

教育部 114 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

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(第二年)		
主持人：	張倩予	電子信箱：	Jiaying0504@gmail.com
共同主持人：	林佳穎		
執行單位：	台北市立啟聰學校		

一、研究計畫之背景及目的：

一、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(第二年)。

二、研究計畫之背景及目的：

(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。「十二年國民基本教育課程綱-自然科學領域」內容提及國民需要具備科學素養, 能了解科學的貢獻與限制、能善用科學知識與方法、能以理性積極的態度與創新

的思維，面對日常生活中各種與科學有關的問題，能做出評論、判斷及行動。各學習階段應重視並貫徹「探究與實作」的精神與方法，提供學生統整的學習經驗，並強調跨領域/科目間的整合。科學學習的內容必須考量當今科學知識快速成長，以及科學、科技與其他領域/科目相互滲透融合等事實。在課程教材的組織與選擇要重視縱向的連貫與橫向的統整。根據各學習階段學生的特質，選擇核心概念，再透過跨科概念與社會性科學議題，讓學生經由探究、專題製作等多元途徑獲得深度的學習，以培養科學素養。

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。但是現今的 STEM 課程有越來越變質的傾向，STEM 課程中常常都在組裝材料包，並且透過錯誤嘗試來解決問題。本團隊認為這是因為 STEM 課程中的科學與數學所佔的份量越來越少，所以即便是 STEM 動手作課程，如果缺乏良好的設計，可能會變成訓練技藝的課程，而幾乎沒有科學和數學的知識學習。

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，本團隊以科學探究與實作為基礎，設計一套適合國高中聽覺障礙學生使用的「跨領域動手做科學課程」，提供一個公平的機會給聽障學生，讓學生能透過科學探究活動來學習科學，進而提升學生的科學素養、學習動機以及學習科學的成就。

