

教育部 113 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：	以「跨領域動手做科學課程」提升聽覺障礙學生的科學素養與學習成就之研究		
主持人：	林佳穎	電子信箱：	Jiaying0504@gmail.com
共同主持人：	張倩予		
執行單位：	台北市立啟聰學校		

一、計畫目的

(一) 因應政策的推動

為因應特殊教育與普通教育接軌之融合趨勢，教育部於 2009 年開始修訂特殊教育課程大綱，其內容基於讓每位特殊需求學生均有充分參與普通教育課程機會並獲致進步之理念，以普通教育課程做為特殊教育學生設計課程之首要考量。在課綱中也明訂了特教教師必須參與行政協調以及課程教材的編製，學校也應該提供足夠的資源支持。

教育部 (2003) 頒佈的《科學教育白皮書》，內容包括「大眾科學活動」與「人文關懷」。「大眾科學活動」屬於科普活動，目的在使民眾與學生認識科學；在「人文關懷」則提及要關懷特殊族群的科學教育。給予學習低成就、身心障礙、原住民、社會條件不利者、女性、及資優學生等與一般學生均等且適合其個別差異的科學教育機會。

聯合國於 2015 年宣布了「2030 永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs)。SDGs 包含 17 項核心目標，SDGs 的第 4 個項目-優質教育，其目標為確保有教無類、公平以及高品質的教育，及提倡終身學習。其中 4.5 指標提及在 2030 年前要確保弱勢族群有接受各階級教育的管道與職業訓練的平等機會，包括身心障礙

者。4.A 指標提及需建立及提升適合身心障礙者的教育設施，並為所有的人提供安全的、非暴力的、有教無類的、以及有效的學習環境。

（二）提供聽障學生一個公平的學習科學的機會

從上述資料可知，無論是科教領域或是特教領域都希望能提供特殊學生一個學習科學的機會。但是在特教現場中，無論是在特殊學校中或是融合教育中的聽障學生，都沒有一套合適的科學教育教材教法，這對於有特殊需求但是智力正常的聽障學生而言，是非常不利也非常不公平的。聽障學生因為聽力缺陷，所以在教學上必定與傳統教學不同且更需要彈性。

Qi 和 Mitchell (2011) 統整三十年的研究數據顯示，高中聽障生的閱讀能力約在小四程度，數學解題能力約在小三至小五程度，聽障學生因為閱讀與數學能力受限，因此也造成學習科學的困難。聽障學生的智力正常，學習上主要依靠視覺與動作線索來學習，如果能提供合適的課程，應該能提升學生的科學素養。但是，在一般科學課堂中，教師的教學進度不可能為聽障學生做調整（只能做補救教學），聽障學生也較難以和同儕互動，所以容易變成課堂裡的客人，而非學習的主人。

本研究團隊自行回顧 1996 年至 2013 年 American Annals of the Deaf 期刊的文章，只發現了 6 篇與科學教育相關的文章；在國內方面，蘇芳柳、張蓓莉 (2007) 的分析，國內民國 50 年至 85 年間聽障相關的研究報告中，與聽覺障礙學生數學相關的論文佔百分之八，溝通及語文方面的佔百分之四十一，而未提及科學教育文章（引自陳明媚，2001）。由此可知，即便是政府大聲疾呼要讓特殊學生與普通生一樣享有同樣的教育資源，但是在聽障教育領域中並沒有太多關於自然科學教材教法的設計與分享，更不用說關於聽障科學教育的研究更是寥寥無幾。

（三）提昇聽障學生的科學素養

「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment，簡稱 PISA)是由經濟合作暨發展組織(OECD)主辦的全球性學生評量。內容涵蓋閱讀、數學、科學等三個領域的基本素養。科學素養領域之評量範圍：成為能參與科學相關議題和科學概念思辨的公民時所需具備的能力。包含能科學地解釋現象、評量與設計科學探究、解讀科學數據及舉證科學證據的能力。

