計來進行實驗、操作、觀察的步驟來定義，已經符合課程定訂定的目標。在觀測中讓學生認識序列埠圖形中所呈現的曲線高低，透過圖形來認識風力的大小變化，已符合童認知操作的發展階段。

研究者從教科書提供簡易風力計、口袋型液晶顯示測風速計及利用電腦廢風扇三個階段的風力觀察實驗結果及學生回饋紀錄如:表 10、表 12、表 15。從表 10 的回饋中可以得知，學生對於課本所提供的教材風力計在製作及觀測結果，認為簡易方便，但無法測出當地的風力，在觀察的過程雖感到困惑但未明確的提出質疑及解決的方法，學生有問題在心中卻不知如何提出問題。研究者和學生討論後，學生認為觀測風力的工具太簡易無法承受強風，容易被吹壞。於是，開始尋找替代性的工具來觀察所處環境的風力。

在第二階段，開始使用市售掌上型風力計，對風力觀察的變化紀錄，隨著觀察次數增加，開始有明顯的感受，會使用適切的語句表達對出觀察的心得。兩位三年級學生（S1、S2）因為已經觀察風力多次，在對風力觀察的心得表達上，用字比六位四年級學生（S3、S4、S5、S6）精準。且更能說出具體觀察的結果。在觀察興趣及學習動機上，研究者觀察到四年級的男生（S3、S4、S5、S6）有明顯的意願且願意繼續進行風力觀察且較兩位三年級學生（S1、S2）積極認真。在第二階段的實驗中將市售風力計觀察風力的資料記錄下來和東吉氣象站的資料進行比較，結果可以知道，使用市售的風力計來觀測學校操場風力，所得到的觀察紀錄是一個符合科學觀察的紀錄。

第三個階段自製風力計的實驗，參與的學生（S3、S4、S5）在第一次進行活動時，因為研究者在 Arduino 操作過程中，未先確認 Arduino 的序列埠選項及 Arduino Uno 板在啟動 Arduino 時 Uno 板有序列埠號碼，就指示學生進行風力計程式的上傳，出現紅色訊號顯示失敗時又未能及時排除，未完成第一次的活動。研究者進行再次修正教學活動流程，加入了 Arduino 基礎 Blink 操作設定，認識序列埠及序列埠繪圖家的基礎課程後。正式進入自製風力計的活動，透過操作 Arduino，學生看到風扇轉動及從電腦螢幕上看到的序列埠監控視窗轉動數字及序列埠繪圖

家的圖形，知道了風力的變化跟風扇轉動有關係，完成了觀察風力大小變化的活動。

研究者運用 POEC 教學策略時，在進行到第三步驟：E 解釋 (explanation) 時，研究者要求學生對自製風力計活動的實驗觀察結果進行解釋，發現學生在對 Arduino 序列埠繪圖家的圖形所呈現的曲線圖進行解釋時，可以解釋出圖形曲線的意義是測試到風力的結果。而對風力的變化解釋，研究者則要先指出圖形曲線的最高點可以解釋成課本中的風力分級的「大」，學生可以自己指出圖形的低點為課本中的風力分級的「小」，最後才指出圖形的中間部份，則是課本中的風力分級的「中」。

再者，研究者運用 POEC 教學策略時，在進行到第四步驟：C 比較 (comparison) 時，學生要對自製風力計的實驗結果要和原先進行實驗之前的預測進行比較，學生預測掌上型風力計和自製風力計的觀察結果會是「一樣」。研究者在此教學上，考慮學生僅國小三年級，並未加以說明，掌上型風力計和自製風力計的差異之處，掌上型風力計所測得的資料可以和東吉氣象站資料進行比較。但是自製風力計的數據僅是風扇的轉動次數。

因此，研究發現自製風力計可以作為三年級自然科學領域的延伸課程，讓風力觀察課程更貼近生活中實際的面貌，也可以讓學生利用手邊可取得的器材來製作觀察工具將自造教育融入於課程中，而非限定課本所規定的教材教法或者教具來進行課程。

