

目錄

中華民國 95 年 12 月創刊

中國民國 112 年 6 月出刊



國小數學課本數學字詞彙及閱讀障礙學生數學教學內容分析初探

梁毅、孟瑛如 1

透過協同教學與認知師徒制進行師培課程之實踐：以獨立研究課程為例

侯雅齡、李雪因、盧奕璇 32

問題本位學習模式應用於國小資優班學生參與在地活動—以全中運英雄宴

菜單設計為例

鄭鈺清、吳怡慧 55

國小數學課本數學字詞彙及閱讀障礙學生數學教學內容 分析初探

孟瑛如

國立清華大學特殊教育學系
教授

梁毅

國立清華大學特殊教育學系
研究生

摘要

教學現場出現數學困難的學習障礙學生，主要分為源於數學問題的數學障礙及閱讀問題的閱讀障礙，後者往往由於閱讀數學課文、文字題時呈現的閱讀問題，出現數學概念習得、題意理解的困難。本研究藉探討國小數學課本內文之數學字（詞）彙出現情形，了解哪些數學字（詞）彙的出現可能會造成上述閱讀影響數學的情形。本研究將國小數學課本內文透過「Microsoft Excel」字彙資料剖析及「CkipTagger 開源中文處理工具」機器斷詞後，再進行字（詞）頻統計處理，並與一般日常閱讀的字詞頻比較。研究結果摘要如下：(1) 經 Excel 統計分析，各版本共有 707563 個數學字彙，比較相同者後可歸納出 2801 種，前 74 名（2.64%）累加便可達到全部課文中數學字彙的一半；經斷詞及統計分析，各版本有 220555 個數學詞彙，可歸納 19969 種，將前 246 種（1.23%）詞彙累加，便達到全部課文中超過一半數學詞彙量；(2) 數學字、詞彙的分布皆呈現冪律分布，表示大多數的字（詞）彙集中於少數的字（詞）彙中；(3) 數學高頻詞彙中非國語高頻詞彙的比例約 50~56%，且與中研院詞頻序比較後僅有.31~.36 的低度正相關，皆顯示較數學字彙更容易在國語課本及識字教學中被忽略。因此資源班教師在教學或教科書商編製課本時，可根據本研究建議，關注閱讀障礙學生的學習問題並做出因應的課程調整措施。

關鍵詞：國小數學課本、高頻數學字彙、高頻數學詞彙、字頻、詞頻、內容分析

壹、緒論

一、研究動機與背景

近年關於學習障礙（以下簡稱學障）的研究是特殊教育的重要潮流（孟瑛如、簡吟文，2021）。根據教育部（2022a）統計，學障學生在特殊教育類別中佔比最高且逐年增加，是特教服務的主要接受者，其中又有 80% 以上伴隨閱讀障礙（孟瑛如，2019a），亦即閱讀問題是學障學生須面對的共同挑戰，也是資源班教學中十分重要的部分。

教學現場中可以發現，呈現數學困難的學障學生往往源於以下兩種原因：其一為在數感、數學公式記憶、計算正確性與流暢性、推理正確性四項數學問題出現困難的數學障礙（American Psychiatric Association [APA], 2013）；其二為由於缺乏語言閱讀、數學語彙能力，進而衍生出運用數學符號語言能力不足的情況，而呈現數學語言表達缺陷（孟瑛如等人，2015），出現源於閱讀障礙問題而導致數學學習困難，這些學生表現在學習情境中呈現了對數學課文閱讀、概念理解的困難以及在進行數學文字題解題時出現讀題、題意理解的困難。而本研究所欲探討的為源於閱讀問題而呈現數學學習困難的學障學生。

Stauffer（1966）比較語文、算數、健康、科學領域一到三年級教科書，發現相同詞彙會出現在不同科目、不同年級的教科書中，並建議教師應針對不同領域的詞彙提供識字、閱讀技能教學。Bryant 等人（2001）對在普通及特殊教育出現學習困難的學生實施識字、流暢、理解策略訓練，進而提升他們在綜合領域的成就。Harmon 等人（2005）也發現提供特定學科領域識字教學，能提升閱讀低成就學生在該領域學習表現。上述文獻回顧皆證實了閱讀教學不僅限於語文課程，對特定學科領域進行識字、閱讀教學有其必要性。

國語及數學補救教學是國小學障學生主要接受資源班服務的內涵，然而即使在數學課中，教師和學生仍須透過語文進行教學、互動，如果學生無法了解數學字（詞）彙在口語、書面的意義，就只能忽略或猜測該字（詞）彙的意義，除了可能無法理解老師或教材書面所傳達的概念，也直接地延宕了理解的速度（吳昭容等人，2020）。教學現場中能觀察到閱讀障礙學生由於對數學字（詞）彙的不理解，因此在學習數學時出現困難。近年國內所推動的素養教育更是強調數學素養與數學溝通的重要性，許多學者也開始關注數學字（詞）彙能力發展的議題（吳昭容等人，2020；教育部，2018；Harmon et al, 2005; Monroe & Orme, 2002; Riccomini et al., 2015）。

研究者認為，先針對數學字（詞）彙提供識字教學，教導閱讀障礙學生對數學字詞的識得、認識其於數學及國語上的字（詞）義，再學習其中的數學概念及知識，是降低閱讀問題影響數學學習的重要方式。對普通學生而言，部分數學字（詞）彙在生活中已出現，因此能藉由生活經驗補足課堂對這些字（詞）彙意義教學的缺乏；但對於大部分在類化所習得的訊息到新情境中具有困難的閱讀障礙學生，要將從生活中接觸到的數學字（詞）彙直接類化到數學課使用則有較大的難度。因此教學者如果忽略了對數學字（詞）彙的識字教學，而直接進行數學概念的講授，可能使閱讀障礙學生的閱讀問題影響數學表現。而資源班教師期待透過數學補救教學改善源於語文問題的數學問題，除了事倍功半外，也徒然增加學生的習得無助感。現今市面上已發展出許多解決數學問題的教材，這些教材主要針對數感、數學計算、數學公式記憶及數學推理等數學能力進行補救，也是國小資源班數學課程的主要內涵，然而卻鮮少有人關注資源班中起因於閱讀問題的數學困難

學生，也較少有發展對此問題進行補救教學的教材。

研究者觀察現行國小數學課本，發現許多字（詞）彙出現的時間早於國語的生字教學，例如當國小一年級入學的前十週仍在進行注音符號教學之際，數學課本卻已使用國字呈現；另外，使用於許多公制單位的字彙——「毫」，在南一、康軒、翰林版數學中首次出現於第五冊、第五冊及第六冊數學課本中，卻在南一版國語的第九冊、康軒版第七冊國語課本才有生字教學，而翰林版則是未有「毫」的生字教學。上述情形可能導致學生在還未於國語課習得某數學字（詞）彙的意義，卻得在數學課中藉由該字詞建立數學概念、解題，當學生因識字問題而出現數學學習困難時，又無法獲得適切的補救教學。研究者認為，數學字（詞）彙與國語生字教學間的關聯對閱讀障礙學生學習數學而言具有重要性，透過分析兩者間的相關性、了解其中差異、再給予識字教學，對處理源於閱讀問題的數學困難而言是至關重要的一件事。

研究者也在教育現場發現，在不同教學情境下出現的字詞，即使曾經有教學，對閱讀障礙學生也會產生識字困難。而閱讀障礙學生即使識得某些字詞，但若未能了解該字詞在數學中的意義，學習數學時或碰到應用問題時仍無法正確閱讀、解題，卻可能導致教師認為學生是懶惰或消極反抗而不願意作答，引起誤解。

由於各版本數學課本所著重的學習重點不盡相同，本研究以現行常見版本——南一、康軒、翰林（以下簡稱南、康、翰）國小數學課本作為研究對象，在共 36 冊數學課本中，了解各版本使用數學字（詞）彙上的差異，並進一步討論資源班教師應針對哪些數學字（詞）彙進行識字優先教學，能降低閱讀障礙學生出現閱讀影響數學問題的情形。

二、研究目的

綜合上述，本研究欲了解現行常見版本國小數學課本中出現的數學字（詞）彙是否有差異？並藉由出現情形了解哪些數學字（詞）彙對閱讀障礙學生而言可能產生其閱讀問題影響數學成就？因此需要提供識字優先教學。其研究目的如下：

- (一) 分析各版本國小數學課本中數學字彙的出現字頻。
- (二) 分析各版本國小數學課本中數學詞彙的出現詞頻。
- (三) 探討學習哪些數學字（詞）彙較能促進數學課本閱讀理解。

三、名詞釋義

(一) 字（詞）頻

字（詞）頻（word frequency）指在環境中所聽、所見字詞出現的頻率（Hogan et al., 2011）。將某特定字詞在用以分析之研究文本中的出現次數除以該文本中所有出現的字（詞）彙數即可獲得該字詞的字（詞）頻。國小國語課程的識字教學順序編排上，常透過掌握某字（詞）彙的字（詞）頻作為課程選字（詞）的原則，因此藉由了解字詞在一般閱讀情境中的字（詞）頻，也能了解該字（詞）彙是否在國語識字教學中被關注。

本研究指「出現字頻」即為國小數學課本：特定數學字彙出現次數／總計字彙數；將字彙依出現次數排序，「累計字頻」為出現字頻之累加。「出現詞頻」為：特定數學詞彙出現次數／總計詞彙數；將數學詞彙依出現次數排序，「累計詞頻」則為出現詞頻之累加。

(二) 國語高頻字（詞）彙

高頻字（詞）彙（high-frequency vocabulary）代表環境中出現頻率較高的字詞，這些字詞較常使用、常見於生活中，閱讀時較容易與生活或經驗進行連結，對學習也較重要（吳尚諭，2021；羅宇真、孟瑛如，

2018)。閱讀高頻字(詞)彙時,在字的辨識上能花費較少心力,在降低認知負荷的同時,達到識字流暢的目標。

「教育部國民及學前發展組優質特教發展網絡系統暨教學支援平台(優質特教網)」(洪儷瑜、蔡東鍾,2012)採用教育部國小常用字庫,將字頻依照高頻至低頻排序;「中央研究院現代漢語語料庫詞頻統計(中研院詞頻)」則將各類題材現代漢語,500萬詞進行彙整,形成現代漢語與料庫,在其中將字頻由高至低排序,成為詞頻序。

本研究所稱「國語高頻字彙」係指優質特教網中字頻序較前的字彙,並參考孟瑛如(2019a)編製的資源班教學用字頻表,將優質特教網字頻序前200字,訂為國語高頻字彙。「國語高頻詞彙」則為中研院詞頻序前3644名的詞彙(總共3669個詞彙),國語高頻詞彙之累計詞頻達到75.045%,這3669個詞彙可以涵蓋四分之三的一般中文閱讀文本,代表常見的中文詞彙。

本研究中,將國語高頻字(詞)彙視為國語識字課程中被關注、重要的字詞,若字詞不屬於國語高頻字詞,則代表在國語教學上易被忽略,對在類化情境具有困難的閱讀障礙學生而言可能會產生閱讀問題。

(三) 數學高頻字(詞)彙

數學高頻字(詞)彙是在數學學習中重要的數學字(詞)彙,藉由針對數學高頻字(詞)彙進行識字優先教學,能提升學生的數學詞彙能力。

本研究之「數學高頻字(詞)彙」係指累計字(詞)頻小於50%之數學(字)詞彙。如:南版數學字彙依出現次數由多至少排序,第66名為「共」,出現字頻為0.322%、累計字頻為50.134%,則前66名數學字彙,皆為南版數學高頻字彙,當學生能識得這些字詞,便能閱讀超過一半的數學課文內容。

貳、文獻探討

一、閱讀障礙學生數學問題的相關研究

根據教育部(2022a, 2022b)最新統計,學障學生人數占高中職以下特教學生總人數約41%,是整體學生人數的1.38%,可知學障是普遍且易見的。在以服務輕度障礙學生為主的資源班,學障學生也佔了45.46%,為各障礙類別之首,是資源班最主要的服務對象。《身心障礙及資賦優異學生鑑定辦法》(教育部,2013a)將學障學生分為在聽覺理解、口語表達、識字、閱讀理解、書寫、數學運算等學習表現呈現困難的情形。而DSM-5(APA, 2013)則將學習障礙分為閱讀障礙、書寫表達障礙及數學障礙三種亞型。

(一) 閱讀障礙與數學障礙

大約有5~15%學齡兒童具有閱讀、書寫或數學障礙的問題,其中閱讀障礙約占總人口的4~9%、數學障礙則佔整體人數的3~7%(洪儷瑜、連文宏,2017; APA, 2013)。大約每五名學障學生有四位有閱讀缺陷,其中包含單獨出現閱讀困難或合併數學、文字表達障礙;閱讀障礙學生中,更有70~90%具有識字問題(孟瑛如,2019a; 孟瑛如等人,2015; 詹士宜,2019a; Lerner & Johns, 2012),因此可知閱讀障礙及識字問題有著高度的關係,是學習障礙學生廣泛需面對的問題。

DSM-5(APA, 2013)將數學障礙分為數感、公式記憶、計算正確性與流暢性、推理正確性四種次亞型,其中針對數字處理、公式記憶、正確性與流暢性上均出現問題的學生,統稱為「Dyscalculia」,他們常會伴隨推理困難或識字障礙(孟瑛如,2019a、2019b; APA, 2013)。趙文崇(2017)依據DSM-5的分類,將數學障礙分為四類:數字符號辨識不能、計算障礙、數學理解障礙及數學運算障礙。上述「數字符號辨識不能」及「數學理解障

礙」分別常合併及導因於讀寫障礙，因大腦中語言區的文字系統解碼困難，進而對應用問題或是牽扯到文字敘述理解的問題出現困難，許多學生因此放棄數學學習。

綜上所述，在資源班中出現數學學習困難的學障學生，可依出現困難的原因，分為由數感問題產生的「數學障礙」以及由讀寫問題所產生的「閱讀障礙」。根據研究者的觀察，針對市面上已發展出許多針對數學障礙設計之相關補救教學教材，然而對由於閱讀問題產生數學學習困難的閱讀障礙學生，卻鮮少被重視。

(二) 閱讀障礙學生的數學問題

雖然日常生活的數學問題不以文字方式出現，但數學課程卻常出現透過文字敘述的應用題，因此理解並解讀數學問題是數學解題歷程中相當重要的。學生必須先閱讀題目、設計解決問題的方法，才能順利解題（孟瑛如等人，2015；詹士宜，2019b）。資源班學生往往在計算時不會出現困難，但面對文字應用題時就會產生焦慮感（王文華等人，2021；孟瑛如，2019a），而學障學生常在重要數學概念遭遇困難，尤其遇到以文本為中心的數學課，閱讀更會對數學學習造成意想不到的障礙（Anderson-Inman & Horney, 1998；Morin & Franks, 2010；Riccomini et al., 2015）。

閱讀障礙學生的識字困難與短期記憶及工作記憶的缺陷有很大相關（孟瑛如，2019b），由於注意力問題（王瓊珠，2018；孟瑛如，2019a；孟瑛如、簡吟文，2020；APA, 2013），認知負荷超載的影響對他們而言特別明顯。流暢的識字閱讀和計算可以釋放注意力或工作記憶等認知資源，使學生能將這些認知資源重新定向到更高階的技能（Fuchs et al., 2016；Geary et al., 2008；Kim et al., 2011；Martin & Fuchs, 2022）。因此當出現識字困難

時，閱讀障礙學生在閱讀文本、習得知識的表現上就會出現問題；一旦出現對數學教材敘述或布題的識字困難，在數學概念的習得或應用題閱讀、解題上就會出現問題。有許多閱讀障礙學生無法完成數學題的原因，可能出自不了解教材中的內容敘述、看不懂題目中的文字或背後所代表的意義，而非在數學概念上出現問題。

「數感」是數學發展的基礎（APA, 2013），在數感階段卻未能先學會數學量詞，遇到應用問題須寫上量詞時，即會發生困難，使學生被教師誤認為類智能障礙。教材在低年級應用問題只讓學生填上數字答案，其後附上提示量詞，而到中年級時取消此提示，導致閱讀障礙學生無法正確閱讀或書寫數學量詞時，可能讓現場教師認為學生懶惰或消極反抗而不願作答，引起誤解。

二、數學高頻字詞識字優先教學的相關研究

(一) 數學詞彙

數學本身是一種語言，有些數學詞彙已融滲在生活中，不過多數的數學詞彙在一般生活中並沒有對應的意義，這些詞彙只用於幫助學生在數學領域當中進行學習及互動（呂妍慧、袁媛，2020）。由於數學詞彙的詞彙量以及涉及範疇相當龐大，因此可預期學生會在數學語言方面存在困難（Morin et al., 2010；Powell & Nelson, 2017），在研究上有必要將其分類。對數學詞彙的分野，學者提出各自的方式：Monroe 與 Panchyshyn（1995）將數學詞彙分為術語、準術語、一般詞彙及符號四類；Jacobson（1998）則區分為術語、特殊詞、生詞及回指詞；Nation（2001）則分為高頻詞、學術辭彙、術語和低頻詞。研究者將上述分類方式整理如表 1。

表 1

數學詞彙的分類方式

提出者 (年分)	數學詞彙	定義	舉例
Monroe 等人 (1995)	術語	一般生活情境不會出現，且僅在數學中才具有唯一意義。由於無法找到類化的情境，在教學及記憶上都相當困難。	函數、 平行四邊形
	準術語	不同的領域具有不同的意義；或在數學領域和生活的意義不同；或在數學領域就具有多種意義。因為多重意義，在教學上比術語更具有難度，要特別教導學生區辨不同意義。	度 (溫標、 角度單位)
	一般詞彙	在日常生活就常見且在生活與數學領域具有相同意義。廣泛的出現在國小階段的數學課本中，但可能不會出現在語文課或出現在數學課本時語文課卻還沒教過。	公分、小時
	符號	數學會使用的非文字表徵。相較前三類，符號更難類化，出現在數學的不同位置、情境都可能分別代表不同且高度抽象的含意。	+、=、cm
Jacobson (1998)	術語	在數學領域具專有且重要的概念，僅在數學才有意義。	小數
	特殊詞	在數學領域及其他領域有不同意義的詞彙。	分數
	生詞	生活會使用，但對一般學生不常見或陌生。	平均數
	回指詞 (anaphora)	以代名詞取代前後文意義。	其、此、該
Nation (2001)	高頻詞	最常出現在數學閱讀及概念學習中的詞彙。	多少
	學術詞彙	通常來自數學學術書籍的詞彙，也包含出現在其他不同類型學術文本中的跨領域詞彙。	長度 (length)
	術語	數學領域相當常見，但其他地方卻不常見，看到這些詞彙就能知道在處理什麼主題。	平方
	低頻詞	在數學領域中很少遇到的詞，包含所有數學領域中的非高頻詞、非學術詞彙、非術語。	(非上述詞類的詞彙)

資料來源：研究者整理

根據上述分類方式 (Jacobson, 1998 ; Monroe et al., 1995 ; Nation, 2001)，研究者認為在進行數學詞彙識字教學時，可排除在數學課會進行補救教學的符號類數學詞彙；並優先針對數學學習中的高頻詞 (數學高頻詞彙) 進行教學，包含當中對於術語 (特殊詞) 的區辨，以及容易被國語教學忽略的一般詞彙 (生詞)；另外研究者也認為，教導學生僅在數學具有意義的「術語」，對幫助學生類化至生活情境或發展功能性能力效果有限。

(二) 數學詞彙對數學學習的相關研究

數學詞彙知識是學習數學概念與技能的基礎，並會影響理解、推理、解題、論證、連結等高階數學能力的發展 (吳昭容等人, 2020)。多數人認為教學者會在數學課教數學詞彙，然而這卻是常被忽略的 (Adams, 2003; Riccomini, et al., 2015; Riccomini & Witzel, 2010)。近年來許多研究驗證透過早期數學語言的學習能提升學生在未來數字知識及計算能力的發展 (Espinas & Fuchs, 2022; Gibson et al., 2020; Purpura et al., 2011; Purpura et al., 2021; Toll & Van Luit, 2014)。研究顯示，學生對數學詞彙的認識與數學表現間有著中度的正相關，也可以用來預測未來數學表現 (Lin, Peng & Zeng, 2021; Riccomini, et al., 2015; van der Walt, 2009)，學生對數學詞彙的理解更是對其建立文字題解題技巧有重要影響 (Peng & Lin, 2019)。Lin 等人 (2021) 指出數學詞彙的作用不僅用以提取數學概念知識，更是促進數學學習中認知推理的媒介。

吳昭容等人 (2020) 分析數學詞彙知識對運算能力、數學文字題能力、數學成就表現的影響，發現數學詞彙能力會影響數學成就表現，或先直接影響數學運算能力、數學文字題表現，再間接影響數學成就。說明在數學能力影響路徑中，數學詞彙知識，是運算、

文字題及數學成就的影響因素。

對數學詞彙的認識可以讓學生更容易聚焦問題解決的所需，創造更多的認知空間以專注於更高階的解題任務，數學詞彙的持續發展對數學學習至關重要。因此教師應先教導對數學詞彙的基本理解及流暢，最後才能達到有效使用數學語言的目標 (Bay-Williams & Livers, 2009; Riccomini, et al., 2015)。但 Rubenstein 和 Thompson (2002) 指出因為在數學課外很少有機會接觸數學詞彙，對學生而言學習數學詞彙比一般詞彙更具挑戰，也更難提高對數學詞彙的熟練度 (Monroe et al., 1995)。學生可能缺乏能深入理解數學詞彙在數學上使用所需的接觸機會 (Raiker, 2002; Stahl & Fairbanks, 1986)，缺乏頻繁的暴露於數學詞彙的環境中，對需要更多接觸機會以習得詞彙的閱讀障礙學生而言也產生更大的困難 (Bryant et al., 2003; Forsyth & Powell, 2017; Jitendra et al., 2004)。

(三) 數學高頻字詞識字教學

數學詞彙是數學學習的基礎，若缺乏適當的數學知識，學生將無法理解教師的講授及教科書內文的敘述，提升數學詞彙知識，將能改善學生的數學整體表現 (吳昭容等人, 2020)，因此學者們提出將數學詞彙融滲於識字教學策略中 (Monroe & Pendergrass, 1997; Riccomini et al, 2015)，如：Riccomini 等人 (2015) 針對閱讀障礙學生設計五種學習數學詞彙的具體識字教學技巧：明確的數學詞彙教學、提供數學詞彙的記憶策略、建立對數學詞彙的識字流暢、遊戲融入數學詞彙教學、應用科技教學數學詞彙。

另外資源班語文教學常使用高頻字詞優先識字教學，幫助閱讀障礙學生先學習這些在日常生活中出現頻率較高的高頻字詞，引導學生在閱讀時能望文生義、觸類旁通 (孟瑛如, 2019b)。在進行高頻字詞優先教學時，

教學者必須同時考量字詞的實用性與易學性，教學者在教學前應有合適的選字、選詞，才能有效地幫助學生將詞彙發展為視覺詞彙 (Vaughn & Bos, 2015)。先建立常用的高頻字詞，將能有效提升學生在閱讀時的理解能力 (羅宇真等人, 2018)，結合高頻字詞的易辨識性，加上有效提升學生閱讀理解的策略，高頻字詞優先教學在資源班的教學上可謂相當重要。