Easterbrooks 和 Stephenson (2006) 經由整理聽障等相關的文獻，提出了對於聽障生文學、科學與數學方面的教學法建議。在科學與數學方面，作者建議教師要是該科目的專家，並且幫助學生能積極學習；在教學上多利用視覺化組織的教學，教學內容多使用真實的、問題本位的課程設計，讓學生透過作中學來提升學習動機與學習成效。

Mangrubang (2004) 認為可以使用探究式教學法來教導基本的科學概念，Wang (2011) 整理 1970 年後關於聽障生科學課程中融入探究教學法之相關研究，提出在課堂中應多融入探究式教學，能重視學生的個別化需求。黃玉枝 (2016) 研究於自然與生活科技課程融入引導式探究教學，研究結果發現引導式探究教學有助於提升國小聽障學生的科學探究技能。林佳穎 (2021) 探討如何提升高中聽覺障礙學生的科學素養，研究指出參與科學展覽可以提升科學興趣、提升參與科學的自信心與對科學家持有正面態度。

（四）跨領域的動手做科學課程

美國國家科學委員會 (National Science Board, NSB) 於 1986 年提出 STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育，整合了科學、科技、工程和數學等科目，期望能培養數學家、科學家、工程師及科技人才，以達到提升國家的競爭力。Becker 和 Park (2011) 的研究發現 STEM 教育比起其他單科科目(如：科學、

數學)或部分整合的科目(如：MST, Mathematics, Science, Technology)更能引起學生的學習意願。

本研究規劃的跨領域 STEM 學習的模式，將傳統課堂轉型為開放式的教學模式，讓不同學科可以相互運用，培養學生勇於挑戰、創新的思維模式，將不同學科加以融會貫通。本計畫包含科學課、數學課、家政課和科技課等四個領域，期望能規劃出「跨領域動手做科學課程」，以科學/數學的原理與知識為課程中心，基於科學與數學原理，設計出跨領域 STEM，讓學生能將科學知識運用在不同領域中。本課程較具有特色的地方為設計出了一系列的「廚房的科學」課程，因為本團隊認為動手做科學不僅是在科技課可以實施，家政課也是非常適合動手做科學，因為民以食為天，身為人類每天都要吃東西，所以我們相信這一系列的「廚房的科學」課程可以引起聽障生的興趣，進而提升學生的學習成就。

