

教育部 112 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：	透過「手語擴增實境桌遊」以提升聽覺障礙學生的科學史概念之研究		
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)教育政策的推動與改變

為關懷特殊族群之科學教育，並使特殊教育和普通教育接軌，教育部（2003）頒佈「科學教育白皮書」，提及應關懷特殊族群的科學教育，並給予身心障礙學生公平且適合其個別差異的科學教育機會；並於2008年頒布「高級中等以下學校特殊教育課程發展共同原則及課程大綱」，提及應以普通教育課程為特殊教育學生設計課程之首要考量，並設計符合身心障礙學生特殊需求的補救或功能性課程。教育部於2018年頒布「十二年國民基本教育-特殊教育課程實施規範」，此實施規範明定教師需瞭解身心障礙學生的個別需求和能力，並能依學生的需求和能力研發課程。從以上資料可知，近年來台灣的教育政策是期望能在教育現場提供特殊學生公平和適性的科學教育機會。近年也來越來越多學者關注於聽障學生的科學學習和科學教育，也有許多學者提出聽障者學習科學的教學建議，期望能提供聽障生友善的學習環境和公平的學習機會（Easterbrooks & Stephenson, 2006; Mangrubang, 2004; Moores, Jathro, & Creech, 2001; Qi, & Mitchell, 2012）。

(二)聽障學生的能力與需求

本研究希望能提供聽覺障礙學生一個公平和適性的教育機會，研究所指之聽覺障礙學生是由於聽覺器官的構造缺損或功能異常，導致聽覺能力受到限制者。聽障學生的智

力正常，在學習上主要依靠**視覺**線索或是其他**感官訊息**來幫助學習。但在一般科學課堂中，充滿快速的講述內容與不斷的解題練習，教師的教學進度也不可能為聽障學生做調整（只能做補救教學），因為難以跟上老師快速的教課內容，小部分聽障學生會回家自行閱讀來學習，大部分聽障學生很快的就**放棄了科學**。對聽障學生而言科學很難學習嗎？筆者認為對於聽障學生而言，科學真的很難學習！因為學習科學除了需要數學能力與抽象思考能力外，也需要具備良好的閱讀能力。

Trybus 與 Karchmer (1977) 對美國1543個聽覺障礙學生進行研究，發現九歲的聽覺障礙學生閱讀能力約等於二年級生，二十歲的聽覺障礙學生其閱讀能力約等於五年級生（林寶貴、李真賢，1987）。Easterbrooks 和 Huston (2001) 長期的研究報告指出，聽覺障礙學生在高中職畢業時，其閱讀能力平均相當於**四年級**的閱讀水準。國內許多研究亦顯示聽障學生的語文能力平均低於普通學生二至三個年級（林寶貴、黃玉枝，1997）。由以上研究可知，但是，聽障生的閱讀能力普遍低落，因此提升聽障學生的科學閱讀能力也是科學教學中的一大重要議題。

（三）科學閱讀

傳統的科學素養內涵中較少提及科學閱讀之重要性，教師在教學上也容易忽略科學文本的表徵意涵，使得學生容易產生閱讀上的困難（Norris & Phillips, 2003）。近年來科學教育開始重視科學文本理解，閱讀科學文本也逐漸成為重要的科學素養（Pearson, Moje, & Greenleaf, 2010）。但是科學文本為了表達科學專有知識或理論，文本內容常會出現不同於日常生活的語言或詞彙，使得閱讀科學文本變成困難的解謎活動（陳世文和楊文金，2006）。對閱讀能力未超過國小三與四年級的程度之高中聽障而言，閱讀科學文本必然是一件困難的事情。要如何幫助閱讀理解力較為薄弱的聽覺障礙學生呢？筆者認為可以從語言學切入，以系統功能語言學（systemic functional linguistics; SFL）為基礎來設計出適合聽障學生閱讀的文本。研究在103年的科教專案計畫中，已經使用斷詞測驗以及科學語言遊戲等課程，來教導聽障學生閱讀科學文本。研究結果也顯示出透過斷詞測驗可以瞭解每位學生不懂的名詞與小句，透過科學語言遊戲可以增進學生的科學閱

讀能力以及科學概念的理解。而本次研究，筆者想要透過科技輔具，來幫助聽障生閱讀科學文本。

（四）手語與科技輔具

筆者於啟聰學校任教自然科已經17年，在多年的教學中發現，當老師使用手語來教科學概念時，學生可以較快速的明白科學概念，但是當科學概念用文字呈現時，學生卻無法馬上聯想這個文字是剛剛手語所解釋的概念。特別是當進行紙筆測驗時，聽障生因為無法理解題目的意義，所以成績會明顯低於一般學生！Easterbrooks 和 Stephenson（2006）認為應該要提供聽障學生**中介的文本**，來協助學生建立知識，並能讓學生使用科學專有名詞來溝通。筆者也認為在聽障教育最大的問題就是無法提供一個中介的文本讓學生閱讀。許多老師採取簡化課程內容的方式來教導聽障生，但這樣卻讓學生學得更片段也更不明白科學的概念。

