

教育部 103 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：「科學語言遊戲融入教學」對聽覺障礙學生學習細胞分裂單元之學習成效研究

主持人：林佳穎

E-mail：jiaying0504@gmail.com

共同主持人：劉銘浩

執行單位：台北市立啟聰學校

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

環境科學教育推廣活動

科學課程教材、教法及評量之研究發展

科學資賦優異學生教育研究及輔導

鄉土性科學教材之研發及推廣

學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：透視聽損者的閱讀腦

4. 辦理活動或研習會對象：教師

5. 參加活動或研習會人數：15

6. 參加執行計畫人數：37

7. 辦理/執行成效：

本研究透過細胞分裂單元的文本斷詞測驗，分析出聽障高中職學生閱讀細胞分裂文本的困難點。在動詞部分「經由…產生」、「顯現出」、「成」這三個動詞是最多聽障生斷詞錯誤的點；在名詞部分「細胞分裂」、「遺傳物質」、「染色體」、「同源染色體」、「個體」、「多細胞生物」等名詞是較多聽障生斷詞錯誤的點，也就是具有迷思概念的地方。本研究依據上述的斷詞結果，設計了一套細胞分裂單元的科學教學法，也自編了細胞分裂閱讀測驗及細胞分裂概念測驗，並進行三堂的細胞分裂的科學語言遊戲教學。根據教學之前後測的結果顯示，本教學法可以明顯提升學生的細胞分裂概念與文本斷詞測驗成績，也可以促進學生的細胞分裂閱讀測驗成績。

二、計畫目的

(一)提供一個公平的科學學習機會

1. 政策上的改變-特教新課綱與科教白皮書

為因應特殊教育與普通教育接軌之融合趨勢，教育部於 2008 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。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。

2. 聽障的科學教育現況

研究者者整理了國內外相關研究，在國外方面有 Moores, Jathro, & Creech (2001) 回顧 1996 年至 2000 年 American Annals of the Deaf 期刊的文章，發現關於科學教育的文章連一篇也沒有，因此呼籲應該要重視聽障科學教育；Moores 等人 (2008) 接著回顧 2001 年至 2007 年 American Annals of the Deaf 期刊的文章，發現開始有了與科學教育相關的研究，但是僅有三篇文章；筆者自行整理 2008 年至 2013 年 American Annals of the Deaf 期刊的文章，也只發現三篇與科學教育相關的文章。Moores 等人 (2008) 認為 NCLB 法案宗旨是不要放棄任何一位孩子，當然也包含聽障孩子，但是就現實面而言，許多聽障孩子都被剝掉學習的權利。Susan, Brenda (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，Brenda 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。在國內的聽障科學教育現況又是如何呢？蘇芳柳、張蓓莉（2007）的分析，國內

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(陳明媚，2001)；筆者 2007 年自行整理聽覺障礙學生科學教育相關的研究，發現只有兩篇文章與科學教育有關(一篇為筆者的研究)，由此可知聽障科學教育研究在國內是似乎仍是一片荒漠，所以應該要有相關研究投入聽障科學教育的領域。

(二)研發適合特殊學生的科學教材與教法

1. 聽障學生在科學教室學習的困難處

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。但是在一般科學課堂中，充滿了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)。再加上因為言語表達能力較差也較少主動與同儕間互動，所以聽障學生在班級裡彷彿是位客人，是一位被老師及同學忽略的客人。因為難以跟上老師快速教課內容，部分聽障學生會回家自行閱讀來學習，部分聽障學生很快的就放棄了科學。研究者在教學現場的也發現，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。而大多數的聽障學生在科學閱讀這一方面極具有困難!

