



特色課程

氣象觀測在丹鳳

劉育宏老師
丹鳳高中



掃描QRcode，
下載最新電子檔

🔍 最適合探究與實作的課程

十二年國教107課綱高中自然學科必修的「自然科學探究與實作」是門開創性的課程，希望現有的教育方向能回應「未來教育」的需求，期望培養探究能力和具備科學素養的未來人才。但是對於教學第一線的自然科老師而言，這會是一個巨大的挑戰，因為在教學現場沒有前例可循，教師在自身的養成教育或經驗中，也鮮少有這種學習經驗。於是，教師的增能與養成是實施新課綱的關鍵配套措施。

高雄市瑞祥高中教務主任兼地球科學老師莊福泰主任曾指出107課綱將推出「自然科學探究與實作」的課程，其中就包含了五項特色：

1. 做中學。
2. 強調探究的方法與態度。
3. 跨科議題切入，教師共同教學。
4. 小組實施，學生團隊合作。
5. 以小論文、討論、或簡報作結論，科學和表達溝通能力並重。

科學探究與實作與傳統實驗課程在本質與操作上是相當不同的。科學探究與實作是問題解決導向，且通常是開放性的問題，不一定會有標準答案，也沒有一定的操作步驟或方法，利用團體的合作、設計、討論、實作、反思，最後統合成結果。

地球科學學科特性就非常適合與其他學科共同組成科學探究與實作，在地球上發生的自然現象往往複雜度很高，非線性的現象無法用簡單線性內推或外估來預測，地球科學又容易與生活經驗緊密地相連，上通天文，下接地理，自然是探究與實作最適合不過的課程。

🔍 為何發展氣象特色課程？

丹鳳高中在大氣科學領域的探究與實作發展的相當早。早在六年前，丹鳳高中就有一群熱情的師生，既不是社團活動，也非多元選修課程，靠著中午與放學的聚會，自由度高、向心力高，聚在一起討論氣象的觀測方法、預報、交流、傳承及科學研究。



歷屆學生串成如大家庭般，每屆都會開發自己的特色，甚至連科學競賽也主動報名，如福衛二號衛星影像應用競賽、福衛三號衛星資料應用競賽。歷屆學生也舉辦過與竹東高中藍蝶氣象播報團交流、暑期兩天一夜地科營、北北基雲朵光影攝影比賽、北區高中職雲影天光攝影比賽、氣象預報競賽、參與NASA S'COOL觀測、參與NASA GLOBE觀測等等科學探究與實作的活動。

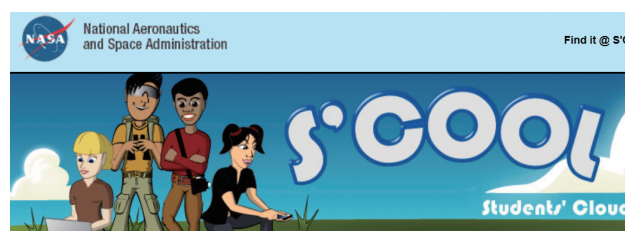
其實，丹鳳高中在發展地球科學特色課程的初期，的確經歷了不少夢想與實際的磨合。夢想中的天文觀測需要龐大金錢建置豪華的觀測設備，如天文台、星象廳等，又有天氣、光害與觀測時間的限制；地質踏察有地區性、安全性與天候限制；想發展海洋特色又距海洋較遠；綠色能源系統又需要耗費不少金錢重新建置。這些限制不免會綁手綁腳，也不適合所有學校埋頭發展。於是，審視丹鳳高中的特色，視野好、能見度好、經費少的校園氣象觀測便適合成為科學探究與實作的課程。

這六年間，由地球科學教師教授大氣觀測原理與技巧，數學教師傳授統計與圖表呈現，英文教師傳授NASA網站的英文閱讀和溝通聯絡，地理教師傳授地理資訊系統的分析，資訊科技教師教授氣象網站及伺服器設立，公民教師教授人類對地球公民合作關係，國文、美術老師也指導數位編輯及手繪課程等。

