

Memoirs of Higher Education Studies

高等
教育
研究
紀要

高等教育研究紀要

Memoirs of Higher Education Studies

Research Articles

JAN, 2018 NO.8
【SEMIYEARLY】

8

A Study of Student s' Misconception in Calculus
-Taking Applications of Differentiation as an Example

Chuan-Sheng Wei

Dynamic 3D Teaching Aids for Two-variable Functions in Calculus

Jenn-Tsann Lin
Yuh-Yih Chen
Ching-Ching Yang

Comparing college students: previous and nowadays-From
senior faculty' s perspectives

Jane Chiu

Who Is the First President of Taichung Normal School ?

Chien-Kai Tseng
Yun-Yan Yang
Tian-Wei Sheu

Using Computerized Graduated Prompting to evaluate 2D and 3D Drawing Skills

Ching-Yi Lee

A Study of the Relationship between Teachers' Teaching
Effectiveness and Students' Mathematics Learning Disturbance
in Vocational Senior High Schools in Taichung

Hui-Ju Hsieh
Hsin-Yi Kung

National Taichung University of Education,
Master Program of Higher Education Management.

GPN 2010300175 定價：150元

JAN
2018

國立臺中教育大學
高等教育經營管理碩士學位學程

編
印

研究論文

2018年1月 第八期
【半年刊】

微積分迷思概念之研究—以「微分的應用」為例

魏傳昇

微積分中雙變數函數相關課題的三維教具開發之理念與成果

林震燦
陳裕益
楊菁菁

從資深教師的觀點看：大學生今昔之比

邱玢琬

臺中師範學校第一任校長是誰？

曾建凱
楊允言
許天維

電腦化漸進提示評量系統對2D與3D繪圖技巧之影響

李靜儀

教師教學效能與學生數學學習困擾關係之研究

謝惠如
龔心怡

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程 編印

主編的話

當今社會結構日趨複雜，功能日趨分化的情況下，高等教育扮演著國家民主發展、社會階級流動、經濟產業創新、尖端知識培育，乃至實踐公平正義的角色。作為高等教育的學術刊物，和其他領域一樣，都是著重在運用嶄新的方法力求產生解決問題的創意。漸漸的，大家也了解到學術的發展和進步、文化的傳承與提昇，都有賴於研究的耕耘和積澱。因此本學程在 2011 年成立初期不久，就有規劃出版一份經常性、公開性、學術性的刊物，今日能有第八期的出刊問世，真要感謝學術界的支持與不吝的賜稿。

數年來一直有人向本學程提出應納入各個舉辦高等教育相關研討會優良論文的建言，去年終於獲得本刊編輯團隊的同意，而在行政工作上的大力支持，更是廣開研究成果的關鍵。本人自創刊號擔任主編以來，雖為義務職，而且萬事艱難，仍然勇於接下，抱持不可為而為的心胸，從編審會議中制定辦法開始，規劃時程、徵稿對象和擬定評審學者名單，瑣碎事務不斷。從徵稿、收稿、派稿的審查流程，花費很多工作時間；而助理林鈺莉的任勞任怨，更令人感佩不已，在編輯會議後，依審查委員的意見，確認稿件的取捨，通知作者修改、回傳、再催稿、…。然後還有封面裝禱、印刷廠聯絡、下一期徵稿…。半年來，擔憂出刊壓力，時刻湧上心頭，所幸助理團隊認真負責，當然也感謝作者和評審委員的充分配合，讓工作流程得以順利完成。

本期一共收錄了六篇論文，主題涵蓋了高等教育的教學探討、學校歷史、比較教育、學習困擾、電腦化評量等等，內容相當多元而豐富。

這份刊物不僅代表臺中教育大學高等教育學程所屬的出版品，也是所有從事高等教育教師和行政人員的交流園地，這是開放的，多元的，需要越來越多的稿件來源，在此特別鼓勵青年學者能積極投入研究。