善用科技可以創造較無障礙的學習環境，以及提供符合學生個別需求的教學內容，已有許多研究指出科技融入教學可提升聽障生學習科學之成就（邱淑明，2004；黃玉枝，2016；Barman & Stockton, 2002; Roald, 2002），因此本研究認為應該可以使用新興科技協助聽覺障礙學生之科學學習，以增進學生的科學知識。筆者認為應該要利用科技，讓手語解釋與課文文本同時呈現在同一個空間中，讓學生可以透過不斷的反覆觀看手語解釋及科學文本，進而慢慢學習科學專有名詞以及科學概念。所以，本研究要利用擴增實境技術建立一套手語桌遊，讓聽障學生在閱讀與遊玩時，也可以同時觀看手語解釋，就像有隨身手語翻譯員一般！也讓學生善於使用行動科技（平板），達到時時刻刻都可以學習科學。

筆者一直確信，聽障學生只是跑的比較慢，只要不放棄，總有一天他們會跟上的！如果我們能教導聽障學生閱讀科學文本的方法，以及建立結合手語的擴增實境教材，讓學生能夠自由且反覆的閱讀文章，或許他們就能夠透過閱讀來學習新知、獲得成就感、建立自信心，進而養成終身閱讀的好習慣。基於以上理由，筆者的研究目的與研究問題為以下幾點：

研究目的

- 1.瞭解手語擴增實境桌遊對於高中聽障學生學習科學史之影響。
- 2.瞭解手語擴增實境桌遊對於高中聽障學生的科學本質之影響。
- 3.瞭解手語擴增實境桌遊對於高中聽障學生的科學態度之影響。
- 4.瞭解手語擴增實境桌遊對於高中聽障學生的科學興趣之影響。
- 5.瞭解閱讀能力與高中聽障學生的科學史之影響、科學本質、科學態度與科學興趣之關聯性。
- 6.研發手語擴增實境桌遊。

研究問題

1. 透過手語擴增實境桌遊能否增進高中聽障學生之科學史概念理解能力?
2. 透過手語擴增實境桌遊能否增進高中聽障學生之科學本質之理解能力?
3. 透過手語擴增實境桌遊能否增進高中聽障學生之科學態度之理解能力?
4. 透過手語擴增實境桌遊能否增進高中聽障學生之科學興趣之理解能力?
5. 閱讀能力與高中聽障學生的科學史學業成就、科學本質、科學態度與科學興趣之關聯性為何?

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4位計畫成員:自然科老師、數學科老師、手語老師以及設備組長。本計畫主要由自然科老師主導，負責課程與活動的設計，為主要授課教師；數學科老師協助課程開發；手語老師協助將科學史文本拍成手語影片；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

本研究之教學單元為物理科學史，理論依據為系統功能語言學與斷詞法，本研究先進行文本分析及手語擴增實境桌遊製作，再進行手語擴增實境桌遊教學與前中後測驗，最後分析兩組學生的科學史概念試題與科學本質試題之分數。架構圖如下：



圖一 研究架構圖

（二）研究方法與理論基礎

1. 文本分析

本研究的依據 Halliday 等人所提出的系統功能語言學來分析文本，將文本內容一句

句的分析。在小句分析時，會將名詞組的成分分類，分為「過程」、「參與者」、「環境成分」、「人際成分」、「連接詞」與「零代詞」，而文本分析重點會在於「連結詞」與「零代詞」，分析例子如下圖。

第二段									
2-1-1	有些生物 參與者	可 人際成分	經由細胞分裂 環境成分			產生 過程	新個體 參與者		
2-1-2	例如 連接詞		變形蟲 參與者						
2-2-1	多細胞生物 參與者	可 人際成分	經由細胞分裂 環境成分			產生 過程	新細胞 參與者		
2-2-2	Ø零代 詞	使	個體生長	Ø零代 詞	更新	衰老的 細胞	或	修補受傷 的組織	
	承前一 句命名	過程	參與者	承前一 句命名	過程	參與者	連接詞	參與者	
2-2-3	例如	人體的皮膚細胞		經常			磨損而脫落		
	連接詞	參與者		人際成分			過程		
2-2-4	所以	Ø零代詞	必須	行	細胞分裂	產生	新細胞	來	遞補
	連接詞	承前一 句命名	人際 成分	過程	環境成分	過程	參與者	人際 成分	過程

圖二 文本分析例子

2. 中研院斷詞系統

利用中研院 CKIP 的中文斷詞系統，將遺傳概念的文本中的名詞組作斷詞，並輔以人工來分析斷詞結果，此斷詞結果即可視為科學文本之正確的斷詞。依據修正過的 CKIP 斷詞結果，即可以分析出學生進行斷詞時的困難點，這些困難點可以做為文本分析、手語擴增實境桌遊設計以及個別化教學重點的參考。斷詞範例如下：

/2-1/遺傳/與/基因/

/圖/2-1/中/有/一/隻/幼犬/和/兩/對/不同/體型/及/外表/的/成犬/，/你/如何/判斷/幼犬/為/哪/一/隻/成犬/的/下一代/呢/？

/豌豆/莖/的/高度/、/果蠅/眼睛/的/顏色/與/人類/的/血型/等/，/稱為/性狀/。/性狀/在/同一/種/生物/的/不同/個體/間/，/可能/會/有/不同/的/表現/型式/，/以/果蠅/為/例/，/眼睛/的/顏色/是/一/種/性狀/，/不同/的/果蠅/有/紅眼/或/白眼/之/分/，/則/是/性狀/的/不同/表現/。/但/並非/所有/性狀/都/可以/直接/觀察/，/例如/：/人類/的/ABO/血型/，/必須/進一步/檢測/才/能/確知/。