一般從日常生活、課堂中就常能聽到及使用、在任何情況下都可以習得的高頻數學字詞多為一般詞彙或準術語。學生在數學課開始認識了只用於理解數學概念，但日常生活不常接觸的數學字詞，而學習數學高頻字詞除了可以提升數學領域的知識外，也可以在提升生活或其他領域的表現 (呂妍慧等人, 2020)。

將高頻字詞優先識字教學融入數學教學，「數學高頻字詞優先教學」幫助同時具有閱讀與數學問題的閱讀障礙學生排除識字閱讀的困難、分野數學及語文問題、將教學重心聚焦於學生的真實問題。與高頻字詞優先教學相同的，數學高頻詞彙優先教學中，教學者妥善地選字將成為影響學生成功學習的關鍵。

因此本研究將以出現於國小數學課本中的高頻數學字詞作為研究對象，針對其中與一般日常國語使用的字詞頻進行對照，了解各版本中，選擇哪些數學高頻字詞進行「數學高頻字詞優先教學」最能協助閱讀障礙學生學習、閱讀課本內容，提供現場教學者作為課程調整之依據。

參、研究方法

本研究採內容分析法，探討常見版本國小數學課本中數學字 (詞) 彙的字 (詞) 頻，並透過與國語的字詞頻比較，藉此了解選擇

哪些高頻數學字詞在數學當中相當重要，卻在國語識字教學中被忽略，需要藉由識字優先教學解決閱讀障礙學生面對閱讀影響數學學習的問題。

一、研究對象

本研究之對象為 111 學年度出版之南、康、翰三版本數學課本，每版本各 12 冊，共 36 冊，進行內容分析，範圍包括課本內文、練習題及補充資料。編輯要旨、目錄、附錄、參考附件等與本文無關，故不分析。

二、研究工具

(一) CkipTagger 開源中文處理工具

每個中文詞彙都由一到多個字組成，當中卻沒有可以直接分辨字詞關係的空間線索，因此斷詞 (word parsing) 對分析中文文本而言相當重要 (吳尚諭, 2021; Liu, 2020)。中文對「詞」的定義複雜，斷詞方式也因文本而有所不同，因此穩定的斷詞才能提升內容分析研究的效益。

多數內容分析研究進行界定分析單位時，在信效度考驗會透過評分者一致信度及專家效度檢測界定的分析單位。然而本研究檢視的文本內容量極大，若採用人工方式斷詞，結果會相當不穩定，因此本研究為提升信效度選擇採用機器斷詞的方式進行。本研究採用中央研究院中文計算語言研究小組 (Chinese Knowledge and Information Processing, CKIP) 建置的「CkipTagger 開源中文處理工具」透過該系統所提供達到 97.49% 正確率的線上即時斷詞功能進行機器斷詞。

本研究中，將數學課本內文輸入至 CkipTagger 開源中文處理工具，透過此研究工具功能，將文本進行機器斷詞，並將斷詞結果 (數學詞彙) 進行資料整理，藉此了解數學課本內文中數學詞彙的出現情形，並進行進一步的資料分析與研究討論。

(二) Excel

本研究透過 Excel 中「資料剖析」功能，將分析文本的內容進行字彙分解；藉由 Excel 的公式(SUM、COUNTIF、RANK、LOOKUP、RANK 等)及研究者自行撰寫之公式、排序、特殊尋找、移除重覆、圖表等功能，計算字、詞彙出現次數、出現頻率、累計頻率、繪製次

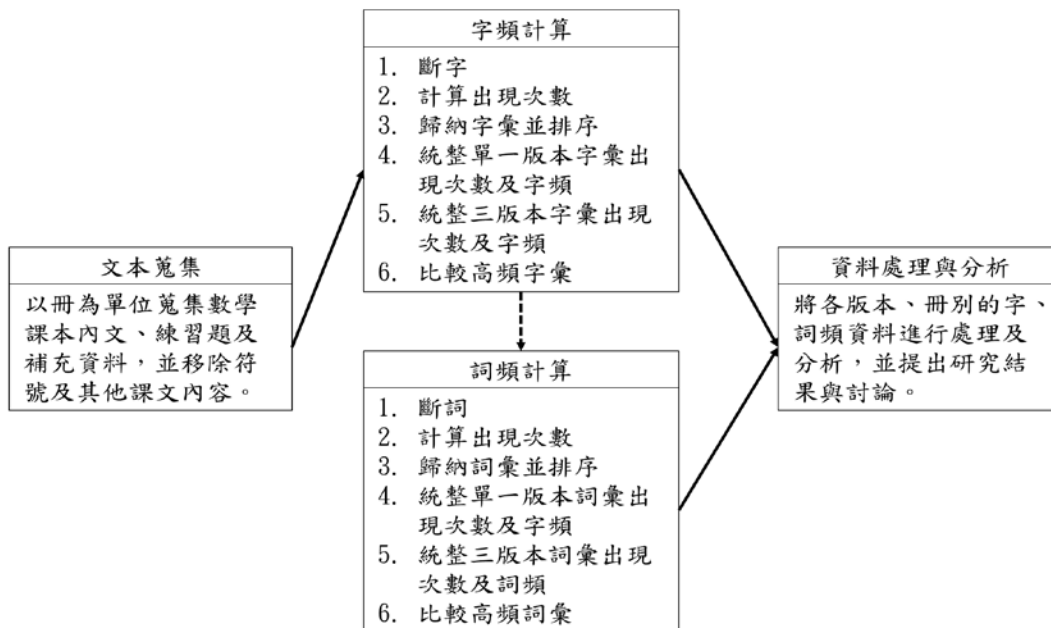
數分布圖；將其與優質特教網、中研院詞頻序進行對應比較。

三、研究程序

本研究統計 111 學年度出版之南、康、翰三版本數學課本內文出現的詞彙，並透過斷詞、字(詞)頻計算、資料處理與分析，提出如圖 1 之研究程序圖。

圖 1

研究程序圖



(一) 文本蒐集

以冊為單位蒐集數學課本內文、練習題及補充資料並移除符號類數學詞彙及其他課文內容。

(二) 字(詞)頻蒐集

1. 斷字(詞)

將文本資料藉由 Excel「資料剖析」斷字，並以每字彙一個儲存格作為單位記錄；將文本資料藉由「CkipTagger 開源中文處理工具」進行機器斷詞，並以每詞彙一個儲存格作為單位記錄。

2. 計算出現次數

透過 Excel「COUNTIF」計算每個字(詞)

彙在個別冊別的出现次數。

3. 歸納字彙並排序

在 Excel 中透過「排序」功能將單一冊別字(詞)彙依照出現次數由多至少排序；並「移除重複」在保留字(詞)彙出現次數的條件下歸納不同的字(詞)彙；「RANK」列出單一冊別中所有字(詞)彙的出現次數排名。

4. 統整單一版本字(詞)彙出現次數及字(詞)頻

合併單一版本不同冊別的字(詞)彙，再藉由 Excel「小計」統整出各版本中不同字(詞)彙的出現次數；藉由上述出現次數計算所有字(詞)彙的總出現次數及出現字(詞)

頻；將字（詞）彙依照出現字（詞）頻排名。

5. 統整全版本字（詞）彙出現次數及字（詞）頻

合併不同版本字（詞）彙，Excel「小計」統整不同版本字（詞）彙出現次數，計算出現字（詞）頻、排名並計算累計字（詞）頻。

6. 比較高頻字（詞）彙

透過 Excel「LOOKUP」將文本中的數學字彙與「優質特教網」字頻序進行比較，並標記非國語高頻字彙（大於 200 名者）；將文本中的數學詞彙與「中研院詞頻序」進行比較，標記出非國語高頻詞彙（大於 3644 名者）。

(三) 資料處理與分析

將各版本、冊別的字、詞頻資料進行處理及分析，並提出研究結果與討論。

1. 分析數學字彙字頻

將數學字彙依照版本合併、分別統計，排序後摘要各版本數學高頻字彙，並將其與優質特教網之字頻序進行比對，尋找其中的非國語高頻字彙。將其中數學字彙的出現次數繪製成圖，以觀察其中出現次數的關係。並將數學字彙排序與優質特教網字頻序進行相關係數分析，藉由相關係數了解數學課本中數學字彙與國語高頻字彙間的相關性。

2. 分析數學詞彙詞頻

將數學詞彙依版本合併、分別統計，排序後摘要各版本數學高頻詞彙，並將其與中研院詞頻序進行比對，尋找當中非國語高頻詞彙。將其中數學詞彙出現次數繪製成圖，藉此了解數學詞彙出現次數的關係。並將數學詞彙的出現次數排序與中研院詞頻序進行相關係數分析，藉由兩者間的相關係數，了解數學課本中數學詞彙的出現情形與國語高頻詞彙間的相關性。

肆、結果與討論

一、數學字彙出現字頻

表 2 統整南、康、翰三個常見版本合計（下稱全版本）課本數學字彙，全版本數學課本中，共出現 707563 個數學字彙，並分布於 2801 種字彙中。此外依照出現次數排序的前 74 名（2.64%），便已達累計字頻 50.191%，為全版本之數學高頻字彙，這些字彙佔數學課本內文一半的比例，意即當學生認識這 74 個字彙時，便能識得超過一半數學課本的內容，是對於數學學習而言重要的數學字彙。研究者依上述方法將各版本數學高頻字彙列於表 3。

表 2

全版本數學高頻字彙出現字頻表

數學字彙	出現次數	出現字頻	累計字頻	數學課本字頻排名	優質特教網字頻序
的	26279	3.714%	3.714%	1	1
個	14955	2.114%	5.828%	2	16
是	14627	2.067%	7.895%	3	3
公	13366	1.889%	9.784%	4	62
分	13199	1.865%	11.649%	5	56
數	12631	1.785%	13.434%	6	139

(續下頁)

表 2 (續)

全版本數學高頻字彙出現字頻表

數學字彙	出現次數	出現字頻	累計字頻	數學課本 字頻排名	優質特教網 字頻序
一	11316	1.599%	15.034%	7	2
有	7354	1.039%	16.073%	8	7
幾	6945	0.982%	17.055%	9	183
看	6573	0.929%	17.984%	10	34
算	6276	0.887%	18.871%	11	283 ^a
和	6111	0.864%	19.734%	12	30
位	5908	0.835%	20.569%	13	155
以	5465	0.772%	21.342%	14	21
小	5242	0.741%	22.082%	15	17
多	5206	0.736%	22.818%	16	46
用	5092	0.720%	23.538%	17	45
習	4914	0.694%	24.232%	18	192
時	4909	0.694%	24.926%	19	31
長	4886	0.691%	25.617%	20	54

註 1：優質特教網字頻序前 200 名為國語高頻字彙；a 為非國語高頻字彙。

註 2：節錄前 20 名數學高頻字彙。

表 3

各版本數學高頻字彙列表

排名	全	南	康	翰	排名	全	南	康	翰	排名	全	南	康	翰
	的	的	的	的		和	位	幾	和		形	頁	方	用
	個	個	公	是		位	算	和	以		面	面	頁	方
	是	是	個	個		以	作	多	小		方	習	習	下
	公	公	是	分		小	長	以	習		下	形	時	作
	分	分	分	公		多	用	做	形		比	方	面	元
1~11	數	數	數	數	12~22	用	時	用	長	23~33	元	元	形	成
	一	幾	一	一		習	合	學	時		可	比	作	答
	有	一	看	有		時	小	第	位		學	在	長	圖
	幾	有	有	算		長	第	合	看		圖	學	圖	了
	看	看	位	幾		合	以	小	面		第	下	比	合
	算	和	算	多		作	可	下	比		成	答	可	可

(續下頁)

表 3 (續)

各版本數學高頻字彙列表

排名	全	南	康	翰	排名	全	南	康	翰	排名	全	南	康	翰
34~48	答	尺	生	大	49~63	少	法	說	表	64~77	直	課	為	兩
	了	圖	元	少		積	十	人	平		動	百	直	子
	角	配	少	出		再	大	答	說		每	共	這	張
	在	試	角	學		平	積	題	中		條		件	練
	大	生	了	角		人	來	積	邊		體		十	題
	出	成	大	上		表	中	再	式		本		兩	三
	頁	角	量	再		邊	上	活	條		記		共	皮
	尺	出	配	來		要	再	平	不		不		升	法
	生	多	上	要		到	表	法	每		兩		式	麼
	配	說	成	在		法	式	要	配		師		最	記
做	了	動	尺	題	題	表	做	三			十			
量	師	來	到	中	到	麼	體				生			
上	邊	在	積	十	麼	到	本				這			
來	平	出	人	麼	體	邊	直				圓			
說	量	尺	量	式	每	本	先							

註 1：各版本依排名上至下、左至右排序；數學高頻字彙為累計字頻小於 50%者。

註 2：「全」為全版本合計之結果（下同）。

將全版本數學字彙的出現字頻排名與優質特教網字頻序進行相關性比較，兩者間相關係數達.676 ($p < .001$) 代表數學課本中所出現的數學字彙與國語常見的字彙有顯著的中度正相關，顯示在數學中重要的字彙，往往也在國語識字教學被重視。但在進一步觀

察全版本數學高頻字彙後，卻也發現有 17 個 (22.97%) 數學高頻字彙不屬於國語高頻字彙，他們雖常見於數學課本，卻較少見於國語，對數學而言重要，但國語識字教學可能會被忽略。研究者依上述方法整理各版本數學高頻字彙中的非國語高頻字彙列於表 4。

表 4

各版本數學高頻字彙中之非國語高頻字彙

版本	非國語高頻字彙																
全(17)	算	合	元	圖	答	角	頁	尺	配	量	積	平	式	直	每	條	記
南(17)	算	合	頁	元	答	尺	圖	配	試	角	平	量	積	式	每	百	共
康(17)	算	合	頁	圖	元	角	量	配	尺	答	積	平	直	件	共	升	式
翰(21)	算	元	答	圖	合	角	尺	積	量	平	式	條	每	配	直	先	張
																	練
																	皮
																	記
																	圓

註 1：依各版本出現字頻排序；非國語高頻字彙為優質特教網字頻序超過 200 者。

將全版本數學字彙（全部）及數學高頻字彙（前 74 名）出現次數分布呈現如圖 2、3，能發現數學字彙的出現次數呈現冪律分布的情形，這種分布反映了少數的數學詞彙便佔據了大多數的比例。在圖形中可以觀察到

數學詞彙的出現次數隨名次有明顯的落差，主要密集分布於名次較前者，而較後者則僅有極少次數，代表數學字彙的出現有著「多者極多、少者極少」的情形。

圖 2

全版本數學字彙出現次數分布圖

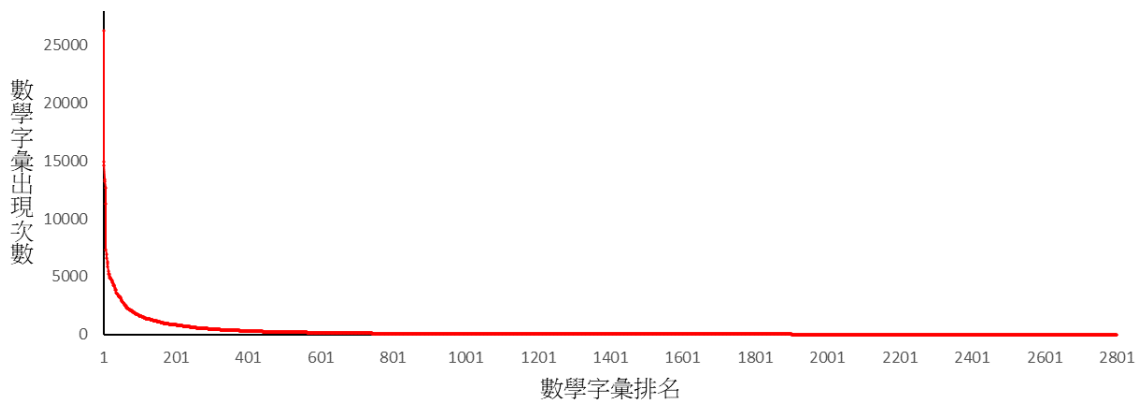
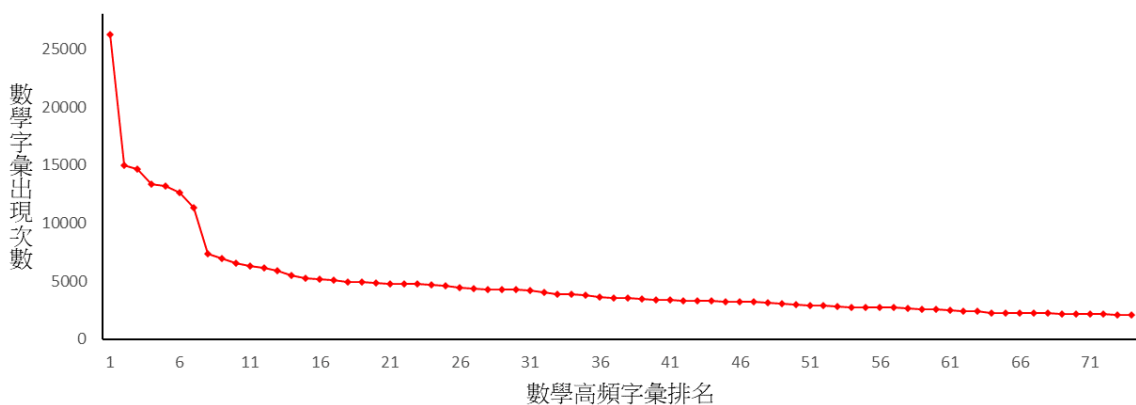


圖 3

全版本數學高頻字彙出現次數分布圖（前 74 名）



研究者依上述方法分析各版本數學課本並摘要彙整如表 5。南、康、翰數學高頻字彙（如表 3）分別有 66、73、77 個（3.18%~3.43%）；屬於非國語高頻字彙（如表 4）者，則分別有 17、17、21 個（23.29%~27.27%）。研究者檢視各版本數學高頻字彙（表 3），並將其中與全部版本總計之數學高頻字彙不同

者列於表 6，是不同版本傾向使用的數學高頻字彙。另外各版本數學課本字頻排名與優質特教網字頻序之相關性分析，相關係數對應版本分別為 .600 ($p < .001$)、.614 ($p < .001$)、.636 ($p < .001$)，皆為顯著的中度正相關，與全版本合計之結果相同。

表 5

各版本數學字彙及數學高頻字彙項目摘要表

版本	數學字彙		數學高頻字彙				數學課本字頻排名與 優質特教網字頻序排名 相關係數
	次數	類別數	個數	比例	非國語高頻字彙數		
					個數	比例	
全	707563	2801	74	2.64%	17	22.97%	.676 ***
南	202524	2076	66	3.18%	17	25.76%	.600 ***
康	257567	2129	73	3.43%	17	23.29%	.614 ***
翰	247472	2280	77	3.38%	21	27.27%	.636 ***

註 1：*** $p < .001$

註 2：數學高頻字彙比例為「數學高頻字彙個數／數學字彙類別數」；數學高頻字彙中非高頻字彙數比例為「數學高頻字彙中非國語高頻字彙個數／數學高頻字彙個數。」

表 6

各版本數學高頻字彙異於全部版本總計之列表

版本	數學高頻字彙							
南	試	共						
康	活	為	這	件	共	升	最	
翰	先	子	張	練	皮	這	圓	

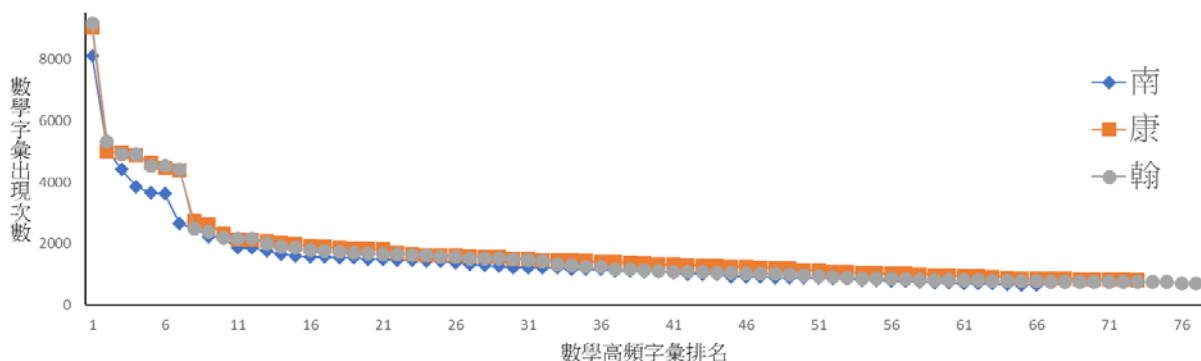
註：本表為未出現於表 3 之各版本數學高頻字彙。

另外，研究者各版本數學高頻字彙分布情形呈現於圖 4。觀察圖 4 中各版本數學高頻字彙出現次數的分布情形，各版本數學高

頻字彙有著相似的分布趨勢，且與圖 3 的全版本數學高頻字彙有著相似的冪律分布情形。

圖 4

各版本數學高頻字彙出現次數分布圖



綜合上述研究結果，研究者發現數學字彙的出現情形，不論是數學字彙中數學高頻字彙的比例、數學高頻字彙中非國語高頻字彙的比例、數學課本字頻排名及優質特教網字頻序排名的相關係數、數學高頻字彙出現次數的分布情形，在全版本、南、康、翰版都呈現相似的結果。

根據上述研究結果，不論各版本的數學高頻字彙，在出現次數上都具有分布上的差異，且僅占有所有數學字彙的 2~3%。研究者因此認為，雖然閱讀障礙學生在學習數學時可能會出現源於閱讀問題的數學困難，但若藉由數學高頻字彙識字教學引導閱讀障礙學生有目標性、具策略地認識特定的數學字彙（數學高頻字彙），將有效地提升閱讀障礙學生閱讀數學文本的成效。當閱讀障礙學生提升數學字彙的相關知識、數學閱讀的成就時，便能並進一步提升數學學習的整體表現。

而研究結果也顯示數學字彙與優質特教網的排序有著顯著的中度正相關，代表數學

課本中的重要字彙，也會被國語識字教學所關注。再加上再中文閱讀中，相比於字彙，詞彙更具有穩定的意義，更能明確地由數學意義觀察其重要性，亦即「字在詞裡」，對數學字（詞）而言更為重要。因此，以下研究者分析數學詞彙詞頻，探討數學詞彙的出現及分布情形。

二、數學詞彙出現詞頻

表 7 歸納了三個版本數學課本所包含的數學詞彙，礙於篇幅僅節錄排名前 20 名的數學詞彙。在全版本合計 36 冊數學課本中出現了 220555 個數學詞彙，涵蓋了 19969 種。而其中前 246 個詞彙（佔全部數學詞彙種類的 1.23%）就已經達到了累計詞頻的 50.385%。研究者將這 246 個全版本數學高頻詞彙統整於表 8，代表只要能辨讀這 246 個最關鍵、常見於數學課本、少數（1.23%）的數學高頻詞彙，便能閱讀超過半數數學課本的課文內容。這些數學高頻詞彙對數學學習、數學閱讀而言扮演重要的角色。

表 7
全版本數學詞彙出現詞頻表

數學詞彙	出現次數	出現詞頻	累計詞頻	數學課本 詞頻排名	中研院 詞頻序
配合	3185	1.444%	1.444%	1	477
習作	3109	1.410%	2.854%	2	27329 ^c
公分	2750	1.247%	4.101%	3	1859
可以	2722	1.234%	5.335%	4	42
多少	2489	1.129%	6.463%	5	571
公尺	2293	1.040%	7.503%	6	898
學生	2228	1.010%	8.513%	7	96
附件	1802	0.817%	9.330%	8	27329 ^c
比較	1530	0.694%	10.024%	9	239
一樣	1478	0.670%	10.694%	10	205