本期刊物從徵稿到出版只有短短半年，還有許多改善和精進的空間，希望大家不吝指教，並且一起來灌溉這塊高等教育從事人員充滿盼望、得來不易的園地！

主編

許天維 謹識 2018.01

高等教育研究紀要

目錄

【研究論文】

微積分迷思概念之研究—以「微分的應用」為例	/魏傳昇	1
微積分中雙變數函數相關課題的三維教具開發之理念與成果	/林震燦、陳裕益、楊菁菁	17
從資深教師的觀點看：大學生今昔之比	/邱珍琬	29
臺中師範學校第一任校長是誰？	/曾建凱、楊允言、許天維	51
電腦化漸進提示評量系統對 2D 與 3D 繪圖技巧之影響	/李靜儀	65
教師教學效能與學生數學學習困擾關係之研究	/謝惠如、龔心怡	89

【本刊訊息】

《高等教育研究紀要》徵稿啟事		115
《高等教育研究紀要》審查要點		116
《高等教育研究紀要》投稿者基本資料表		117
《高等教育研究紀要》著作財產權授權同意書		118

Memoirs of Higher Education Studies

Contents

【Research Articles】

- A Study of Students' Misconception in Calculus-Taking Applications of Differentiation as an Example
/ **Chuan-Sheng Wei** 1
- Dynamic 3D Teaching Aids for Two-variable Functions in Calculus
/ **Jenn-Tsann Lin & Yuh-Yih Chen & Ching-Ching Yang** 17
- Comparing college students: previous and nowadays-From senior faculty's perspectives
/ **Jane Chiu** 29
- Who Is the First President of Taichung Normal School?
/ **Chien-Kai Tseng & Yun-Yan Yan & Tian-Wei Sheu** 51
- Using Computerized Graduated Prompting to evaluate 2D and 3D Drawing Skills
/ **Ching-Yi Lee** 65
- A Study of the Relationship between Teachers' Teaching Effectiveness and Students' Mathematics Learning Disturbance in Vocational Senior High Schools in Taichung
/ **Hui-Ju Hsieh & Hsin-Yi Kung** 89

【About the Memoirs】

- Basic Data of Contributors for *Memoirs of Higher Education Studies* 115

微積分迷思概念之研究—以「微分的應用」為例

魏傳昇

逢甲大學應用數學系助理教授

cswei@fcu.edu.tw

摘要

微積分是許多大一新生的必修課程之一，但大部分學生在學習過程中總是感到挫敗。由於只期望能快速解題卻忽略對概念理解的建立，後果便是產生許多迷思概念而不自知，也因而導致考試表現不佳，甚至得面臨重修。本研究的目的是探討大學生學習微積分的迷思概念，並以 200 位學生的紙筆測驗的資料做為診斷依據，測驗的範圍為「微分的應用」。透過迷思概念的探討，不僅可以了解學生在學習上的障礙，更可以提供教學者做為教學改進的參考。根據本研究發現，學生在計算能力方面並無太大的問題，但對於抽象概念的理解明顯表現不佳，針對此問題我們提出具體建議，以供相關教學者參考。

關鍵詞：迷思概念、錯誤類型、微積分

A Study of Student s' Misconception in Calculus -Taking Applications of Differentiation as an Example

Chuan-Sheng Wei

Assistant Professor, Department of Applied Mathematics, Feng Chia University

cswei@fcu.edu.tw

Abstract

Calculus is one of the required courses for many freshman students. However, most of the students always feel frustrated in their learning process. They just look forward to solving problem quickly, but ignore building conceptual understanding. This causes them to have many misconceptions unconsciously, and poor performance in examinations. Even worse, they need to retake the course again. The purpose of this study was to explore the misconceptions made by undergraduate learners in Calculus. Through pencil-and-paper test, the diagnosis of misconceptions is based on the data gathered from 200 students, and the area of the test is “applications of differentiation”. The discussion on students' misconceptions can not only understand their obstacle for learning, but also provide suggestions for teacher to improve teaching. According to the research results, students have good calculation skills, but lack of understanding of the abstract ideas. For this problem, the researcher provided suggestions for the teachers.