/生物/個體/性狀/的/表現/型式/，/在/生殖/的/過程/中/會/傳遞給/子代/，/這/種/現象/稱為/遺傳/。/最早/提出/遺傳/基本/原理/的/學者/是/十九世紀/奧地利籍/的/孟德爾/，/因此/孟德爾/被/尊稱為/「遺傳學之父」/。

由學生的斷詞例子如圖三，圖中的斷詞結果，可以得知學生對於「有些」、「細胞分裂」、「新個體」、「可...經由」、「更新」、「磨損」、「脫落」等詞彙的斷詞結果有錯誤，所以這些詞彙與句子可以做為手語擴增實境桌遊教材以及學生個別化教學的要點！

有些生物可經由細胞分裂產生新個體，例如變形蟲。多細胞生物可經由細胞分裂產生新細胞，使個體生長、更新衰老的細胞或修補受傷的組織，例如人體的皮膚細胞經常磨損而脫落，所以必須行細胞分裂產生新細胞來遞補。

圖三 斷詞例子

3. 科學本質與科學史教學

(1) 科學本質之涵義

培養與發展學生對科學本質之理解已是各國一致認同的重要目標（American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1989, 1993；McComas & Olson, 1998; NRC, 1996；教育部，2018）。教育部（2018）與美國科學促進會（AAAS, 1993）將瞭解科學本質列為是具有科學素養公民之重要特徵，並且呼籲科學教育學者以及教師應注重於培養學生對科學本質之瞭解。

Smith 和 Scharmann（1999）歸納1965年至1993年發表之科學本質相關文獻，整理出科學研究之目的與過程以及科學理論的價值判斷標準，其中在科學研究之目的與過程包括經驗性、可測試性、重複性、暫時性和自我修正性；在科學理論在價值評斷準則包括解釋力（the largest explanatory power）、預測力（predictive power）、創造力（fecundity）、包容性（open-minded）、簡明性（parsimony）、邏輯一致性（logical coherence）和質疑性（skepticism）。美國科學促進會（American Association for the Advancement of Science,

[AAAS], 1989) 將科學本質分為三大範疇，包含了科學的世界觀、科學探究活動與科學事業。林陳涌 (1996) 研究則將科學本質分為科學知識、科學方法、以及科學事業。邱明富與高慧蓮 (2006) 研究將科學本質分為科學知識、科學探究以及科學事業。許綺婷 (2015) 將科學本質內容區分為科學知識、科學方法、科學事業三大面向，在科學知識方面，包括科學知識的暫時性、科學知識的驗證性、科學知識的極限；在科學方法方面，包括科學研究具有主觀的因素、科學方法的多元性、定律和理論、創造性；在科學事業方面，包括科學與社會、不同文化人們對科學都有貢獻、科學與技學會相互影響、科學社群。綜合以上可知，科學本質主要應可包含科學知識、科學方法與科學事業三大範疇。

Abd-El-Khalick (2005) 認為科學本質具有複雜性、多面向性以及動態性之特質。有學者認為應提供中小學生之科學本質內容，應為各科教專家研究中具較一致共識的部分 (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003)。也有學者認為中小學階段應該教導較少爭議的科學本質，例如科學知識是有暫時性的特徵、科學知識是基於觀察的經驗基礎、科學觀察是理論負載的 (theory-laden)、科學知識是包含人類的推論、想像力和創造力、以及科學知識是受到社會的影響 (McComas, Almazroa & Clough, 1998)。也有些學者提出七項與日常生活相關、適合中小學生學習、應在科學課程中多強調的科學本質觀點包含科學知識的暫時性、科學知識具有實徵性、科學知識是主觀的、科學知識大部分是人類推論、想像、創造出來的產物、科學知識受社會與文化影響、觀察與推論的區別以及論與定律的功能及關係 (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Akerson, Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000)。此外，也有研究者提出科學本質的教學方式有很多種，例如透過探究活動、科學對話和科學史等方式來教導科學本質 (林淑榕、劉聖忠、黃茂在、陳素芬和張文華，2008)。

(2) 科學史教學

許多國內外研究皆顯示出科學史教學可以提升學生的科學本質，學習態度與學習興趣。國外研究者 Solomon, Duveen, Scot 和 McCarthy (1992) 以中學生為研究對象，研究結果發現，將科學史融入教學中，能增進學生對科學本質的了解；Dawkins

and Vitale (1999) 使用生物學歷史個案融入教學的模式，訓練八位中學教師如何教導科學本質的概念，結果發現利用歷史個案融入教學中的模式來教導中學生的科學本質概念是可行的；Abd-El-Khalick and Lederman (2000) 研究166 位未畢業、已畢業的學生和15 位職前的國中科學教師，探討科學史課程對學生科學本質觀的影響，發現以外顯 (explicitly) 方式說明有關科學本質，描述相關科學史課程能更有效率的提昇其科學本質的觀點。