綜觀以上所述，研究者以 POEC 教學策略進行自製風力計觀察風力教學活動，在活動結束後，與進行教學省思，如表 16。

表 16

POEC 教學策略省思

教學策略步驟	優點	缺點	改進策略
預測 (Prediction)	<p>請學生對實驗觀察進行預測，學生多以自己的觀察經驗來進行預測，並未機與興趣</p> <p>學生可以清楚知道要觀察的目標是什麼，進行觀察前會較為專注用心</p>	<p>進行預測，學生多進行預測前，研究的結果進行預測，不可提高學生觀察動</p> <p>來進行預測，並未清楚了解科學原理，兩種風力計所表示的數據資料並非「一樣」。</p>	<p>進行預測前，研究者先向學生說明不同觀測工具，有不</p> <p>同的方法來表示數據資料，對於「一樣」一詞要再追問釐清</p>
觀察 (Observation)	<p>進行觀察風力活動學生會互相合作，會認真詳細的觀看風力計電腦螢幕的資料並觀察到的問題，學生會互相提醒觀察重點是什麼</p>	<p>使用自製風力計觀測風力時，學生無法同時使用掌上型風力計來觀測風力。需另外請學生幫忙使用掌上型風力計來觀測風力</p>	<p>應可以分成兩組，一組使用自製風力計，另一組以掌上型風力計來觀測風力，做為比對</p>

續下頁

續表 16

解釋 (Explanation) 小變化的關係	對觀測結果進行解釋時，學生可以說出風力計觀測到的數據資料與風力大小變化的關係	在解釋過程中，無法完全將數據來和課本風力的大中小做明確的區分	將 Arduino 的序列埠從監控視窗換成繪圖家，讓學生看著圖形來解釋，先解釋圖形的最高點、再解釋最低點，最後指出中圖形中間部份，讓學生說
比較 (Comparison)	比較觀察結果和原先預測的結果是否相同時，學生對於先前的預測如有相同結果時，會有明顯的成就感，在學習上會想再繼續進行實驗觀察活動	在預測實驗結果和觀察結果進行比較時，兩者的差異性比較時，無法清楚說出不同之處	研究者再次引導預測是指觀測前學生所知道的觀念和實際觀測後的結果的不同處，在於工具材料的差異所產生的不同



第五章 結論與建議

本章依據的第四章的研究發現做出研究結論，提出相關的研究建議。分為兩節，第一節為研究結論，第二節為研究建議，以做為未來研究者作為自然與生活科技領域教學中自製觀察教具的參考。

第一節 結論

一、 研究者指導學生自製風力計可以解決教科書設計問題完成離島地區風力的觀測

澎湖離島的環境，風力強勁。教科書中的教具設計使用簡易風力計以「大、中、小」的分級來設定，進行觀察風力大小實驗，使學生對觀測紀錄缺乏學習動機。進行自製風力計教具的改造及設計活動課程的延伸轉化，讓學生有明顯可觀察的資料可以比對，且會持續進行風力觀察。

二、 研究者購買市售風力風向教具可以讓學生以所見的數據，具體觀察記錄風力及風向

學生利用掌上型風力計觀察記錄當地風力及風向，液晶螢幕顯示出的風速 m/s 及風力計格數，可以明確知道風力的變化。風力計的數據和東吉氣象站資料進行比較，所得到的資料可進一步向學生說明兩者的關係，並認識東吉氣象站的氣象網站資料。

學生對於生活中的觀察情境，對於得到的結果能夠使用較為精準的語言來說出觀察心得，研究者的引導語逐漸減少，教學融入生活不再是照本宣科的教學。

- 三、 研究者利用 Arduino 軟、硬體自製實驗工具以具體觀察科學現象，
可符應三年級學童之認知發展階段

使用 Arduino 及廢電腦風扇，來自行製作風力計，學生對於製作過程及能否確實觀察記錄的教學活動，有明顯的學習動機及興趣，且學生願意在假日進行製作教具，並期待能夠啟動電腦進行測試觀察。