Keywords: misconceptions, error type, Calculus

壹、緒論

微積分一直是大學生最感到挫敗的科目之一，從它是暑修科目裡的常客這一點便可得知。由於微積分介於基礎數學與高等教育的數學課程的銜接處，其內容除了基礎數學所強調的計算以外，更具有深層的概念以及理論(辛靜宜、林珊如、葉秋呈，2005)。然而，在考試制度的影響下，學生便將快速解題視為數學程度的唯一指標，進而認為微積分的學習只不過是一堆無意義的定義、公式或純代數符號的操弄(鄭百思，2007)。Tall(1993)指出，微積分的初學者大都只是片面的學習其計算部份，但卻沒能對理論的部分有深入的瞭解。因此，只在乎計算的程序能夠簡潔快速的後果，便是在概念上產生錯誤的理解而不自知，而這類錯誤的概念即文獻上所謂的迷思概念(misconception)(Gilbert & Watts, 1983)，同時，也是教學與學習產生阻力的原因(Fisher, 1985)。另一方面，若學生在數學的計算式中產生錯誤的步驟，可依據其錯誤關鍵處分成若干種類，即稱其為錯誤類型(Kathleen, 1987)，而錯誤類型通常伴隨著某種迷思概念。因此，若能歸納學生可能的錯誤類型，便能推測出其中的迷思概念。

綜合上述，本研究目的在探討中部某大學微積分課程中的迷思概念與錯誤類型，以微分的應用為主要單元，透過開放式紙筆測驗來診斷學生的迷思概念。

一、文獻探討

迷思概念一詞最早出現在 Hancock (1940)所發表的文章中，也是建構主義學者的研究方向之一。由於研究者的方法與觀點不同，對於迷思概念也有許多不同的別稱，如先入概念(preconception)(Novak, 1977)、另有概念(alternative conception)(Hewson & Hewson, 1983)、另有架構(alternative frameworks)(Driver, 1981)等，而本文所談的迷思概念指的是，學生在學習的過程中形成的概念與該領域的專業知識有所出入，因而造成不當認知與理解。對於迷思概念產生的原因探討，國內外學者在這方面提出不少觀點與看法(郭重吉，1988；Gilbert & Watts, 1983；Head, 1986；Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994)，大致可歸納為日常生活經驗與觀察、同儕文化、生活用語與科學用語混淆等。謝青龍(1995)指出，找出學生的迷思概念，可以提供教師改進教學的參考資料，促使學生發生概念改變(conceptual change)。以建構主義的觀點來說，教學者若能了解學習者的迷思概念，便能刺激學習者的認知衝突，使學習者對原本錯誤的概念產生質疑，進而達到概念改變的目標。關於概念改變的教學模式，有許多專家提出精闢的看法與見解，國內學者亦對這些文獻作出了完整的分類與整理，可供後續研究者之參考(邱美虹，2000；張靜儀，2002)。

至於微積分的迷思概念，國內外學者曾針對學生在函數與極限的迷思概念與錯誤類型做了豐富的研究(葉明達，2000；Janvier, 1987; Markovits, Eylon, & Bruckheimer, 1986; Ozkan & Unal, 2009; Tall, 1993; Vinner, 1983)，近期則有關於微分基本公式的研究(劉湘川、白宗恩、鄭俊彥、黃玉臺、謝俊逸、陳建憲、蔡閔任、劉育隆，2010)。因此，本研究將以更進階的課程，即微分的應用為主題，並以紙筆測驗的診斷方式，先透過收集學生錯誤類型的數據，進而分析學生的運算過程並從中挖掘迷思概念。

二、研究設計與評估

(一) 測驗題設計

微分的應用主要在處理函數的極值問題與函數的圖形，這當中牽涉到許多專有名詞與計算步驟，依此可將其過程與本研究欲討論的部分，細分為以下幾項：

1. 能了解臨界點的定義並求出臨界點。
2. 能判斷遞增與遞減的區間。
3. 能使用一階導數測試法求局部極值。
4. 能判斷凹向上與凹向下的區間。
5. 能了解反曲點的定義並求出反曲點。