國內研究者邱明富 (2003) 探究科學史融入教學後，國小學生之科學本質觀與對科學的態度，研究顯示融入科學史教學的教學模組，其科學本質的認識及增進對科學的態度有顯著提升。鄭子善 (2000) 以國小五年級學生為研究對象，探討科學故事課程對學生影響，研究結果顯示學生的「科學本質觀」與「對科學的態度」無顯著差異；但部分學生原本固執的想法與態度有逐漸鬆動的現象。簡聿成 (2000) 發展「科學史導向電腦輔助教材」，研究發現結此教材能提高學生學習後的興趣。廖麗貞等人 (2000) 設計出「達爾文演化論的發展史」教學課程，以大學生為舊對象，研究結果顯示學生的科學態度更為正向，學生更能瞭解科學本質，並促進學生的「科學的人文關懷與人文的科學素養」，進而增進學習動機與興趣。

4.手語擴增實境桌遊

手語是一種語言。但是手語的文法系統與中文的文法系統並不相同，所以聽障學生在閱讀中文文本時，常常會遭遇到障礙，這種遇到障礙的狀況就像是一般人學習第二外語一樣，一開始一定會有閱讀上的困難。所以，本研究請具有台北市手語翻譯員資格的手語老師協助，先將文本改成自然手語稿，再將此自然手語稿拍攝成手語影片，期望透過此中介文本可以幫助聽障學生閱讀科學文本。自然手語稿如下（“/”代表字詞、“//”代表句號、“^^”代表疑問、“++”代表重複）：

2-1/生/傳/和/顯微鏡/蟲

畫/ 2-1/那/一/狗/孩子（左）/和/這兩對/身體/顏色/不一樣（右）/狗/爸/媽//這兩個

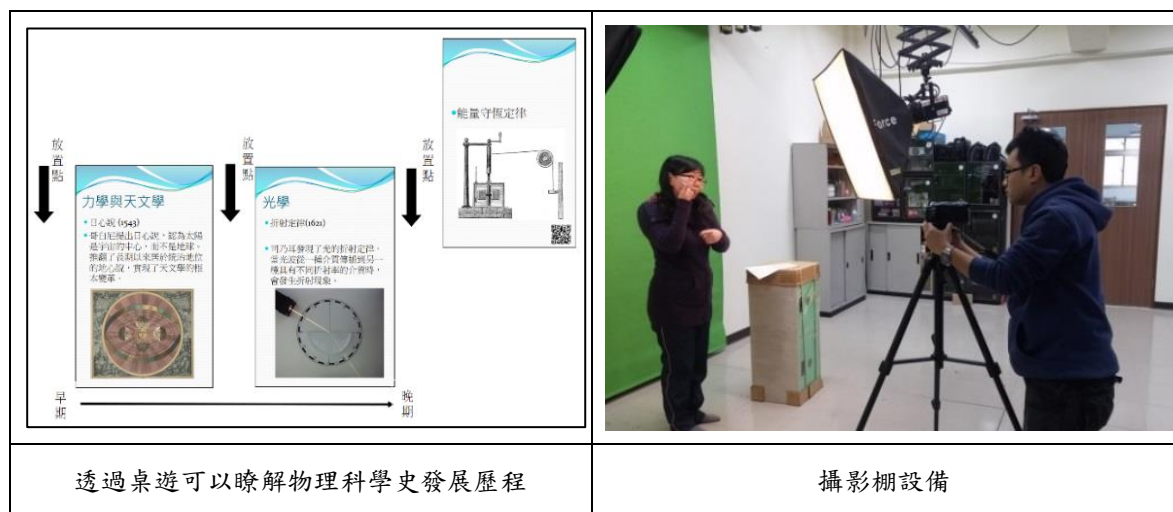
(右)/判斷/這(左)/狗/孩子/生/誰^^

第一/長/豆/莖/高低//第二/水果/蒼蠅/眼睛/顏色//第三/人/耳朵/ABO/種種//這三個/叫作/習慣/狀//習慣/狀/每++/人(左)/狗(右)/貓/各式各樣/群++/看起來/不一樣//假/解釋/水果/蒼蠅/牠/眼睛/顏色/什麼^^/習慣/狀/是//水果/蒼蠅/各式各樣/眼睛/紅/白/不一樣/當然//全部/習慣/狀/看透/清楚^^/不一定//假/解釋/人/耳朵/ABO/種種/顯微鏡/檢查/及格/知道//

人/這個人++/習慣/狀/像/眼睛/頭髮/顏色/不一致//懷孕/生/傳/孩子/會//這/叫作/生/傳//以前/先/提出/這/人/誰^^一八多少/年/時候/奧地利/孟德爾[°]/他/所以/叫作/生/傳/學/之/父//

在手語擴增實境桌遊的設計上，會根據斷詞結果選出重點的名詞、句子和概念，並請老師將這些重點句子打成手語，放在 YouTube 上。讓學生在使用桌遊卡牌同時，也能透過使用平板來掃描桌遊上的 QR Code，立即看到文本的手語翻譯，本校也備有先進攝影棚設備，可以拍攝及剪輯影片，如下圖所示。

	
牌卡右下方有 QR Code	掃描 QR Code 可觀看手語影片



圖四 擴增實境製作與拍攝過程

5. 科學本質量表

本研究參考黃惠娥（2004）研發之科學本質量表。本量表計分方式是採用「李克特式四點量表」（Likert four point scale），每一題由填答者就其內容勾選出一個最符合自己的等級。正向題的計分為「非常同意」給3分、「同意」給2分、「不同意」給1分、「非常不同意」給0分；反向題的計分為「非常同意」給0分、「同意」給1分、「不同意」給2分、「非常不同意」給3分，所有題目得分相加，即為填答者之科學本質、科學態度、科學興趣之總分。本問卷並請一位科學教育博士與一位特教老師協助審查題目。

