

# 113學年度科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：62

計畫名稱：『2050淨零』專題討論與趣味化實作活動(第一年)

主持人：洪婉莉

執行單位：臺東縣豐年國小

## 壹、計畫目的及內容：

(一)把「淨零排放」的硬知識，轉化為「趣味科學」，傳播給中小學學生。聯合國期望升溫止於1.5°C；2°C將有18%物種滅絕；4.5°C將有50%物種滅絕；10°C有95%海洋生物滅絕。因此，2023年12月在杜拜舉辦的第28次氣候峰會(COP28),決議逐步淘汰(transition away)化石燃料，100餘國宣示2050再生能源增3倍，能源效率增2倍，美日等22國宣示核電3倍化(註：2024.11.24 COP29增為31國。另外，富裕國家承諾在2035年前，每年至少提供3千億美元，協助「開發中」國家緩解損失。)

本計畫以「有趣」的教具，引導學生探究「淨零排放」的殿堂。據PISA在2015年學生問卷向度，我國科教主要缺點為「少探究、無趣」。若整理古今中外學者之教育名言，可發現他們皆一致關心「有趣的活動可引發強烈的學習動機」。而操作有趣的科學教具，是提供學生「自行發現科學事實」的極佳途徑之一。

朱熹：「教人不見意趣，心不樂學。」

伽利略(Galileo Galilei)：「We cannot teach people anything; We can only help them discover it within themselves.」

王陽明《訓蒙大意》：「童子之情，樂嬉遊而憚拘檢，如草木之始萌芽，舒暢之則條達，摧撓之則衰痿。」

柏拉圖：「若把嚴格規定孜孜求學的方式，改為引導興趣為主，學生勢必樂於學習，欲罷不能」。

林語堂：「如果對所學的東西感不到趣味，那麼所有的時間全都浪費了。」

愛因斯坦：「知識始於驚奇。」

(二)以豐富的教具，激發學生探究「淨零排放」內在動機。

我國淨零排放十二項關鍵戰略之一：光電/風電，尤其是光電，目前已達到全民參與的程度，「我家屋頂，農地.....適合裝太陽光電嗎？」似已成「街談巷議」，其間涉及許多科學知識，例如，「等效日照小時」的評估、四周遮陰狀況、饋線充足與否、成本與風險、躉購價格變化與預測等，甚至如何創立或加入公民電廠，都是國民應有的科學知識。至於風力、氫能、前瞻能源、電力系統與儲能、碳捕捉利用及封存、運具電動化與無碳化等，屬於資本與技術密集產業，但民眾仍可透過各種投資管道，參與上述開發——這仍涉及許多科普知識，例如：裝置容量、容量因數、能源效率、國內技術水準、國際競爭力等。甚至讓學生瞭解及參加「全球風能組織基本安全訓練」(Global Wind Organization, Basic Safety Training, 簡稱GWO, BST)，而有資格進入離岸風電的「高薪職場」，也是十分有意義的議題。

由於「淨零排放」需要經過「幾個世代」的努力。因此，須從中小學紮根，以求其「長遠效益」。根據海柏定律(Hebbian rules)：「Fire together; Wire together！」它是認知神經科學的定律之一，已得到許多實驗的證明。其大意：

「豐富有趣的學習策略，例如提供富於變化的學習情境，使用多樣化的教具、教材及教法等，可促進人類神經元連結，活化大腦。」因此，本計畫提供學生「四項趣味化簡易教具」製作，以及實驗表演、專題討論等多樣化活動，期望促進學習的高峰經驗(Peak Experience)、心流經驗(Experience of Flow) 或沉浸式體驗 ( immersive experience )。

(三) 計畫主要內容如下：

行政院國家發展委員會，於2022.3.30公告「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，含四大轉型：「能源轉型、產業轉型、生活轉型、社會轉型」及「科技研發、氣候法制」兩大治理基礎上，而有十二項關鍵戰略，包括「碳捕捉利用及封存、節能、資源循環零廢棄、風電/光電、電力系統與儲能、氫能、公正轉型、淨零綠生活、自然碳匯、綠色金融、前瞻能源、運具電動化與無碳化」。本計畫選擇其中與「日常生活」關係密切的題材，以提高學生興趣，並安排「愉快的動手做」活動，以增進學生參與本課程的意願及自行探究的內在動機（餘詳：計畫書）。

## 貳、 已完成進度／未完成進度：

(註：台東縣以外，講師差旅費由各縣市學校支付。)