2. 聽障學生的科學閱讀之困難處

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，1991)；Easterbrooks&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)。許多關於科學語言與科學文本的研究都提及了科學語言與生活中所使用的生活語言有極大的差異，科學文本中充滿了許多陌生的專有名詞，也使用了大量隱喻的句子。所以，對於閱讀理解能力原本叫較弱的聽障學生來說，學習科學就變成一件異常困難的事情。

3. 科學語言遊戲融入教學及網路溝通平台的建立

要如何幫助閱讀理解力較為薄弱的聽覺障礙學生呢?研究者認為可以從語言學切入，以系統功能語言學(systemic functional linguistics; SFL)為基礎來設計科學語言遊戲課程，或許能夠幫助學生學習如何閱讀科學文本，再建立一個網路溝通平台(Cloud Class Room)，讓聽障學生透過網路平台建構自己的知識，進而提升聽障學生學習科學的興趣、成就與素養。

三、研究方法

本研究首先利用中研院 CKIP 的中文斷詞系統，將細胞分裂單元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細胞分裂單元文本之正確的斷詞。接著，讓 37 位高中職學生將細胞分裂文本斷詞，再透過分析學生的斷詞結果，即可以得知學生進行斷詞時的困難點，這些困難點即為進行科學語言遊戲以及教學重點的參考。

接著進行三堂的細胞分裂單元的科學語言遊戲教學，對象為 7 位聽障高中生。在教學前會進行細胞分裂斷詞測驗、細胞分裂概念測驗和細胞分裂閱讀測驗等前測；在教學後會進行後測；最後以 SPSS 軟體比較前後測之差異。本研究之科學語言遊戲可分為打包、拆解、取代、命名四個部分。科學語言遊戲中的打包是指在生活中或課文中出現的兩個句子，都可以改寫成意思相同的一句；命名是指在生活中或課文中出現的某些情況可以用一個名詞組代表；取代是指在生活中或課文中出現的一個詞，都可以用不一樣的詞改寫成意思相同的另一句；拆解是指在生活中或課文中出現的一個句子，都可以改寫成意思相同的兩句。本研究的科學概念測驗及科學閱讀測驗皆為自編測驗。

本研究在教學中也會使用平板進行互動，讓學生使用 Cloud Class Room 軟體做匿名的即時線上互動測驗。此動態評量能立即了解學生的迷思概念，老師就可以立即在課堂上做概念澄清，學生有可以透過使平台建構自己的科學概念。

四、研究成果

1. 斷詞測驗的結果

本研究首先依據中研院 CKIP 的中文斷詞系統將細胞分裂的文本作斷詞，並輔以人工人工來分析斷詞結果，得到之正確斷詞文本如下圖一。

正確斷詞

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/。

平時/細胞核/內/的/遺傳物質/成/細絲狀/，在/顯微鏡/下/不易/被/觀察/到/，當/細胞分裂/時/，細胞核/內/的/遺傳物質/會/濃縮/，顯現出/一/條/一/條/的/染色體/。細胞/內/的/染色體/通常/是/兩兩/成對，且/大/小/、形狀/均/相似，此/成對/的/染色體/，/一/條/來自/父親/，一/條/來自/母親/，稱為/同源染色體/。

細胞分裂/的/過程/中/，染色體/複製/一/次/、分裂/一/次/，故/子細胞/染色體/數目/與/原來/細胞/相同/，例如/人類/細胞/內/有/46/條（23/對/）染色體/，經/細胞分裂/後/，產生/的/子細胞/仍/含/有/46/條（23/對/）染色體/。

圖一 正確斷詞文本

因本研究重點為科學語言，故會將文本的重點放在於科學的專有名詞以及動詞，進而設計出檢核表如下表。依據此表檢核 37 位學生的 55 個重點科學詞彙的斷詞是否正確，並且給分。檢核表如表一。

表一 重點科學詞彙檢核表

動詞	次數	名詞	次數
經由...產生		細胞分裂	
修補		多細胞生物	
磨損		細胞核	
脫落		遺傳物質	
濃縮		染色體	
顯現出		同源染色體	
遞補		子細胞	
複製		個體	

分裂		變形蟲	
含有		人體	
行		生物	
觀察		細胞	
成		顯微鏡	
使		組織	
		皮膚	
		人類	

經由分析 37 位聽障生的 55 個重點科學詞彙的斷詞後，得到結果如下：1. 在動詞部分「經由…產生」、「顯現出」、「成」這三個動詞是最多聽障生斷詞錯誤的點；2. 在名詞部分「細胞分裂」、「遺傳物質」、「染色體」、「同源染色體」、「個體」、「多細胞生物」等名詞是較多聽障生斷詞錯誤的點，也可能就是聽障學生的具有迷思概念的地方。學生的斷詞例子如下圖二。