基於以上理由，本研究的研究目的如下：

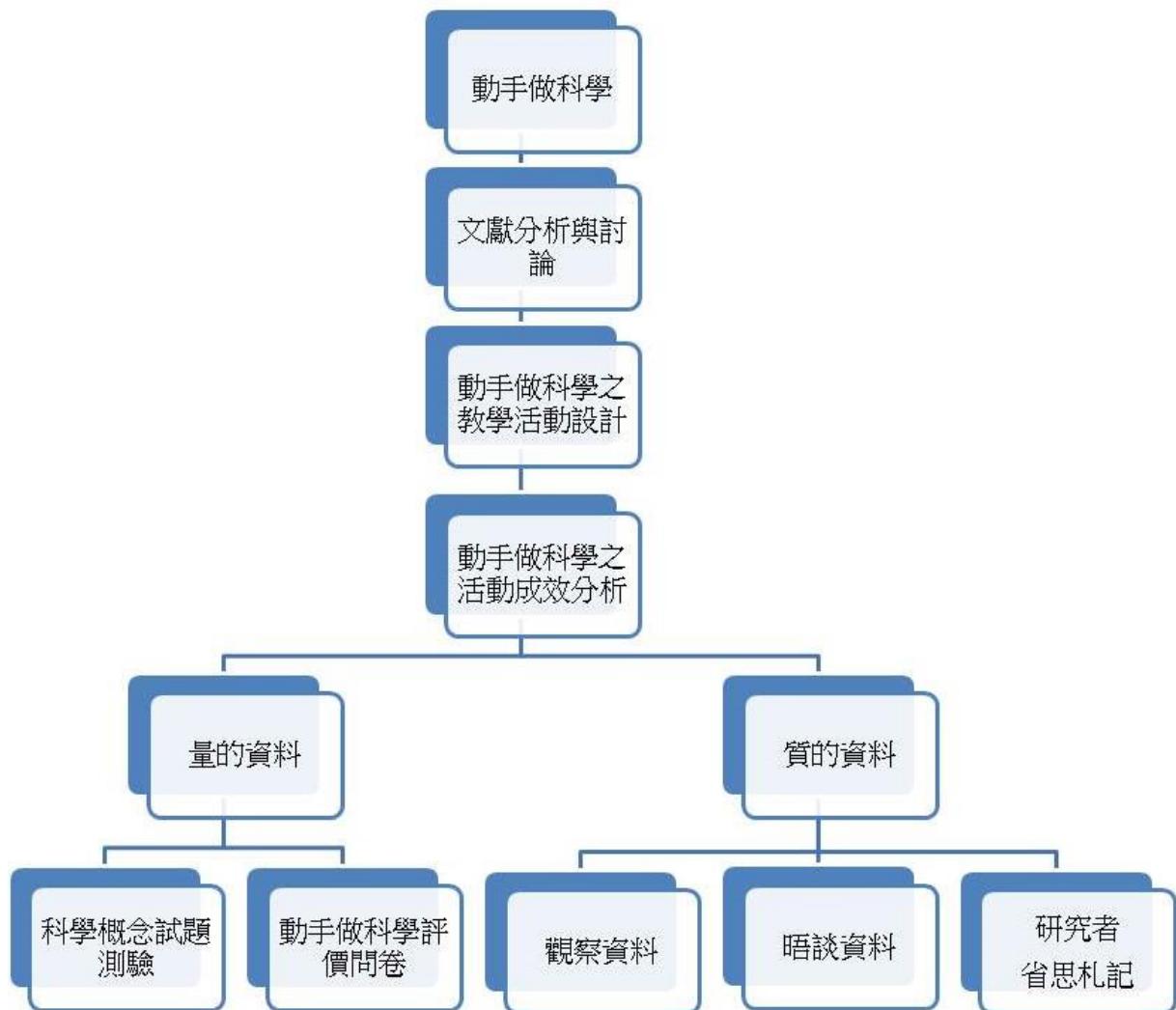
1. 透過「動手做科學課程」提供聽障學生一個公平的學習科學的機會。
2. 透過「動手做科學課程」引發聽障學生學習科學的興趣。
3. 透過「動手做科學課程」能增進聽障學生學習科學的成效。
4. 透過「動手做科學課程」提昇聽障學生的科學素養。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

本研究計畫目前有 3 位計畫成員：自然科老師、家政老師與科技老師以及設備組長。本計畫主要由自然科老師負責課程與活動的設計，並與數學、家政與科技老師進行跨領域 STEM 課程。設備組長負責費用申請與經費核銷業務。

三、研究方法

(一)研究架構



(二)研究對象與情境描述

本研究場域為台北某特殊學校，此特殊學校專收聽覺障礙學生，校內有幼稚部、國小部、國中部及高職部等四個部別。此特殊學校的教學方法主要為綜合溝通法-同時採用手語、口語與筆談來教導學生。本研究之對象國高職部與國中部學生，本校高中職分為電子商務科、餐飲管理科及多媒體設計科 3 科，班級為小班制，人數皆不超過十人；國中部每年級有一班，班級為小班制，人數皆不超過十人。本研究的研究對象為國中部七、八、九的學生，共計約 20 人。

(三)課程內容

本研究的動手做科學的教學活動預計分為 8 個單元，共計 20 堂課，前 3 單元主要目為讓學生熟悉動手做科學課程，並對科學產生興趣，後 5 個單位要帶領學生探究科學，並能自行設計實驗。本次課程重點為跨領域的 STEM 課程，與數學、科技和家政老師共同執行課程，課程內容如下：