（續下頁）

表 7 (續)

全版本數學詞彙出現詞頻表

數學詞彙	出現次數	出現詞頻	累計詞頻	數學課本 詞頻排名	中研院 詞頻序
公斤	1464	0.664%	11.358%	11	1892
面積	1403	0.636%	11.994%	12	1612
表示	1387	0.629%	12.623%	13	99
活動	1380	0.626%	13.248%	14	149
問題	1182	0.536%	13.784%	15	75
公升	1180	0.535%	14.319%	16	18032 ^c
剩下	1174	0.532%	14.852%	17	2332
分數	1156	0.524%	15.376%	18	4453 ^c
什麼	1148	0.521%	15.896%	19	74
說說	1061	0.481%	16.377%	20	7001 ^c

註 1：中研院詞頻序排名前 3644 名；c 為非國語高頻詞彙。

註 2：節錄前 20 名數學詞彙。

表 8

全版本數學高頻詞彙列表

名次	全版本數學高頻詞彙							
1~8	配合	習作 ^c	公分	可以	多少	公尺	學生	附件 ^c
9~16	比較	一樣	公斤 ^c	面積	表示	活動	問題	公升
17~24	剩下	分數 ^c	什麼	說說 ^c	下面	教師	怎麼	練習
25~32	小時	計算	所以	個位 ^c	圖形 ^c	公克 ^c	公里	做做 ^c
33~40	小數 ^c	分鐘	毫升 ^c	算算 ^c	單位	數字	大約	答案
41~48	位數 ^c	三角形 ^c	親師 ^c	體積 ^c	算式 ^c	認識	建議	合起來 ^c
49~56	發現	直式 ^c	知道	拿出	試試 ^c	正方形 ^c	平方公分 ^c	時間
57~64	長度 ^c	毫米 ^c	時分 ^c	長方形 ^c	整數 ^c	共有 ^c	進行	哪些 ^c
65~72	數量	關係	立方公分 ^c	直角 ^c	因數 ^c	相同	平方公尺 ^c	媽媽
73~80	回答	最多	平行 ^c	距離	教學	我們 ^c	個人	如果
81~88	人數	觀察	填填 ^c	透過	做法	部分	分別	下午
89~96	畫出 ^c	重量 ^c	四邊形 ^c	刻度 ^c	學習	全部	分母 ^c	大小
97~104	分成	起來	上午	平分 ^c	容量 ^c	換成 ^c	開始	想想
105~112	不同	倍數 ^c	解題 ^c	皮皮 ^c	乘數 ^c	除以 ^c	乘法 ^c	記下來 ^c

(續下頁)

表 8 (續)

全版本數學高頻詞彙列表

名次	全版本數學高頻詞彙							
113~120	位置	使用	底面 ^c	數學	引導	長方體 ^c	對稱 ^c	個個 ^c
121~128	爸爸	除數 ^c	叫作 ^c	裝成 ^c	正方體 ^c	剛好 ^c	分到 ^c	需要
129~136	蛋糕 ^c	算出 ^c	直線 ^c	速率 ^c	半徑 ^c	積木 ^c	單元	形體 ^c
137~144	生活	垂直 ^c	頂點 ^c	個數 ^c	加減 ^c	除法 ^c	公因數 ^c	公倍數 ^c
145~152	這樣 ^c	應用	找出	這些 ^c	法算式 ^c	乘以 ^c	溝通站 ^c	周長 ^c
153~160	解決	完成	上面	互相	稱為	其中	原來	記成 ^c
161~168	扇形 ^c	填入 ^c	實際	沒有	規律 ^c	緞帶 ^c	布題 ^c	方法
169~176	哥哥	等分 ^c	遊戲	十分位 ^c	果汁 ^c	答答 ^c	比值 ^c	右邊 ^c
177~184	圖卡 ^c	寫出 ^c	百分率 ^c	國小	一共 ^c	記錄	現在 ^c	哪裡
185~192	小格 ^c	直徑 ^c	記記 ^c	邊長 ^c	一些 ^c	臺灣	餅乾 ^c	交流
193~200	老師 ^c	公畝 ^c	正確	相差 ^c	結果	利用	平均	數數 ^c
201~208	加上	理解	平分成 ^c	其他 ^c	今天	姐姐 ^c	為什麼	操作
209~216	同時 ^c	課課 ^c	三角板 ^c	測量 ^c	圓形 ^c	經驗	量量 ^c	經過
217~224	小朋友	男生	定位板 ^c	是否	巧克力 ^c	年齡	蘋果 ^c	小數點 ^c
225~232	方式 ^c	價錢 ^c	用算式 ^c	因為 ^c	記作 ^c	賣出 ^c	用掉 ^c	相等 ^c
233~240	美美 ^c	體重	公噸 ^c	參加	他們 ^c	立方公尺 ^c	形狀 ^c	顏色
241~246	奇數 ^c	圈圈 ^c	元元 ^c	長條圖 ^c	星期	情境		

註：名次由左而右、由上而下排序；c 為非國語高頻詞彙。

研究者也將全版本數學詞彙（全部）及數學高頻詞彙（前 246 名）的出現次數分布分別呈現於圖 7、8。根據圖 7、8 所示，研究者發現數學詞彙也呈現了與數學字彙相同冪律分布的情形，代表少數的數學（高頻）詞彙便佔據大多數數學詞彙出現的比例。與數學字彙相同的，數學詞彙的出現次數也隨著名次有明顯的落差，密集分布於出現次數較多者，並快速的下降，排名較後者就只有極少的出現次數。和前述研究者觀察僅需認識少數數學詞彙，便能閱讀多數數學課本內文的發現相同。

雖然藉由上述課文分析結果可以發現若能自目標地學習數學高頻詞彙，便能有效率

地提升整體數學閱讀表現，甚至可能提升整體數學成就。然而將全版本數學詞彙的出現詞頻排名與中研院詞頻序進行相關分析後，卻發現兩個排序之間的相關僅有 .363 ($p < .001$)，數學課本中的詞彙與常見詞彙之間僅有顯著的低度的正相關，代表數學詞彙的出現情形與國語的出現情形相關性不大。此外相較數學字彙與常見字彙，數學詞彙與常見詞彙的關聯較低，表示數學詞彙在數學課本中的出現情形是更容易在國語識字教學中被忽視的，對閱讀障礙學生學習數學而言，更可能會出現因為數學詞彙的識字閱讀影響數學學習的情形。

圖 7

全版本數學詞彙出現次數分布圖

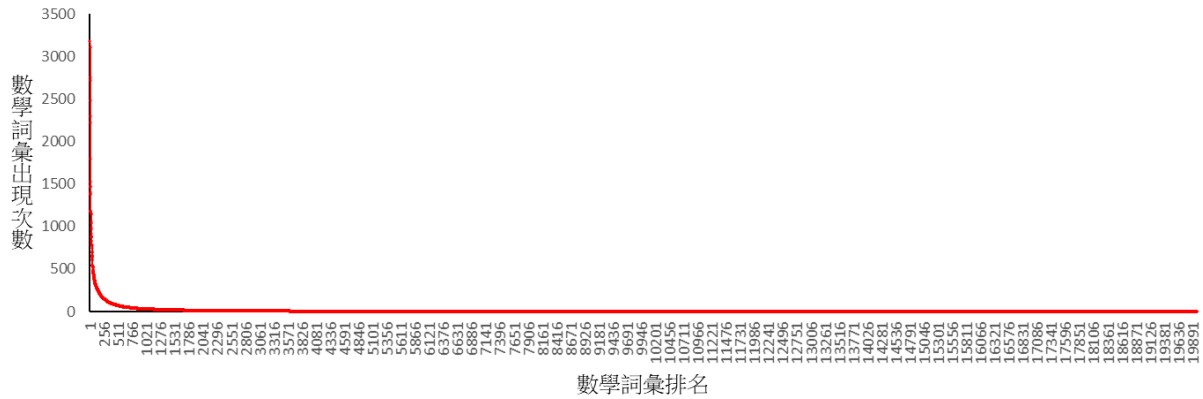
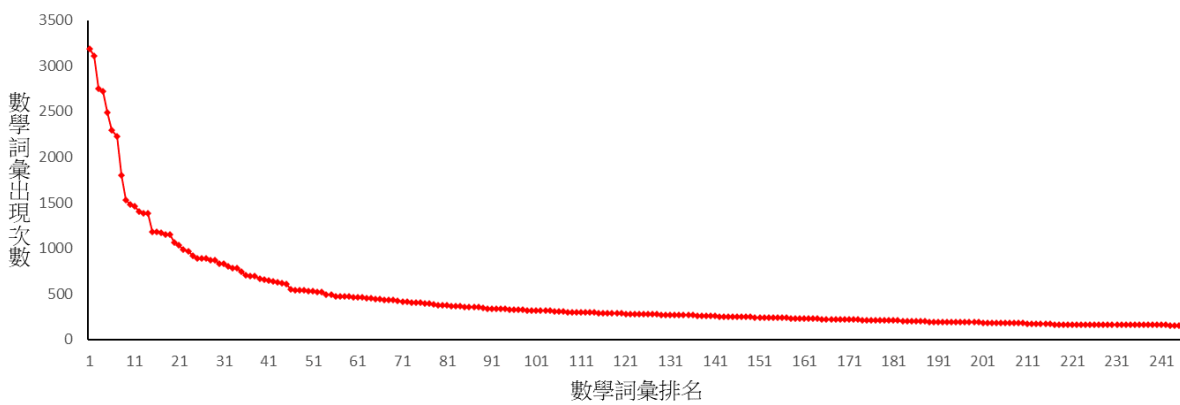


圖 8

全版本數學高頻詞彙出現次數分布圖（前 246 名）



此外在全版本課文合計後所得之 246 個數學高頻詞彙（表 8）中，研究者發現有 127 個詞彙屬於非國語高頻詞彙，佔其中的 51.626%，代表數學高頻詞彙中有超過一半是非國語高頻詞彙，這些詞彙常見於數學，卻有一半少見於國語，在國語課程的選字上容易被忽略，而缺乏對該詞彙的教學可能就是影響閱讀障礙學生出現數學閱讀困難的原因。

為進一步了解上述在國語教學中容易被忽略的數學高頻詞彙出現在數學上的意義與其和數學閱讀之間的關係，研究者將上述 127 個數學高頻詞彙中的非國語高頻詞彙根據

Monroe 等人（1995）提出的分類方式將其分類。在 Monroe 等人（1995）提出的數學詞彙分類方式，可將數學辭彙分為「術語」、「準術語」、「一般詞彙」、「符號」四大類，而其中符號類的數學詞彙屬於數學補救教學關注的核心，故本研究不將其列入討論範圍，因此將數學辭彙分為「術語」、「準術語」、「一般詞彙」三大類，並整理於表 9。

全版本數學高頻詞彙中的非國語高頻詞彙共有 54 個術語、4 個準術語、69 個一般詞彙。其中「術語」係指僅在數學代表特定意涵的數學詞彙，其中研究者再將其依照《十二年國民基本教育課程綱要－國民中小學暨普

通型高級中等學校數學領域綱要（數學領綱）》（教育部，2018）分為數與量、空間與形狀、關係、資料與不確定性四類；「準術語」則是在數學及其他領域皆出現但表示不同意思的數學詞彙；「一般詞彙」則是指在數學及其他領域都出現也代表相同意義的數學詞彙，研究者將一般詞彙另外分為直接涉及數學核心概念或在數學領綱以條目形式出現的

概念相關一般詞彙、對於數學解題具有重要意義的解題相關一般詞彙及不涉及數學概念與解題的無直接相關一般詞彙。研究者認為透過將上述詞彙進行分類並進行有目標地數學高頻詞彙識字教學，能幫助閱讀障礙學生提升數學閱讀表現，並藉此提高其整體數學學習成就。

表 9
全版本數學高頻詞彙中的非國語高頻詞彙列表

詞彙類別		數學高頻詞彙						
術語(54)	數與量	個位	小數	位數	算式	直式	平方公分	整數
		立方公分	因數	平方公尺	分母	平分	容量	倍數
		乘數	除以	乘法	除數	速率	加減	除法
		公因數	公倍數	法算式	乘以	布題	等分	十分位
		比值	百分率	公畝	平分成	三角板	定位板	小數點
	空間與形狀	用算式	記作	立方公尺	奇數			
		直角	四邊形	底面	長方體	正方體	半徑	形體
		垂直	頂點	周長	扇形	直徑	邊長	
	關係	解題						
		資料與不確定性	長條圖					
準術語(4)		分數	平行	個個	相差			
一般詞彙 (69)	概念相關	公升	圖形	公克	毫升	三角形	體積	正方形
		長度	毫米	時分	長方形	重量	刻度	對稱
		直線	積木	規律	測量	圓形	相等	公噸
		形狀						
	解題相關	合起來	共有	分到	一共	賣出	用掉	
		無直接相關	習作	附件	說說	做做	算算	親師
		哪些	填填	畫出	換成	皮皮	記下來	叫作
		裝成	剛好	蛋糕	算出	個數	溝通站	記成
		填入	緞帶	果汁	答答	右邊	圖卡	寫出
		小格	記記	餅乾	數數	姐姐	課課	量量
	巧克力	蘋果	價錢	美美	圈圈	元元		

註：依各類別出現詞頻排序。

為了解各版本數學詞彙的出現情形，研究者分析各版本數學課本，以探討其中數學詞彙的出現對數學閱讀的影響。研究者將各版本所得數學詞彙相關資訊摘要如表 10。在南、康、翰版數學課本中，數學高頻詞彙分別有 193、216、254 個（佔各版本整體數學詞彙的 2.22%~2.46%），研究者將上述各版本數學高頻詞彙彙整於表 11（礙於篇幅因素，本文僅節錄各版本排名前 100 名的數學高頻詞彙，各版本完整的數學高頻詞彙列表則呈現於國立清華大學特殊教育學系孟瑛如教授

主持「有愛無礙融合教育網站—For Content 子網站 <https://contents.dale.nthu.edu.tw/>」)。而各版本數學高頻詞彙中則分別有 109、109、133 個屬於非國語高頻詞彙（佔各版本數學高頻詞彙的 50.46%~52.36%），這些詞彙是在數學中重要，卻在國語識字課程的選詞上容易被忽略的詞彙，研究者將各版本數學高頻詞彙中的非國語高頻詞彙彙整於表 12（礙於篇幅，本文僅將其中與表 11 不重複的數學詞彙記錄於表 12，其餘完整詞彙表請參閱有愛無礙網站）。

表 10
各版本數學詞彙出現詞頻摘要表

版本	出現詞彙			數學高頻詞彙			數學課本詞頻排名與 中研院詞頻序相關係數
	次數	類別數	個數	比例	非高國語頻詞彙數		
					個數	比例	
全版本	220555	19969	246	1.232%	127	51.626%	.363 ***
南	62904	8711	193	2.216%	109	56.477%	.335***
康	80995	9150	216	2.361%	109	50.463%	.355 ***
翰	76656	10315	254	2.462%	133	52.362%	.312 ***

*** $p < .001$

表 11
各版本數學高頻詞彙列表（節錄前 100 名）

名次	南	康	翰	名次	南	康	翰
	配合	配合	公分		公斤	公斤	一樣
	習作	多少	多少		附件	做做	問題
	公尺	習作	可以		面積	表示	面積
	學生	學生	習作		一樣	一樣	表示
1~9	公分	可以	配合	10~18	表示	比較	公斤
	可以	公分	公尺		說說	面積	剩下
	試試	活動	練習		建議	公升	分數
	比較	附件	附件		什麼	什麼	小時
	教師	公尺	比較		公升	剩下	學生

（續下頁）

表 11 (續)

各版本數學高頻詞彙列表 (節錄前 100 名)

名次	南	康	翰	名次	南	康	翰
	活動	公克	什麼		引導	進行	媽媽
	分數	教師	公升		直式	直式	平方公分
	下面	單位	圖形		位數	合起來	等分
	剩下	說說	下面		長方形	平方公分	直式
	問題	分數	公里		時分	知道	長方形
	個位	所以	計算		叫作	哪些	整數
	發現	下面	怎麼		長度	數量	時間
	怎麼	怎麼	皮皮		相同	關係	立方公分
	親師	問題	小數		平方公尺	正方形	分成
	所以	計算	分鐘		做法	時間	做做
	圖形	小數	認識		觀察	毫米	美美
	多少	個位	算式		時間	長度	解析
	計算	毫升	數字		合起來	整數	距離
	小時	小時	說說		知道	分別	長度
	公里	圖形	個位		記下來	認識	時分
19~50	大約	位數	毫升	51~82	整數	下午	哪些
	分鐘	分鐘	算算		個人	透過	丹丹
	毫升	算算	所以		單位	刻度	單位
	數字	公里	三角形		共有	重量	平行
	算式	答案	體積		關係	拿出	數量
	三角形	溝通站	公克		乘數	人數	我們
	練習	學習	合起來		平分	時分	填填
	小數	數字	回答		換成	最多	速率
	答案	大約	答案		進行	遊戲組	單元
	算算	共有	因數		數量	立方公分	最多
	公克	親師	知道		正方形	算式	親師
	透過	我們	位數		平行	相同	答答
	體積	三角形	大約		哪些	發現	倍數
	拿出	想想	交流		教學	大小	除以
	毫米	直角	正方形		立方公分	個人	全部
	課課	使用	拿出		平方公分	部分	關係
	解題	體積	如果		認識	建議	分母

(續下頁)

表 11 (續)

各版本數學高頻詞彙列表 (節錄前 100 名)

名次	南	康	翰	名次	南	康	翰
83~91	人數	數學	應用	92~100	回顧	媽媽	爸爸
	乘法	布題	平方公尺		個數	實際	加減
	個個	因數	進行		單元頁	全部	上午
	除以	如果	部分		填填	畫出	公倍數
	畫出	長方形	直角		回答	為什麼	公因數
	四邊形	教學	教學		媽媽	平行	開始
	最多	平方公尺	毫米		容量	起來	分別
	距離	距離	相同		直角	記記	起來
輔助	積木	半徑	填入	算出	換成		

註：各版本依名次上至下、左至右排序。

表 12

各版本數學高頻詞彙之非國語高頻詞彙列表

版本	非國語高頻詞彙									
南(9)	輔助	回顧	單元頁	分秒	看成	淤于	察覺	統計表	偶數	
康(15)	遊戲組	豆豆	妙妙	鳳梨酥	雞兔	課本	腳數	秒鐘	計量	奇奇
	比比	材質	妮妮	隻雞	分分	驗算				
翰(22)	解析	丹丹	動動	多多	卡卡	錢錢	幣幣	數字卡	園地	讀作
	評量	千百十	卡片	圖案	鐘面	寫成	百分位	表面積	杯子	牛奶
	想成	貼紙	裝滿	圓形圖						

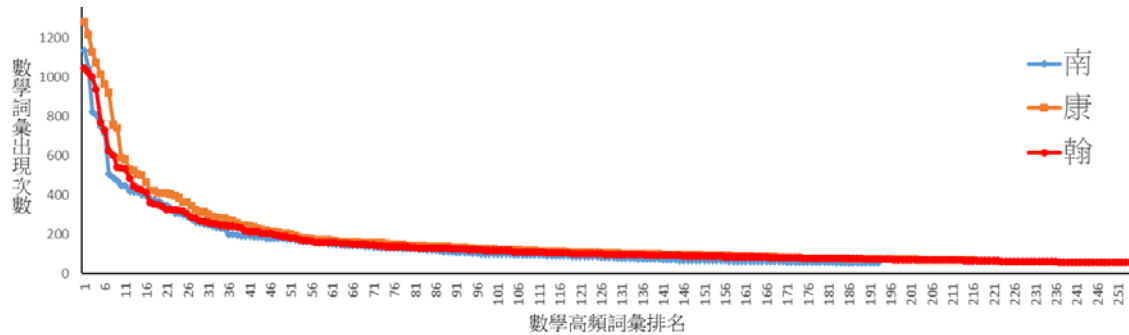
註：依各版本出現詞頻排序；僅節錄未與全版本 (表 11) 重複者。

表 12 所列與全版本不重複之各版本數學高頻詞彙中非國語高頻詞彙，南、康、翰版分別有 9、15、22 個，研究者觀察其中數學詞彙，認為表 12 中南版的「統計表」、「偶數」、康版「秒鐘」、「驗算」、翰版的「鐘面」、「百分位」、「表面積」、「圓形圖」屬於術語、準術語、與數學概念相關或與解題相關之一般詞彙，是其中對閱讀障礙學生進行數學閱讀、解題而言較具意義的數學詞彙。

研究者將各版本的數學高頻詞彙出現次數分布圖呈現如圖 9。透過觀察圖 9，同樣發現各版本數學高頻詞彙間的出現次數分布呈現相似的趨勢，且與圖 8 中的全版本數學高頻詞彙的幕律分布呈現相似的趨勢。表示數學高頻詞彙的出現也呈現密集分布於出現次數高者，特定數學高頻詞彙就佔據大部分數學課文的內容。

圖 9

各版本數學高頻詞彙出現次數分布圖



研究者也將各版本的數學詞彙出現詞頻排名與中研院詞頻序進行相關性分析，南、康、翰全版本的相關係數分別為 .335 ($p < .001$)、.355 ($p < .001$)、.312 ($p < .001$)，各版本相關性皆略低於全版本合計之結果且同樣屬於顯著的低度正相關。表示各版本數學詞彙的出現情形，往往都僅與國語識字課程的選詞原則有著較低的相關性。

綜合研究者對於數學詞彙出現情形的探究，研究者觀察各版本的數學課本在數學詞彙的使用上與數學字彙相似，都呈現密集分布於出現頻率較高的字(詞)彙上。因此對於閱讀障礙學生而言，若能先認識特定 1~3% 的數學詞彙(數學高頻詞彙)，便能有效率的提升他們在學習數學時的數學閱讀表現。然而研究者也發現數學詞彙的出現與國語高頻詞彙會有著較大的差異，表示在數學中常出現的詞彙，卻不是在國語的識字教材中會被優先選擇、使用的，在國語與數學之間的差異，就有可能加大閱讀障礙學生由於識字閱讀問題影響數學學習成就的情形。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 數學字彙與數學詞彙有著相似的分布情形

常見全版本的國小數學課本中合計共出現了 707563 個數學字彙，雖然分布於 2801

種字彙中，卻僅需要識得其中 74 個數學高頻字彙，便能認得數學課文超過一半的內容，當中僅佔全部數學字彙的 2.64%；另外數學課本也共出現 220555 個數學詞彙，雖有 19969 種，但也僅需要認得其中 246 個數學高頻詞彙(1.23%)，也能識得一半的數學課文內容。將版本個別討論後也同樣觀察到相同的情形，無論何版本，讀者也僅需要識得全部數學字(詞)彙中的極少數(1.2~3.4%)便能閱讀超過一半的數學課文。

除此之外不論是個別版本、全版本合計在數學字彙及數學詞彙的分布上，皆反映出少數數學字(詞)彙便佔據大多數比例的幂律分布，這樣的分布更證明了，雖然數學課本內容涉及許多不同的數學概念，但若能有目標地識得特定的數學字(詞)彙便能有效率地提升對於整體數學課文中的數學詞彙能力。