針對上述各項能力表現的好壞與否，需選擇合適的題目，再經由測驗進行判讀，而根據研究者過往授課及批閱考卷的經驗，學生對於次方為有理數的冪函數較容易產生錯誤的狀況，故挑選其為本研究的主軸。此外，為了進一步評估學生在上述各項層面的答題表現，把測驗的題目拆解為若干步驟，以利釐清學生在各步驟產生的迷思情況。據此，我們設計題組 A 與題組 B，包含若干填充題，另有計算題 C 與 D，分別詳述如下：

A. 已知函數 $f(x)$ 一次微分與二次微分後分別為

$$f'(x) = 5x^{2/3} - 5 \quad \text{及} \quad f''(x) = \frac{10}{3}x^{-1/3}$$

則函數 $f(x)$ 的臨界點為_____，遞增的區間為_____，遞減的區間為_____，凹向上的區間為_____，凹向下的區間為_____。

B. 已知函數 $f(x)$ 一次微分與二次微分後分別為

$$f'(x) = \frac{5x+5}{3\sqrt[3]{x}} \quad \text{及} \quad f''(x) = \frac{2x-1}{x\sqrt[3]{x}}$$

則其局部極大值發生在 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ ，局部極小值發生在 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ ，反曲點為_____。〔反曲點請以 $(a, f(a))$ 形式表示〕

C. 已知函數為 $f(x) = 2x^{5/3} + 5x^{2/3}$ 試求出臨界點與反曲點。

D. 已知函數為 $f(x) = x^{2/3}(2x + 5)$ 試求出局部極大值與局部極小值。

值得一提的是，B、C、D 三道題目的函數 $f(x)$ 僅在形式上不同，實際為相同的題目。

(二) 答題評估

由於計算過程有先後之別，有時學生在前半部就發生錯誤，而無法了解其後續過程中產生的迷思。因此，在設計題組 A 與 B 時，我們特別排除了學生微分運算錯誤的可能，而直接評估學生對專有名詞定義的了解，而計算題 C 與 D 則是針對學生計算流程來做審視，以下是整體評估內容的詳細說明：

A 題：評估學生對於臨界點的判斷、函數的遞增與遞減性以及凹向性的理解。

B 題：評估學生能否判斷局部極值以及反曲點的發生位置。

C 題：主要在評估學生於微分過程中是否產生錯誤，並由其寫下的計算過程了解完整的答題思路，並與 B 題比較學生對於反曲點判斷的答題表現。

D 題：此題在釐清學生對於不同形式的函數(C、D 兩題函數相同，僅形式不同)進行微分時，對於答題表現是否有影響，影響程度為何？同時，與 B 題比較學生對於局部極值判斷的答題表現，以及是否理解一階導數測試法的使用。

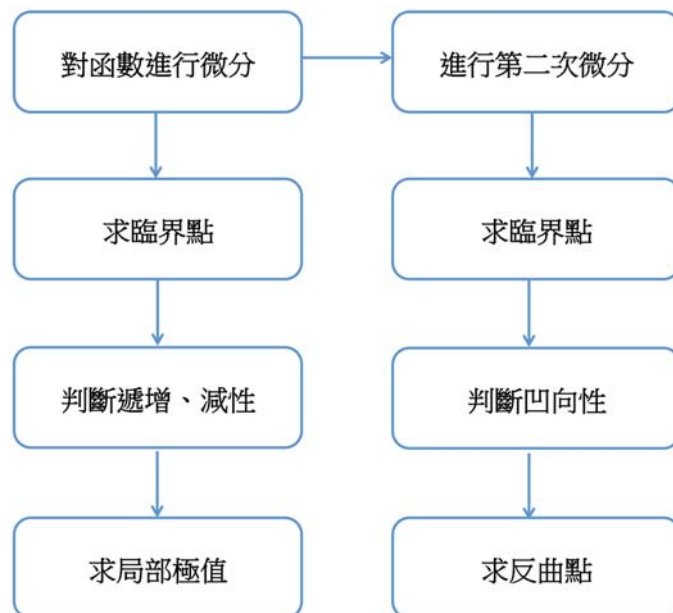
貳、實施流程

本研究對象為中部某大學四個科系 105 學年度上學期參與微積分測驗的學生 200 名，測驗章節為「微分的應用」。進行方式可分為三個階段，第一階段為授課與測驗、第二階段為測驗卷批閱及統計、第三階段為數據的分析與迷思概念的探討，以下詳述各階段工作的細節：