Arduino 序列埠繪圖視窗所呈現的數據及圖形曲線，是觀察風力現象的客觀指標。自製風力計的過程可以讓學生知道，想了解生活中風力大小的變化，是可以透過自製的觀測儀器可以實際操作，透過操作具體觀察到科學的數據資料，並非教科書簡易風力計所呈現的粗略概念，可以解決課本的迷思，建立正確的認知。

- 四、 若因教科書內容在地域上的限制，無法發展教學，教師可自行開發相關教具與教材，以達成教學目標。

以課綱精神為主，所設計出的教科書常無法符合研究者所處的教學環境，研究者可以自行研究開發相關的教具與教材，來配合所處的教學環境來設計更合理的教學活動，不必完全依照課本的教具及教材來照本宣科。

- 五、 師生均有成長，教師學習到新的教學策略及資訊相關技能；學生學到科學知能及實驗精神

研究者擔任自然科任在進行教學活動中遇到問題，欲尋求解決方案。在研究過程中，學習到 POEC 教學策略如何用於自然科學教育，研究者除了解決了課室的問題，亦在此領域上增加了相關專業知能。在解決方案的過程中，從網站及部落格學習到相關資訊能力，認識 Arduino、Fritzing 及電子相關材料的使用方是，透過自學增加資訊科技的知能。

學生在自製風力計觀察風力風向的活動中，學習到自製風力計的方法，除解決了風力觀察的問題達到教學目標外。在科學技能上，學習到基礎電學的認識與操作，對於自然現象的產生有懷疑的態度，會進一步採取求證，已在無形中培養科學素養的精神。

六、 自製風力計活動，可以運用在原課程設計無法適用的地區，可提供改造觀察風力教具的教師使用

自製風力計活動符合十二年國教課綱中，以學生學習為中心，以探究式學習的策略來解決課程中觀察風力大小變化的問題。此自製風力計課程與原教科書設計的簡易型風力風向計不同，可以運用在原課程設計無法顧及的離島或風大的區域提供給想要改造觀察風力教具的教師或學生另一種自製風力計的方法。

進行實驗觀察工具製作，可以考慮安全、手邊可取得的工具材料來製作，讓每一個學生都能夠有自己製作及操作觀察的使用工具，達成教學目標。

第二節 建議

本節依據國小自然領域教具在教學實施及應用上的發現，以及 Arduino 融入教學的結果，提出以下建議。

一、 課程的改革應落實所處的環境來設計課程，研究者可以自行選擇教具，設計教學活動。

目前的國小課程仍是一綱多本，三大版本教科書教具教材還是單一器材，侷限性極大。國小研究者可依照不同場域的環境進行課程轉化，進行改造觀察教具、實驗器材。書商可提供多種類型的實驗器材、教具，供教學現場的老師選擇使用。

二、 學校的自造教育應融入教學場域以符合核心素養所需

以十二年國教素養導向精神的課程設計，自造教育議題佔有相當重要的部分，以課程的精神，應當是以生活為情境設計來進行自造教育，並非全部進行相同產品設計，所做出的產品無法應用在生活中，進行自造教育前應先評估當地環境，設計能在生活中應用的產品。

三、 教學增能研習應考慮教學者需求，聘請專業技術及領域專家開設相關研習課程。

相關單位在安排增能研習時應考量學校的教師在教學上可能遇到教學問題或困難，依照領域或課程的問題來聘請擁有專業技術的教師或相關領域的專家學者，來解決教師在備課及教學上的問題，提升教師的專業。