(二) 數學詞彙的教學在國語上較數學字彙更容易被忽略

各版本數學高頻字彙中，非國語高頻字彙僅 23~27%，且數學字彙與優質特教網字頻序間的相關也呈現 60~64 的中度正相關結果。然而數學詞彙中，非國語高頻詞彙的比例卻有 50~56%，各版本的非高頻詞彙皆超過數學高頻詞彙的一半，且數學詞彙與中研院詞頻序僅有 31~36 的低度正相關。上述結果呈現數學詞彙在國語的識字教學中比起

數學字彙更容易被忽略，表示在數學課程中所使用的數學詞彙，在國語識字課程當中較少出現，於此其中出現的差異，便有可能使閱讀障礙學生在學習或解題上出現源於識字問題的數學困難。

二、教學建議

(一) 資源班教師可依照結果針對閱讀障礙學生進行數學高頻字（詞）識字優先教學

有鑑於現行數學教科書的編撰，數學字（詞）彙皆有呈現密集分布於高出現頻率字詞的現象，並且皆呈現佔極少數數學字詞比例的數學高頻字詞，便佔據超過一半的數學課文內容。上述研究結果都指出，若資源班教師能在進行數學概念教學前，能參考表 3、表 8，先挑選符合該單元教學重點的數學高頻字詞進行識字教學，可以有效率地幫助閱讀障礙學生進行數學閱讀。研究者更建議資源班教師須特別留意表 4、表 9 中是數學高頻字詞卻不屬於國語高頻字詞者，這些字詞在數學當中相當重要，但在國語中卻常被忽略，這些字詞可能是造成閱讀障礙學生出現數學閱讀困難的重要來源。此外資源班教師也可以優先加強表 9 中的術語、準術語、與概念或解題相關的一般詞彙，藉由這些重要數學詞彙的教學，降低閱讀障礙學生進行數學閱讀或解題上的識字困難。

另外資源班教師也可以參考表 6、表 11，依照學校所選定的版本，了解各版本在用字、用詞上的差異，並視需求透過數學字詞優先教學，降低版本撰寫習慣中可能會對數學閱讀造成的困難。

(二) 教科書商在編製國語課本時，可參考結果進行選文、選字或列生字參考表

根據結果，研究者發現數學課本中的數學字詞呈現密集分布於高出現頻率者的特性，雖然數學字彙與國語字彙間有著中度的正相關，然而數學詞彙與國語詞彙卻僅有著

低度的正相關。

因此研究者建議出版商在國語教科書編撰時，可針對閱讀障礙學生的學習特性，參考表 8 將數學高頻詞彙納入國語課程的選文、選字、選詞當中，尤其將表 9 所列出之一般詞彙類的數學高頻詞彙，在國語課程中進行教學。透過國語的教學，降低閱讀障礙學生在數學課接觸該數學詞彙時出現的困難。礙於篇幅，研究者將各版本數學詞彙出現詞頻排序表、各版本數學高頻詞彙中的非國語高頻詞彙及其他研究結果完整上傳於有愛無礙網站中，提供資源班教師進行數學字詞優先教學及教科書商編撰國語教科書時之參考

三、未來研究建議

(一) 探討不同類別數學詞彙出現情形的差異

研究者在探究此議題時發現關於數學字詞出現於數學課本中的情形其實有許多面向值得進行深入研究，例如研究者整理表 9 時，藉由 Monroe 等人 (1995) 提出的分類方式將數學詞彙分類，然而雖然經由此分類後能簡單區分應針對哪些數學詞彙實施數學字詞識字優先教學，然而若能將其進行進一步的分類，例如分為度量衡詞、時間詞彙、幾何詞彙等，對於資源班教師實施教學時所會考量的連貫性及一致性都將更具有價值，然而受限於篇幅，本研究僅能就表 9 的呈現方式進行分類。因此建議未來的研究中可以針對數學詞彙進一步細分，並探討其出現於數學課本中所呈現的差異。

(二) 探討不同年段冊別數學字詞出現情形之差異

本研究為針對國民小學階段數學課本進行的廣泛性內容分析研究，並針對數學字彙及數學詞彙進行出現情形的探討。透過本研究廣泛性的討論能了解數學課本在編撰、內容呈現上的趨勢，並明白數學字詞出現在數

學課本的分布。建議未來研究以本研究結果作為基礎，進一步探討各版本、各年段冊別數學字詞呈現於數學課本的出現情形，所得之研究結果將能提供現場資源班教師更便於其進行教學預備、實施數學字詞優先識字教學的重要教學實務價值。

(三) 針對數學字詞進行冊別差距之分析

本研究立論將優質特教網、中研院之字詞頻率作為國語識字教學重要性及選字、選詞的依循標準，雖此標準可呈現現場教科書編撰上的基本原則，然而各版本國語課程的選字在其中仍有少部分與上述原則相左。因此建議未來研究可增加針對數學字詞在國語進行識字教學時間點的比較，並了解其中的差異(稱為「冊別差距」)。研究者認為若探討各年段冊別出現的數學高頻字詞與各版本國語識字教學之間的冊別差距，便能精準地指出該數學高頻字詞在其出現的年段冊別時，學生可能對該字詞所缺乏的詞彙知識，藉此提供現場資源班教師更直接、具體的教學參考。

(四) 將內容分析之結果針對閱讀障礙學生進行實證研究

本研究為針對現行國民小學數學課本進行之內容分析研究，旨在透過本研究對數學課本中數學字詞進行概括性的檢視及探討，並將本研究結果作為現場資源班教師進行課程調整之參考依據。基於以上目的，本研究關注之焦點在於對數學課本的探討及其中數學高頻字詞之分析。建議未來研究能以本研究提出之研究結果針對閱讀障礙學生進行實證之教學研究，了解針對閱讀障礙學生實施數學高頻字詞優先識字教學課程，對其在數學閱讀、數學解題及數學整體成就上成效的提升為何。

參考文獻

- 王文華、賴以威、黃哲宏、楊容(2021)。**數感小學冒險系列 8:挑戰拼圖披薩**。親子天下。
- 王瓊珠(2018)。**學習障礙:理念與實務**。心理。
- 呂妍慧、袁媛(2020)。**數學領域雙語教育之教學模式初探**。*臺灣數學教育期刊*, 7(1), 1-26。
[https://doi.org/10.6278/tjme.202004_7\(1\).001](https://doi.org/10.6278/tjme.202004_7(1).001)
- 吳尚諭(2021)。**華語學前兒童口語語料詞彙次數比例及使用比例相關性之探討**。*台灣聽力語言學會雜誌*, 44。
[https://doi.org/10.6143/JSLHAT.202106\(44\).0001](https://doi.org/10.6143/JSLHAT.202106(44).0001)
- 吳昭容、曾建銘、陳柏熹(2020)。**國民中小學數學詞彙知識測驗**。心理。
- 孟瑛如(2019a)。**學習障礙與補救教學:教師及家長實用手冊(四版)**。五南。
- 孟瑛如(2019b)。**資源教室方案:班級經營與補救教學(四版)**。五南。
- 孟瑛如、簡吟文(2020)。**孩子可以比你想象的更專心:談注意力訓練(三版)**。心理。
- 孟瑛如、簡吟文(2021)。**學習障礙**。載於孟瑛如(主編),**特殊教育概論:現況與趨勢(第二版)**(頁411-448)。心理。
- 孟瑛如、簡吟文、邱佳寧、陳虹君、周文聿(2015)。**國民小學五至六年級數學診斷測驗**。心理。
- 洪麗瑜、連文宏(2017)。**數學學習障礙學生的鑑定**。載於詹士宜、楊淑蘭(主編),**突破數學學習困難:理論與實務**(頁115-136)。心理。
- 洪麗瑜、蔡東鍾主持,Hope設計(2007)。**中文補救教學資源網—文章分析:字庫**

- 查詢網站
(<https://sencir.spc.ntnu.edu.tw/GoWeb/include/index.php?Page=A-8-1>)。
- 教育部(2013a)。身心障礙及資賦優異學生鑑定辦法。臺北市：作者。
- 教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要－國民中小學暨普通型高級中等學校數學領域綱要。臺北市：作者。
- 教育部(2022a)。特殊教育通報網(www.set.edu.tw)。
- 教育部(2021b)。教育統計部網站(<https://depart.moe.edu.tw/ED4500/Default.aspx>)。
- 詹士宜(2019a)。結構式提問策略設計在閱讀理解教學上之應用。載於詹士宜(主編)，**有效教學－情境導向的國語與數學教學示例**(頁5-24)。國立臺南大學特殊教育中心。
- 詹士宜(2019b)。應用數學公路地圖協助學生數學解題困難。載於詹士宜(主編)，**有效教學－情境導向的國語與數學教學示例**(頁25-35)。國立臺南大學特殊教育中心。
- 趙文崇(2017)。兒童數量概念的發展與異常：從神經生理基礎談起。載於詹士宜、楊淑蘭(主編)，**突破數學學習困難：理論與實務**(頁3-18)。心理。
- 羅宇真、孟瑛如(2018)。高頻字優先教學於閱讀障礙學生識字教學之應用。**特教論壇**，24，19-41。
<https://doi.org/10.6502/SEF.2018.24.19-41>
- Adams, T. L. (2003). Reading mathematics: More than words can say. *The Reading Teacher*, 56(8), 786-795.
- American Psychiatric Association [APA]. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders 5th ed [DSM-5]*. American Psychiatric Association.
- Anderson-Inman, L., & Horney, M. A. (1998). Transforming text for at-risk readers. *Handbook of literacy and technology: Transformations in a post-typographic world*, 15-43.
- Bay-Williams, J. M., & Livers, S. (2009). Supporting Math Vocabulary Acquisition. *Teaching Children Mathematics*, 16(4), 238-245.
- Bryant, D. P., Goodwin, M., Bryant, B. R., & Higgins, K. (2003). Vocabulary instruction for students with learning disabilities: A review of the research. *Learning Disability Quarterly*, 26, 117-128.
<https://doi.org/10.2307/1593594>
- Bryant, D. P., Linan-Thompson, S., Ugel, N., Hamff, A., & Hougen, M. (2001). The Effects of Professional Development for Middle School General and Special Education Teachers on Implementation of Reading Strategies in Inclusive Content Area Classes. *Learning Disability Quarterly*, 24(4), 251-264.
<https://doi.org/10.2307/1511114>
- Espinosa, D. R., & Fuchs, L. S. (2022). The effects of language instruction on math development. *Child Development Perspectives*, 16, 69-75.
<https://doi.org/10.1111/cdep.12444>
- Forsyth, & Powell, S. R. (2017). Differences in the Mathematics-Vocabulary Knowledge of Fifth-Grade Students With and Without Learning Difficulties. *Learning Disabilities Research and Practice*, 32(4), 231-245.

- <https://doi.org/10.1111/ldrp.12144>
- Fuchs, L. S., Gilbert, J. K., Powell, S. R., Cirino, P. T., Fuchs, D., Hamlett, C. L., Seethaler, P. M., & Tolar, T. D. (2016). The role of cognitive processes, foundational math skill, and calculation accuracy and fluency in word-problem solving versus prealgebraic knowledge. *Developmental Psychology*, 52(12), 2085–2098.
<https://doi.org/10.1037/dev0000227>
- Geary, D. C., Boykin, A. W., Embretson, S., Reyna, V., Siegler, R., Berch D. B., & Graban, J. (2008). Report of the task group on learning processes. In U.S. Department of Education (Ed.), *The final report of the National Mathematics Advisory Panel* (pp. 25 – 34). U.S. Department of Education.
<http://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf>
- Gibson, D. J., Gunderson, E. A., & Levine, S. C. (2020). Causal effects of parent number talk on preschoolers' number knowledge. *Child Development*, 91(6), e1162–e1177.
<https://doi.org/10.1111/cdev.12423>
- Harmon, J. M., Hedrick, W. B., & Wood, K. D. (2005). Research on Vocabulary Instruction in the Content Areas: Implications for Struggling Readers. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 21(3), 261–280.
<https://doi.org/10.1080/10573560590949377>
- Hogan, T. P., Bowles, R. P., Catts, H. W., & Storkel, H. L. (2011). The influence of neighborhood density and word frequency on phoneme awareness in 2nd and 4th grades. *Journal of communication disorders*, 44(1), 49–58.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2010.07.002>
- Jacobson, J.M. (1998). *Content and reading: Integration with the language arts*. Delmar.
- Jitendra, A. K., Edwards, L. L., Sacks, G., & Jacobson, L. A. (2004). What research says about vocabulary instruction for students with learning disabilities. *Council for Exceptional Children*, 70, 299– 322.
<https://doi.org/10.1177/001440290407000303>
- Kim, Y., Wagner, R., & Foster, E. (2011). Relations among oral reading fluency, silent reading fluency, and reading comprehension: A latent variable study of first-grade readers. *Scientific Studies of Reading*, 15(4), 338–362.
<https://doi.org/10.1080/10888438.2010.493964>
- Lin, Peng, P., & Zeng, J. (2021). Understanding the Relation between Mathematics Vocabulary and Mathematics Performance: A Meta-analysis. *The Elementary School Journal*, 121(3), 504–540.
<https://doi.org/10.1086/712504>
- Liu, M. (2020). Semantic-to-Morphological Sequencing: Constraints on Mandarin Serial Motion Predication. *Journal of Chinese Linguistics*, 48(1), 49–96.
<https://doi.org/10.1353/jcl.2020.0001>
- Lerner, J. W., & Johns, B. H. (2012). *Learning disabilities and related mild disabilities / teaching strategies and new directions* (12th ed.). Wadsworth Cengage Learning
- Martin, B.N. and Fuchs, L.S. (2022), Predicting Risk for Comorbid Reading and

- Mathematics Disability Using Fluency-Based Screening Assessments. *Learning Disabilities Research & Practice*, 37: 100-112. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12278>
- Monroe, E.E. & Orme, M.P. (2002) Developing Mathematical Vocabulary, Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth, 46:3, 139-142, <https://doi.org/10.1080/10459880209603359>
- Monroe, E. E., & Panchyshyn, R. (1995). Vocabulary Considerations for Teaching Mathematics. *Childhood education*, 72(2), 80-83. <https://doi.org/10.1080/00094056.1996.10521849>
- Monroe, E.E. & Pendergrass, M. R. (1997). Effects of Mathematical Vocabulary Instruction on Fourth Grade Students. *Reading Improvement*, 34(3)1 120-132.
- Morin, J. E., & Franks, D. J. (2010). Why do some children have difficulty learning mathematics? Looking at language for answers. *Preventing School Failure*, 54, 111-118. <https://doi.org/10.1080/10459880903217861>
- Nation, I. S. P. (2001). *Learning vocabulary in another language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Peng, P., & Lin, X. (2019). The relation between mathematics vocabulary and mathematics performance among fourth graders. *Learning and Individual Differences*, 69, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.11.006>
- Powell, & Nelson, G. (2017). An Investigation of the Mathematics-Vocabulary Knowledge of First-Grade Students. *The Elementary School Journal*, 117(4), 664-686. <https://doi.org/10.1086/691604>
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 647-658. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.07.004>
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., Napoli, A. R., Dobbs-Oates, J., King, Y. A., Hornburg, C. B., Westerberg, L., Borriello, G. A., Bryant, L. M., Anaya, L. Y., Kung, M., Litkowski, E., Lin, J., & Rolan, E. (2021). Engaging caregivers and children in picture books: A family-implemented mathematical language intervention. *Journal of Educational Psychology*, 113(7), 1338-1353. <https://doi.org/10.1037/edu0000662>
- Raiker, A. (2002). Spoken language and mathematics. *Cambridge journal of Education*, 32(1), 45-60.
- Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M., & Fries, K. M. (2015). The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 31(3), 235-252. <https://doi.org/10.1080/10573569.2015.1030995>
- Riccomini, P. J., & Witzel, B. S. (2010). *Response to intervention in math*. Corwin Press.

- Rubenstein, R. N., & Thompson, D. R. (2002). Understanding and supporting children's mathematical vocabulary development. *Teaching Children Mathematics*, 9(2), 107-112.
- Stahl, S. A., & Fairbanks, M. M. (1986). The effects of vocabulary instruction: A model-based meta-analysis. *Review of educational research*, 56(1), 72-110.
- Stauffer, R. G. (1966). A Vocabulary Study Comparing Reading, Arithmetic, Health and Science Texts. *The Reading Teacher*, 20(2), 141-147.
<http://www.jstor.org/stable/20195692>
- Toll, S. W., & Van Luit, J. E. (2014). The developmental relationship between language and low early numeracy skills throughout kindergarten. *Exceptional Children*, 81, 64-78.
<https://doi.org/10.1177/0014402914532233>
- van der Walt, M. (2009). Study orientation and basic vocabulary in mathematics in primary school. *South African Journal of Science and Technology*, 28, 378-392.
- Vaughn, S, & Bos. (2015). *Strategies for teaching students with learning and behavior problems (9th ed., loose-leaf version.)*. Pearson.

Preliminary Study of Content Analysis of Mathematical Vocabularies in Elementary School Mathematics Textbooks and Its Impact on Students With Reading Disabilities in Learning Mathematics

Ying-Ru Meng

National Tsing Hua University
Department of Special Education
Professor

Yi Liang

National Tsing Hua University
Department of Special Education
Master student

Abstract

Based on our observations, we have identified two types of students with learning disabilities who struggle with mathematics. The first group consists of students who have difficulties with math concepts, while the second group includes students with reading disabilities that affect their ability to comprehend math word problems and texts. To better understand the impact of mathematical vocabularies on students' reading abilities and mathematical learning, we conducted an analysis of the occurrence of mathematical vocabulary in elementary school math textbooks. We use a word parsing tool, "CKIP Neural Chinese Word Segmentation", and "Microsoft Excel" to obtain word frequencies in mathematic textbooks. Then, we compare the parsing and data collection results to the frequencies of words used in general daily reading materials. Results of this research can be summarized as follow: (1) across all textbook versions, a total of 707,563 mathematical monosyllabic vocabularies are identified, with 2,801 of them being commonly used. The top 74 (2.64%) of these monosyllabic vocabularies account for half of all the mathematical vocabularies in the textbooks. After machine segmentation and statistical analysis, a total of 220,555 mathematical polysyllabic vocabularies are identified, with 19,969 of them being commonly used. The top 246 (1.23%) of these polysyllabic vocabularies account for over half of all the mathematical vocabularies in the textbooks. (2) The distribution of mathematical monosyllabic and polysyllabic vocabularies follows a power law distribution, indicating that most of the monosyllabic and polysyllabic vocabularies are concentrated in a small number of categories. (3) we find that the proportion of non-high-frequency vocabularies among high-frequency mathematical ones is approximately 50-56%, and there is only a low positive correlation (.31- .36) with the word-frequency sequence of the Institute of Linguistics, Academia Sinica. These findings suggest that mathematical polysyllabic vocabularies are more likely to be overlooked in Chinese language instruction than monosyllabic ones. As a result, researchers put



relevant suggestion as follow: teachers and textbook authors should focus on the mathematics learning difficulties of students with reading disabilities. Then, they can make appropriate adjustments to their teaching and curriculum.

Key words: elementary mathematic textbooks, mathematical high-frequency vocabularies, word frequency, content analysis.

透過協同教學與認知師徒制進行師培課程之實踐： 以獨立研究課程為例

侯雅齡

國立屏東大學特殊教育學系
教授

李雪因

高雄市楠陽國民小學
特教教師

盧奕璇

臺東市東海國民小學
特教教師

摘 要

如何透過創新教學方法來促進師資生的教師知識，培養因應未來實務現場所需的教師，是師資培育課程首重的目標。師資培育課程的教與學活動應與實務環境緊密連結，以確保師資生學習有效性。本研究針對特殊教育學生的特殊需求課程－獨立研究為範疇，透過協同教學與認知師徒制進行教學實踐，期望翻轉大學教師專業知識講授的課程教學方式。採用與專家教師共同備課及指導的教學策略，以《實驗專家-從研究到發表》(侯雅齡, 2022) 為教材，協助師資生理解獨立研究的內容知識 (CK) 與教學知識 (PCK)，也考量未來教師應具備數位教學能力，課程中也納入師資生科技教學內容知識 (TPACK) 為教學目標。本課程以大學課堂為主要場域，高雄市四個國小資優班現場為附屬場域，17 名的特殊教育系師資生為研究參與者，執行一個學期的課程實踐。以 Discord 線上軟體作為大學教師、專家教師與師資生學習交流的平台，課堂上的回饋與反思則透過 Padlet 線上軟體來回應。分析研究歷程蒐集的各項資料、師資生的學習回饋與學習任務成果，獲致以下六點具體結論：1.大學教師與專家教師可透過協同教學執行獨立研究師培課程。2.認知師徒制能有效協助師資生建構個人教學知識。3.系統性教材能協助師資生從實做中習得獨立研究教學設計能力。4.專家教師輔助能提供師資生實踐教學設計知能。5.師資生能習得 TPACK 具備數位教學能力。6.同步遠距教學演示與議課，有助於教師專業成長。

關鍵字：

協同教學、科技教學內容知識、師資培育、認知師徒制、數位教學、獨立研究課程

壹、動機與緣起

在師資培育 (Teacher Preparation) 的課程中，除了希望師資生能具備各學科知識 (Content Knowledge, 簡稱 CK) 外，也希望師資生能具備運用合適的教學理論、方法與策略進行學科的教學，進而幫助學生學習的知識，亦即學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, 簡稱 PCK) (Shulman, 1986), PCK 對於師資培育領域相當重要，可以視為師資培育的「教師知識」(Halim & Meerah, 2002)，這是評鑑教師教學能力的重要指標之一。

不過，懂得如何教學不見得就能於教學現場實踐有效教學，教育部公佈的《中華民國教師專業素養指引師資職前教育階段暨師資職前教育課程基準》(簡稱《課程基準》) 中，有關教育專業課程，除了教育基礎課程、教育方法課程外，增加了教育實踐課程，並要求一定的課程占比，希望師資生於在學期間能更熟悉教育實務，幫助師資生及早銜接教育現場，增益對於教學實況之瞭解 (教育部, 2022)。

在培育師資的過程中，為了協助師資生瞭解如何將所學融入教學實務，以達成有效教學，常使用的教學安排包含讓師資生入班觀課、擔任教學助理、提供師資生短暫獨立授課之體驗；但是師資生尚處在累積技巧、策略與經驗的過程中，若在欠缺準備與支持系統的情況下貿然入班，可能衍生反效果 (洪承宇、王淳瑩, 2021)。林祖強 (2022) 認為師培課程的教學，不應採用過度集中化 (Overcentralized) 與教導式的方式，也就是說，教授師培課程的大學教師不應只是「傳播與教授」「教師知識」，而是應將中小學教師所應習得的教學過程 (process) 與內容 (content) 知識視為師資培育中主動建構的

結果 (Rodrigues et al., 2003)。

因此，研究者以為，為了能讓師資生在有準備與支持的情況下與實務現場相聯結，且讓師資生能在學習的過程中，透過自我反省、思考，並在指導下創造屬於自己解決問題能力並建構其教師知識，大學師培教師可以嘗試與教學現場專家教師協同教學，透過共同備課，讓現場業師參與課程目標擬定，配合教學規劃與進度，開放實務現場提供真實情境的觀察學習機會，共同指導師資生，從實例中應用理論與策略，建構個人的 PCK 與教學信念。

認知師徒制 (Cognitive Apprenticeship) (Collins et al., 1989; Brown et al., 1989) 的學習理論，強調讓有實務經驗的專家在真實情境下引領新手進行學習，這是師法技藝傳承的模式，透過師傅專家的示範和講解，生手學徒在情境中透過觀察與實際操作體驗學習，而逐步獲得成功的學習。但也同時強調專家引導學習過程中，學習者的認知以及後設認知層面，而不僅止於動作技能的學習策略。在師資培育課程中教學實習課程的設計，也多是以此策略進行。在《課程基準》中，教育實踐課程已不限於過往的教材教法與實習，而《十二年國民基本教育課程綱要》(教育部, 2019/2021 修正) 中也已明定特殊教育課程中十三個特殊需求科目的課程綱要。因此，研究者認為特殊需求課程也可採用實踐課程的規劃，並以認知師徒制為教學策略。課程目標除了協助特教師資生理解特殊需求內容知識外，也透過真實情境來協助師資生建構 PCK，讓特教師資生具備特殊需求課程設計與執行能力。

在《十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要》(教育部, 2019、2021) 中，獨立研究科目是資優學生四個特殊需求課程之一，從其三點課程目標看來「1.