- 一、第一階段：在課堂上講述測驗章節的內容及該注意的要領，並於該章節授課結束的一週後進行測驗，方式為紙筆測驗。
- 二、第二階段：進行試卷的批閱及統計，針對填充題的部分紀錄各小題的答對率(即答對人數除以總人數之百分比)，對於計算題的部分則將學生答題的情況分類並加以統計。
- 三、第三階段：根據答對率了解學生在填充題各方面的表現，若出現高頻率的錯誤答案則探究其產生原因，以掌握學生在各個概念上的理解程度，並於計算題進行錯誤類型的分類以及迷思概念的評估。

由於測驗題目的計算過程具有特定的先後順序關係(圖一)，因此，針對上

述第二階段所談的答題情況的分類方法有一個依循的原則，主要以運算的步驟切割成五種類型(表一)，並統計各類型所佔的人數。最後，在獲得數據結果之後，探究為何多數學生會在某步驟容易產生錯誤，並從中得出錯誤類型並挖掘該處的迷思概念。



圖一 計算流程的先後順序

表一 C 題與 D 題的答題情況分類

C 題的答題情況分類	D 題的答題情況分類
C-1：空白、答非所問或微分有誤	D-1：空白、答非所問或微分有誤
C-2：微分正確，無後續步驟	D-2：微分正確，無後續步驟
C-3：判斷臨界點有誤，僅部分正確	D-3：判斷臨界點有誤，僅部分正確
C-4：求出臨界點，判斷反曲點有誤	D-4：求出臨界點，無法判斷出局部極值
C-5：正確求出臨界點與反曲點	D-5：正確求出臨界點與局部極值

叁、結果與討論

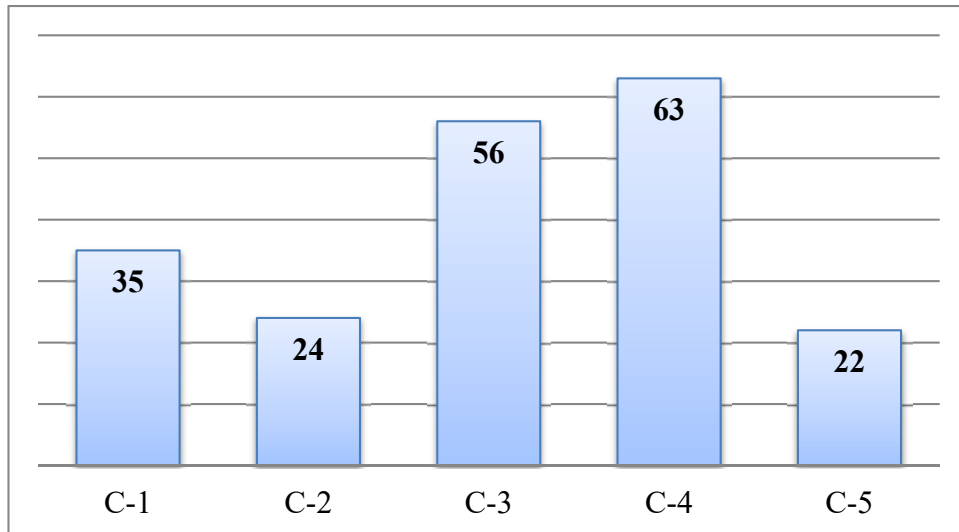
一、初步統計結果

經由上述的研究流程我們得出以下的結果：

- (一) A 題臨界點的答對率為 $\frac{64}{200} = 32\%$ ，遞增與遞減區間的答對率為 $\frac{54}{200} = 27\%$ ，凹向上與凹向下區間的答對率為 $\frac{99}{200} = 49.5\%$ 。此外，答對臨界點的 64 人中有 47 人能在下一個步驟答對遞增與遞減的區間，約佔答對人數的七成三。