本研究的研究目的如下：

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

三、研究方法、步驟及預定進度：

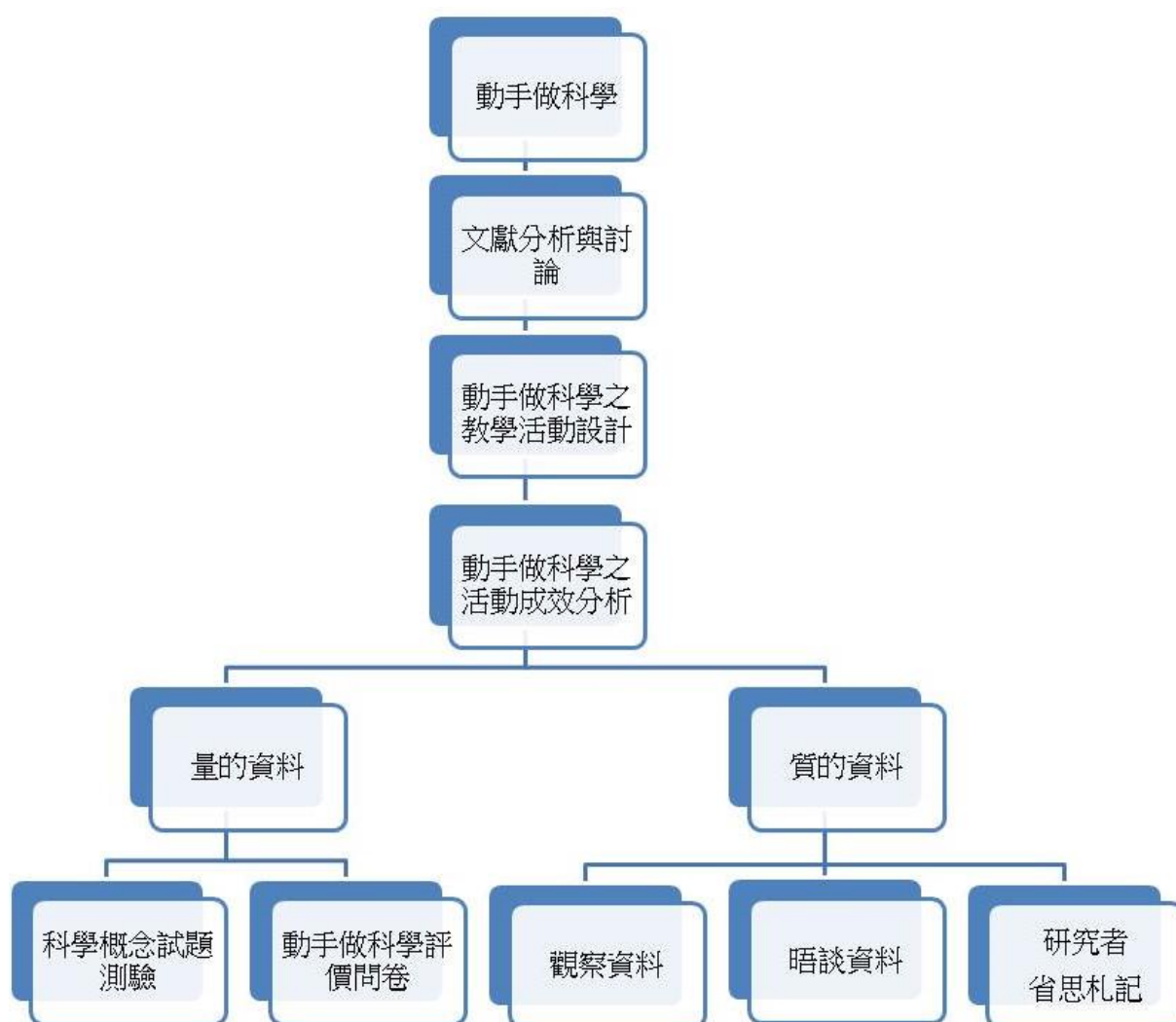
(一) 研究架構

本團隊於 111 學年度進行以「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，於每周三下午五、六節開設國小部科學社團，並進行融合教學，讓外校普通生至啟聰學校參與科學社團。該研究專題之題目為「高 CP 值蛋黃酥-黃金比例的全蛋液」，參加臺北市第 56 屆中小學科學展覽會獲得優等獎、團隊合作獎和創意獎。

112 學年度持續進行以「動手做科學課程（第二年）」，與家政課和科技課教師規劃跨領域動手做科學課程，研究對象為高職部二年級與國中部七、八、九年級的學生，共計約 40 人。

113 學年度本團隊與科學、數學、家政和科技教師合作開發「跨領域動手做科學課程」，帶領學生進行科學探究活動，完成專題報告並報名台北市科學展覽競賽。

114 學年度本團隊預計持續開發「跨領域動手做科學課程」，課程包含數學、科學、家政與科技等領域，研究架構如下：



(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高職部二年級與國中部七、八、九年級的學生，共計約40人。

(三) 教學設計

本研究的動手做科學的教學活動預計分為 10 個單元，共計 30 堂課，前三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，後七個單位要帶領學生探究科學，並能自行設計實驗，最後產出簡單的科學專題報告。

本研究的研究設計如下：

教學前	教學中	教學後
1. 科學概念前測 2. 教學前晤談 3. 教學前科學素養問卷 4. 研究者的省思札記	1. 自然科學課程教學 (30 堂課) 2. 作業單 3. 研究者的省思札記	1. 科學概念後測 2. 教學後晤談 3. 教學後科學素養問卷 4. 研究者的省思札記

本次課程重點為跨領域的 STEM 課程，與科學、數學、家政和科技老師共同執行課程，單元內容如下：

活動名稱	科學原理與知識
1.植物種植實驗	1.生物的生殖可分為有性生殖與無性生殖，有性生殖產生的子代其性狀和親代差異較大。 2.瞭解植物繁殖方式： (1)瞭解植物可利用種子進行有性生殖，利用根莖葉進行無性繁殖。 (2)瞭解地瓜葉可使用莖繁殖也可以使用塊根，使用莖繁殖出新個體的方式稱為扦插。 (3)瞭解韭菜可使用種子繁殖與分株繁殖。 (4)瞭解薄荷、檸檬香蜂草、甜菊葉可使用莖繁殖出新個體。
2.密度實驗	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.瞭解質量、體積與密度之間的關係。 3.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. 酵素催化實驗	<p>生物經由酵素的催化進行新陳代謝。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹酵素功能，讓學生瞭解可以加入鳳梨汁與木瓜汁，透過酵素催化作用，使肉質變軟嫩。 2. 介紹川燙後再冷凍蔬菜，能抑制酵素作用而保留養分，並會改變質地使蔬菜變軟。
4. 豆腐入味實驗	<ol style="list-style-type: none"> 1. 滲透作用原理：當豆腐放入鹽水中時，因為豆腐內部鹽分濃度較低、外部鹽水濃度較高，鹽分會由高濃度向低濃度擴散，使豆腐更容易入味。 2. 擴散作用：鹽水中的鈉離子與氯離子會透過豆腐內部的微小孔隙向內移動，使調味不只停留在表面，而能進入豆腐內部。 3. 溫度對分子運動的影響：加熱鹽水會使水分子與鹽分子運動速度加快，提升擴散效率，因此以鹽水煮豆腐比單純浸泡更容易入味。 4. 蛋白質結構變化：鹽分與熱會使豆腐中的大豆蛋白結構稍微穩定，減少豆腐破碎，同時改善口感，使豆腐吃起來較為紮實。
5. 烘焙中的數學	<ol style="list-style-type: none"> 1. 理解 A:B 的比例關係：應用比例放大或縮小食譜內容。 2. 單位換算：能理解與換算質量 (g 和 kg)、體積 (ml 和 L) 與容量 (杯和湯匙)。 3. 基本計算：分數與小數換算，四則運算與食材比例計算。 4. 溫度換算：瞭解攝氏與華氏溫度換算。 5. 體積與面積：瞭解模具體積如何計算，瞭解如何鬆餅切分與切分角度，瞭解如何在烤盤上放入最多的餅乾。
6. 豆花製作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 膠體溶液 (豆漿) 內加入與其粒子電性相反的離子 (石膏粉、鹽滷)，使添加的離子包住膠體溶液的粒子，於是原本分散懸浮的膠體就會凝聚在一起而形成沉澱的現象。 2. 在豆漿中加入酸性物質，豆漿中蛋白質變性而凝固沉澱。 3. 比例關係：瞭解並計算出豆漿要加多少凝固劑。 4. 產量與體積計算：瞭解黃豆多少克可以產出多少豆漿，並計算出產量。 5. 瞭解凝固劑濃度、加熱時間、凝固狀態與口感之間的關聯，並繪製成圖表。