場次	日期時間	節數	地點	參加人數	成效研究
<b>已完成進度如下</b>					
1	113.11.10 9：30至 15：00	6	高雄市 和平國小	93	量化與質性問卷 (註：平野科學祭)
2	113.12.11 9：35至 12：00	3	台東縣 豐榮國小 四甲	21	量化與質性問卷
3	113.12.12 13：25至 15：50	3	台東縣 豐榮國小 四乙	18	同上
4	113.12.13 9：35至 12：00	3	台東縣 豐榮國小 四丙	21	同上
<b>未完成進度如下</b>					
場次	預計時間	預計節數	預計地點	預計人數	成效研究
5	114.2	3	台北市 麗山國中	25	量化與質性問卷
6	114.3	3	花蓮縣 慈濟大學 附小	25	同上
7	114.3.27 9：30至 12：00	3	台東縣 馬蘭國小 6丙	27	同上
8	114.4.18 12：40至 15：30	3	新北市 昌平國小	25	同上
9	114.4	3	花蓮縣 慈濟大學 附小	25	同上
10	114.4	3	花蓮縣 慈濟大學	25	同上

			附小		
11	114.5	3	台東縣 豐榮國小	25	同上
12	114.5	3	花蓮縣 慈濟大學 附小	25	同上
13	114.5	3	花蓮縣 慈濟大學 附小	25	同上
14	114.5.5	3	澎湖縣 馬公國小	25	同上
15	114.5.5	3	澎湖縣 馬公國小	25	同上
16	114.6.	3	台東縣 豐榮國小	25	同上
17	114.6.	3	台東縣 豐榮國小	25	同上
18	114.6	3	花蓮縣 慈濟大學 附小	25	同上
19	114.6	3	台東縣 馬蘭國小	25	同上
		60			

## 參、 量化與質性問卷初步整理

發出問卷數：72，回收問卷數：61

5非常同意；4同意；3普通；2不同意；1非常不同意

項目	教學內容	同意度				
		5	4	3	2	1
教師表現	老師說的，我能懂。	51	7	3		
	老師有創造機會，讓我思考。	49	9	3		
	老師表達生動、活潑、清楚。	48	11	2		
	這次活動，我收穫很多。	51	10			
課程內容	我對「2050淨零排放」國策，有初步瞭解。	52	9			
	我瞭解：減碳的成效，將影響我國未來30年的經濟。	44	17			
	我瞭解：減碳，每一個人都有責任。	46	15			
	我瞭解：未來主要能源是「再生能源」。	49	12			
	我瞭解：目前我國減碳績效，處於落後狀況，必須迎頭趕上。	43	17	1		
	我瞭解：各主要國家，即將課徵「碳關稅」，這對出口為主的我國，必須妥善因應，以免影響經濟。	33	10	18		
	對於課程內容，日常生活能做到的，我會實踐。	49	12			

<p><b>生活應用</b> <b>請盡量填寫</b></p>	<p><b>1.請問哪項教具，您願意分享給最好的朋友？為什麼？</b></p> <p>(1) 飛回杯子、可愛。</p> <p>(2) 飛回杯子。取得容易。</p> <p>(3) 飛回杯子，簡單。</p> <p>(4) 飛回杯子，好玩。</p> <p>(5) 飛回杯子。</p> <p>(6) 飛回杯子。</p> <p>(7) 飛回杯子，非常有吸引力。</p>
	<p>(1) 壓縮空氣儲能。容易成功，刺激又好玩。</p> <p>(2) 壓縮空氣儲能。</p> <p>(3) 壓縮空氣儲能，很有趣。</p> <p>(4) 壓縮空氣儲能，簡單好學。</p>
	<p>(1) 口吹式風力發電機，有點難製作，但也很有趣。</p> <p>(2) 口吹式風力發電機，可以看到發電的過程。</p>
	<p>(1) 節能單極馬達，有些複雜，挑戰一下。</p> <p>(2) 節能單極馬達，不容易製作，但成功了，很高興。</p>
	<p><b>2.請問課程所提到減碳概念或措施，哪項您願意應用於日常生活中？為什麼？</b></p> <p>少吃牛羊肉。能幫助減少溫室氣體。</p> <p>零剩食，易實踐。</p> <p>過期食物，不要積在冰箱。</p> <p>使用 LED 燈具，較省電。</p> <p>燈具色溫選擇在3000K 以下，護眼。</p>