(二) B 題局部極大值的答對率為 $\frac{101}{200} = 50.5\%$ ，局部極小值的答對率為 $\frac{99}{200} = 49.5\%$ ，其中，兩題皆答錯而且完全空白的有 33 人，極大值與極小值答案互調即正確者有 22 人。至於，反曲點的答對率為 $\frac{79}{200} = 39.5\%$ ，答錯者為空白的有 48 人。

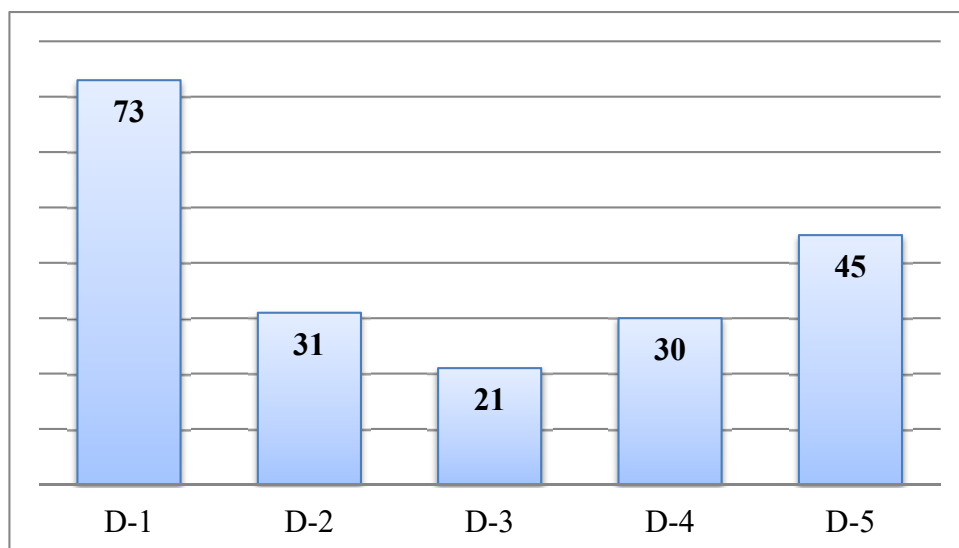
(三) C 題答題表現分類情況(表一)的人數分佈如下圖二所示：



圖二 C 題答題情況分佈

從圖二顯示，C 題中能正確微分函數者有 165 人 (C-2~C-5)，佔了 $\frac{165}{200} = 82.5\%$ ，而能進一步求出臨界點者有 85 人 (C-4~C-5)。至於最後能求出反曲點者僅有 22 人，只佔總人數的 $\frac{22}{200} = 11\%$ ，明顯地反映出學生對於如何求得反曲點的概念是非常薄弱的。特別地，人數大多集中在類型 C-3 與 C-4，而 C-1 則有 30 人為空白。