7.梅納反應實驗	<p>1.「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，例如烘咖啡、炒洋蔥、烤麵包、煎牛排，會有褐色色澤與香氣。</p> <p>2.烘焙時會塗上蛋黃增加色澤，但丟棄蛋白造成浪費。請嘗試在全蛋中加入油脂、醣類、鹼性物質、增色劑等材料，看看烘烤的色澤是否會接近使用蛋黃的色澤。</p> <p>3.咖啡烘焙:瞭解咖啡烘焙原理，包含梅納反應、焦糖化反應、氣體釋放。</p> <p>4.質量與密度:瞭解烘烤後咖啡豆的質量損失與密度變化，並能計算與繪製出圖表。</p>
8.晶球化實驗	<p>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。</p> <p>2.比例與濃度:瞭解配置藥劑時的濃度與比例。</p> <p>3.探討不同的時間、pH 值、濃度對晶球化的影響。</p> <p>4.體積與口感:測量晶球直徑，計算出體積並繪製成圖表，分析體積與口感的關聯。</p>
9.肉類電導度實驗	<p>1.肉類熟度高，組織被破壞後離子會釋放出，使得電導度增加。</p> <p>2.肉類腐敗細菌增生，分解蛋白質與細胞膜，使得初始電導度增加。</p> <p>3.探討肉類在不同溫度烹煮下的口感，並討論可否用導電度測量熟度，並繪製出圖表。</p> <p>4.探討肉在室溫下放置時間的長短與電導度之關聯，並討論可否用導電度測量新鮮度，並繪製出圖表。</p>
9.電學實驗(1)	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
10.電學實驗(2)	<p>1.瞭解簡單電路圖，並能依照簡單電路圖組裝成品。</p> <p>2.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。</p>

(四) 研究方法與研究工具

本研究使用觀察法、科學概念試題、問卷調查法、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) 研究步驟與預期進度

準備階段	114.08~114.09
<ul style="list-style-type: none">• 收集資料、文獻探討	
活動設計階段	114.10~114.11
<ul style="list-style-type: none">• 選定數個合適的動手做科學活動• 依據學生的特質微調動手做科學活動• 設計科學概念試題、設計動手做科學活動評價問卷、設計晤談問題	
正式教學階段	114.12~115.03
<ul style="list-style-type: none">• 晤談學生對科學的概念與興趣• 進行動手做科學活動• 進行活動後科學概念試題測驗、進行活動後晤談、填寫動手做科學活動評價問卷	
資料分析階段	115.04~115.05
<ul style="list-style-type: none">• 登錄資料、轉錄文字、資料分析	
撰寫報告階段	115.06~115.07
<ul style="list-style-type: none">• 纂寫研究結果• 完成研究報告	

(四)研究方法與研究工具

本研究使用觀察法、科學概念試題、問卷調查法、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。

二、執行進度（請評估目前完成的百分比）

50%。

三、預期成果

- 1、「跨領域動手做科學課程」能提供聽障學生一個公平的學習科學的機會。
- 2、「跨領域動手做科學課程」能引發聽障學生學習科學的興趣。
- 3、「跨領域動手做科學課程」能促使聽障學生對科學具有正面態度。
- 4、「跨領域動手做科學課程」能增進聽障學生學習科學的成效。
- 5、「跨領域動手做科學課程」能提昇聽障學生的科學素養。
- 6、透過本研究的拋磚引玉，讓各界能更重視聽障科學教育。
- 7、完成研究報告。