培養高層次思考、問題解決及自我引導能力。2.厚植研究素養，與他人分享研究成果。3.具備反思力、社會責任感與公民意識」；再對照國小階段的一般智能資優學生的鑑定標準「指在記憶、理解、分析、綜合、推理及評鑑等方面，較同年齡者具有卓越潛能或傑出表現者」。獨立研究應該是多數資優學生所需求的課程。再者，本研究執行的過程，全世界正籠罩在 COVID-19 疫情中，臺灣的小學於 2021 年 5 月開始停止到校直到暑假，疫情讓教師們必須轉換傳統課堂的教學思維，當教學形式不再只是面對面，而加入遠距形式時，教師應該具備數位教學的能力。目前政府的教育前瞻計畫中，透過 5G 行動計劃的推行，正積極布建資訊科技與通訊設備，未來遠距學習或是科技融入學都將成為教學的必然。因此師資生培育的過程中，必須及早學習與適應運用新科技進行教學的能力，也就是教師的教學知識(PCK)應該再加入科技操作能力(Technology Knowledge, 簡稱 TK)，以具備科技教學內容知識(TPACK) (Mishra & Koehler, 2006; Herring et al., 2016)。

綜上所述，研究者在大學部的「獨立研究」師資培育課程規劃上，乃邀請實務專家教師進行協同教學，採用認知師徒制策略來協助學生建構獨立研究教學實踐能力，也因應時代所需，培養學生科技融入教學能力，期盼培養因應未來實務現場所需的資優職前教師，落實學用合一。本研究的問題如下：

- (1)如何規劃實作導向專家教師協同的獨立研究教學？
- (2)如何透過認知師徒制協助師資生具備 PCK？
- (3)如何協助師資生具備 TPACK 展現數位教學能力？

貳、文獻探討

一、獨立研究科目的綱要與教學內容

《十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要》中，獨立研究科目是資優學生四個特殊需求課程之一，希望啟迪學生探究動機及興趣、厚植基本研究素養，並具備對獨立研究反思能力(教育部，2019/2021)。課綱中提出的獨立研究學習內容包含一般探索、研究方法訓練、獨立研究實作三大主題。學習表現則包含三個向度，十五個次項目。其三個向度內涵簡述如下。

(一) 研究態度向度

研究態度向度下有四個次項目，分別是探索的興趣、溝通與合作、動機與毅力以及學術與研究倫理。其中，動機與毅力項目強調動機的維持，以及如何在研究過程中有足夠毅力，克服壓力及挫折完成研究，這是部定課程中各科目學習表現未涉及的部分，以至於培育學生以誠實、正確、及客觀原則進行獨立研究，並確保參與研究者之自主性及意願。更是所有執行研究者應關切且落實的表現。

(二) 研究概念與思考能力向度

研究概念與思考能力向度下有四個次項目，分別是有關研究的方法、類型及基本步驟等研究內涵、以及批判思考、問題解決、自我引導學習，其中在教師引導下如何發展自我管理的能力，進而成為自主學習者，是資優學生培育中最為重要的一環。尤其不同資優學生的興趣多元、能力多元，獨立研究要透過學習各種學習技能與學習策略，讓學生有自主學習各自興趣主題的能力。

(三) 獨立研究技能向度

獨立研究技能向度下的七個次項目揭示了研究的步驟，從界定研究問題、擬定研究計畫、文獻蒐集與分析、運用研究工具、資料

分析與解釋、研究成果展現到研究成果評鑑。其中，對於如何將獲得的研究資料進行整理，提出分析結果，並與文獻或相關證據做比對，檢視其合理性與正確性；以及對研究過程與結果進行形成性與總結性評鑑，以利提出改善方案作為繼續研究的基礎，是部定課程中各科目學習表現未涉及的部分。而研究成果展現也不限於口頭報告，海報、影片都是與他人分享研究成果的方式。

由上述課程綱要的學習重點來看，獨立研究科目的內容相當廣泛，要從課綱直接轉換到教學知識的習得，在僅有的教學時間內並不容易。部定課程的各科目都有教科書為媒介，普通教育的師資培育，可以透過教材為中介，進行教學方法的建構，但是特殊教育過去沒有課程綱要，現在即便有課程綱要，教材也必須仰賴教師自編（吳武典，2020），為了讓師資生能更聚焦於教學方法的學習，侯雅齡（2022）根據獨立研究綱要的學習內容與學習表現條目進行轉化，編寫了《實驗專家 從研究到發表》課程並發展課本，課程與部定課程五年級自然科目相配合，藉由介紹實驗研究方法，培養學生的獨立研究能力。課程規劃採取探究式的教學引導策略（inquiry-based strategies），將各種關鍵知識透過探究任務的安排，搭建鷹架引導學生進入課程，學生在解決問題時透過實作來建構自己的知識概念以有效學習內容，教師亦可以從學生任務的完成過程進行形成性評量，以了解學生的學習狀況。即便教師不了解如何協助學生應用背景知識以及方法技能（探究/科學推理技能）來研究現象或問題，也可以依循教材中任務的鋪陳，逐步引導學生像科學家一樣解決問題，進行能回應獨立研究本質的教學。

二、認知師徒制的內涵與特徵

認知學徒制的理論基礎源自於情境學習

理論，有別於傳統師徒制著重於學習明確可知之技巧，認知學徒制更加強調學習專家行為背後的內在思維模式，並藉由安排真實情境的學習環境，讓學習者在解決問題的過程中，練習將所學知識運用於實務現場。在此過程中會間接影響學習者對於知識的詮釋與應用，促使學習者調整自身的認知基模以逐漸達成專家之行為模式（周春美、沈健華，2007；陳國泰，2015；Carol & Daniel, 2007）。認知師徒制的實施需要考量教學內容（content）、教學方法（methods）、教材排序（sequence）及社會情境（sociology）四面向的安排，有關四面向的具體內涵分述如下（陳國泰，2017；林惠凰，2017；Collins et al., 1989）：

（一）教學內容

是指專家經驗的傳承，專家如何將概念性知識轉換為讓學習者較容易理解的案例或具體情境，是認知學徒制中不可或缺的重要環節。其中又包含特定領域的專業知識、專業的技術、方法及策略、學習者的自我監控策略及知道如何學習的策略學教學方法。為了使教學內容能順利傳達給學習者，通常會使用示範、指導、鷹架及淡出、闡明、反思、探索這六種教學方法，使學習者能習得專家之內在思維及行為模式。示範是指專家將學習任務的各個步驟具體化呈現，學習者藉由觀察將概念內化至心中；指導則是指專家在觀察學習者於學習任務的表現之後，適時的給予提示、回饋或是安排有關的新任務，使學習者的行為模式能逐漸向專家看齊；鷹架及淡出則是指專家在學習者無法獨立完成學習任務時給予適時協助，當學習者逐漸掌握訣竅時，則逐漸減少介入次數，提供學習者獨立完成任務的機會；闡明可分成兩種類型，分別是專家向學習者說明自己的內在思維歷程，以及學習者向專家說明自己對於任務的

理解情形(類似於 TAT 放聲思考策略);反思則是指學習者將自己的問題解決歷程與專家或同儕進行比較,以檢視自己還有哪些待改進之處;探索則是當學習者已對於學習任務具備一定基礎後,專家提供新任務使學習者能對專業知識有更深入的理解。

(二) 教材排序

將教學內容進行適當安排也有助於學習者的學習,其三大原則分別是由簡單到複雜、由單一到多樣化、由整體技能到局部技能,採取由淺入深的教材排序,對於學習者而言能逐步調整自身的認知基模,進而增進在真實情境下解決問題的能力。

(三) 社會情境

情境安排也會影響學習者的學習效率,其中又包含了五大項目,分別是情境學習(使學習者能在不同情境下運用知識)、專家實務的文化(透過與他人的溝通了解特定專業領域的文化規範)、內在動機(情境的安排應能引發學習者的內在動機,促使學習者自主學習)、合作學習(與同儕有頻繁的溝通與合作機會)、利用競爭(在同儕關係和諧的情形下,專家可安排相同任務,讓同儕藉由觀摩與比較他人成果以獲得成長)。

綜上所述,可發現認知學徒制具備以下三點特徵:1.情境式學習:透過真實情境的安排,得以讓學習者掌握如何運用已具備的知識,解決實際生活中會遇到的問題。2.案例式學習:以具體實例傳承專家經驗,對於學習者而言較容易理解如何在適當情境下運用概念性知識。3.鷹架式教學:專家透過由簡而繁的教學架構,輔以學習者針對自身表現進行經常性的反思,逐漸調整自身之認知基模,進而建構完整的知識系統(陳木金,1995;林惠凰,2017)。

陳國泰(2015)認為真實情境的學習對於生手教師而言是十分重要,他以自然科學領

域的教學進行研究,發現透過認知師徒制可以協助生手教師獲得下列面向之教學專業成長:1.教學目標之擬定能更切合自然科學知識;2.不若一般生手教師習慣按照教材的編排順序進行教學,在經過認知師徒制的學習之後,生手教師會考量到教材地位的脈絡關係,適時調整單元順序或進行統整教學;3.在學習者知識上更能從生活化及趣味化的角度設計學生感興趣的課程,透過與學生深入互動的機會,了解學生可能具備之迷思概念,並嘗試從貼近學生生活經驗的角度進行課程設計。

因此,本研究希冀以認知師徒制建立系統化之學習環境架構,讓生手教師得以透過觀摩專家教師所示範之教學策略,逐步釐清自身在教學信念與實務經驗之不足,利用反省及產出的方式,向專家教師分享並獲得回饋,促進教學專業成長。

三、TPACK--後疫情時代教師知識

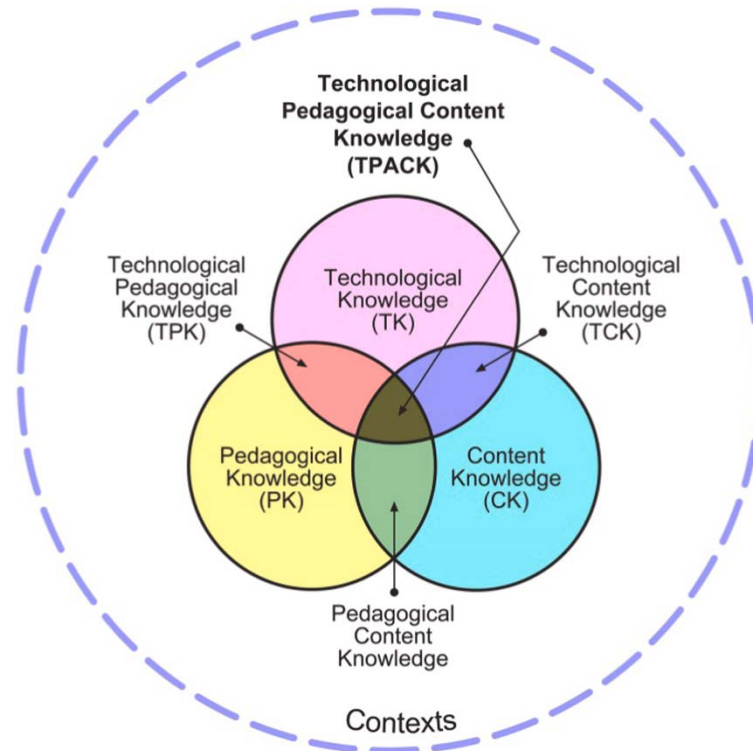
2023年Open AI開發的Chat GPT問世, AI對未來生活與學習的巨大影響受到積極的關注,未來數位科技勢必影響學生的學習經驗。《教育部數位教學指引1.0》(教育部,2022)特別提到,在數位時代學生必須經驗數位學習,並具備終身學習者所需要的數位素養;而教師是促成學生數位學習經驗的靈魂人物,必須能理解與實踐「數位教學」。Mishra與Koehler(2006)提出TPACK模式時,就已關注教師科技知識(TK)的重要,在科技融入的教學中,內容知識(CK)、教學知識(PK)以及科技知識(TK)是不可或缺的重要因素,這三者的關聯性如圖1所示,其中在交集處又可延伸內容教學知識(Pedagogical Content Knowledge,簡稱PCK)、科技內容知識(Technological Content Knowledge,簡稱TCK)、科技教學知識(Technological Pedagogical Knowledge,簡稱

TPK) 及科技教學內容知識 (TPACK) 之概念。其中教師的 TPACK 發展歷程, 是先由 CK、PK 與 PCK 開始發展, 之後是 TK 與

TPK、TCK 的發展, 最後才形成 TPACK」(Celik, 2023)。以下乃針對 TK、TPK 與 TCK 簡要敘述如下:

圖 1

TPACK 示意圖 (引自 Celik, 2023, 頁 3)



(一) 科技知識--操作科技設備能力

科技設備包含基礎科技設備 (例如書、粉筆及黑板) 和進階科技設備 (例如網路及影片) 兩種類型, 科技設備會隨著時代演進而有所變遷, 所以教師在進行數位教學前, 必須先具備適當的科技知識, 具備科技設備操作能力, 方能運用科技設備進行教學。在教學過程中也有設備、網路相關技術問題, 而課後在課程與學生管理也需要科技設備的操作能力。

(二) 科技內容知識--製作數位教材能力

教師除了需熟稔自己的任教學科內容之外, 也必須知道可以運用哪些科技軟體, 將教材內容以更加簡潔明瞭的方式呈現給學

生, 藉此提升師生之間的教學與學習成效, 這種製作數位教材能力即是 TCK (Mishra & Koehler, 2006)。教師準備數位學習材料時, 除了需要考量與教學的關聯性、適切性外, 諸如, 版權取得...等因素也必須考量, 所以製作數位教材的能力並非一蹴可幾, 疫情之後, 教育部提供了線上課程總覽與知識結構功能, 可協助教師進行課程分析與規劃, 提升備課效率(教育部, 2022)。再者, 透過教師專業成長團體, 觀摩與討論他人和自己在資訊科技融入教學觀點上的異同, 共享彼此間的教案與教材, 也有助於提升備課效率 (陳國泰, 2018; 林祖強, 2022)。

(三) 科技教學知識--運用科技進行教學的

能力

首先教師要知道進行特定教學活動時有哪些科技工具可以使用，再根據與課程之適切性，選擇合適的教學工具，並能善用這些科技工具採取有效的教學策略，這種教師運用科技進行教學的能力即是 TPK (Mishra & Koehler, 2006)，例如透過數位科技輔助教師教學：適當運用數位工具或平臺進行備課、教材統整、教學模式規劃與進行、班級經營、師生互動、小組討論與發表、作業設計、評量建置與實施、學習數據分析等等(教育部，2022)。

簡言之，教師需要對科技、教材內容、教學方法這三者有所了解，當教師要將一項新科技導入教學時，不僅止於了解該科技的使用方法而已，也要能同時關注教學方法及教材內容的呈現方式與影響(Mishra & Koehler, 2006)。因應產業 4.0 時代來臨，我國目前有因材網、均一、酷課雲等平臺的智慧導學系統，提供學生數位學習經驗。而關於教師如何系統性運用數位科技進行課程規劃與教學設計，在《教育部數位教學指引 1.0》(教育部，2022)中也提出「數位科技輔助教師教學」與「數位科技融入學科學習」二個主要的

範疇指引。

本研究希望協助師資生能應用數位科技進行獨立研究學科的教學設計，以提供學生有趣且多元的學習內容，即便是以實驗操作為重的獨立研究課程，也可以思考如何在同步遠距教學的形式下，兼顧考量學習者的差異性，以及結合科技工具相關功能來呈現教學內容，藉此增進師資生科技教學內容知識 (TPACK) (Angeli & Valanides, 2008)展現數位教學能力。

參、研究設計

一、研究架構

本研究針對特殊需求領域之獨立研究師培課程，以協同教學的方式，由大學教師邀請四位國小資優班教師擔任專家教師進行共同備課、授課，師資生每週在大學課堂習得獨立研究的教學知識，在課後則由資優班老師以認知師徒制的方式指導師資生配合《實驗專家》教材(侯雅齡，2022)，完成一份大單元教案設計以及一節課的同步遠距教學(以下簡稱線上教學)設計與 20 分鐘的線上教學演示，以評估師資生是否具備獨立研究的 PCK 與 TPACK (如圖 2)。

圖 2
研究架構圖



二、研究範圍、對象與場域

本計畫的主要實踐場域為大學課堂，而高雄市四個學校的資優班，則為課後見習與觀課的輔助場域。研究對象為 17 名 110 學年度下學期修習大學部師資培育課程--獨立研究（資優學生特殊需求）的特殊教育師資生。

三、研究方法及工具

以行動研究法瞭解協同教學與認知師徒制能否能提升師資生獨立研究 PCK 與 TPACK，使用研究工具如下：

（一）《實驗專家-從研究到發表》（簡稱《實驗專家》）

《實驗專家》是侯雅齡（2022）轉化獨立研究綱的學習重點條目，並參考五年級自然課程所發展的獨立研究教材。內容引導國小資優學生了解如何進行實驗設計與操弄，以進行實驗研究。課程分為主題訂定、資料

蒐集、資料整理與成果發表四個單元，逐步協助學生將課程實踐的成果產出。

（二）Padlet 線上軟體

Padlet 為一個線上協作平臺，其功能為使用者可在網路上建立一個虛擬牆，並在這個虛擬牆上進行各種資訊的分享、協作和交流。研究者使用 Padlet 作為蒐集師資生教學演示回饋以及個人學習反思回饋紀錄。

（三）Discord 線上軟體

Discord 為一款專為社群設計的免費網路即時通話軟體與數位發行平臺，研究者運用此平台讓協同教師與師資生可以相互交流與傳遞資料；研究者於 Discord 揭示每週課程進度及教材，並開設不同的交流討論區供師資生與專家教師分組交流，師資生也將作業上傳至 Discord，供他人觀摩及教師批閱。

（四）KWL 學習單

KWL 學習單是研究者為了瞭解師資生於專家教師的講座分享後之學習情形，以 K (What I know) 「我已經知道的」、W (What I want to learn) 「我想要學習的」、L (What I Learn) 「我從這堂課所學習到的」這三個問題為主所設計之三折頁學習單。

(五) 單元教案

師資生須依據所分配到的教學主題設計一份單元式教案，該份教案從上位概念的課綱對照 (包含總綱與領綱的核心素養、單元目標、學習表現與學習內容、學習目標、融入議題) 到下位概念的實際教學課程設計 (包含學生經驗分析、教學資源、教學流程的安排)，皆須由師資生在觀摩專家教師的教學後，練習自行設計教案，並將教案初稿與專家教師討論後進行修改，教案後方則附上參考資料以及與該單元課堂內容有關之補充資料。

(六) 線上教學實施

師資生須從單元教案中，選取一節具代表性的課程，進行 20 分鐘的同步遠距教學演示，教師需要對科技、教材內容、教學方法這三者充分了解，再選用合適的線上教學軟體進行教學活動設計，以展現其 TPACK 能力。

四、資料處理與分析

資料的蒐集主要為觀察記錄以及 Padlet 與 Discord 的討論、作業與心得。為了區分不同來源資料，代碼為大學教授 (Tu)、專家教師 (Tp)、師資生 (S)。

不同蒐集資料代碼為：會議紀錄 (會)、教學札記 (札)、學生反思 (思)、共備紀錄 (共)。所有蒐集到的資料依資料來源、資料獲得日期之順序編號，如，思_S2-1_20220602。完成上述步驟，研究者反覆閱讀所有編號後的資料，將原始資料逐句或逐段以關鍵詞或重點形式進行注解，再將關鍵詞或重點歸類以形成主題。

五、協同教學研究實施程序

為了與專家教師建立教學共識，確保學生學習成效，大學教師與專家教師的協同教學方式如下：

1. 凝聚學習目標與作業發展：由授課老師邀請專家教師共同討論課程規劃、教材與作業安排，引導資優班教師採認知師徒制的策略指導學生完成實務作業。

2. 共同對單元內容進行備課：資優班專家教師必須對實驗專家教材熟悉，透過討論與備課釐清對課本內容問題，並針對學生作業提供指導回饋方向，包含學生學習目標撰寫、課程理解事項、教師提問內容等，藉以共同增強學生的學習投入與學習成效。

3. 分享指導過程中的問題解決：指導過程中定時討論指導過程中的發現、遭遇問題。

4. 建立課程社群提供即時的回饋討論。

肆、研究成果與討論

一、落實有效協同教學關係的獨立研究課程規劃

師資生上課的場域以大學課堂為主，也另行安排課後時間至資優班現場見習、觀摩與試教，並由專家教師提供指導。

(一) 大學課堂教學為主與專家教師課後指導為輔

本課程以《實驗專家》(侯雅齡，2022) 課本作為鷹架，一方面指導師資生了解獨立研究課程綱要，以及如何從領綱轉化為《實驗專家》課本，另一方面則將師資生分組，針對課本四個單元之一進行教案設計，再由單元中選擇一主題，進行線上教學規劃與實施。大學教師每週進行兩堂的教學，在第七週開始加入協同教師的課後指導，包含教學見習、實地試教等，協助師資生完成教案與教學設計，並參與期末的線上教學發表。

透過 Discord 作為平台，讓大學教師、專

家教師與所有師資生能共享資料與即時聯繫。課程進行期間，也透過 KWL 學習策略，引導師資生的學習，也供教師們檢視師資生的學習狀況。

（二）建立專家教師與師資生之師徒關係

1. 第一週課程安排四位專家教師與師資生進行互動訪談，一方面讓師資生對資優教學現場、獨立研究議題提出釐清，二方面也藉此建立師資生與四位專家教師的信任關係，以利後續的師徒指導。
2. 安排四位專家教師至課堂分別對課本的四個單元進行講授，示範與解說。協助師資生深究獨立研究課程並能執行教學設計。

期中透過四位教師的分享，從獨立研究課程的提問、主題選擇、實驗方法與資料整理四面向進行分享，學習現場老師再帶領學生做獨立研究課程的步驟及技巧（思_S3-2_20220602）