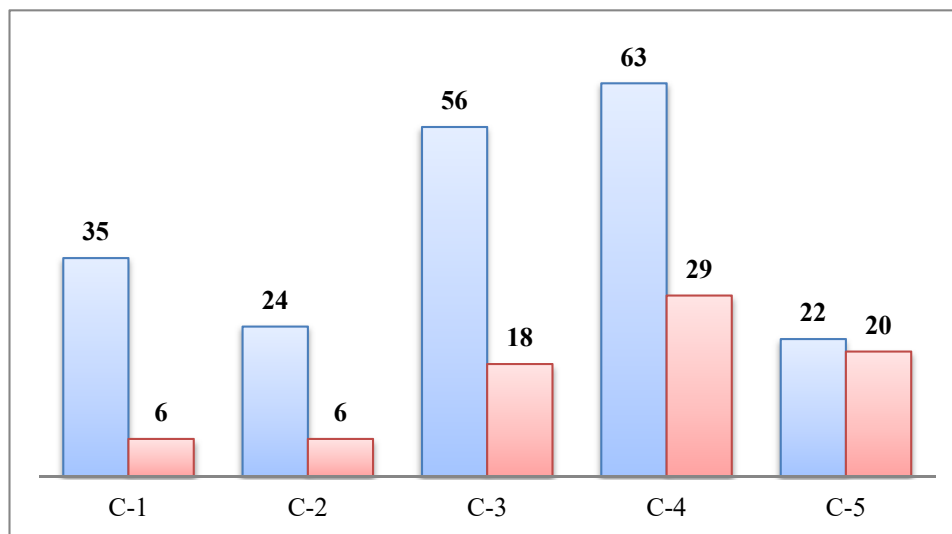
(四) D 題答題表現分類情況(表一)的人數分佈如圖三所示：



圖三 D 題答題情況分佈

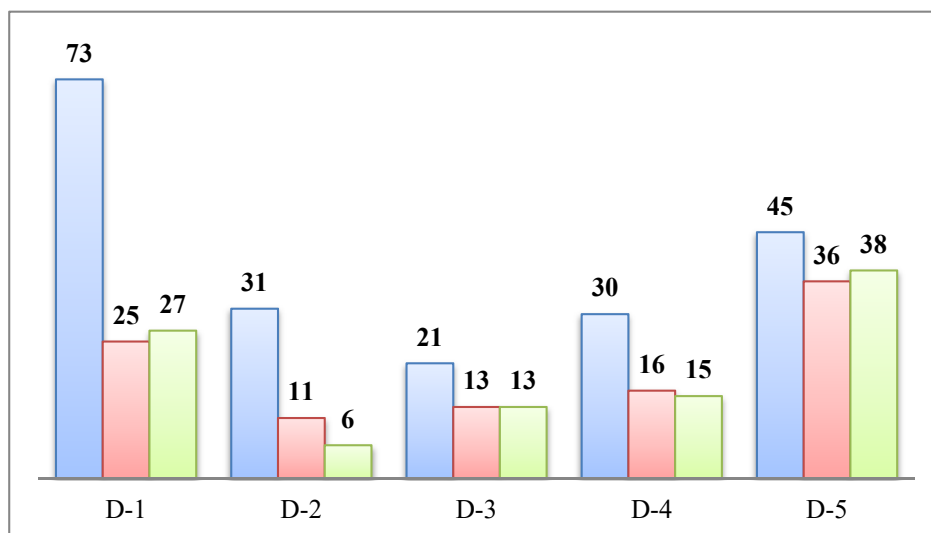
從圖三中可得知，在 D 題中能正確微分者有 127 人(D-2~D-5)，佔了總人數的 $\frac{127}{200} = 63.5\%$ ，而能進一步求出臨界點者有 75 人(D-4~D-5)。最後，能求出局部極值者有 45 人，佔了能求出臨界點的 $\frac{45}{75} = 60\%$ 。而在類型 D-4 中有 20 人僅求得臨界點，而無下一步判斷局部極值的過程，有 10 人則是判斷局部極值有誤。特別地，我們發現類型 D-1 人數多達 73，其中有 49 人空白。

綜合上述，我們進一步交叉比對 B 題答對反曲點的人數在類型 C-1 到 C-5 的分布，依序為 6、6、18、29、20 (如圖四)。



圖四 B 題答對反曲點者在 C 題答題情況分佈的比較

而 B 題答對局部極大值與極小值的人數在類型 D-1 到 D-5 的分佈，則分別依序為 25、11、13、16、15 以及 27、6、13、15、38 (如圖五)。