丹鳳高中在一〇三學年度有了數理實驗班，加入了地科專題生力軍，最近這一年，學生也有不錯的成績，從提升學習成就感進入深化科學素養。



圖一：通過NASA the GLOBE program 2016 Data Entry Challenge，並獲得獎章。



S'COOL: Top 25 Yearly Observers

Top 10 Monthly Observers

Current Top 25 Observers for 2016

- 1: Chartiers-Houston Jr./Sr. High School, Houston, PA, USA
- 2: Pesquisador Independente, Niteroi -, Outside U.S.-Canada, Brazil
- 3: Ecole publique arc en ciel, la seauve sur semene, Outside U.S.-Canada, France
- 4: **DanFeng Senior High School, New Taipei City, Outside U.S.-Canada, Taiwan**
- 5: Grover Hill Elementary, Grover Hill, OH, USA
- 6: ASTRO-CAMPING, Popayan, CAUCA, Colombia
- 7: Piedmont Intermediate, Piedmont, OK, USA
- 8: Semillero de Investigacion en Ciencias Espaciales, S.I.C.E, Barranquilla, Outside U.S.-Canada, Colombia
- 9: Club de Ciencias Tantanakuy Informatica, La Rioja, La Rioja, Argentina
- 10: C.P. Gloria Fuertes, Albacete, Albacete, Spain
- 11: Mountain View Middle School, Mendham, NJ, USA
- Loretto, Jacksonville, FL, USA

圖二：NASA S'COOL在全球13萬組參與者中獲得2016年度卓越觀測團隊全球第4名，為臺灣歷年來最佳成績，獲多家媒體報導。

小論文 第 1050331 種次 得獎作品 7 筆資料

類別	區域	縣市	學校名稱	年級	班級	作者	作品標題	名次
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	二年級	08	邱嘉俊 王品元 彭瀚霆	核能不安？——非台灣三座核能發電廠之對臺灣強度研究	甲等
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	二年級	8	吳祈穎	能否預測室外綠地？——室外綠、太陽輻射與電機之關係探討	特優
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	二年級	8	黃昱豪 劉秉豪	台灣現行細顆浮塵計、PM2.5、標準之比較與設計	特優
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	一年級	8	楊耀均 朱昶瑜	探究高立觀測氣球釋放之可行性	優等
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	二年級	08	吳魏辰	宇宙的迷離——初級重力波探測和高中生對重力波的迷思	特優
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	一年級	8	簡怡豪 王泓皓	土壤變水了沒？土壤液化控制變因之模擬研究	優等
地球科學類	新北區	新北市	市立丹鳳高中	一年級	8	陳忻 王有晴	臺北盆地的未來——盆地沉陷和填土對臺北臺北地區的影響	特優

圖三：2016年3月小論文大獲全勝，人人有獎。臺北市和新北市的地球科學項目，總共六篇特優，地科專題學生就拿了四篇特優。



觀測資料庫才具科學探究價值

氣象觀測是一項實作，但是僅有一次的觀測並不會有具體的成果，僅能代表一次的觀測紀錄，必須具有細心、耐心與恆心，持之以恆並維持資料的正確性，建立觀測資料庫後，才能具有科學探究的價值。

早期校園氣象站仿造中央氣象局氣象觀測站的觀測模式，每三小時觀測一次（08:00、11:00、14:00、17:00）。在十分鐘內記錄風向、風級、氣壓、溫度、溼度、雲種、雲高、雲狀和地面乾溼等23項氣象要素，學生還必須憑感覺，寫下「要戴圍巾」、「攜帶雨具」或是「適合運動」等建議，以培養對天氣的敏銳度。因為觀測內容複雜，觀測時間又短，每次需由三、四名高一學生共同負責。經過觀測的訓練後，學生從一天或多天的天氣變化可以慢慢發現某些規律，如氣壓半日潮、下雨前後的雲種變化。甚至在資料庫更完整後，也可以歸納不同的天氣特性，例如鋒面前後的氣象趨勢、快行冷鋒與慢行冷鋒的特徵差異、春雨和梅雨不同的氣象特性、極端天氣的發展條件等。



◀ 圖四：每次下雨均會檢驗雨水的pH值，並統計酸雨日數。

民國 103 年 5 月 21 日 星期三 17 時 觀測員：[redacted]

瞬間風		測站氣壓		乾濕計		氣溫	
風向	風級			乾球	濕球		
NW	(0,4) 1	1013.5		18.9	17.2	18.9	
		海平面氣壓		溫度差	相對溼度		露點
				1.7	87		16.0
最高溫度		最低溫度		昨14:00~今11:00 降水量 28.5		能見度	2
雲	量	狀		總量			
高雲	10	Cb		10			
中雲				地面狀態			
低雲				溼			
天氣紀要	1. 雨下超大的 2. 雲層很厚 3. 溫度明顯比昨天低 4. 有打雷						
預測	1. 下雨的雨勢會晚些 2. 明天繼續下雨						