參考文獻

壹、 中文部分

- 方金祥 (2014)。微型實驗簡介。台灣化學教育第二期。取自 <http://chemed.chemistry.org.tw/?p=1996>。
- 別急著找補習班 潘文忠：探究過程就是素養 (2019, 7月23日), 聯合報。取自 <https://udn.com/news/story/6885/3946253>
- 吳木崑 (2009)。杜威經驗哲學對課程與教學之啟示。臺北市立教育大學學報第 40 卷第一期, 35-54。取自 <https://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?docid=23102047-200905-201404110019-201404110019-35-54>
- 吳盈慧 (2018)。國中電學單元課室微型實驗之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立台東大學教育學系, 臺東。
- 南一書局企業股份有限公司。國小自然與生活科技三上課本。2018年8月四版2刷。
- 國家教育研究院 (2015)。十二年國民基本教育課程綱要-總綱。臺北市:國家教育研究院。教育部。
- 國家教育研究院 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要-自然科學領域。臺北市:國家教育研究院。教育部。
- 康軒文教事業股份有限公司。國小自然與生活科技三上課本。2017年,9月四版。
- 黃勇智 (2018)。Arduino 融入呼吸作用單元實驗課程之行動研究 (未出版之碩士論文)。國立台東大學教育學系, 臺東。
- 黃湘武 (1980)。皮亞傑認知心理學與科學教育。科學教育雙月刊, 第 37 期, 12~17。
- 黃湘武 (1993)。皮亞傑理論在科學教育上的應用研究。載於西方社會科學理論的移植與應用 (53~62)。臺北市:遠流。
- 楊孟山、林宜玄 (2018)。Maker 教育理論與實踐。台灣教育評論月刊 7(2), 29-38。取自 http://www.ater.org.tw/commentmonth7_2.html