（三）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。本校高中職部分為高中部、電子商務科、餐飲服務科及多媒體設計四科，班級為小班制，人數皆不超過十人。本研究的研究對象即為高職部二年級的學生，採方便選取兩班13人作為施測對象。

（四）教學設計與資料分析

本研究首先選取13位學生測驗學生的閱讀能力，並進行科學史概念試題與科學本質試題前測，接著進行教學以及科學史概念試題與科學本質試題中測，最後進行科學史概念試題與科學本質試題後測。兩組教學時間皆為六堂課，實驗組（6人）之教學設計為擴增實境桌遊，對照組（7人）之教學設計為科學本質影片與恐龍想像繪圖。教學設計如下表：

表一 教學設計

教學前	教學中	教學後
1. 閱讀能力測驗	1. 實驗組:擴增實境桌遊教學	1. 科學史概念後測
2. 科學史概念前測	(六堂課)	2. 科學本質試題後測
3. 科學本質試題前測	2. 對照組:科學本質影片與恐龍想像繪圖 (六堂課)	
	3. 科學史概念中測	
	4. 科學本質試題中測	

最後，在資料分析上，學生閱讀能力、科學史概念與本質試題成績會採用 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)科學史測驗分數之分析

本節首先分析兩組前測成績是否有顯著差異，使用 Mann-Whitney U 檢定兩組學生之科學史概念分數，結果顯示無顯著差異 ($z=1.554, p=.12$)。接著分析實驗組與對照組的科學史概念分數之前中後測平均數及標準差，實驗組與對照組學生之科學史前中後測平均數及標準差如下表。由表可知實驗組與教學組學生在教學中、後之科學史概念分數皆有進步，兩組學生在教學前平均分數皆為60分以下，教學中平均分數皆有進步，教學後平均分數皆超過60分以上。

表二 兩組學生之科學史前中後測平均數及標準差

	科學史概念前測		科學史概念中測		科學史概念後測	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	28.8333	12.05681	56.8333	12.84394	84.3333	7.65942
對照組	17.0000	11.73314	47.8571	26.35292	73.7143	21.79996

接著採用 Wilcoxon 符號檢定分析實驗組與對照組的組內科學史概念分數，兩組組內科學史概念前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學史概念分數皆有顯著差異，對照組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學史概念分數也皆有顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆可以明顯提升學生的科學史概念學習成效。

表三 兩組組內科學史概念前中後測分數比較

實驗組科學史概念	z	p
前測-中測	-2.214	<.05
前測-後測	-2.207	<.05

中測-後測	-2.201	<.05
對照組科學史概念	<i>z</i>	<i>p</i>
前測-中測	-2.371	<.05
前測-後測	-2.366	<.05
中測-後測	-2.375	<.05

接著採用 Mann-Whitney U 檢定分析實驗組與對照組的組間科學史概念分數，兩組組間科學史概念前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生與對照組兩組學生的教學前-後、教學前-中，教學中-後之科學史概念分數皆沒有顯著差異，顯示出教學中融入「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動對科學史概念的學習成效是沒有明顯差異。

表四 兩組組間科學史概念前中後測分數分析表

科學史概念	<i>z</i>	<i>p</i>
對照-實驗前測	-1.554	.120
對照-實驗中測	-.432	.666
對照-實驗後測	-.575	.565

(二)科學認識分數之分析

本節首先分析兩組前測成績是否有顯著差異，使用 Mann-Whitney U 檢定分析兩組學生之科學認識分數，顯示無顯著差異 ($z=.286, p=.775$)。接著分析實驗組與對照組的科學認識試題成績。首先分析實驗組與對照組學生之科學認識前中後測平均數及標準差如下表。由表可知實驗組與教學組學生在教學中、後之科學認識平均分數差異不明顯，兩組組分數皆有先上升後下降的趨勢。

表五 兩組學生之科學認識前中後測平均數及標準差

	科學認識前測		科學認識中測		科學認識後測	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	56.6667	12.69120	62.0000	16.39512	60.3333	17.21240
對照組	56.7143	10.49943	59.2857	15.78728	56.8571	17.14087

接著採用 Wilcoxon 符號檢定分析實驗組與對照組的組內科學認識分數，兩組組內科學認識前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學認識分數皆無顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆無法明顯提升學生的科學認識的學習成效。

表六 兩組組內科學認識前中後測分數比較

實驗組科學認識	<i>z</i>	<i>p</i>
前測-中測	-1.214	.225
前測-後測	-1.051	.293
中測-後測	-.420	.674
對照組科學認識	<i>z</i>	<i>p</i>
前測-中測	-.841	.400
前測-後測	.000	1.000
中測-後測	-1.792	.073

接著採用 Mann-Whitney U 檢定分析實驗組與對照組的組間科學認識分數，兩組組間科學認識前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生與對照組兩組學生的教學前-後、教學前-中，教學中-後之科學認識分數皆沒有顯著差異，顯示出教學中融入