活動名稱	科學原理與知識
1. 糖的甜度實驗	<ol style="list-style-type: none">1. 瞭解溶解現象與濃度（溶質/溶劑比例），學習配置不同比例的黑糖水溶液。2. 瞭解折射率與糖度計原理（光的折射與濃度關係），學習使用甜度計量測糖度。3. 瞭解飽和與不飽和溶液。4. 探究感官與儀器的差異，分析糖的濃度與感官甜度之間的關係。5. 訓練操作儀器與學習如何紀錄實驗數據。
2. 密度實驗	<ol style="list-style-type: none">1. 不同濃度（密度）的液體混合時，密度大的會沈在下層，密度小的則會浮在上層。可加入食用色素方便觀察溶液形成分層的情形。2. 瞭解製造漸層飲料的方法。並選用啟聰小田園食材為主材料（薄荷、檸檬香蜂草、甜菊葉），搭配其他材料，製作創意漸層飲品，並在國際交流餐會分享。
3. 滲透壓實驗	加鹽/糖醃製，會使得蔬菜植物細胞或肉類動物細胞內外的鹽/糖分濃度產生差異，就產生了不同擴散滲透壓的現象，這種滲透壓會使得動植物細胞內水分往細胞外滲透，而鹽/糖分則會往細胞內滲透，當動植物細胞內鹽/糖分濃

	度增加時，原先在動植物細胞內的微生物或細菌就無法順利生長，而使得蔬菜或肉類能夠保存比較長的時間。
4. 晶球化實驗	1. 海藻酸鈉遇到鈣離子後產生反應，形成化學性質穩定的凝膠。 2. 比例與濃度：瞭解配置藥劑時的濃度與比例。 3. 探討不同的時間、濃度對晶球化的影響。
5. 梅納反應實驗	「糖或澱粉」與含有「蛋白質或胺基酸」等成份食材一起烹煮會產生梅納反應，例如炒洋蔥、烤麵包與煎牛排，會有褐色色澤與香氣。
6. 液壓實驗	帕斯卡原理(Pascal's principle)，又叫巴斯卡定律，流體(氣體或液體)力學名詞。指密閉容器中靜止流體的某一部分發生的壓力變化，會毫無損失地傳遞至流體的各個部分和容器壁。
7. 電學實驗 1	1. 電池的串聯和並聯：電池串聯時，燈泡會比只連接一個電池更亮；電池並聯時，燈泡會和只連接一個電池一樣亮。 2. 燈泡的串聯和並聯：燈泡串聯時，燈泡會比只連接一個燈泡更暗；燈泡並聯時，燈泡會和只連接一個燈泡一樣亮。 3. 馬達：小馬達兩側的金屬片分別連接電池的正極、負極，會形成通路，使小馬達轉動。觀察小馬達的轉動情形，並改變電池的連接方向，察覺小馬達轉動方向會相反。
8. 電學實驗 2	瞭解簡單電路圖，並能依照簡單電路圖組裝成品。利用各種零件組成燈、電扇、飛碟、門鈴、防盜警報、遙控車等實用電路。

(四)研究方法與研究工具

本研究使用紙筆測驗、觀察法、訪談法，以及研究者的省思札記等方法來蒐集資料，用以獲得聽障學生的興趣態度、科學素養以及學習科學的成就為何。

(五)教學設計與資料分析

本研究選取8位國八學生為研究對象，進行前後測的教學單元為滲透壓實驗、梅納反應實驗與晶球化實驗，並先進行科學概念試題前測，接著進行教學與實驗，最後進行科學概念試題後測。教學設計如下表：

表一 教學設計

教學前	教學中	教學後
滲透壓概念前測	1. 第一次滲透壓概念教學 2. 進行滲透壓概念實驗 3. 滲透壓概念中測 4. 第二次滲透壓概念教學	滲透壓概念後測
梅納反應概念前測	1. 第一次梅納反應概念教學 2. 進行梅納反應概念實驗 3. 第二次梅納反應概念教學	梅納反應概念後測
晶球化概念前測	1. 第一次晶球化概念教學 2. 進行晶球化概念實驗 3. 第二次晶球化概念教學	晶球化概念前測

最後，在資料分析上，學生科學概念試題成績會採用 SPSS 做統計分析；繪製各種關係圖與比較圖。

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

100%。

五、研究成果

(一) 前後測結果分析

1. 滲透壓概念教學與實驗之結果分析

首先分析學生的滲透壓概念分數之前、中、後測平均數及標準差，如表二。由表二可知，學生的中測成績有大約平均 7 分進步，後測的成績有大約平均 29 分的進步。

表二 滲透壓概念分數的前、中、後測平均數及標準差

滲透壓概念前測		滲透壓概念中測		滲透壓概念後測	
平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
31.43	26.10	38.57	28.54	60.0	21.6