蔡清田 (2002)。教育行動研究。臺北市:五南圖書。

蔡清田 (2013)。教育行動研究新論。臺北市:五南圖書。

鄭承昌、方素真 (2016)。應用開放軟、硬體於物理計算-以 Scilab 及 Arduino 分析
振動頻譜。資訊科學應用期刊第八卷，2，70-83。

翰林出版事業股份有限公司。國小自然與生活科技三上課本。2018 年 4 版二刷。



附錄

附錄一 風力風向觀察紀錄表

風 力 風 向 觀 察 紀 錄 表

班級_____ 座號_____ 姓名_____

觀察時間_____年_____月_____日 星期_____

觀察地點_____

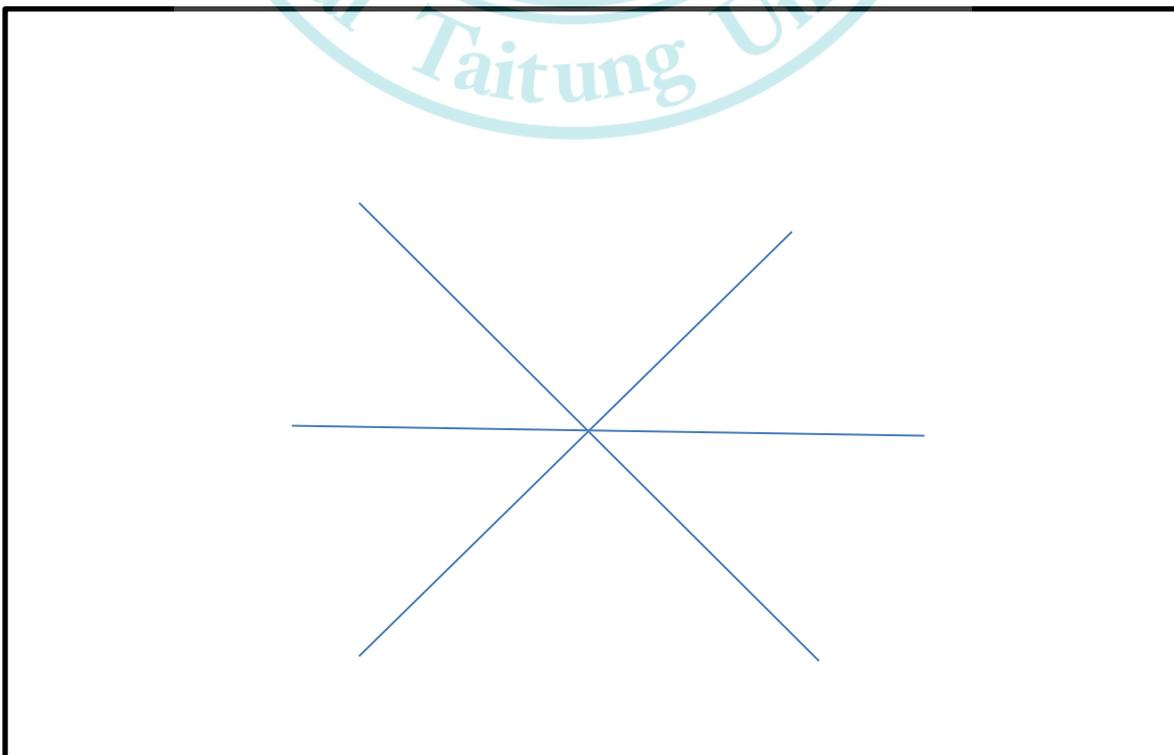
當日天氣狀況_____

風力_____

風力表(查表氣象局)

m/s =級數。

風向_____



其他情形_____

觀察心得



附錄二 風力風向計教學觀察教案設計

風力風向計教學觀察教案設計

教學學科	自然與生活科技	教學年級	三年級(四年級)	教學者	徐藍思
教學活動	自製簡易風力風向計-認識風力的大小二			教學日期	108.1.17
教學時間	120 分鐘(3 節)	教材來源		1.康軒版國小自然第 1 冊 2.自編	
單元目標	觀察校園風力及風向，做成紀錄 將觀察的風力風向紀錄數據化				
具體目標	一、能正確使用羅盤確認學校方位。 二、能利用市售的風力計測量，風力的大小。 三、能正確紀錄風力的大小及風向 四、培養仔細觀察，踴躍發表的科學學習態度				
教學流程	教學時間	教學資源	教學評量		

<p>課前準備活動</p> <p>老師熟悉教材內容，準備風力計、羅盤；風力觀察紀錄單；相機等教學資源</p>	5 分鐘	風力風向計(材料包)	口頭評量能說出無法，準確測量七美地區的風力。
<p>一、引起動機</p> <p>(一)提問教材包提供，所製作簡易風力風向計，在觀察紀錄上，有什麼問題？</p> <p>觀察很多天的風力都是「大」。</p>	10 分鐘		能夠使用羅盤確定方位。準確觀測風力，並記錄下來。
<p>(二)這樣的觀察結果，有沒有數字，可以觀察？</p> <p>(三)請學生提出，有沒有可以解決的方法？</p> <p>有，研究者介紹風力計。</p>	30 分鐘。	<p>羅盤</p> <p>風力計(市面販售)</p> <p>風級表</p> <p>風力觀察紀錄單</p>	

<p>二、發展活動</p> <p>(一)認識風力計。風速(m/s)轉換成風力級速。</p> <p>對照風級表(認識氣象局風級表)</p> <p>網站介紹市售的風力計</p> <p>(在教室內利用電風扇來認識風力計)</p> <p>風力計格數及風速</p> <p>(二)到戶外操場空曠處，使用手機電子羅盤定位。</p> <p>面對學校綜合大樓，升旗方向，操場跑道上，來觀測當天風力。</p> <p>(三)使用風力計，測量風力。並確認風向。</p> <p>(四)記錄在風力觀察紀錄單上。</p>			<p>紀錄單</p> <p>學生能夠說出用市售風力計觀測鋒利的優點:方便快捷、易於觀察。</p>
---	--	--	--