取暖避免使用電熱器，很費電。

隨身帶手帕。

少用面紙，多用手帕，好處多。

使用手帕，減面紙，垃圾少。

近距離，就騎腳踏車，減少廢氣排放。

## 肆 活動照片



113.11.10 高雄市平野科學祭



113.12.11 台東豐榮國小



113.12.12 台東豐榮國小



113.12.12 台東豐榮國小



113.12.12 台東豐榮國小



113.12.13 台東豐榮國小



113.12.13 台東豐榮國小



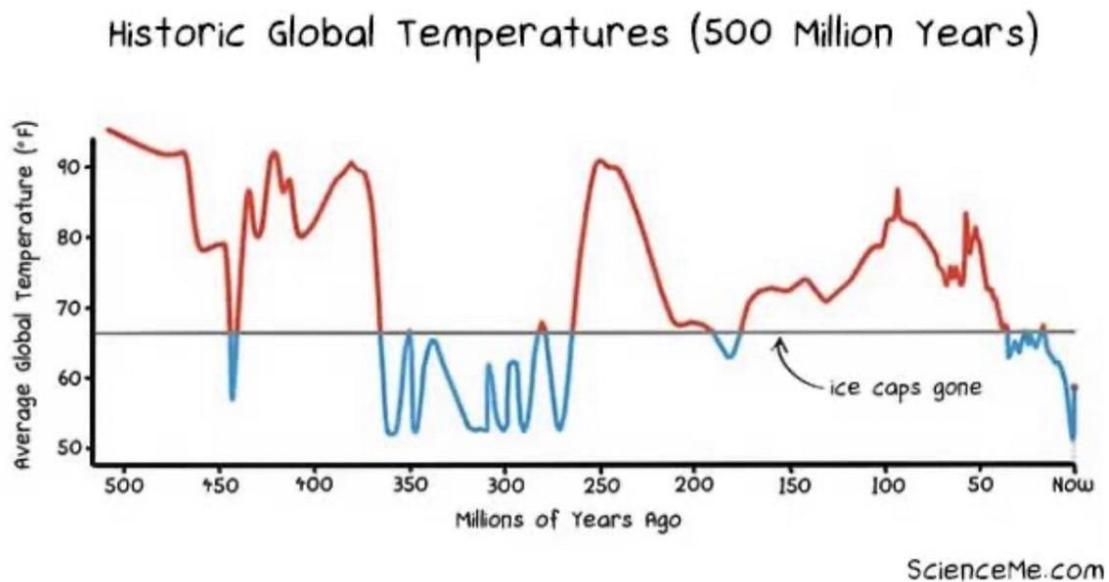
113.12.13 台東豐榮國小

## 伍、問題與討論

一、本計畫觸及全國8所國中、國小，學生人數估計達550位，大部分在花東地區，少數在北部與澎湖。由於花蓮縣慈濟大學附小，擬採用「假日親子共學」方式辦理，因此可觸及家長約150位以上。許多老師認為2050淨零排放是政府的工作，老師只要完成例行學生作業檢查，就已交差了事。其實，「許多重要的知能，是在課本與習作以外」。

我國對出口依存度接近60%，若無法有效減碳，會造成外銷大幅縮減，而無法延續以出口導向為主的國家競爭力，可能引發政府稅收銳減，勢必影響社會福利支出，甚至須進行全民年改，而影響到每位國民。期望教育部加強「2050淨零排放知能」全民傳播，以避免將來「噬臍莫及」。

二、學生之潛力，超乎我們的想像。



當我們介紹地球氣候變遷史，討論西伯利亞玄武岩事件(Siberian Traps)，2.5億年前，西伯利亞出現極大面積的地殼破裂，地函物質大規模噴發，大氣CO<sub>2</sub>濃度達到3500ppm，當時氣溫在很短時間上升了10°C，大約95%的海洋生物和70%的陸地生物都滅絕了。

有一位四年級學生舉手發言：「生物大滅絕事件發生後，會產生體型巨大的生物。」我啞口無言，因為我不知道這段生物史。後來查了資料，在西伯利亞玄武岩事件以後，就逐漸進入恐龍時代，牠主宰了地球1億多年，是當時地球食物鏈的頂級物種。

三、小學生，有時候也會問一些深奧的議題！

當我們解說「天然氣的去碳燃氫」時，有學生問：「天然氣是很穩定的氣體，如何把碳取出？」



四、精彩的實驗操作，可以創造學生的高峰經驗、心流經驗或沉浸式體驗（如以下照片：壓縮空氣儲能示意模型之操作）。



五、政府宣示：化石燃料電器化。學生對影片

<https://youtu.be/jpLdc3dlpvc> 頗多意見，也有些討論，有些學生認為缺乏明火，很難大火快炒，影響大家的口福。大部分學生難以分辨天然氣與液化石油氣（桶裝瓦斯）的成份有何不同。天然氣主要成份是甲烷，分子式  $\text{CH}_4$ 。桶裝瓦斯為丙烷（ $\text{C}_3\text{H}_8$ ）與丁烷（ $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ）的混合物，所以桶裝瓦斯的溫室氣體排放量，比天然氣多。

六、應注意學生操作刀具的安全。

例如，製作「節能單極馬達」，須從電線取得銅線，以製作轉子，此時須使用刀具或剝線鉗，由於剝線鉗使用較複雜，有些也十分費力，學生沒有足夠力氣操作。因此，刀具成為「首選」。使用刀具時，如果能堅守「**電線動、刀不動**」原則，可使學生傷害事件接近「零」（如以下影片）。<https://youtube.com/shorts/orVv>