接續使用 Wilcoxon 符號檢定分析滲透壓概念的分數，滲透壓概念前、中、後測分數分析表三。由表可知學生在教學前-後、教學中-後之滲透壓概念分數皆有顯著差異，教學前-中的滲透壓概念沒有顯著差異。此結果顯示出進行第一次教學與實驗之後進行測試，無法明顯提升學生學習成效，需要在實驗後再進行第二次教學，才能提升明顯提升學生的滲透壓概念學習成效。

表三 滲透壓概念前、中、後測分數分析

滲透壓概念	<i>z</i>	<i>p</i>
前測-中測	-1.09	.276
前測-後測	-2.40	<.05
中測-後測	-2.40	<.05

2. 梅納反應教學與實驗之結果分析

表四為梅納反應概念分數的前後測分析表，由表四可知學生的梅納反應概念後測成績較前測有大約平均 30 分進步，接續使用 Wilcoxon 符號檢定分析梅納反應概念的分數，分析結果顯示學生在教學前-後之梅納反應概念分數有顯著差異。此結果顯示在實驗後再進行第二次教學，能提升明顯提升學生的梅納反應概念學習成效。

表四 梅納反應概念分數的前後測分析表

前測		後測		前測-後測	
平均數	標準差	平均數	標準差	<i>z</i>	<i>p</i>
32.28	12.91	62.71	18.91	-2.20	<.05

3. 晶球化概念教學與實驗之結果分析

表五為晶球化概念分數的前後測分析表，由表四可知學生的晶球化概念後測成績較前測有大約平均 18 分進步，接續使用 Wilcoxon 符號檢定分析晶球化概念的分數，分析結果顯示學生在教學前-後之晶球化反應概念分數有顯著差異。此結果顯示在實驗後再進行第二次教學，能提升明顯提升學生的晶球化概念學習成效。

表五 晶球化概念分數的前後測分析表

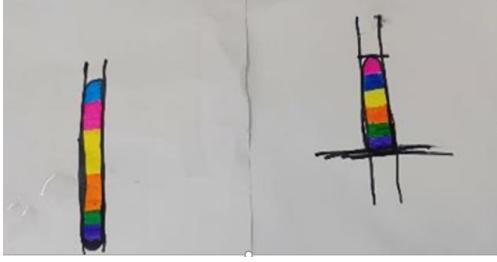
前測		後測		前測-後測	
平均數	標準差	平均數	標準差	<i>z</i>	<i>p</i>
44.28	18.13	62.86	25.63	-2.03	<.05

由以上三個教學實驗研究結果可知，「教學後進行動手做實驗」的教學順序並不能顯著提升聽障學生的學習成效，因為聽障學生的學習管道較為受限，因此在實驗後還要再次解釋實驗結果以及科學概念，才能彌補聽障學生因聽覺受限而導致的學習不利。而本研究實施的跨領域動手做科學課程，可以顯著提升聽障學生的科學學習成效。