「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動對科學認識的學習成效是沒有明顯差異。

表七 兩組組間科學認識前中後測分數比較

科學認識	<i>z</i>	<i>p</i>
對照-實驗前測	-.286	.775
對照-實驗中測	-.287	.774
對照-實驗後測	-.143	.886

(三)科學態度分數之分析

本節首先分析兩組前測成績是否有顯著差異，使用 Mann-Whitney U 檢定分析兩組學生之科學態度分數，顯示無顯著差異 ($z=.503, p=.601$)。接著分析實驗組與對照組的科學態度試題成績，實驗組與對照組學生之科學態度前中後測平均數及標準差如下表。由表可知實驗組與教學組學生在教學中、後之科學態度平均分數差異不明顯，實驗組與對照組分數皆有些微上升趨勢。

表八 實驗組與對照組學生之科學態度前中後測平均數及標準差

	科學態度前測		科學態度中測		科學態度後測	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	28.8333	12.05681	26.6667	6.40833	26.3333	5.88784
對照組	22.5714	5.56349	25.4286	5.91205	25.4286	6.21442

接著採用 Wilcoxon 符號檢定分析實驗組與對照組的組內科學態度分數，兩組組內科學態度前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學態度分數皆無顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆無法明顯提升學生的科

學態度的學習成效。

表九 兩組組內科學態度前中後測分數比較

實驗組科學態度	<i>z</i>	<i>p</i>
前測-中測	-1.089	.276
前測-後測	-.954	.340
中測-後測	-.816	.414
對照組科學態度	<i>z</i>	<i>p</i>
前測-中測	-1.706	.088
前測-後測	-1.577	.115
中測-後測	-.105	.916

接著採用 Mann-Whitney U 檢定分析實驗組與對照組的組間科學態度分數，兩組組間科學態度前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生與對照組兩組學生的教學前-後、教學前-中，教學中-後之科學態度分數皆沒有顯著差異，顯示出教學中融入「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動對科學態度的學習成效是沒有明顯差異。

表十 兩組組間科學態度前中後測分數比較

科學態度	<i>z</i>	<i>p</i>
對照-實驗前測	-.503	.615
對照-實驗中測	-.363	.717
對照-實驗後測	-.287	.774

(四)科學興趣分數之分析

本節首先分析兩組前測成績是否有顯著差異，使用 Mann-Whitney U 檢定分析兩組學生之科學興趣分數，顯示無顯著差異 ($z=.573, p=.567$)。分析實驗組與對照組的科學興趣試題成績。首先分析實驗組與對照組學生之科學興趣前中後測平均數及標準差如下表。由表可知實驗組與教學組學生在教學中、後之科學興趣平均分數差異不明顯，實驗組與對照組分數皆有先上升後下降趨勢。

表十一 兩組學生之科學興趣前中後測平均數及標準差

	科學興趣前測		科學興趣中測		科學興趣後測	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	32.1667	7.19491	34.1667	7.30525	34.0000	8.31865
對照組	29.5714	5.82687	34.0000	11.81807	32.2857	5.40723

接著採用 Wilcoxon 符號檢定分析實驗組與對照組的組內科學興趣分數，兩組組內科學興趣前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學興趣分數皆無顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆無法明顯提升學生的科學興趣的學習成效。

表十二 兩組組內科學興趣前中後測分數比較

實驗組科學興趣	z	p
前測-中測	-1.089	.276
前測-後測	-.813	.416
中測-後測	-.137	.891
對照組科學興趣	z	p
前測-中測	-1.214	.225

前測-後測	-1.153	.249
中測-後測	-.632	.527

接著採用 Mann-Whitney U 檢定分析實驗組與對照組的組間科學興趣分數，兩組組間科學興趣前中後測分數分析表如下。由表可知實驗組學生與對照組兩組學生的教學前-後、教學前-中，教學中-後之科學興趣分數皆沒有顯著差異，顯示出教學中融入「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動對科學興趣的學習成效是沒有明顯差異。

表十三 兩組組間科學興趣前中後測分數比較

科學興趣	z	p
對照-實驗前測	-.573	.567
對照-實驗中測	-.215	.830
對照-實驗後測	-.359	.720

(五)科學史概念、閱讀能力與科學本質之相關分析

本節使用 Pearson 相關性分析，來分析科學史概念前中後測分數、閱讀能力分數與科學本質分數之相關，實驗組分析結果如下表。因為一般研究者認為，相關係數0.3以下為低相關，0.3~0.7為中等相關，0.7以上為高度相關，故從研究結果可知，科學史概念前中後分數與閱讀能力分數無明顯相關；科學史概念後測分數與科學興趣前測分數（ $r=-.814$ ）有高度負相關；閱讀能力與科學認識前測（ $r=.819$ ）、科學認識中測（ $r=-.950$ ）、科學認識後測（ $r=-.940$ ）有高度正相關；閱讀能力與科學態度中測（ $r=.950$ ）、科學態度後測（ $r=-.906$ ）有高度正相關。

表十四 實驗組科學概念、閱讀能力與科學本質之相關分析

	科學史概念前測	科學史概念中測	科學史概念後測	閱讀能力
科學概念中測	-.137			
科學概念後測	.339	-.223		
閱讀能力	-.131	.251	-.220	
科學認識前測	-.305	.736	-.375	.819*
科學態度前測	-.312	.721	-.424	0.782
科學興趣前測	.100	.533	-.814*	0.103
科學認識中測	.042	.153	-.123	.950**
科學態度中測	-.223	.505	-.397	.947**
科學興趣中測	.003	.644	-.566	-0.305
科學認識後測	-.382	.458	-.385	.940**
科學態度後測	-.250	.617	-.367	.906*
科學興趣後測	.140	.393	-.552	-0.491