透過每位老師的分享，也讓我對於獨立研究教學有更具體的認識（思_S8-6_20220602）

其他老師的分享，教我們了解整個獨立研究的流程，可以怎麼帶領學生進行實驗（思_S14-2_20220602）

（三）大學教師與專家教師共備、共授也共同參與學生線上教學演示

大學教師在規劃本課程時即邀請專家教師共同擬定課程目標，彼此角色分工，並熟稔《實驗專家》課本內容（會_20220109）。

配合課程進行，專家教師以認知師徒制

的方式指導各組學生完成單元教案撰寫，以及線上教學設計。課程實施期間，專家教師們會共同檢視所有學生的單元教案設計，也參與期末的線上教學演示，進行觀課與議課，讓師資生的經驗教學專業成長，提升教學知能（共備範例如附錄一）。

二、透過認知師徒制提升師資生獨立研究教學實務知能

本研究採用認知師徒制策略，以《實驗專家》為獨立研究的主要教學內容、安排師資生在真實情境中接受專家教師的指導，透過示範、指導、鷹架、闡明與反思，建構獨立研究教學知識

（一）《實驗專家》提供獨立研究的系統知識

《實驗專家》是轉化獨立研究課程綱要條目所編寫的教材，師資生透過解析教材，可以快速熟稔獨立研究課程綱要臚列的內容知識，內容分為主題訂定、資料蒐集、資料整理與成果發表四個學習單元，逐步協助學生將課程實踐並產出成果；每個單元開始皆有六至八格漫畫作為引起動機，教學內容穿插「試試看」提供學生練習以鞏固學習，「挑戰時間」引導學生類化學習，也就是教材已將知識學習的內容與評量做了結合。本課程將17位師資生分成六組，各組選擇《實驗專家》其中一個單元，學習設定學生先備經驗、能力與素質涵養現況，進行教學規劃以展現獨立研究的教學知能。

1. 深究領綱的學習重點並據以轉化進行課程設計

帶領師資生理解「資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要」架構與內容，並對獨立研究條目逐條舉例並引導師資生們充分了解各指標之涵義，再說明如何針對學習重點來設計課程，以符合資優學生的需求。

深入了解資優課程架構和大綱，以及如何選擇最適當的對應指標，實際呈現在教師手冊上（思_S2-1_20220602）

了解獨立研究課綱的內涵（學習表現、學習內容等）和如何在教材中呈現（思_S4-1_20220602）

課程對照課綱之能力，及如何運用學習內容及表寫敘寫出符合的課程目標（思_S6-1_20220602）

更加明白課綱指標在課程中的意義為何（思_S7-5_20220602）

2. 能撰寫合宜的學習目標以回應教材
學習目標與教學設計息息相關，透過具體教材引導師資生了解呼應學習重點的學習目標撰寫，應如何從學習表現及學習內容進行組合，並設計符合教學目標的教學活動。

理解學習目標的撰寫方式（學習表現圈動詞，學習內容圈名詞）（思_S1-1_20220602）

透過一開始老師帶領我們從課綱內容找出學習內容與學習表現，讓我們可以學習到如何明確列出學生的學習目標教材與教案（思_S3-1_20220602）

了解課網的重要性，及其對於教案的意義，還有如何對照學習表現跟學習內容，來明確列出學習目標（思_S14-1_20220602）

了解學習目標的撰寫方式，選擇適當的學習表現和學習內容，避免教學活動偏離課程設定的主軸（思_S16-1_20220602）

（二）專家教師透過示範指導鷹架闡明與反思等教學方法，來協助師資生建構獨立研究教學知識

為了讓師資生的學習能有層次性，教學的安排由大單元教案撰寫再進階到小主題的精進教案，由淺入深的排序，逐步建構其教學知識。專家教師則依師資生的需求與現況透過示範、指導、鷹架、闡明與反思等教學方法，來協助師資生習得專家的思維與教學行為，進而調整自己的認知基模，而逐步邁向教學專家之路。

1. 透過示範並指導教案撰寫

安排師資生觀摩專家教師教學，了解教學與教案之間的關係，確保師資生所撰寫的教案能符合教學所需。

事實上我們最需要的就是實際看到教師教學與學生學習的觀課經驗，可以從中發現問題，進而修正教案（思_S2-5_20220602）

觀察老師的教學風格和師生互動的方式，包含如何讓學生更專心在課堂、利用很多工具與策略時要注意教學過程的順暢、節奏等...，我也學習到要觀察學生的微表情（思_S11-5_20220602）

運用提問技巧帶出教學重點，整理學生的回答並給予回饋，最重要的是，讓我對於資優生獨立研究教學設計，不會只是自己腦中的想像，而

是有具體的實踐之後的畫面（思_S16-5_20220602）

專家教師依師資生需求與現況提供示範與指導，有助於師資生理解教學現場。例如：「師資生於對資優現場與教學的實務經驗不足，所以專家教師分享撰寫的教案，並安排師資生觀摩教學，這樣後續在設計教學流程及活動時都能教貼近實務。經過多次的討論修正指導師資生掌握教案設計的節奏，也奠立之後模擬教學演示的基礎（札 Tp1-1_20220323 反思）。」

2. 鷹架闡明教學

本研究提供專家老師與師資生充分互動機會，讓專家老師能依據師資生的需求現況搭建鷹架，引導其規劃教學，若師資生有疑惑也能及時獲得解答，有助於讓師資生規劃出更加流暢且具連貫性的教案。

傳統的實習課程通常是由在職老師抽出數堂課讓師資生入班磨練教學技巧，如此的教學規劃多少會讓師資生的學習與真正的實務現場有所脫節，導致師資生們所撰寫的教案都是以單節、片段式的課程規劃居多。

針對一個單元撰寫連貫的多堂課程教案，是以往較少的經驗，但是在老師的引導下，要寫這麼多堂課的教案，也能同步思考到連貫性（思_S7-3_20220602）

自己在撰寫教案方面比之前更加的具體以及精確，在透過撰寫一整學期的教案也讓自己對於整學期的課程規劃更胸有成竹，也讓我在資優班實際上課的課程能夠規畫得更好。（思_S8-5_20220602）

了解資優班課程設計方向應是聚焦一個主題、並試著去延伸其之下的多元細項或是加深研究目標主題（思_S17-1_20220602）

還有看似單一的線上教學其實是可以有很多變化也很多是需要教學者仔細去規劃的，經過實際的線上教學歷程覺得我們完全體現台上一分鐘台下十年功這句話，每一個教學的橋段都是需要經過精心策畫的（思_S4-5_20220602）

為了讓師資生展示當前的教學能力和專業素養安排現場或線上試教，由專家教師提供教學現場場域進行實地試教，期能夠幫助師資生更能良好地準備和展示其教學能力和專業素養，同時也能夠提高其教學實踐能力和教學經驗。

實際到四維國小試教思考圖的部份讓我受益良多，讓我們更懂得如何掌握教學時間，從教學中也能知道學生會需要提醒的點有哪些，統整過後補充在教師手冊上。（思_S2-3_20220602）

經由專家老師觀課後，師資生進行教案修正和調整，調整的方向基於其具體的教學實踐和經驗，並遵循教學原則和方法，並能在師資生於教學模擬體驗真實的教學情境和挑戰，並提供及時的回饋或支援。

最後，在教案設計及演示部分，透過與現場老師的交流，可以知道課程實際在運作時會發生的狀況，在設計教案時可以多加考量（思_S3-

3_20220602)

在設計課程手冊時，也在與小組成員共同討論時思考到不同的設計面向，並在與老師討論時進行更深入的修改（思_S6-5_20220602）

因為自己在資優領域的教學經驗較少，透過與現場導師討論，可以更明確知道問題點，進而進行修正與設計（思_S3-6_20220602）

3. 反思－觀課與議課

此外，這門課也十分注重師資生們在設計教案前、中、後所進行的討論與反思。在設計教案前，師資生們會與資優班老師討論教學現場可能會遇到的問題並思考改進方式；師資生撰寫教案時也歷經了多次組員間的討論，以及不斷和資優班老師討論並修正教案；到最後將教案透過教學演示呈現後，教師與同儕間所給予的回饋及建議，都是得以讓師資生逐步調整自身之認知基模、提升自身教學實力的重要養分。

在這學期的課程中，雖然很辛苦，歷經了大大小小且無數次與老師的各種討論，不論是從最初的指導我了解獨立研究特需課程如何執行，還是之後的設計教案協助過程，隨著每一份作業的完成，與隨之而來的反饋，也感受到自己在這門課中不斷的成長（思_S12-4_20220602）

在看到其他組的教學演示時，以及我們自己組別的，可以去省思很多教學上的問題，在帶活動時可以結

合甚麼策略讓課程更有趣，或是在設定目標時，該怎麼去濃縮，讓大家看到教學的重點...等等，透過回饋反思，都讓我在這堂課學到了非常多的東西（思_S14-3_20220602）

從期初的蝶豆花教學設計，到教師分享獨立研究教學講座，到最後的實際教學，課程中的每次小組教案檢討，都能知道教案要如何改進（思_S9-4_20220602）

17位師資生在認知師徒制策略下，分組針對《實驗專家》教材完成各單元的教案，其中第一單元8節課、第二單元11節課、第三單元13節課、第四單元32節課的教案，這些教案在審查後，彙整成《實驗專家-從研究到發表 教師手冊》（侯雅齡等，2022），是大學教師、專家教師與所有職前師資生合作的成品，是所有師資生在PCK的成果展現。

三、協助師資生具備 TPACK 展現數位教學能力

為了讓師資生將教學內容轉化為適合線上教學的形式，獨立研究課程也安排了有關數位科技工具與設備的教學，期末作業也要求師資生結合科技工具相關功能來呈現教學內容，並分成六組以同步遠距形式進行20分鐘教學演示。透過教學與任務提供，以培養師資生能應用數位教學工具進行獨立研究學科的教學設計（TPACK）（Angeli & Valanides, 2008），展現數位教學的能力。

1. 教導師資生各種數位教學工具的使用方式與時機

大學課堂教導多種實用的數位教學工具，拓展師資生對於科技工具的認識，並透過現場實際練習操作，熟悉各種數位教學工具的使用方式，再搭配資優班老師的實務經

驗分享，讓師資生了解線上教學時各種數位工具的使用時機，以及如何適當地將科技與教學結合，達到事半功倍的教學成效。

線上教學工具的使用（包含視訊軟體及線上互動工具，以確保學生有跟上課堂進度）（思_S1-3_20220602）學習到許多新穎且有趣的線上教學媒材，可以讓線上課程豐富化且具有完整的架構，最後也實際在試教上展現出來（思_S2-2_20220602）

如何針對線上教學撰寫教案及準備，也認識許多線上教學時用的網站、軟體等（思_S7-2_20220602）

一些線上課程可以用到的軟體、網站，讓課程更有趣，也更完整（思_S14-2_20220602）

2. 透過觀、議課增進師資生掌握教學重點的能力

為了培養師資生在有限時間內掌握教學重點的能力，於期末時安排線上教學演示的課程活動，師資生們必須在 20 分鐘的時間內，將本學期所設計之教案亮點呈現給老師及觀摩的同學們，並在演示後由老師及觀課師資生提供教學者回饋與建議，師資生也可從其他組的教學中反思自身教學有待改進之處，藉此促進師資生相互觀摩學習之機會以提升學習成效。

在線上試教的過程中，我也體會到了教學時間與內容的掌控要仔細思考，也要學著揣測學生的狀況以及教師說的話與是否真的能夠讓學生理解（思_S13-7_20220602）

20 分鐘詳案演示的準備過程中，學習到如何適當運用線上資源來輔助教學，在有限的時間內拿捏要呈現的教學重點也要顧及到學生的反應和學習狀況（思_S16-3_20220602）

3. 線上教學的前置工作

線上教學的課前準備程序相比實體教學稍加繁複，從數位化教材的設計（包含製作教學簡報、應用教學互動軟體、查找數位教學資源）、硬體設備的架設（包含鏡頭、收音設備），到實際同步遠距教學時面對突發狀況的替代方案等，皆為進行線上教學時的前置工作，為了使師資生具備這些數位教學技能，研究者藉由邀請資優班老師蒞臨大學課堂分享實務經驗，以及師資生實際至國小資優班觀摩學習的課程安排，逐步培養師資生的 TPACK 能力。

學習到如何進行線上教學（包含師生互動、教材運用、設備應用等），以及撰寫一份完整的教學詳案（思_S4-3_20220602）

線上試教的能力，需要比實體課程進行更多的課前準備，不管是教具、設備都需要考量周到，在教學前也要設想許多課程可能會遇到的問題（鏡頭打不開、播放沒有聲音等），並能思考其替代方案，在教學時才不會驚慌失措（思_S6-3_20220602）

更了解線上教學的教學方法、資源和注意事項。（e.g. 學生硬體設備的檢視、教師線上資源的使用以及互動方式）（思_S13-2_20220602）

4. 線上教學時師生互動的教學設計不可或缺

線上教學時若沒有適時地設計與學生互動的教學環節，學生便很容易因為參與度低而分心，除了降低教學成效之外，教師也難以掌握學生的學習情形，因此在師資生 TPACK 能力的培養過程中，特別強調教案中需要安排與學生互動的教學設計，包含課程開始前引起動機需要抓住學生的注意力、藉由提問技巧帶出教學重點並提升學生參與度、引導學生們進行討論以即時掌握學生的學習狀況…等策略，皆為線上教學時提升師生互動機會的良方，師資生藉由這些教學方法的設計也較能掌握線上教學時的課堂秩序。

教學演示時，也須考量到與學生在線上互動的方式，如何運用線上工具有效連結教學內容，才能設計出一堂有效的獨立研究課程（思_S3-3_20220602）

線上教學演示讓我們實際了解到要如何讓線上教學的課程能夠和實體課程一樣完整，架構、策略、師生互動等都是在演示中會特別注意到的，也讓我未來進行線上教學要注意那些我先前沒有想到的重點（思_S7-6_20220602）

如何運用提問技巧帶出教學重點，整理學生的回答並給予回饋（思_S16-5_20220602）

附錄二是 17 位同學分成六組進行同步遠距教學的圖片，其中第二單元與第四單元

各有 2 組同學針對其內容進行同步遠距教學設計，在 20 分鐘的教學演示中，師資生們不僅具備 TPACK，且能運用數位教學知能進行有效線上教學、也確保在同步遠距教學中師生之間與生生之間都能有高品質且合宜的互動。

伍、結論與建議

本課程為了使師資生在畢業後能順利銜接教育現場，落實用合一，研究者邀請四位國小資優班教師為專家教師進行協同教學，專家教師會至課堂中進行講座，分享實務現場經驗以及對《實驗專家》課本單元的解析，歷程運用認知學徒制的策略，引導師資生在真實情境中學習專家行為背後的內在思維模式，每位專家教師帶領 3 至 6 位師資生編寫《實驗專家》其中一單元教案，以協助師資生具備 PCK；課程也安排師資生必須設計一節數位教學詳案並進行同步遠距教學演示，在習得 TPACK 能展現數位教學能力。以下乃就針對研究結論及研究建議與限制分述如下：

一、研究結論

（一）大學教師與專家教師可透過協同教學執行獨立研究師培課程

在本研究中，大學教師除訂規劃教學大綱外，也與專家教師共同規劃教學實施方式。專家教師願意打開教室，同意師資生進入教學現場見習與觀課，彰顯教師認知教學專業成長歷程之良性互動切磋成長，因友善且同理個人教學專業成長，而以開放態度促成此協同教學。再者，大學教師與專家教師雙方以平等地位地共同面對修讀獨立研究的師資生，有助於指導與協助師資生統整運用教師專長領域學識，授予學生連貫且關聯的知能，建構完整知識體系之 PCK。

(二) 透過認知師徒制協助師資生建構個人教學知識

以資深資優班教師擔任師培課程之協同教師，專家教師提供實務現場透過情境式教學之安排，帶領師資生學習如何設計教案、進行教學演示、解決試教過程發生之問題等；為協助師資生完成單元教學設計與教學演示，專家教師透過示範、指導、鷹架及淡出、闡明、反思，將他們的知識、技能和經驗傳授給師資生，以協助師資生實現學習目標，於此過程，師資生也可提出問題、表達困難和挑戰，以激發討論、反思和改進。

學習成為一種互動過程，在傳遞經驗的同時亦要求學習者自我反省、思考，並藉由教學者的指導激發他們，在實例中找出解題的方式、規則、策略，進而建立個人的教學信念系統。

(三) 系統性教材協助師資生從實做中習得獨立研究教學設計能力

本研究以《實驗專家》為主要教材，協助師資生事先建立教學中的上位概念（即依據課綱轉換為教材內容），再由淺入深的引導師資生從教材結構中學習課綱指標的對應、學習目標的撰寫，搭配專家教師的實務經驗傳授，使師資生在結構化的學習情境下，練習將教材轉化為實際的教學內容，由於本教材各單元之間的編排順序皆有一定的邏輯架構，因此師資生於撰寫教案的過程中，也必須考量到教材之間的連貫性，以設計出系統化的教學內容。

(四) 專家教師輔助提供實踐教學設計知能

專家教師於課堂初期分享實務經驗，協助師資生了解獨立研究這門課的主要內涵，並輔以認知師徒制的教學方式，由專家教師以案例式教學示範獨立研究課程的教學方式，師資生則藉由觀摩與試教，練習將抽象的理論知識轉化為實際的教學技巧，並於課

後與專家教師及組員進行反思與討論，循序漸進的調整自身之認知基模，建構師資生對於獨立研究教學的知識架構。

(五) 師資生習得 TPACK 以具備數位教學能力

進行數位教學，師資生必須具備操作科技設備能力、製作數位教材能力與運用科技進行教學的能力，在課程中廣泛地向師資生介紹常用的數位教學工具，以及分享鏡頭與收音機的架設方式、數位教材的製作等基礎知識，再讓師資生實際進入資優班觀摩專家教師的教學方式，練習試教並與專家教師藉由闡明、反思的學習歷程，幫助師資生逐步建構自身之教學知能後，再選取一節課的教學內容，依據目標選擇合適的科技教學軟硬體、平台，規劃與實施線上教學演示，本研究提供的教學安排與支持協助，能有效的讓師資生具備數位教學能力。

(六) 透過同步遠距教學演示與議課，進行教師專業成長

期末的同步遠距教學演示，使師資生練習在有限時間內呈現教學重點與特色，演示結束之後，則由其他小組的師資生針對該組的教學提供優點與改進建議，如此一來師資生便可透過觀摩其他小組同儕的教學或是接受他組同儕的回饋建議後，反思自身教學是否有待改進之處，其中師資生回饋中最常提到的便是師生互動的重要性，透過師生互動的教學橋段設計，不僅可引起學生的學習動機，也能確保學生是否真正理解課程內容，讓教學成效有所提升。

二、研究建議與限制

(一) 本教學以學習者為中心，透過協同教學與認知師徒制，引進專家教師引導與輔助師資生實踐能力，此一教學模式可作為獨立研究課程或其他師培課程規劃之參考。

- (二) 師資生習寫的教案都是以非系統性的單節、片段式的課程規劃居多，本研究採用系統性教材《實驗專家》為內容主軸，指導師資生撰寫一個完整單元多節課的教案，能讓師資生對於如何以一個單元主題為中心，進行連貫性的教案設計有了更深入的認識。建議未來欲貼近實際資優教學現場所需，實踐課程可給予學生系統性教學設計的任務與指導。
- (三) 本課程指導師資生具備 TPACK，透過教學與任務安排，讓師資生具備操作科技設備能力、製作數位教材能力與運用科技進行教學的能力，設計出一堂有效的獨立研究線上課程。因應數位時代的來臨，師培課程的安排也要將數位教學能力納入培育重點。
- (四) 運用科技進行獨立研究教學絕非一蹴可及，教師需提供足夠的鷹架與支持，先協助師資生將獨立研究的內容知識熟稔，再針對教學內容的目標，選擇合適的數位教學工具，並能善用這些科技工具採取有效的教學策略。不可以本末倒置，在科技的使用中反而遺忘了學科的本質與內涵。
- (五) 遠距教學涵蓋同步、非同步與混成數位等方式，本課程限於一學期的安排，僅介紹同步遠距教學的方式，未來若有充裕的教學時間，應可以從非同步、混成形式逐步介紹實施，甚至可以增加有關數位教學的授課時數。
- (六) 本研究要兼顧的面向太多，也是初次嘗試，以至於未能在實任務評量上先行規劃評量尺規，未來若能設計獨立研究數位科技輔助教學檢核表、數位科技融入獨立研究教學評量尺規等，將有助於量化師資生的數位教學能

力。

致謝:

本課程的執行過程感謝高雄市吳侑邦老師、李雪因老師、陳韻丞老師、陳清桔老師的協同教學。

參考文獻

- 教育部(2019)。十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要。臺北市：作者。
- 教育部(2021)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：作者。
- 教育部(2022)。中華民國教師專業素養指引-師資職前教育階段暨師資職前教育課程基準。臺北市：作者。
- 吳武典(2020)。十二年國民基本教育特殊教育課綱(108特教課綱)的定位與特色。**特殊教育季刊**, 154, 1-11。
- 周春美、沈健華(2007)。認知學徒制對實習生專業社會化之研究。**高雄師大學報**, 22, 93-110。
- 林祖強(2022)。從 PCK 到 TPACK：談教師在師資培育中的知識建構。**臺灣教育評論月刊**, 11(6), 51-57。
- 林惠凰(2017)。合作學習結合認知學習制對國小一年級加減法文字提學習成效之行動研究〔未出版之碩士論文〕。中正大學教學專業發展數位學習碩士在職專班。
- 侯雅齡(2022)。**實驗專家 從研究到發表**。臺中：教育部國民及學前教育署。
- 侯雅齡、陳清桔、李雪因、陳韻丞、吳侑邦、江苡琳、陳薇安、郭宜臻、賴緯綵、盧奕璇、傅琪云、陳玟妤、陳咨維、謝泓均、鍾雨辰、莊智涵、吳厚瑞、梁書禎、王柔方、…簡芷瑩(2022)。**實驗專家 從研**

- 究到發表教師手冊。臺中：教育部國民及學前教育署。
- 教育部 (2022)。教育部中小學數位教學指引 1.0 版。教育部。引自 <https://isupport.ilc.edu.tw/6615/>
- 洪承宇、王淳瑩 (2021)。新制師資培育課程基準下的課程發展：「合作教學」與「教師專業社群」融入「教育實踐課程」設計。當代教育研究季刊，24 (2)，1-32。
- 陳木金 (1995)。教與學的另一種原理。教育研究雙月刊，45，46-53。
- 陳國泰 (2015)。運用認知學徒制促進國小自然與生活科技教師的學科教學知識發展之研究。國民教育學報，12，1-42。
- 陳國泰 (2017)。善用認知學徒制提升教師專業學習社群之運作成效。臺灣教育評論月刊，6 (10)，35-40。
- 陳國泰 (2018)。提升中小學教師的 TPACK 之有效策略。臺灣教育評論月刊，7(1)，227-235。
- Angeli, C., & Valanides, N. (2008, March). TPACK in pre-service teacher education: preparing primary education students to teach with technology. In *AERA annual conference, New York*.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Carol, L. T., & Daniel, C. (2007). New mentors for new media: Harnessing the instructional potential of cognitive apprenticeship. *Knowledge Quest*, 35(5), 26-31.
- Celik, I (2023). Towards intelligent-TPACK: an empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 1-12.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Halim, L., & Meerah, S. M. (2002). Science trainee teachers' pedagogical content knowledge and its influence on physics teaching. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215-225.
- Herring, M.C., Koehler, M.J., & Mishra, P. (2016). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators (2nd ed.)*. Routledge.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Rodrigues, S., Marks, A., & Steel, P. (2003). Developing science and ICT pedagogical content knowledge: a model of continuing professional development. *Innovations in Education and Teaching International*, 40(3), 291-301.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