<p>三、綜合活動</p> <p>(一)研究者請各組將觀察記錄，寫在黑板上，相互比較(紀錄單上的風力及方位)有沒有異同，討論。</p> <p>(二)實際觀察紀錄和課本習作的觀察作業，相互比較。</p> <p>師:習作的風力區分，和各組的風力紀錄最大差異為何?哪一種較好?</p> <p>學生:風力計的觀測比較好</p> <p>為什麼課本要設計的比較簡單?</p> <p>為了節省時間。</p> <p>課本的觀測地點不是我們學校。</p> <p>(三)學生說出，提出觀察相關問題。</p>			
---	--	--	--

<p>風力的大小會一直變化。在觀察時，的時間要久一點。找出一個適當的數字記錄下來。</p>			
---	--	--	--



附錄三 蒲福風級表(簡易版)

蒲福風級表(簡易版)

下表為台灣中央氣象局現行的風級標準，中央氣象局採用的標準等同於 1946 年由 WMO 所公布的國際標準，陸地與海面情形就是辛普森及彼得森所做的對照描述。

級數	國際標準 (由 WMO 公布)		風浪對照		陸地情形；海面情形	
	名稱	風速 m/s	名稱	一般 最大 m		
0	無風 Calm	0 - 0.2	—	—	靜，煙直上；海面如鏡。	
1	軟風 Light air	0.3 - 1.5	微波	0.1	炊煙可表示風向，風標不動；海面有鱗狀波紋，波峰無泡沫。	
2	輕風 Light breeze	1.6 - 3.3		0.2	0.3	風拂面，樹葉有聲，普通風標轉動；微波明顯，波峰光滑未破裂。
3	微風 Gentle breeze	3.4 - 5.4	小波	0.6	1.0	樹葉及小枝搖動，旌旗招展；小波，波峰開始破裂，泡沫如珠，波峰偶泛白沫。
4	和風 Moderate breeze	5.5 - 7.9	小浪	1.0	1.5	塵沙飛揚，紙片飛舞，小樹幹搖動；小波漸高，波峰白沫漸多。
5	清風 Fresh breeze	8.0 - 10.7	中浪	2.0	2.5	有葉之小樹搖擺，內陸水面有小波；中浪漸高，波峰泛白沫，偶起浪花。
6	強風 Strong breeze	10.8 - 13.8	大浪	3.0	4.0	大樹枝搖動，電線呼呼有聲，舉傘困難；大浪形成，白沫範圍增大，漸起浪花。
7	疾風 Near gale	13.9 - 17.1		4.0	5.5	全樹搖動，迎風步行有阻力；海面湧突，浪花白沫沿風成條吹起。
8	大風 Gale	17.2 - 20.7	巨浪	6.0	7.5	小枝吹折，逆風前進困難；巨浪漸升，波峰破裂，浪花明顯成條沿風吹起。
9	烈風 Strong gale	20.8 - 24.4	猛浪	7.0	10.0	煙突屋瓦等將被吹損；猛浪驚濤，海面漸呈洶湧，浪花白沫增

					濃，減低能見度。
10	暴風 Storm	24.5 - 28.4	9.0	12.5	陸上不常見，見則拔樹倒屋或有其他損毀；猛浪翻騰波峰高聳，浪花白沫堆集，海面一片白浪，能見度減低。
11	狂風 Violent storm	28.5 - 32.6	11.5	16.0	陸上絕少，有則必有重大災害；狂濤高可掩蔽中小海輪，海面全為白浪掩蓋，能見度大減。
12	颶風 Hurricane	32.7 - 36.9	14.0	—	—空中充滿浪花白沫，能見度惡劣。
13	—	37.0 - 41.4	—	—	—
14	—	41.5 - 46.1	—	—	—
15	—	46.2 - 50.9	—	—	—
16	—	51.0 - 56.0	—	—	—
17	—	56.1 - 61.2	—	—	—

資料來源：台灣颱風資訊中心

http://typhoon.ws/learn/reference/beaufort_scale