* $p < .05$, ** $p < .001$

本節使用 Pearson 相關性分析，來分析科學史概念前中後測分數、閱讀能力分數與科學本質分數之相關，對照組分析結果如下表。因為一般研究者認為，相關係數 0.3 以下為低相關，0.3~0.7 為中等相關，0.7 以上為高度相關。故從研究結果可知，科學史概念前中後分數與閱讀能力分數無明顯相關；科學史概念中測分數與科學史概念後測 ($r=.785$) 有高度正相關；閱讀能力與科學認識前測 ($r=.970$)、科學認識中測 ($r=-.972$)、科學認識後測 ($r=-.967$) 有高度正相關；閱讀能力與科學態度前測 ($r=.760$)、科學態度後測 ($r=-.918$)、科學態度後測 ($r=-.849$) 有高度正相關。

表十五 對照組科學概念、閱讀能力與科學本質之相關分析

	科學概念前測	科學概念中測	科學概念後測	閱讀能力
科學概念中測	.295			
科學概念後測	.403	.785*		
閱讀能力	.041	-.206	-.171	
科學認識前測	.041	-.272	-.222	.970**
科學態度前測	-.243	.104	-.085	.760*
科學興趣前測	-.317	.178	.446	-.660
科學認識中測	.023	-.267	-.321	.972**
科學態度中測	.026	-.199	-.128	.918**
科學興趣中測	-.278	-.438	-.146	-.699
科學認識後測	-.057	-.230	-.266	.967**
科學態度後測	.121	-.002	-.222	.849*
科學興趣後測	-.502	-.622	-.471	-.545

*p<.05, **p<.01

六、結論與討論

(一) 結論

1. 擴增實境手語桌遊融入教學可以提升高中聽障生的科學史概念成就

實驗組與教學組學生在教學中、後之科學史概念分數皆有進步，實驗組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學史概念分數皆有顯著差異，對照組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學史概念分數也皆有顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆可以明顯提升學生的科學史概念學習成效。但是實驗組學生與對照組兩組學生的教學前-後、教學前-中，教學中-後之科學史概念分數皆沒有顯著差異，顯示出教學中融入「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動對科學史概念的學習成

效是沒有明顯差異。因此對聽障高中生而言，「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動皆是有效的教學法，教師可應自己的教學需求選擇使用。

2. 擴增實境手語桌遊融入教學對高中聽障生的科學認識未達顯著影響

實驗組與教學組學生在教學中、後之科學認識平均分數差異不明顯，兩組組分數皆有先上升後下降的趨勢。實驗與對照組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學認識分數皆無顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆無法明顯提升學生的科學認識的學習成效。

3. 擴增實境手語桌遊融入教學對高中聽障生的科學態度未達顯著影響

實驗組與教學組學生在教學中、後之科學態度平均分數差異不明顯，實驗組與對照組分數皆有些微上升趨勢。。實驗與對照組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學態度分數皆無顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆無法明顯提升學生的科學態度的學習成效。

4. 擴增實境手語桌遊融入教學對高中聽障生的科學興趣未達顯著影響

實驗組與教學組學生在教學中、後之科學興趣平均分數差異不明顯，兩組組分數皆有先上升後下降趨勢。實驗與對照組學生在教學前-中、教學前-後，中-後之科學興趣分數皆無顯著差異，此結果顯示出兩種教學法皆無法明顯提升學生的科學興趣的學習成效。

5. 高中聽障生的閱讀能力與科學認識、科學態度具有高度正相關

研究顯示實驗組與對照組的科學史概念前中後分數與閱讀能力分數無明顯相關。實驗組之科學史概念後測分數與科學興趣前測分數（ $r=-.814$ ）有高度負相關，顯示擴增實境桌遊教學後，科學概念後測分數較高的學生，在教學前之科學興趣分數反而較低；閱讀能力與科學認識前測（ $r=.819$ ）、科學認識中測（ $r=-.950$ ）、科學認識後測（ $r=-.940$ ）

有高度正相關，閱讀能力與科學態度中測 ($r=.950$)、科學態度後測 ($r=-.906$) 有高度正相關。對照組之閱讀能力與科學認識前測 ($r=.970$)、科學認識中測 ($r=-.972$)、科學認識後測 ($r=-.967$) 有高度正相關，閱讀能力與科學態度前測 ($r=.760$)、科學態度後測 ($r=-.918$)、科學態度後測 ($r=-.849$) 有高度正相關。因此，如果要提升聽障高中生的科學認識與科學態度，可能要先提升科學閱讀能力，才有可能事半功倍。