獨立研究課程

討論區

2022年3月10日

S10 2022/03/10 00:26

ccd108004.docx
108.33 KB

2022年3月24日

S10 2022/03/24 00:37

404e3ccaae0a27cf.docx
25.36 KB

Ip 2022/03/24 15:53

第一單元課本主軸

1.魚骨圖教學 (四節)
內容層次：1.魚骨圖介紹、2.使用練習：可針對相同主題 (例題 - 老師提供) 討論，再找各自的主題試做。

2.實驗因果問題 (四節)
含：變因-控制、操作、應變等討論
內容層次：1.判斷問題的變因屬性 (老師提供相關題目進行練習)、2.實作練習：由學生真度自己的主題進行分析，判斷能否掌握變因的屬性。

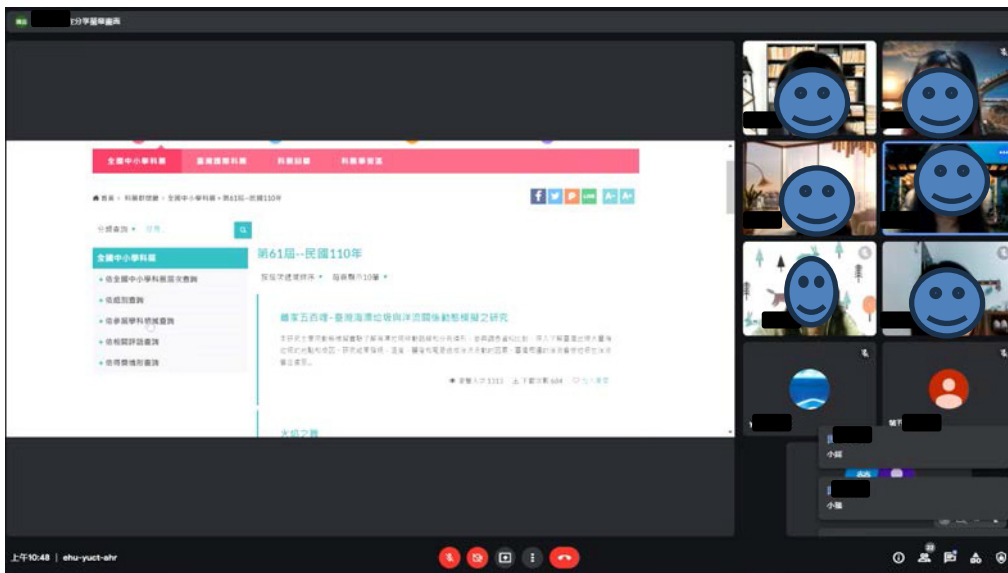
延伸教材：
1.研究主題的來源與蒐集(2-4節)
內容層次：1.主題來源及方向(依類別)、2.主題聚焦：利用SMART原則前三項 (明確性 (Specific)、可衡量 (Measurable)、可達成 (Achievable)) 進行聚焦

2022年3月29日

S10 2022/03/29 02:29

SMART.docx
15.93 KB

附錄二



The Practice of Teacher Training Courses Through Collaborative Teaching and Cognitive Apprenticeship: Taking the Independent Study Course as an Example

Ya-Ling Hou

Department of Special Education,
National Ping Tung University
Professor

Shiue-Yin Li

Nan-Yang Elementary School, Kaohsiung City,
Special Education Teacher

Yi-Xuan Lu

,Dong-Hai Elementary School, Taitung City
Special Education Teacher

Abstract

How to promote Pedagogical Knowledge of pre-service teachers through innovative teaching methods and train teachers to meet the needs of future practice sites is the primary goal of teacher education. The teaching and learning activities of teacher training courses should be closely linked with the practical environment to ensure the effectiveness of pre-service teacher learning. This research focuses on the special needs courses of special education students-independent study as the category. Through collaborative teaching and cognitive apprenticeship for teaching practice, it is expected to reverse the teaching method of courses taught by university teachers' professional knowledge and combine the teaching of expert teachers' collaborative lesson preparation and guidance. "Experimental Experts - From Research to Publication"(Hou, Y. -L., 2022) edited through the syllabus as a common teaching material to help pre-service teachers understand the Content Knowledge (CK) and Pedagogical Content Knowledge (PCK) of independent study. Furthermore, it is also considered that future teachers should have technological knowledge, and the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of pre-service teachers is also included in the curriculum as the teaching goal, hoping that pre-service teachers can have the ability of digital teaching. This course takes the university classroom as the main field, and gifted classes in four elementary schools

in Kaohsiung City as the subsidiary field. 17 pre-service teachers from the Department of Special Education are the subjects, and implement a semester of course practice. The Discord online software is used as a platform for university teachers, expert teachers, and pre-service teachers to learn and communicate. Feedback and reflection in the classroom are responded to through the Padlet online software. Using the feedback from students taking courses and the evaluation of learning outcomes, the study has the following six specific conclusions: 1. University teachers and expert teachers can carry out independent study teacher training courses through collaborative teaching. 2. Through cognitive apprenticeship can effectively assist pre-service teachers to construct personal Pedagogical Knowledge. 3. Systematic teaching materials can help pre-service teachers acquire the ability of instructional design for independent study from practice. 4. Expert teacher assistance can provide pre-service teachers with practical instructional design knowledge. 5. Pre-service teachers acquire TPACK to equipped with digital teaching ability. 6. It is helpful for teachers to grow professionally through online teaching demonstration and lesson discussion.

Keywords: collaborative teaching, TPACK, teacher education, cognitive apprenticeship, digital teaching, independent study course

問題本位學習模式應用於國小資優班學生參與在地活動 —以全中運英雄宴菜單設計為例

鄭鈺清

屏東縣仁愛國小

特教教師

吳怡慧

臺北市立大學特殊教育學系

副教授

摘要

本研究採用工具型個案研究，針對國小三年級一般智能資優資源班學生，以跨領域及統整特殊需求領域的方式設計為期八週、每週二節課之創造力課程，教導學生更認識在地人文產業。研究者以全國中等學校運動會為例，透過問題本位學習(Problem-Based Learning, PBL)賦予學生任務，使其將理論與實務互為體用，展現地方特色，體驗另一種貼近在地文化、參與產業的學習方式。研究者採持續比較法針對教學觀察紀錄、協同教師訪談、學生訪談紀錄、學習單及學生作品等資料加以分析，結果如下：

- 一、學生能透過 PBL 培養主動探索的態度以啟動自主學習；即使僅有三年級，卻能在弱結構問題的引導下，在「問、思、體驗」中逐步完成「運動員菜單設計」任務。
- 二、PBL 主題式課程可讓原本具殊異性的資優生學習溝通，並以夥伴擅長之能力進行分工，從而讓「運動員菜單設計」充滿熱帶地區食材應用之多樣性與創意。
- 三、在 PBL 任務完成的過程中，學生學科能力能跨域整合，並聯結特殊需求領域目標，讓學習面向更加多元充實。

最後，本研究提供相關建議，供實務之參考。

關鍵詞：問題本位學習模式、資優生、在地活動

壹、前言

一、問題本位學習的教與學

問題本位學習 (Problem-Based Learning, PBL) 源自建構主義, 與資賦優異 (簡稱資優) 教育的自主學習與問題解決能力的精神相似, 以學生為學習主體, 教師則為問題解決歷程的引導者和問題解決的催化者。在實務現場中, 資優生從獨立研究課程延伸到小中學科學展覽會之競賽, 串聯於其中的「專題導向科學學習」(Project-Based Science, PBS), 即發展自 PBL (詹秀玉, 2006)。PBL 能引導學生對問題產生更多的觀點, 定義更多的概念和系統的理解, 因此對一般學童之科學概念學習 (Belland et al., 2009) 或對資優生的科學議題深度探究 (Horak & Galluzzo, 2017; Van Tassel-Baska, 2013), 均明顯更有助益。

當教師採用 PBL 教學時, 教師從知識傳遞者的角色轉變成學生的催化者和教練的引導角色。當學生在回應問題、創造假定、參考其他資料來源以及考量如何行動、產生決定時, 教師成為學習歷程中穿針引線者, 藉由一致性的提問, 串聯學生的思維和學習任務的脈絡, 引導個體參與和學習進度 (張世慧, 2009)。PBL 模式包含四種要素 (許芳菊譯, 2022; Maker & Schiever, 2005):

(一) 弱結構的問題 (ill-structured problem)

PBL 透過問題的引導, 將學習歷程的全貌串聯起來, 這種學習方式有利於連結和類化到真實的生活情境。而關鍵性的驅動問題 (driving question) 將開啟更有意義及延伸性的討論。PBL 的重要目標在「統整」問題解決的核心內容, 因此, 在課程中融入能引導學生思考且重要而真實的問題, 將能促進學習和動機。而問題的設計, 須符合下列條件: 1. 涵蓋先前界定的知識領域及喜好, 可從許多學科中統整而來。2. 能協助學生學習一組

重要的概念、觀念和技術。

(二) 實質內容 (substantial content)

要將 PBL 弱結構的問題轉換成適當的課程, 需要能力和計畫, 亦即學生解決問題需要具備其背景知識和技巧, 才足以建構解決問題的歷程。Maker 和 Schiever (2005) 曾指出實質內容應具有下列三項特徵: 1. 從多元觀點來設計問題, 以確保及界定所學知識的範圍。2. 能協助學生學習重要概念、觀念和培植能力。3. 切合學生的內在興趣或需求重要性。

(三) 學生見習期 (student apprenticeship)

PBL 透過任務角色或見習, 讓學生在解決問題中體驗到問題解決的歷程, 並學習採用適當的內容、技巧或材料等來完成任務。使學生從體驗中建立對問題解決更完整的樣貌, 其作法包括: 1. 找出在不同學科中相近的問題解決方法。2. 了解跨議題或領域中 (如經濟、科學、政治及道德倫理) 不同的問題解決方法。3. 因應觀點的不同, 而在問題解決有不同的優先順序。

(四) 自我指導學習 (self-directed learning)

在此階段, 學生被賦予更多的責任並能控制自己的學習歷程, 包括: 學習設定大綱、訂定工作時間和完成期限 (Maker & Schiever, 2005)。此時目的是讓學生變成自我指導的學習者, 能主動學習、表達自己的學習需求, 並能選擇及使用最可行的資源, 以達成學習任務。

二、PBL 在教學現場的應用

本文作者認為, PBL 在教學實務上有其獨特的實用價值, 其原因如下。

(一) 呼應真實世界的工作場域需求

Wagner (2010) 曾指出, 未來人才必須擁有四項關鍵技能: 批判性思考 (Critical Thinking)、溝通協調 (Communication)、通力合作 (Collaboration)、解決問題的創意

(Creative Problem-Solving) (宋偉航譯, 2016)。根據天下雜誌(2020年11月),芬蘭於2019年所發布的高中新課綱,特別關注發展學生的「創造性的問題解決策略」和「批判思考能力」。新加坡的新課程亦重視培養學生具備「批判與創新思考能力」;日本的新學習指導要領則強調培養學生具備「問題發現與問題解決能力」、「創造力」及「批判與邏輯思考能力」。就上述世界頂尖人才培育及教育變革趨勢可觀察到,「思考」和「問題解決」是現今學生面臨多元世界所需的能力,而上述未來工作力,扣合了PBL創造假定、參考多方資料來源以及考量如何行動、作決定並實踐行動之學習歷程。可見PBL也呼應了工作場域需求。

(二) 呼應資優生的學習特質

資優生在學習過程中,其學習速度、觀察力、回應性和策略性都較一般生更加靈敏和優質。探究歷程對於資優生是很重要的,而探究方法的核心在於,讓學生參與提出問題,並尋求複雜的問題解決和決定成果(Johnsen, 2021; Van Tassel-Baska, 2013; Van Tassel-Baska & Brown, 2007)。PBL的學習歷程相當符合資優生的學習特質(張世慧, 2009; Gallagher, 1997),因學生不但增加了概念知識,亦促進對概念理解的深度和複雜性(Gallagher & Gallagher, 2013)。PBL的學習方式,除了將基礎知識和解決方法應用於真實世界的議題外,對於資優生的學習成就、參與動力、及展現學習潛力,皆有幫助(Gallagher & Gallagher, 2013; Horak & Galluzzo, 2017)。

(三) 呼應資優生的課程特性

Horak 與 Galluzzo (2017)彙整了多位學者看法,指出符合資優生高品質的學習課程應符合以下條件,包括:1. 使用高層次的「概念」作為組織焦點,以整合學科或跨學科內

容。2. 增加抽象、深度、廣度和複雜性之內容,提高在一般學習課程之外的理解水平。3. 關注的焦點須與現實世界相關。4. 學習速度和方式是靈活且多樣的。因此,PBL的學習歷程除了符合資優生的學習特質,其以學習者為中心的探究歷程,亦能讓資優生綜合應用已習得的知識、遷移過去的學習策略、整合更複雜的策略,來解決問題且獲得解決問題的技能。尤其PBL將「發現問題」視為解決問題的步驟之一,可讓學生的思考脈絡連結得更緊密,且能遷移到其他學習任務中(Gallagher & Gallagher, 2013)。此外,PBL中的「弱結構問題」取向,將「問題」的解決視為學習任務,也是終極的學習目標,近似「重視理解的課程設計」(Understanding by Design, UBD)原理的「逆向設計」(Backward Design)(賴麗珍譯,2008),由學習目標發展出學習內容之核心概念、主要知識和關鍵技能,再依據前項內容設計各種實作任務,形成「以終為始」的脈絡。故教師實施PBL時,宜緊扣課程內容的核心概念,讓學生的學習歷程保有多元展現的獨特性,又能使核心能力在其歷程中獲得完整的建構,更使目標與評量能相互呼應。

貳、研究動機與目的

綜上可知,PBL的歷程可滿足資優生的學習特質,除了激勵學生探究具有跨科統整的深度主題外,在主題上亦更容易與學生在地生活及未來工作之需求結合,可讓資優生在課程學習歷程中,整合認知、情意、技能,並將關注點從自我擴及他人與環境,產生更大的學習效益。因此,資優資源班(簡稱資優班)學生除了具備研究的探究力外,若能兼具素養行動力,透過PBL方法將知識行動化,則能在行動實踐中展現跨領域能力,成為倡議在地的發聲者。為了讓學生認識家鄉產業

及社區特色，教師可選擇直接相關的在地議題，並賦予小組合作任務，使學生透過資料查詢與蒐集的過程，在分工互助中建立正向人際的連結。然而，有鑑於 PBL 融入在地文化探索的課程研究仍少，因此本文擬以地方人文產業為例，透過 PBL 發展國小資優生跨領域及特殊需求領域的整合課程設計，使學生被賦予任務、將 PBL 理論與實務互為體用，以體現地方特色。其次，藉由分析學生參與課程的歷程與成果，了解 PBL 對促進學生跨領域整合能力的影響。

參、研究方法

為了解 PBL 在國小資優學生在地文化學習與應用的歷程，研究者採工具型個案研究（鈕文英，2017），以了解資優班教師及學生如何進行 PBL 跨領域及特殊需求領域專題課程，且輔以多元方式蒐集資料，分析本課程的內容設計與實施。相關研究歷程說明如下：

一、研究參與者

本課程共有 13 名國小三年級一般智能資優班學生參與，隨機分為 ABC 等 3 組。學生先備知識包括：1. 普通教育三年級課程皆有提及均衡飲食和在地產業；2. 校內營養師皆已於各學年宣導營養午餐之菜單設計及飲食均衡基本概念。

二、PBL 融入在地活動之教學設計

本研究以「全國中等學校運動會」（簡稱全中運）為例，嘗試進行 PBL 之教學設計，使此 PBL 活動課程能符合弱結構之課程架構，且目標在促進學生為學習主體，並同時考量資優生學習特質及課程活動與生活之連結性。全中運為我國地方體育教育盛事，每年皆會由各縣市輪流舉辦，迎接來自全臺各地的優秀運動選手，在競技場上交流切磋。本文從賦予國小三年級資優班學生「全中運行政主廚」的角色出發，蘊釀創思並設計一

場呈現地方特色的飲食饗宴，以各式料理呈現國境之南多元的族群文化、人文飲食習慣以及地方產業特色，來一場豐盛的「英雄宴」。以下便將本教學活動「英雄宴」之設計，包括主題選擇、課程目標、符合學習領域之學習表現和學習內容、所應用 PBL 模式之要素等，加以說明：

（一）主題選擇

本課程主題為搭配第一作者（教學者）所任職縣市辦理的全國性體育競賽，除了透過各項文宣關注宣傳此體育盛事外，更於資優班課程中搭配進行此分項活動「英雄宴」。由於全中運選手為中學生，且進入英雄宴會場需有選手證或教練證，因此國小學生未能有機會接觸。故教學者讓學生透過蒐集資料及創意紙上作業參與其中：透過「食」的力量來體驗及宣傳在地飲食特色，將「在地食材」和「運動員飲食」融入菜單設計，想像全臺灣各地優秀的體育選手初次踏上這塊土地時，都能透過「食」來補充體力，並品嚐南國風情的獨特饗宴。

（二）課程目標與評量方式

本課程目標乃依據 Gallagher（1997）提出的 PBL 概念而設計，其主張 PBL 目標包括「增進學生的自我指導學習能力、促進有效協同學習實務的發展、加強學生瞭解學習的重要性，而非記憶」。本課程目標共計下列四項：

1. 使用在地食材，組合出符合運動員需求以及展現熱帶地區特色之料理。
2. 透過資料查詢、整合、及彙整等方式完成指定的課程任務。
3. 任務完成過程中，能與同儕共同討論分工、協調，並完成至少十道「紙上料理」之設計。
4. 透過海報展示及口頭發表，說明其作品之創意內容與特色。

另一方面，教學者依據課程目標設計「作品評分表」，評分項目包括「食材融合屏東在地元素」、「食材符合運動員飲食需求」、「菜單名稱富有創意」、「海報設計與排版」及「能發揮團隊合作」五大項目進行計分，最高分 5 分，最低分 1 分。除了供教學者做為評分使用外，也有助於學生在執行任務歷程中，透過明確的準則進行自我檢視。

（三）跨學習領域的教學方案設計

「英雄宴」規劃於外加式特殊需求領域專題中，每週 2 節，共進行 8 週，為跨領域之任務型課程活動，其學習活動內涵符合《十二年國民基本教育課程綱要》(簡稱十二年國教課綱)之「自然科學領域」(教育部，2018a)、「社會領域」(教育部，2019a)、「健康與體育領域」(教育部，2018b)，以及《十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要》之「創造力」科目(教育部，2019b)。茲將「英雄宴」課程符合上述各學習領域之學習表現說明如下：

1. 自然科學領域

本課程與自然科學領域之學習內容相關的是碳水化合物之組成特性概念。碳水化合物是常見各類食材，例如：全穀類、豆類、蔬菜、水果之重要組成物，其符合學習內容的主題軸為「課題 1.自然界的組成與特性」；其跨科概念為「構造與功能」(INb)；主題和次主題分別為「物質的結構與功能」(C)與「物質的結構與功能」(Cb)；第二學習階段內容為「INb- II -2 物質性質上的差異性可用來區分或分離物質」。此外，由於本課程在食材的選擇上因地制宜，故其食材選用及烹調方式可能會有南國熱帶農產之特色，因此課程符合學習內容之「課題 3:自然界的永續發展」；跨科概念為「科學與生活」(INf)；第二學習階段內容為「INf- II -2 不同的環境影響人類食物的種類、來源與飲食習慣」。

2. 社會領域

由於本課程在教導學生從對農產的了解來關注家鄉環境與物產的關聯性，因此符合領域學習表現之構面為「2.態度及價值」，其項目及條目分別為「a.敏覺關懷」與「2a- II -1 關注居住地方社會事物與環境的互動、差異與變遷等問題」。此外，本課程學習內容為探究在地的產業，並以在地農產為資料蒐集與彙整的目標，因此符合之學習內容主題軸為「A.互動與關聯」，其項目及條目分別為「b.人與環境」與「Ab- II -2 自然環境會影響經濟的發展，經濟的發展也會改變自然環境」。另一方面，本課程以任務取向貫穿整個學習歷程，故符合學習表現之構面為「3.實作及參與」，其項目包括「b.資料蒐整與應用」、「c.溝通合作」以及「d.規劃執行」，在內涵上非常近似 PBL。

3. 健康與體育領域

因考量學生對各運動項目的所知有限，因此，以運動員飲食所需之關鍵特徵來引導學生設計「英雄宴」，使其將在地食材結合營養素及運動員高度耗能之需求，進行飲食選擇與設計。同時，學生選擇在地特色食材時，尚需在食物和營養之間來回判讀與確認，以確保透過多樣食材的配搭、烹煮方式將其營養價值展現。此外，教學者也引導學生設計時能一併思考結合「健康飲食習慣」及「流行飲食趨勢與文化」。因此本課程符合領域學習內容的主題為「E.人、食物與健康消費」，次項目為「a.人與食物」。

4. 特殊需求領域-創造力

本課程涵蓋 PBL「讓學生解決問題」之核心理念，其與資優生特殊需求領域課程之「創造力」科目的學習表現相符。本課程主要符合「思考歷程」向度(特創 2)的兩個次項目：「擴散性思考」(特創 2a)和「聚斂性思考」(特創 2b)。其符合之學習表現包括：

「特創 2a-II-3 針對問題提出各種解決的構想」、「特創 2b-III-2 分辨問題的本質與判斷問題的關鍵因素」及「特創 2b-III-5 運用科技資訊釐清龐雜訊息中主要與次要項目」。

在學習歷程上，本課程教導學生蒐集和選擇資料，並整理、組合成兼具符合運動員營養所需和國境之南多元的熱帶食材特色，因此符合了「創意成果」向度（特創 3）中的兩個次項目：「獨創」（特創 3c）及「實用」（特創 3e）。其符合之學習表現包括：「特創 3a-III-3 自由順暢表達或表現各任務與作業的多元概念」、「特創 3c-III-2 以新穎獨特方式呈現對事物的看法」、及「特創 3e-II-2 在作業或任務規劃過程中考量成品的實用性」。藉由鼓勵不同組別獨創，可激盪出不同創思，讓單一食材也能呈現多種組合的風采，從而展現出各組不同特色的「英雄宴」料理。

此外，在分組任務時，除了融入每個組

員的個人創思外，最終小組必須能完成任務報告，因此整個學習歷程尚需透過彼此「合作」來完成。這符合了「環境營造」向度（特創 4）的「支持回饋」次項目，以及兩個學習表現：「特創 4a-III-1 能與他人腦力激盪解決問題」、「特創 4a-III-2 創思活動時，能維護相互尊重與開放討論的環境」。由此可知，本課程採 PBL 模式的學習歷程，亦與「創造力」課程之內涵相近。

（四）對應之 PBL 要素

如前文所述，PBL 的結構要素包括：弱結構的問題、實質內容、學生見習期、及自我指導學習等四項，以下亦分析本課程與 PBL 要素相符之處，如表 1。此外，本文亦參考《十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範》之課程調整原則，進行課程學習內容之調整，如表 2。