(二) 課程活動照片

1. 糖的甜度實驗	
	
調配出不同甜度的麥茶	使用甜度計測量糖的甜度
	
將每次的結果記錄下來	討論甜度計的數值與試喝的結果

2. 密度實驗

	
規劃與設計漸層溶液	成功做出漸層溶液
	
使用小田園食材製作漸層飲料	檸檬香蜂草蔓越莓汁與甜菊葉紅茶

3. 滲透壓實驗

	
上網查看與討論泡菜的做法	將白蘿蔔切丁



加入鹽讓高麗菜脫水

加入大量糖讓蘿蔔脫水

4. 晶球化實驗



秤重海藻酸鈉與乳酸鈣



用攪拌機攪拌海藻酸鈉溶液

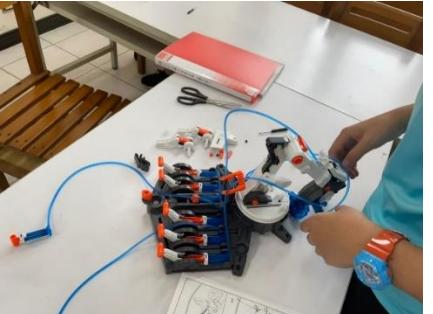


用滴管將黑糖海藻酸鈉溶液
滴入乳酸鈣溶液中

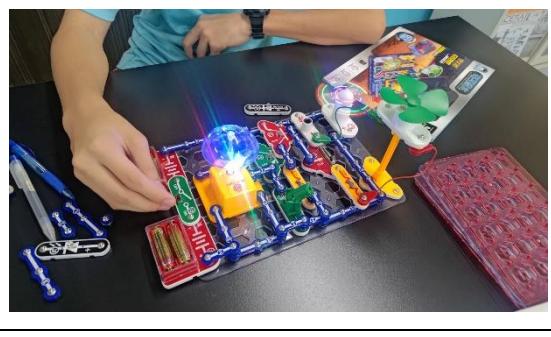
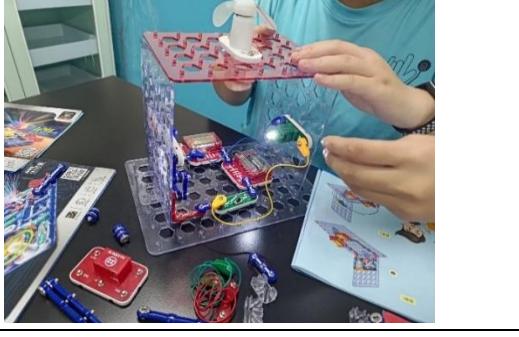
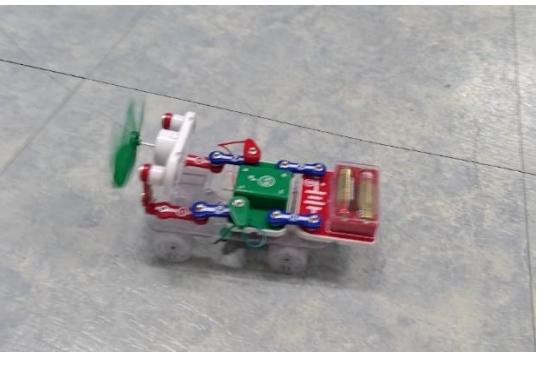
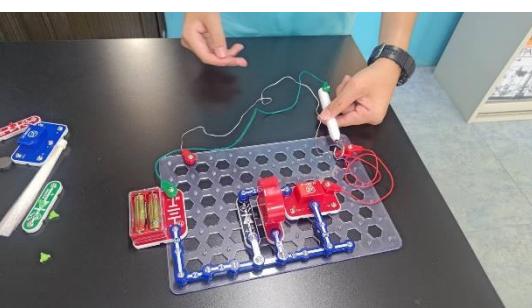


過濾晶球化的黑糖球

	
<p>試喝黑糖球飲料</p>	<p>用湯匙將乳酸鈣胡蘿蔔溶液 慢慢浸入海藻酸鈉溶液</p>
	
<p>將優格慢慢浸入海藻酸鈉溶液</p>	<p>將晶球化蘿蔔汁與優格組合後 再慢慢浸入海藻酸鈉溶液</p>
	
<p>組合成優格胡蘿蔔太陽蛋</p>	<p>加上巧克力醬更美味</p>
<h3>5. 梅納反應實驗</h3>	
	
<p>使用藥勺取藥品秤重</p>	<p>測量蛋液 pH 值</p>

	
<p>將調配好的蛋黃液塗在酥皮上</p>	<p>選出烤色最佳的蛋黃酥</p>
	
<p>使用 Color Grab APP 分析蛋黃酥顏色</p>	<p>小組討論專題研究報告</p>
<h3>6. 液壓實驗-液壓手臂</h3>	
	
<p>學生將膠針筒注滿水</p>	<p>連結膠針筒、膠管與控制桿接駁氣缸</p>
	
<p>測試膠針筒、膠管與關節之連結</p>	<p>組裝液壓雲梯車零件</p>

	
連結膠針筒、膠管與升降梯	測試與修正液壓雲梯車
7. 電學實驗(1)	
	