▶ 圖五：天氣觀測紀錄表



線上雲觀測與國際接軌

NASA S'COOL (Student Cloud Observations On-Line) 學生線上雲觀測計畫，是依據NASA五顆氣象衛星飛過觀測地點上空的時間表，一天進行三至五次的觀測，尤其學生只能把握氣象衛星經過觀測地上空的前後十五分鐘進行觀測，一旦錯過就無法彌補。觀測項目除了基礎的雲高、雲狀、雲量和天空顏色，還必須計算雲的「凝結尾」數量、透光度、總雲量、空氣能見度等精細內容。S'COOL可讓學生與國際接軌，觀測內容透過科學回饋也能協助校正衛星的資料，具有科學貢獻的意義。



圖六：無懼風雨，每天與飛越丹鳳高中頭頂的氣象衛星同步進行S'COOL觀測。

線上觀測原則：快、狠、準

每日3~5次

每次10分鐘內記錄21項觀測資料

Students' Cloud Observations On-Line
REPORT FORM

Observer Information: Rover Nickname/Login ID: _____ Email: _____
Date (ex. 2011 09 20): Year 2016 Month 7 Day 24 Satellite: Aqua
Local Time (24 Hour Clock: ex. 14:26): Hour 12 Minute 38 Universal Time: Hour 04 Minute 28

Make A S'COOL Observation!

① Total Cloud Cover: ☐ No Clouds ☐ Clear (<10%) ☐ Isolated (10%-25%) ☐ Scattered (25%-50%) ☐ Broken (50%-90%) ☒ Overcast (90%-100%)
Sky Visibility: ☐ Unusually Clear ☐ Clear ☒ Somewhat Hazy ☐ Very Hazy ☐ Extremely Hazy
Sky Color: ☐ Deep Blue ☐ Blue ☒ Light Blue ☐ Pale Blue ☐ Milky

Number of Persistent Non-Spreading Contrails 0 Number of Persistent Spreading Contrails 0 Number of Short Lived Contrails 0

② What do you see? **High Level Clouds**
Cloud Type: ☐ Cirrus ☐ Cirrocumulus ☒ Cirrostratus
Cloud Cover: ☐ Clear (<10%) ☐ Isolated (10%-25%) ☐ Scattered (25%-50%) ☒ Broken (50%-90%) ☒ Overcast (>90%)
Visual Opacity: ☒ Opaque ☐ Translucent ☐ Transparent

③ What do you see? **Mid Level Clouds**
Cloud Type: ☐ Altostratus ☐ Alto cumulus
Cloud Cover: ☐ Clear (<10%) ☐ Isolated (10%-25%) ☐ Scattered (25%-50%) ☒ Broken (50%-90%) ☒ Overcast (>90%)
Visual Opacity: ☐ Opaque ☐ Translucent ☐ Transparent

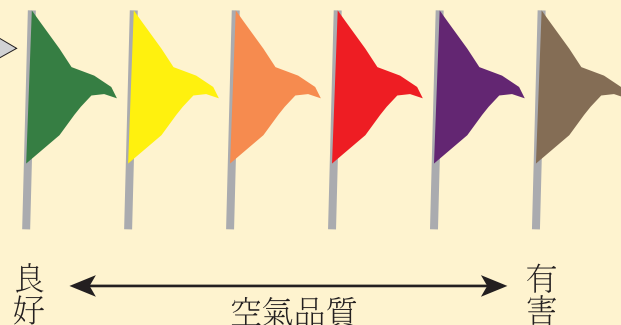
④ What do you see? **Low Level Clouds**
Cloud Type: ☐ Fog ☐ Nimbostratus ☐ Cumulonimbus ☐ Stratus ☐ Cumulus ☒ Stratocumulus
Cloud Cover: ☐ Clear (<10%) ☐ Isolated (10%-25%) ☒ Scattered (25%-50%) ☐ Broken (50%-90%) ☒ Overcast (>90%)
Visual Opacity: ☐ Opaque ☒ Translucent ☐ Transparent

⑤ What do you observe? **Ground Measurements**
Surface Cover: (Mandatory)
Yes ☐ No ☒
☒ Snow/Ice ☐ Standing Water ☐ Muddy ☒ Dry ground ☒ Leaves on Trees ☐ Raining/Snowing
Surface Measurements: (Optional - you may submit any or all)
Temperature: 24.0 °C or °F
Barometric Pressure: (Select One) 1009.1 hPa 14.6 psi 30.1 inches Hg
Relative Humidity: 67 %
Comments: Today has lot of clouds and hot.