細胞分裂

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。

平時細胞核內的遺傳物質成細絲狀，在顯微鏡下不易被觀察到，當細胞分裂時，細胞核內的遺傳物質會濃縮，顯現出一條一條的染色體。細胞內的染色體通常是兩兩成對，且大小、形狀均相似，此成對的染色體，一條來自父親，一條來自母親，稱為同源染色體。

細胞分裂的過程中，染色體複製一次、分裂一次，故子細胞染色體數目與原來細胞相同，例如人類細胞內有 46 條（23 對）染色體，經細胞分裂後，產生的子細胞仍含有 46 條（23 對）染色體。

圖二 學生斷詞例子

2. 實驗組前後測的結果

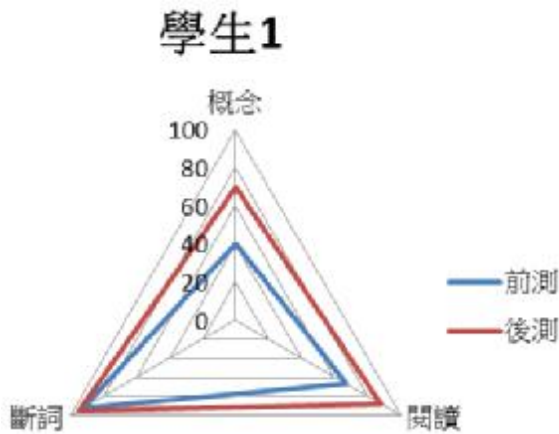
(1) 七位學生個案成績之分析

本研究首先要個別分析七位學生在教學前後的細胞分裂概念、細胞分裂斷詞、細胞分裂閱讀的成績演變歷程。七位學生之成績表如下表二。

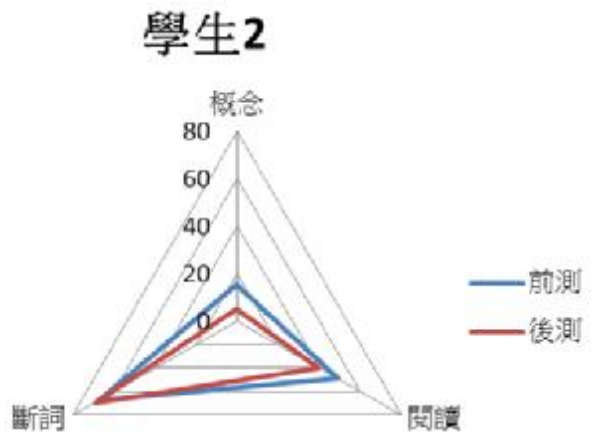
表二 七位學生之成績表

	細胞分裂概念前後測			細胞分裂閱讀測驗			細胞分裂斷詞測驗		
	前測	後測	進步分數	前測	後測	進步分數	前測	後測	進步分數
學生一	40	65	25	67	85	18	93	95	2
學生二	30	10	-20	49	40	-9	67	69	2
學生三	30	60	30	64	70	6	51	76	25
學生四	35	65	30	82	91	9	78	96	18
學生五	10	30	20	67	73	6	78	98	20
學生六	10	35	25	64	82	18	85	87	2
學生七	20	55	35	58	67	9	58	71	13

由上表結果得知，經過教學後七位學生的斷詞測驗皆有進步；進步幅度 2~25 分；七位學生裡除了學生二以外，其他的六位同學的細胞分裂閱讀測驗成績皆有明顯進步，進步幅度範圍為 6~18 分；七位學生裡除了學生二以外，其他的六位同學的細胞分裂概念成績皆有明顯進步，進步幅度範圍為 20~35 分。下圖三至圖九為七位學生的整體成績表現之雷達圖。