討論如何看電路圖	組成簡單電路
	
小組合作與討論	組成串聯與並聯電路
8. 電學實驗(2)	

	
組成複雜電路	組成立體模型電路
	
將燈、電扇、飛碟組成創意電路	組成風力車
	
組成電流急急棒	組成太陽能屋

(二)辦理相關研習

辦理 3 場次線上科學教育研習，演講題目各為:1.科學閱讀、2.科學寫作、3. 生物繪畫。各場次約有 20 人參加，研習照片如下:

1. 科學閱讀



科學閱讀

探索自然之美：科學、寫作、繪畫

高雄市立七賢國民中學
自然領域生物科
林佳弘老師

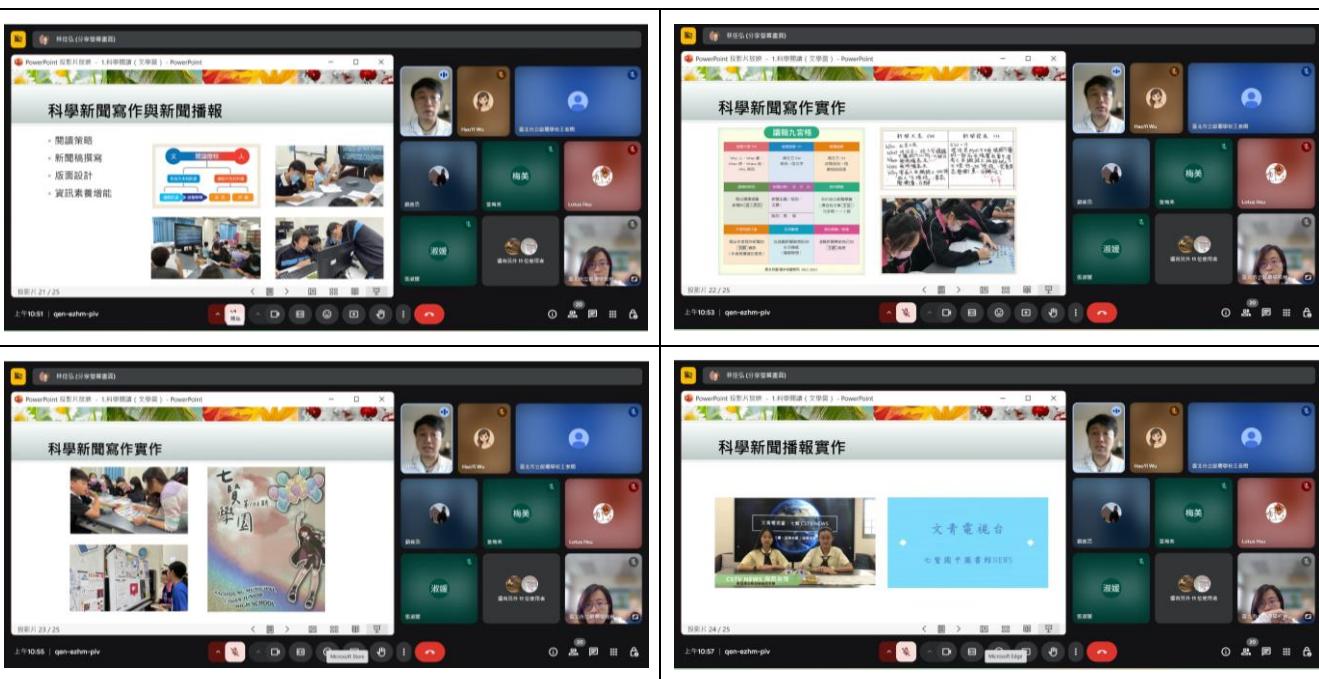
科學新聞科普識讀

科學新聞識讀力
思辨科學偽新聞

科學新聞相關關鍵字 內容農場 Content farm

- 假新聞 Fake News
- 假消息 Hoax
- 虛構報導 Fabricated Report
- 不實報導 False Reporting
- 不實敘述 False Narrative
- 點擊誘餌 Clickbait
- 社交媒體操控 Social Media Manipulation