表 1

英雄宴課程設計與 PBL 要素之對照說明

符應 PBL 之要素	英雄宴課程設計
問題解決取向的任務	<ul style="list-style-type: none"> ● 課程目標（學習任務） 使用屏東在地農產食材，設計一套符合運動員飲食需求的英雄宴料理（料理包括：前菜、湯品、主菜、甜點、飲品）。
確保學生先前的領域知識	<ul style="list-style-type: none"> ● 課程準備 在進行學習任務前，學習食物營養組成及運動員飲食特色等基礎概念，確保具備所需先備知識。
弱結構問題	<ul style="list-style-type: none"> ● 學習歷程 執行任務過程中，展現「弱結構特性」： <ol style="list-style-type: none"> 1. 先取得更多相關資訊，例如：屏東各鄉鎮之在地食材、運動員飲食的喜好、及宴會料理的烹煮形式等。 2. 未限制料理型態或製作流程。 3. 查詢多元資料，例如料理方式可能因食材特性而異。 4. 各組發想不同料理組合的菜單。
以提問搭建學習歷程	<ul style="list-style-type: none"> ● 思考問題

1. 你會選擇這些食材的原因？考慮到哪些事情？
2. 接下來你要選擇何種方式完成這道料理？
3. 這道料理從取材備料、命名、到烹調方式，你想傳達的是哪些想法？

表 2

英雄宴課程設計符合資優生學習需求之調整說明

資優生課程調整內涵	英雄宴課程設計
加深、加廣	<ul style="list-style-type: none"> ● 學習內容、學習歷程 提高資料蒐集整理的難度與廣度，食材選擇和搭配除了顧及料理的營養外，亦同步考量運動員特殊訓練及比賽需求，且須說明料理配搭的原因。
學科之間的連結與互動	<ul style="list-style-type: none"> ● 社會領域—家鄉產業 除了符合運動員飲食所需外，其料理的食材選擇，需搭配屏東在地產業之特性（農、漁、畜、或相關加工）。 ● 自然科學領域—食物營養素藉由分析食材的營養成分，搭配在地食材，組成符合運動員所需之營養並能補給體能之健康餐點。 ● 創造力—獨創、實用 1.以運動員高耗能營養及比賽需求的實用性為前提，將不同在地食材進行配搭，融合視覺、味覺等條件，組合出能呈現在地特色、與眾不同的創意料理。 2.料理名稱之命名呈現創意性及多元的組合應用，例如：菜餚名稱取其諧音或與活動意涵有關。

肆、研究工具及資料分析

為了解「英雄宴」PBL 課程之實施及學生學習歷程，本研究蒐集多元資料包括教學者的教學觀察紀錄、一位協同教師及兩位大

學特教系志工的訪談、每組 1~2 筆較完整學習單回饋（共 5 位學生）、及學生作品等，其編碼如表 3。資料分析採「持續比較法」形成類別和主題，並進行不同資料提供者的三角查證（鈕文英，2017）。

表 3

資料編碼對照表

資料來源編碼	資料內容
教學者 T1	教學觀察紀錄
協同教師 T2	訪談
大學生志工 V1, V2	訪談

伍、結果與討論

一、學生的學習歷程

(一) 在弱結構中的自主學習

本課程起初即先強化學生對於在地食材和運動員飲食概念，藉由弱結構中資料蒐集及彙整的流動，可看出各組學生的發想或多元興趣，及其衍生的延展彈性；只要任務明確並提供分項評分規準，學習主導權自然而然便會轉移到學生身上，「...老師只教他們學習的方式或工具，其他的知識由他們自行尋找並吸收。」(V1 訪)。

在整堂課中我認為最大的差異是學生成為課堂的主角，老師只在一開始說明基礎概念、情境、任務、注意事項，後續的活動皆由學生主導，教師沒有過多的介入，只有適時的從旁協助。(V2 訪)。

儘管學生只掌握明確的任務，看似沒有標準程序的要求，但他們在參與過程中，仍能發展出一套合宜的執行脈絡。

在學生找尋英雄宴會所需食材的過程中，我觀察到學生們自然形成一個歷程模式，分別是：小組合作分工找尋、整理資料、海報製作。(T2 訪)

學生主動探索的態度，成為邁向完成任務的關鍵，主動探索啟動了自主學習，而這個歷程符合資優生的學習需求。

在活動中明顯的感受到資優生喜歡自己探索的特質，從師生提問和思

考中，學生似乎逐步在填充「材料包」，類似資料庫的概念，例如：電腦的使用技巧、菜色的舉例，他們就會積極地繼續自我發想，且不希望志工有太多協助。(V2 訪)

在這種教學方法下，學生不會過於依賴師長給答案，他們更喜歡自己去找出答案，大部分都會是在沒有方向的時候才會尋求我們的協助。(V1 訪)

這與呂金燮等人(2005)在 PBL 情境下所觀察到的資優兒童學習情況相似，亦即 PBL 使學生的學習態度改變了，從「被動學習者」到「主動生產者」。而對教學者而言，也透過學習歷程的觀察更進一步了解資優生的學習特質與情意需求。

對於教學者而言，無法預期學生在學習過程中的反應和學習結果，這個部分確實讓我在教學前感到相當焦慮。尤其是內容和方法對學生來說顯得陌生，但學生樂於接受挑戰、自主學習的特質，讓我安心了不少，反而是在分工、妥協、合作呈現較多的挑戰，實質的提醒我在未來課程中融入學生們的情意需求。(T1 記-歷程)

(二) 在問題解決中的學習歷程

任務的達成是一連串問題解決的產物。學生們透過教師提問啟動思考，再從思考、自我提問中引發行動——找到不同食材、組合食材、創造出一道兼具運動員基本健康飲

食需求與富有南國熱帶風情的美味料理。

從「要找什麼資料」起，一連串的提問與思考如同吹泡泡般的在小組和師生對話中產生，我特別深刻的是教學者透過「提問」的方式，讓學生跟著任務緊密扣合，提問有解疑、驗證的功能，例如：「你會選擇這項食材的原因是？」，這個問題就在不同組別間來回穿梭著，而能被解釋、驗證，就是解決問題了，可以繼續走往下一步。」(T1 記-解決)

此時，學生的問題解決歷程已跨越單一學科或單一技能的範疇，有的部分整合了過去的學習經驗，有的部分則注入新的學習，輸入和輸出的路徑彷彿在每一個被解決的問題中現身。

我觀察到學生會先嘗試以自己過去的經驗去解決問題，但問題依然沒解決時，就會尋求老師的幫助，但老師不會直接給予答案而是給方法的技巧，是讓學生持續思考並嘗試新方法，直到問題解決為止，而不是直接給答案，讓學生停止思考。(V1 訪)

學生能夠了解當遇到問題時要透過什麼方式尋找解決問題的辦法，而不會直接得到解答，這對他們學習如何解決問題是非常有幫助的，雖然問題不同，但尋找解決的方式卻能應用在其他問題中。(V2 訪)

教學者的提問好像是解決問題，但卻又開啟了另一個問題，這樣的方式，讓學生要一直不停的動腦，我發

現他們在這樣來回找尋答案的過程中，相對的專注，也沒看見學生在休息，感覺很像在電玩遊戲中一路取得金幣和蘋果的角色。(T2 訪)

在弱結構問題中雖然看似沒有明確的學習步驟，但是學習者的思考一直在流動著，解決某一個問題，都是朝任務目標向前一步。

改變了原有「一問一答」的教學模式，學生有點不太習慣，他們經過教學者的「再提問」，先愣了一下，然後，學生就會有所頓悟的說：「那我知道了！」例如：學生詢問「要從哪個資料開始查詢呢？」，老師再詢問「要完成一道料理前所需要的準備的是？」，每一道料理都是由學生們在問題解決中建構而成，除了「量」的任務（一共要完成十道料理），另外還有「質」的任務表（評分檢核表），這部份是讓學生核對完成情形進行評比分數的預估。(T1 記-解決)。

思考的流動，也減緩了學生對於沒有直接教學步驟的焦慮；教學者透過提問引導，將問題串聯成任務達成的連結點，一個接著一個，學生對於任務的圖像也就越發具體鮮明。

（三）在團隊合作中的成果展現

針對學生任務的設計，除了須符合在地食材以及運動員飲食兩項標準外，還要符合資優生之創造力領域課程核心概念，有作品展現之獨創性。此外，「合作能力」也是本課程目標之一，他們需「能與他人腦力激盪解決問題」、「尊重與和他人開放討論」。

英雄宴菜單設計的過程增加學生的合作能力，因為在討論過程中學生會更認識彼此的個性、做事態度，有些學生的主導性很強，對於同儕的意見，批評多於討論，而產生爭吵。透過老師或志工的引導，學生爭吵的次數會減少，取而代之的是互相體諒、溝通。(V1 訪)

我發現，最後的作品雖然是一張海報，但這張海報的產生，是小組(成員)之間合作而成，在過程中孩子能夠學習如何分工，如何和組員溝通，如何協調到成果是每個組員都滿意的地步等等，這些都能提升他們合作完成任務的能力。(V2 訪)

然而，資優生各自有不同的性格和特質，有些學生追求完美、需要費時思考；有些學生堅持度高、不容易妥協。這些差異使合作歷程也成了另一門溝通必修課。

小組中若有人自我意識較強，較慢才能解決問題或找到想要的食材資料，影響小組的合作。但這樣的過程也可以讓孩子學習到，合作不是只有意見相同時的溝通，意見不合時更需要妥協、耐心溝通。(T2 訪)

資優生學習和思考速度快，這是他們共同特質，但在小組作品的呈現中，「合作」反而才是貫穿整理歷程的關鍵條件。

我對於 B 組作品完成的效率和內容，感到非常訝異，他們似乎很有默契的將每一個組員分派完成不同的料理設計，有的組員負責前菜、有的

組員負責湯品等，然後開始查詢資料。過程中，偶爾觀察他們會互相詢問組員的意見，雖然是分工完成，最後，在老師的提醒下，他們交互檢查小組同儕所設計是否合乎評量表的各項規準。(T1 記-合作)

平常上課時，A 組和 C 組的學生，個別學習能力都很強。反而是在這次的活動中讓我覺得，個別能力的優異不一定能複製到小組任務的達成。在英雄宴的海報設計中，A、C 組從蒐集資料開始，多以「我」的觀點來「檢視」組員的資料和想法。在這樣的狀態中，批評和衝突就會產生，光是協調彼此間不同的觀點就需要花上許多時間。合作能力這反而是資優生更需要學習的。(T2 訪)。

(四) 作品展現的多元樣貌

學習歷程中每一個問題解決，都是到達終點前的必要一步，而作品的產出，則是歷程的結晶。

每一組的料理都各有特色，這倒是讓我蠻驚訝的！畢竟，小學三年級的孩子，他們累積食材的經驗值應該很有限，要設計出菜單應該有些難度。(T2 訪)

我發現他們取其食材的諧音，從名稱中能引發對這道料理的想像力，例如：「萬紫千紅」，你很難想像它是一道甜品，材料是紅豆、芋頭和西米露；「光芒四射」是飲品名稱，選用芒果、香蕉這些果皮是金色的熱帶水果。(V1 訪)

名稱上也很有創意，將和運動場上有寓意的用詞都使用上了，像是「努力蔥刺」這道料理，他們採用了洋蔥、刺蔥、青蔥等作為調味；「勝不蕉、敗不餒」是快速補充熱量的巧克力香蕉蛋糕。(V2 訪)

每一組的菜單設計，皆發展出具熱帶風情且姿態多樣的菜色，資優生的思考創意在作品中盡情奔放。

每一組料理，不論食材的選擇或烹調的選擇，都非常的多樣。以「芒果」這樣具有代表性的熱帶水果(來

說)，三組分別在前菜、甜點和飲品加入了這樣食材，豐富了食材可以應用的多元性。前菜的部分，有的是以水果為主的沙拉、有的是以在地特色的蔬菜為主、有的拌入海鮮、畜牧肉類、也有的融合穀物。雖然是紙上品嚐，卻像是品嚐「英雄宴」一樣，道道精彩，盤盤美味啊！(T1 記-作品)

學生作品的豐富度，著實讓教學者驚艷，彷彿看到在相同起點和終點的學習任務中，學生們走出不同的路徑，並將路上不同的風景幻化成一道又一道回味無窮的佳餚。

圖 1
小組設計「運動員英雄宴菜單」



二、跨域學習的收穫

對某一些學生來說，確實在初次接觸 PBL 時會因為弱結構的指令而感到充滿挑戰

性。

雖然學習的過程很有趣，但是要跟

同學討論，然後自己的想法不一定馬上能讓同學接受，這部分讓我覺得很難。(S1)

這呼應了 Fullan (2001) 提出的，PBL 的教學性質似乎會造成學習者在第一次學習新行為時，遇到一些不可避免的困難。而學生們也體現了團隊合作的意義與重要性，並享受互助的成果，覺得「和同學一起想出了這麼多道料理，很有意思」(S3)。

一個人只有一個想法，大家一起腦力激盪，雖然很累，但是可以看到別的同學不同的創意 (S2)

大家要一起討論要花很多時間，我很擔心無法完成任務，還好同學能一起分工合作。(S4)

這都呼應了 Horak 和 Galluzzo (2017) 指出的，PBL 學習的重點不僅限於認知結果，還延伸到處理人際互動能力等非認知結果的能力。此外，學生在思考歷程中，面對弱結構的解題脈絡，也能掌握重要關鍵，逐步建構任務達成的條件。

我在設計菜單時，會同時思考運動員營養和屏東有名的農特產這兩個重點 (S5)。

老師沒有提供很多資訊，應該說，老師比較是像提供二個概念，讓我們在任務完成的過程中，隨時要注意這兩個概念。(S2)

從上述學生的回饋可看出，學生在「問、思、體驗」三位一體循環下，更容易培養自主

的學思習慣。如 Van Tassel-Baska (2013) 所言，課程若越能專注於意義創造，就越能促進資優個體的自主學習，從而啟動好奇心和提升學習動力。

三、教學者在教學場域之啟發

在課程中，教師所扮演的角色為提供學習方法的引導者，給予支持卻不下指令；當學生提出疑問時，則提供方法讓學生在嘗試中找尋答案，再繼續往下一步，作法上提問多於給答案。「老師引導學生如何完成任務，教導他們方式，但實際上的事情還是交由學生完成」(V2 訪)。「老師給的是引導而不是教導，能給學生較多空間發揮。」(T2 訪)。這樣的方式可讓學生在充分的彈性下，恰如其分地應用學習能力。

我觀察整個過程老師像催化者，從課程中發現老師是在學生卡關時，才給予適當的提示，放手讓學生獨立完成查詢資料、分組討論、製作菜單等。(V1 訪)。

然而，引導與催化的角色比直接引導更具挑戰性，不論教學者或學生，都需在反覆的討論和嘗試的過程中耐心等待。

學生進入資料蒐集階段，讓我馬上覺察到，這不是學生習慣的學習方式，尤其在弱結構的引導下，3 組中只有 1 組妥善分配好查詢和記錄的工作，其他 2 組多次傳出「查不到資料」的抱怨。(T1 記-角色)

另一個挑戰是，對於小學三年級的資優生而言，很多能力可能尚在建構中，難免掌握不到任務要領。

在查詢資料時，打字速度慢，引發同儕之間抱怨，好不容易輸入關鍵字，竟然查不到資料，低氣壓瀰漫。此時，我嘗試用引導式的提問：「大家說一說，可能要打什麼關鍵字，比較可能找到資料？」提問的介入，似乎打斷他們挫折的情緒，讓學生啟動腦力激盪，提出自己的觀點，嘗試再修正，也在這樣的停頓思考後，稍微化解了之前的低氣壓，然後，再向前走了一步。(T1 記-角色)

學生們在課堂中表達挫折感的直球反饋，確實讓教學者感到些許挑戰。如同呂金燮等人(2005)指出，學生對於角色轉換的不習慣，考驗著師生，但也在耐心與信心的等待中，等到學習自主性逐漸的產生。

四、小結

本課程以全中運活動賽事為背景，引導資優生透過為運動員所需營養及在地食材探究進行「英雄宴」菜單設計。此任務跨不同學科領域，且是學生相對不熟悉的內容，過程中還需運用資訊蒐集和整合資料的能力。結果發現：

1. 師生間的提問與引導對話，可促進學生在解決問題的前提下，產生自主學習的行動，開發資優生隱而未見的學習力。
2. 學生們開始試圖協調溝通和分配責任。由於任務目標是形成多元組合的料理，無法只靠一兩個人達成，因此越早達成協議和合作共識的組別，其完成作品的進度和默契也越佳。不同組別雖面對同樣的任務和核心概念，卻激發出令人驚喜的多元樣貌，這除了是教學者未曾在資優班其他課程中見過的景象，也讓人看見中年級資優生無窮的潛力。
3. PBL 可讓學生在進行專題探究時，更專注

於學習內容的建構。對教學者而言，如同Dole 等人(2016)研究提及的，「這個教學歷程給了教師勇氣，能嘗試以學生為中心的方法」。起初學生因習慣的學習方式不相同，故在執行學習任務的前半段會經歷一段摸索期：有些學生會主動提問，在教師引導下啟動思考；而有些學生卻因沒有標準答案而顯得焦慮和缺乏方向。因此，創造一個讓學生習慣思考與對話的學習情境，是資優教學現場需持續追求的願景。

陸、研究建議

綜上所述，本研究建議國小資優資源班的專題課程可融入對在地現象的關注與問題解決任務，讓學生透過共同作品創作的任務執行、以及人我溝通協調分工，統整跨領域的學習能力及特殊需求課程的學習目標。教師宜營造 PBL 習於思考與對話的學習情境，善用弱結構提問以引導學生培養自主學習及耐心合作的習慣，共同體現學習的意義。未來研究亦可以專題學習的名義，申請讓學生親臨選手餐會或與宴會菜單之行政主廚進行交流，並可進一步針對 PBL 課程中每位學生參與歷程與需求的詳細分析。

柒、結語

本文探討適合資優生學習需求之 PBL 問題導向課程設計，亦即透過提問思考引導資優生進入複雜且真實的脈絡情境從事問題解決。作者以設計全中運運動員菜單之任務為例，說明教師如何引導學生將先備知識與在地人文加以連結，藉由主動探究與關注在地農產，展現出創意多元的成果樣貌。PBL 讓學生將自身優勢能力融入探究歷程，並透過提出問題、搜尋資料、和展現成果，來體現問題解決的思考歷程。更值得肯定的是，PBL 能

促動個體為自我指導的主動學習者，並學習透過溝通達成共識和責任分工。由此可知，PBL 將資優生的學習面向交織成一片跨領域學習的網絡，也為資優生建構更具價值的學習模式。因此，除了適用於長期探究的獨立研究課程外，PBL 用於短期專案式課程，是值得嘗試的選擇，可讓「問、思、體驗」成為三位一體循環。

參考文獻

- 天下雜誌 (2020)。未來的世界需要什麼樣的能力？跨域扭轉教育思維打造未來人才。
<https://www.cw.com.tw/article/5102630>
- 呂金燮、陳偉仁、黃楷茹、黃珮琇、陳靜芝 (2005)。「問題本位學習」中資優兒童創造性問題解決能力的展現。*特殊教育研究學刊*，28，239-257。
- 張世慧 (2009)。問題本位學習與資優生。*國小特殊教育*，48，1-12。
<https://doi.org/10.7034/SEES.200912.0001>
- 教育部 (2018a)。十二年國民基本教育課程綱要-自然領域課程手冊。
<https://is.gd/yP1odi>
- 教育部 (2018b)。十二年國民基本教育課程綱要-健康與體育領域課程手冊。
<https://is.gd/YihTFH>
- 教育部 (2019a)。十二年國民基本教育課程綱要-社會領域課程手冊。
<https://is.gd/avEgGc>
- 教育部 (2019b)。十二年國民基本教育-資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要。
<https://is.gd/04qO7i>
- 鈕文英 (2017)。*質性研究方法與論文寫作* (二版)。雙葉書廊。
- 詹秀玉 (2006)。指導資優兒童做好科展作品 PBS 模式的理論與應用。*資優教育季刊*，99，1-14。
- Lev, S., Clark, A., & Starkey, E. (2022)。專題式學習，從小就能開始！(許芳菊，譯)。親子天下 (原著出版於 2020 年)。
- Wagner, T. (2016)。哈佛大學這樣教出孩子競爭力：未來人才一定要具備的 7 大生存能力《2016 全新修訂版》(宋偉航，譯)。方言文化 (原著出版於 2010 年)。
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2008)。重理解的課程設計 (賴麗珍，譯)。心理。(原著出版於 2005 年)。
- Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Ertmer, P. A. (2009). Inclusion and Problem-Based Learning: Roles of students in a mixed-ability group. *Research in Middle Level Education Online*, 32(9), 1-19.
- Dole, S. F., Bloom, L. A., & Doss, K. K. (2016). Rocket to creativity: A field experience in Problem-Based and Project-Based Learning. *Global Education Review*, 3(4), 19-32.
- Fullan, M. (2001). *Leading in culture of change*. Jossey-Bass.
- Gallagher, J. J. (1997). Problem Based Learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going? *Journal for the Education of the Gifted*, 20, 332-362.
- Gallagher, S. A., & Gallagher, J. J. (2013). Using problem-based learning to explore unseen academic potential. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7, 111-131.
<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1322>
- Horak, A. K., & Galluzzo, G. R. (2017). Gifted

- middle school students' achievement and perceptions of science classroom quality during Problem-Based Learning. *Journal of Advanced Academics*, 28(1), 28-50.
- Johnsen, S. K. (2021). Problem finding and solving. *Gifted Child Today*, 44(3), 121-121.
<https://doi.org/10.1177/10762175211008726>.
- Maker, C. J., & Schiever, S.W. (2005). *Teaching models in education of the gifted*. PRO-ED.
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2007). Towards best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 51, 342-358.
<https://doi.org/10.1177/0016986207306323>
- VanTassel-Baska, J. (2013). Curriculum issues: Curriculum, instruction, and assessment for the gifted: A Problem-Based Learning scenario. *Gifted Child Today*, 36(1),71-75.
<https://doi.org/10.1177/1076217512465289>

Applying Problem-Based Learning Model to Elementary School Gifted Students to Participate in Local Activities— A Case of Heroes' Banquet Menu Design for the National Middle School Athletic Games in Pingtung

Yu-Ching Cheng

Ren Ai elementary School, Pingtung County
Special Education Teacher

I-Hwey Wu

University of Taipei Department of Special
Education, Assistant Professor

Abstract

This instrumental case study used interdisciplinary and integrated approaches on special-needs areas to design an eight-week, two-session per week creativity course to teach third-grade elementary school gifted students to better understand the local humanities industry. Taking the National Middle School Athletic Games as the scenario, the teacher assigned tasks to students through Problem-Based Learning (PBL), enabling them to explore local characteristics by theory-practice combination, and to experience another learning style through the participation in local culture and industry. This study employed the continuous comparison method to analyze records of teaching observation, co-teacher interviews, student interviews, worksheets, and student works. Results are as follows: (a) Students can develop an attitude of active exploration through PBL to start independent learning. Although they are only in third grade, they can follow the guidance of weakly-structured questions and gradually use the "ask, think, and experience" strategy to complete "the athlete's menu design" task. (b) The PBL theme-based course allow gifted students with different characteristics to learn to communicate with one another and share labor based on their superior abilities, making the menu-design task full of diversity and creativity in the application of tropical ingredients. (c) In the process of PBL task completion, students' subject abilities can be integrated across domains and linked to the goals of special needs areas, making learning more diverse and enriching. Finally, this study provides relevant suggestions for practice.

Keywords: gifted students, local activities, Problem-Based Learning (PBL)