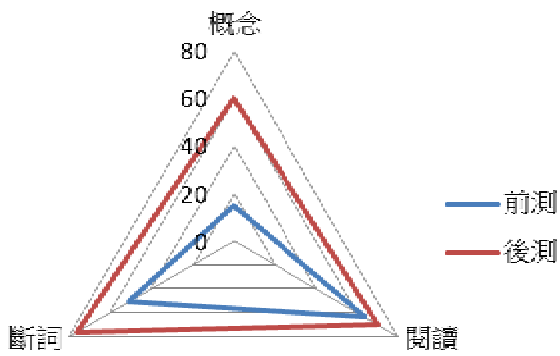


圖三 學生一整體成績表現之雷達圖



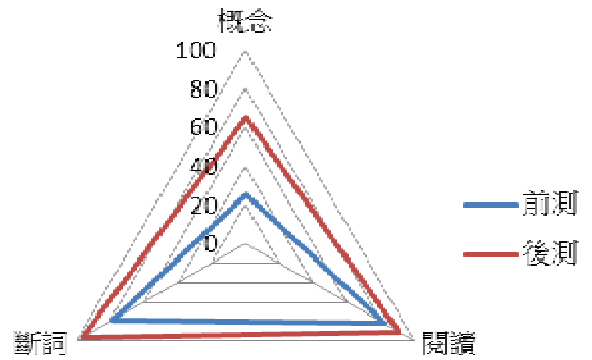
圖四 學生二整體成績表現之雷達圖

學生3



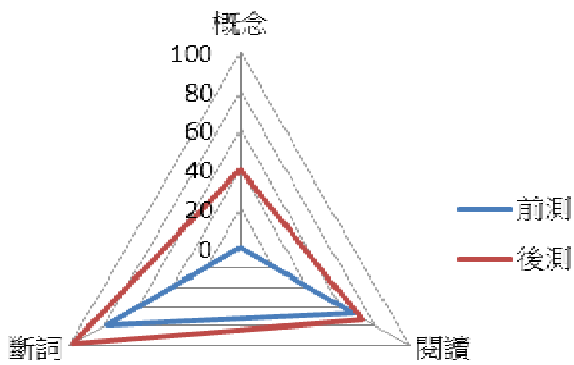
圖五 學生三整體成績表現之雷達圖

學生4



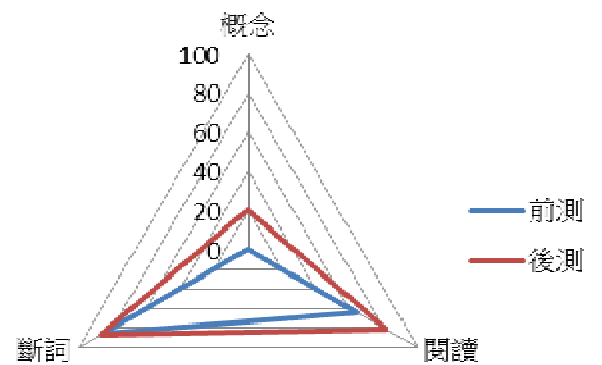
圖六 學生四整體成績表現之雷達圖

學生5



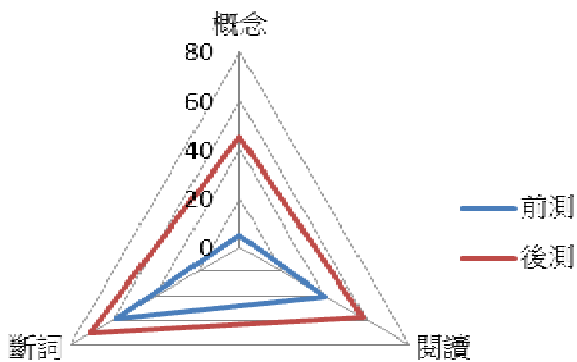
圖七 學生五整體成績表現之雷達圖

學生6



圖八 學生六整體成績表現之雷達圖

學生7



圖九 學生七整體成績表現之雷達圖

從研究結果可以看出，在前後測分數表現最好的皆是斷詞測驗，閱讀測驗其次，科學概念測驗的分數最低。此前後測成績可以知道，聽障學生在學習科學概念是有極大困難的，也可以知道聽障生學習科學語言的歷程應該是從斷詞開始，接著是文本的閱讀理解，最後才是科學概念的理解。