2. 科學寫作



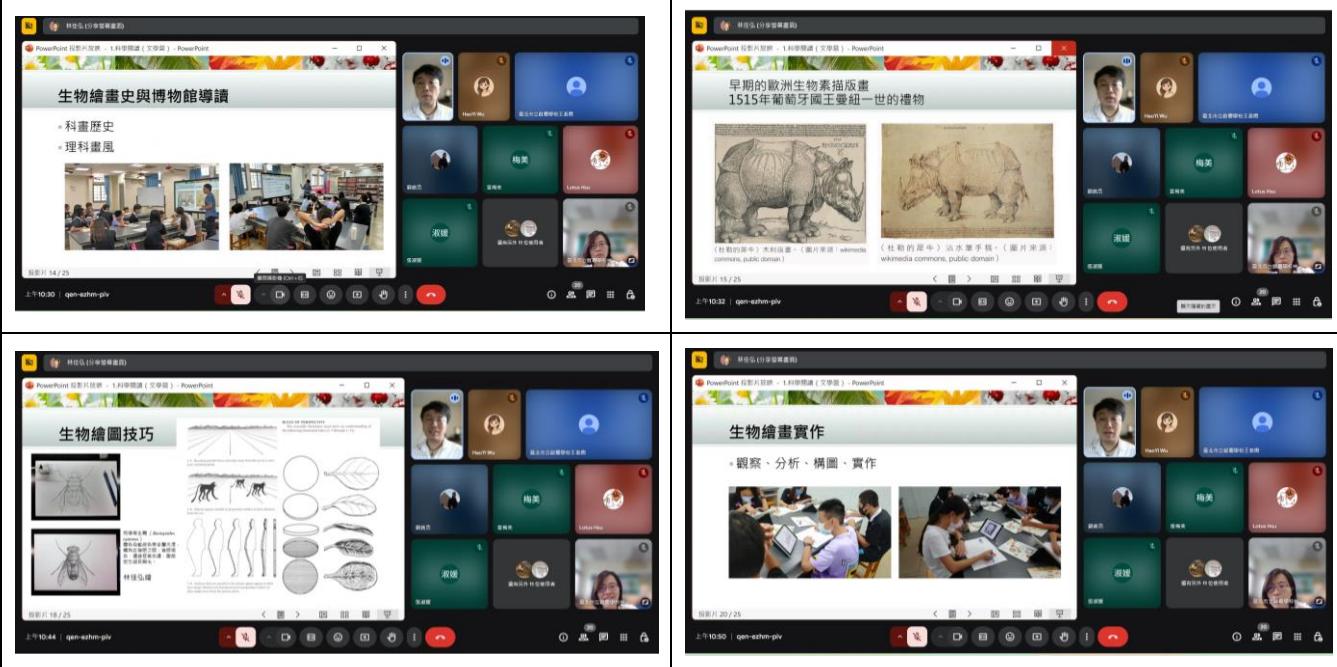
科學新聞寫作與新聞播報

- 閱讀策略
- 新聞易撰寫
- 版面設計
- 資訊素養增能

科學新聞寫作實作

科學新聞播報實作

3. 生物繪畫



六、檢討

聽障學生因為聽覺受損，而會影響上課吸收的效果，造成聽障學生較容易聽不懂或是分心，而且，聽障生在實驗操作時不易聽到老師立即的提醒，因此較容易發生危險，所以如有教學協同老師或教學助教的協助，就可以立即提醒學生，避免造成實驗危險。因此筆者希望未來如果辦理科學動手做活動，能每四位學生配有一名教學協同老師或教學助教，期待透過教學助教的協助，可以讓科學實驗進行得更安全且順利。

本團隊已經向教育部申請「以跨領域動手做科學課程提升聽覺障礙學生的科學素養與學習成就之研究」第二年計畫，期待在新的學年可以更有規劃的執行跨領域的動手作科學活動，並與家政、科技、數學老師一同設計更生活化的課程，期望此能提升學生對科學課程之興趣與自信心，也期待學生能完成科學專題報告，並能提升閱讀寫作能力與表達力，進而能參加校外科學相關競賽。