圖七：S'COOL觀測紀錄表



圖八：依PM2.5濃度，每天兩次在頂樓懸掛空污旗，提醒全校師生當日空氣品質。



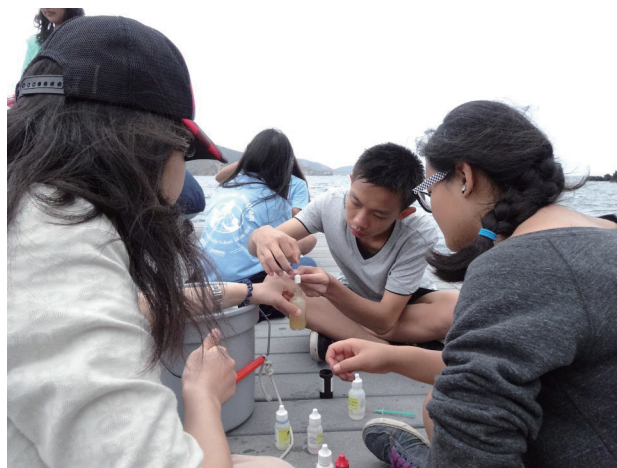


GLOBE觀測，一起動手做

「GLOBE Taiwan」臺美全球學習與觀測裨益環境計畫是一親手動手做的科學與教育計畫。GLOBE (The Global Learning and Observations to Benefit the Environment) 計畫為NASA、NOAA以及NSF ESSP's串聯起學生、老師及科學家密切合作來研究及瞭解地球系統的機制。科學家將觀測手冊及儀器標準化，並由老師帶領學生，讓學生親自動手做觀測，將所觀測到的資料上傳至計畫資料庫，學生可從資料庫中下載全臺灣、甚至是全世界的觀測資料。觀測領域包括：大氣、土壤、水文、生物氣候以及地球系統。全國目前已經近30所國、高中和國小一同參與「GLOBE Taiwan」國際計畫。本計畫由科技部指導，中央大學大氣科學系執行，在校園內架設標準氣象與環境觀測儀器，由中央大學大氣科學系負責講授課程，對老師不定期舉辦增能指導。GLOBE 計畫亦舉辦世界性的workshop，邀請各國國小到高中的學生、老師以及科學家在不同國家進行交流。



圖九：科技部全額獎助二位同學代表臺灣至洛杉磯參加NASA GLOBE（2015年全球學習與觀測暨裨益環境計畫年度研討會）英文成果發表，同學還記得帶國旗去喔，很多國家學生來詢問臺灣空氣品質的相關議題呢！



圖十：學生至洛杉磯外海的小島上採集海水標本，進行生物與化學的檢定。



圖十一：在洛杉磯外海採集海水檢驗，回臺灣後分享當地的科學方法與態度。



圖十二：參加中央大學舉辦的GLOBE訓練與英文的成果發表



大氣觀測探究與實作SWOT分析

丹鳳高中實施六年的經驗，除了曾有過計畫的排斥效應發生中斷外，對教師的增能與學生視野的成長均有不小的助益，以下為筆者整理的內部條件及外在環境（SWOT）分析：

內部條件
S（Strength：優勢） 1. 利用簡易設備即可培養學生氣象觀測的能力。 2. 建置校園氣象觀測系統與氣象服務。 3. 建構學校之特色課程。 4. 可與其他科共同教學，例如英文講師講述英文的氣象應用表達與英文書信方式，化學講師可做酸雨研究，國文講師教導數位編輯，數學及電腦講師教授資料整理與程式設計，地理講師應用GIS空間分析，物理講師教授大氣光學等。 5. 由體驗大自然的變化教育師生尊重自然、關心環境變遷的課題。 6. 利用實作觀測資料進行大氣科學探究。 W（Weakness：劣勢） 1. 教師需培養認識雲種的能力。 2. 面對觀測傳承的困境，學生傳承的好可以減緩每年訓練的壓力。 3. 國際交流需常應用英文聽、說、讀、寫的能力。 4. 觀測曠日廢時，需極具耐心與恆心。 5. 教師需常檢視觀測紀錄的品質。 6. 教師需面對學生觀測疲累、缺班、假造資料等。 7. 教師需精進大氣相關知識與能力。 8. 觀測員需設計升等制度與階級，延續學生觀測的持續力與向上提升。