(2)教學成效之分析

本研究接著進行小樣本的魏可遜符號等級分析，想要瞭解本教學法的教學成效。實驗組之細胞分裂概念前後測分數的檢定結果如下表三，結果顯示出 $Z=-2.132$ ， $P=0.33$ ，故達到顯著差異。

表三 實驗組細胞分裂概念前後測之魏可遜符號等級分析

	平均值	標準差	Z值	P值
細胞分裂概念前測	25	11.9		
細胞分裂概念後測	45	20.61	-2.132*	0.33

細胞分裂閱讀測驗前後測分數的檢定結果如表四，結果顯示雖然後測成績有進步，但檢定結果得到 $Z=-1.709$ ， $P=0.88$ ，故統計上未達顯著差異。

表四 實驗組細胞分裂閱讀測驗前後測之魏可遜符號等級分析

	平均值	標準差	Z值	P值
細胞分裂閱讀前測	64.42	10.01		
細胞分裂閱讀後測	72.57	16.74	-1.709	0.88

細胞分裂文本斷詞測驗前後測分數的檢定結果如表五。結果顯示出 $Z=-2.384$ ， $P=0.17$ ，故達到顯著差異。

表五 實驗組細胞分裂閱讀測驗前後測之魏可遜符號等級分析

	平均值	標準差	Z值	P值
細胞分裂文本斷詞前測	72.98	14.93		
細胞分裂文本斷詞後測	84.67	12.41	-2.384*	0.17

從研究結果可以得知，科學語言遊戲融入教學，可以幫助閱讀理解科學文本，可以明顯提升聽障學生的基本斷詞能力。此外，科學語言遊戲融入教學也可以幫助聽障學生學習科學概念，明顯提升聽障學生學習細胞分裂概念的成效。

五、討論及建議

- (1) 透過細胞分裂文本的斷詞測驗，了解聽障學生在閱讀細胞分裂時的困難點。了解學生在「經由…產生」、「顯現出」、「成」這三個動詞，以及「細胞分裂」、「遺傳物質」、「染色體」、「同源染色體」、「個體」、「多細胞生物」等名詞的閱讀上是最具有困難的！這些特殊的科學詞彙，可以作為將來科學教師教導聽障學生時的重點詞彙。
- (2) 透過科學語言遊戲可以提升聽障學生的細胞分裂文本閱讀理解能力，特別是增進基本的細胞分裂文本斷詞能力。此外，此教學法也可以明顯提升聽障學生的細胞分裂概念成績。
- (3) 本研究分析了七位學生的整體表現成績，發現斷詞成績皆有進步。值得注意的是，這七位學生中有一位學生的細胞分裂閱讀理解分數與細胞分裂概念分數反而退步。經過調查該生的基本能力後發現，該生的閱讀能力低下，具有閱讀上的障礙。晤談該生後，該生表示閱讀科學文本極為困難，題目也看不懂，都用猜的，所以該生僅有基本的斷詞成績有小進步。
- (4) 從學生的前後測成績以及進步幅度可以得知，聽障學生在學習科學閱讀時，需要先提升斷詞能力，接著提升閱讀能力，最後才能提升概念成績。而且，在斷詞與閱讀理解之間，具有一個鴻溝；在閱讀理解與概念學習間，也存有一個鴻溝，因此，聽障生在學習科學概念時，會覺得非常困難。
- (5) 本研究建議在教導聽障學生學習科學時，可以先透過簡單的斷詞來理解學生的起點行為。在教學時，要先提升學生的斷詞能力，要一一的解釋科學文本裡的科學詞彙，接著進行科學語言遊戲，讓學生可以透過命名、取代、打包、拆解等方法，來學習如何閱讀科學文本，最後才將科學概念知識帶入，讓學生透過主動閱讀來學習科學概念。