(二) 討論

1. 因為手語主要是“達意”，所以在編寫手語稿時“專有名詞”如何達意的表現出來是一大挑戰，在與校內各科的手語專家討論後，決定“專有名詞”不需要每一個字都對應手語，只要意思相近即可。
2. 科學教師要將“達意的手語”與“專有名詞”文字連結具有很大的挑戰（這即是聽障生學習上的困難點）。所以，將會與跨領域各科老師討論如何有效地將手語專變成中文。
3. 本研究顯示出「擴增實境桌遊」教學活動與「科學史影片+繪圖」教學活動皆是有效的教學法，兩者並沒有顯著的差異，因此教師可依照自己的教學需求選擇使用。
4. 高中聽障生的閱讀能力與科學認識、科學態度具有高度正相關。又因為聽障高中生之閱讀能力普遍低弱，如果要提升聽障高中生的科學認識與科學態度，可能要先提升科學閱讀能力，才有可能提升學生的科學認識與科學態度。

參考文獻

國外文獻

1. Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *international Journal of Science education*, 27(1), 15-42.
2. Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
3. Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82(4), 417-436.
4. Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
5. American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989). Science for All Americans Project 2061. Washington DC AAAS.
6. Barman, C. R., & Stockton, J. D. (2002). An evaluation of the SOAR-High Project: A web-based science program for deaf students. *American Annals of the Deaf*, 5-10.
7. Dawkins, K. R., & Vitale, M. R. (1999). Using Historical Cases To Change Teachers' Understandings and Practices Related to the Nature of Science.
8. Easterbrooks, S. R., & Huston, S. G. (2001). Examining Reading Comprehension and Fluency in Students Who Are Deaf or Hard of Hearing.
9. Easterbrooks, S. R., & Stephenson, B. (2006). An examination of twenty literacy, science, and mathematics practices used to educate students who are deaf or hard of hearing. *American annals of the deaf*, 151(4), 385-397.
10. Easterbrooks, S. R., & Stephenson, B. (2006). An examination of twenty literacy, science, and mathematics practices used to educate students who are deaf or hard of hearing. *American annals of the deaf*, 151(4), 385-397.
11. Mangrubang, F. R. (2004). Preparing elementary education majors to teach science using an inquiry-based approach: the full option science system. *American Annals of the deaf*, 149(3), 290-303.
12. McComas, W. F., & Olson, J. K. (2002). The nature of science in international science education standards documents. *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, 41-52.
13. McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.
14. Moores, D. F., Jatho, J., & Creech, B. (2001). Issues and trends in instruction and deafness: American Annals of the Deaf 1996 to 2000. *American annals of the deaf*, 146(2), 71-76.
15. National Research Council (1996). National science education standards. Washington, DC: National

Academic Press.

16. Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, 87(2), 224-240.
17. Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720.
18. Pearson, P. D., Moje, E., & Greenleaf, C. (2010). Literacy and science: Each in the service of the other. *science*, 328(5977), 459-463.
19. Qi, S., & Mitchell, R. E. (2012). Large-scale academic achievement testing of deaf and hard-of-hearing students: Past, present, and future. *Journal of deaf studies and deaf education*, 17(1), 1-18.
20. Roald, I. (2002). Norwegian deaf teachers’ reflections on their science education: Implications for instruction. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7(1), 57-73.
21. Smith, M. U., & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science education*, 83(4), 493-509.
22. Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 409-421.
23. Trybus, R. J., Karchmer, M. A., & Dantona, R. (1977). Part 1. Educational Programs and Services. *American Annals of the Deaf*, 59-172.

國內文獻

1. 林淑嫻、劉聖忠、黃茂在、陳素芬和張文華 (2008)。運用科學史傳達科學本質之教學實務探討--以簡單機械單元為例。 *科學教育月刊*, (315), 2-18。
2. 林陳涌 (1996)。了解科學本質量表之發展與效化。 *科學教育學刊*, 4(1), 1-58。
3. 林寶貴、李真賢(1987)。聽覺障礙學生國語文能力之研究。 *教育學院學報*, 12, 1—29。
4. 林寶貴、黃玉枝 (1997)：聽障學生國語文能力及錯誤類型之分析。 *特殊教育研究學刊*, 15, 109-129。
5. 邱明富、高慧蓮(2006)。科學史融入教學對國小學童科學本質觀影響之探究。 *科學教育學刊*, 14(2), 163-187。
6. 邱明富.(2003). 科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀與對科學的態度之行動研究.。未出版之碩士論文，國立屏東師範學院數理教育研究所碩士班，屏東縣。
7. 邱淑明 (2004)。電腦教學對國中聽障生學習「自然與生活科技」成效之研究。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學生物學系碩士班，彰化縣。
8. 教育部 (2018)。國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：教育部。
9. 許綺婷 (2015)。個案都市原住民學生之西方科學本質觀探討。 *課程與教學*, 18(2), 125-167。
10. 陳世文、楊文金 (2006)。以系統功能語言學探討學生對不同科學文本的閱讀理解。 *師大學報：科學教育類*, 51 (1&2), 107-124。
11. 黃玉枝 (2016)。實施引導式探究教學發展國小聽障學生的科學探究技能。 *特殊教育學報*, 43,

63-92。

12. 廖麗貞、林寶英和洪振方(2000)。將達爾文演化論發展史融入大學生命科學通識課程之研究。《科學教育學刊》，8(2)，179-198。
13. 鄭子善 (2000)。科學故事課程設計之行動研究—以燃燒現象發展史為例。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩班，花蓮縣。
14. 簡聿成。(2000)。融入科學史之電腦輔助學習教材對高中生科學探究思考學習之個案研究。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學科學教育研究所碩士班，高雄市。