外部環境
O（Opportunity：機會） 1. 爭取學校成為全球優秀觀測團隊之一。 2. 爭取優質化高中計畫或相關計畫補助。 3. 與友校建立觀測聯盟進行交流或參訪。 4. 與大學相關校系進行暑期營隊與培訓。 5. 可下載國內外的觀測資料進行研究，如小論文、科展、旺宏科學獎等。 6. 學生可獲得NASA觀測證書，利於大學申請推甄。 7. 觀測與參訪結合可以讓學生瞭解氣象產業發展。 8. 可舉辦交流競賽，如雲攝影比賽。 9. 可提供氣候資訊給校方參考是否換季、開冷氣等決策。 T（Threat：威脅） 1. 需獲得校方認同與支持。 2. 學生觀測是否會晚進教室影響上課。 3. 學生需常常進行培訓與會議溝通，需要較多課外時間。 4. 學生英文能力需精進。 5. 需面對與他校觀測成績的競爭心態。 6. 學生面對爭議雲種需利用小團體討論。 7. 學生雲種認識不求精進，錯誤率太高。 8. 假日也有氣象衛星通過需要觀測。

這樣的科學探究課程設計，目的是期望藉由分組研究，讓學生發現問題、搜尋文獻、擬定研究主題、提出假設、設計與進行研究、整理結果、討論與結論、溝通與發表、改進與深化。經歷完整的科學探究歷程，除了可以增加學生的學習信心與學習興趣，更能培養學生具備良好的探究能力與科學素養，這不僅是地球科學知識，更是學生真實帶得走的能力。



結語

107課綱，高中自然學科必修的「科學探究與實作」是陌生卻也免不了的浪潮，地球科學有應用科學與科普的特性。與各科的合作反而是相對容易操作的課程，不同學科老師將自己的專長及興趣輪流協作授課，學生也可以從學習多位老師的專業知識到「素養養成」。地球科學課本內容往往範圍極大，在有限的課堂時間內實在難以讓學生做深入的探究，但是「科學探究與實作」這堂課反而可以讓教師抓到教學的品質，改變以老師為中心的授課模式，這更挑戰了教師自身的知識認識，未來教師會非常需要增能學習，也需要各學科的團隊合作。筆者提供大氣科學探究與實作的模組，不僅需要的器材設備少，時間、空間較容易發揮，也因為大氣的非線性現象常常是沒有標準答案的，透過開放性的學習參與，老師的角色由強勢指導轉為被動協助，彈性學習的首度實施，讓學生自主學習有了空間，也能發展學校特色，發表氣象訊息與社區互動，達到社區、學校、學生三贏的效果。

新華日報 中華民國三十八年十月二十七日 星期二 新北市新聞 B2

玩科學愛地球 丹鳳高中空汙旗飄揚

這項設置讓全校師生也能關心環境 7月甚至寫成論文 代表台灣至美國參加太空總署年度研討會

【記者陳永平、鄭淑娟報導】丹鳳高中自製的「空汙旗」，不僅是校園裡的一道亮麗風景線，更成為學生參與環保活動的標記。這面由學生自製的「空汙旗」，不僅是校園裡的一道亮麗風景線，更成為學生參與環保活動的標記。這面由學生自製的「空汙旗」，不僅是校園裡的一道亮麗風景線，更成為學生參與環保活動的標記。



圖十三：自製六色空汙汙染旗，榮獲聯合報、輔大新聞、新莊報導、教育廣播電台等邀請採訪。

數位氣象站即時網頁



即時氣象APP



圖十四：丹鳳高中「數位氣象站即時網頁」，讓新莊人可以從網頁上直接瞭解當地準確的天氣訊息。「即時氣象APP」，則提供即時氣象資訊，也結合了天氣預報的功能。

圖片來源：

圖一～十四：劉育宏老師提供。