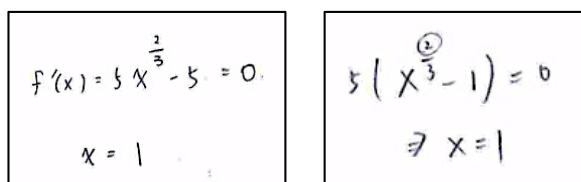
圖五 B 題答對局部極值者在 D 題答題情況分佈的比較

二、迷思概念的探討

延續上述的初步結果，我們進一步挖掘數據裡所隱藏的資訊，以下是從數據資料與學生寫下的試卷內容所得到的結果。

(一) 忽略未知數的次方為平方時，求得的解可為負值

以 A 題的數據來說，答錯臨界點的 136 人中有 86 人雖答錯，卻僅錯了一半而已，即答案應為 $x = \pm 1$ ，學生卻漏掉了 $x = -1$ 。仔細推敲此種錯誤類型的迷思概念，顯然是學生認為 $x^{2/3} = 1$ 的解只能為正，卻忽略了未知數 x 有平方，即 $x^{2/3} = \sqrt[3]{x^2}$ ，而發生此種誤解的人數約佔答錯人數的六成三，可見此種錯誤不容小覷。雖然此題為填充題，但仍可在空白處發現兩位學生所做的計算過程(圖六)，也正好驗證了上述的迷思推論。

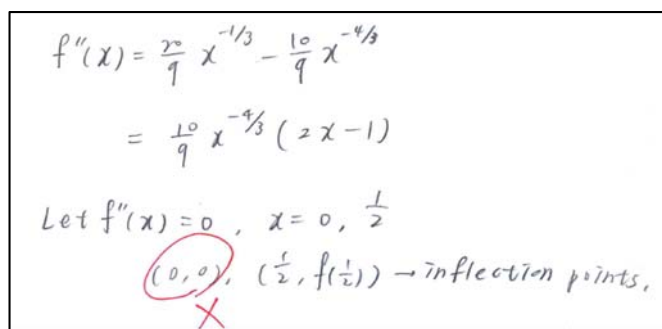

$$\begin{array}{|l} f'(x) = 5x^{\frac{2}{3}} - 5 = 0 \\ x = 1 \end{array} \quad \begin{array}{|l} 5(x^3 - 1) = 0 \\ \Rightarrow x = 1 \end{array}$$

圖六 學生忽略了未知數的平方可以為負值

此種錯誤不僅會造成臨界點判斷上的遺漏，更連帶影響後續對遞增、遞減區間的誤判以及得出不正確的局部極大值與極小值。

(二) 誤將臨界點的定義投射為反曲點的定義

首先，我們必須先知道臨界點的定義，即函數微分一次的導數為 0 或者不存在的點稱之。從學生在 B 題中填錯反曲點的答案者發現，有 21 人答 $(1/2, f(1/2))$ 及 $(0, f(0))$ 兩個反曲點，有 24 人填 $(0, f(0))$ 一個點，而正確答案為 $(1/2, f(1/2))$ 。對於答錯的這 45 人而言，究其原因可以理解為，由於函數在 0 的二次微分的導數不存在，意即 $f''(0)$ 不存在，而二次微分的導數為 0 的點為 $1/2$ 即 $f''(1/2) = 0$ ，故學生誤以為這些條件便能成為反曲點。此迷思概念的推測可從學生在計算題 C 的計算過程中得到驗證(圖七)，這也是類型 C-4 有多達 63 人的主要原因。


$$\begin{aligned} f''(x) &= \frac{20}{9} x^{-1/3} - \frac{10}{9} x^{-4/3} \\ &= \frac{10}{9} x^{-4/3} (2x - 1) \end{aligned}$$

Let $f''(x) = 0$, $x = 0, \frac{1}{2}$
 $(0, 0), (\frac{1}{2}, f(\frac{1}{2})) \rightarrow$ inflection points.

圖七 學生誤將臨界點與反曲點的定義重疊

事實上，真正的反曲點定義除了滿足上述二次微分導數的性質之外，需進一步驗證該點是否產生凹向性的變化（圖八）。從以上結果顯示，雖然填充題 B 中答對反曲點的人數有 79 人，而 C 題則是更少的 22 人，但真正了解反曲點定義的人數可能更不樂觀，因為在這之中存在著利用錯誤的反曲點概念卻湊巧答出正確答案的情況（圖九）。

1. Find the **critical points** and **inflection points** of function $f(x) = 2x^{5/3} + 5x^{2/3}$.

$$f(x) = 2x^{5/3} + 5x^{2/3}$$

$$f'(x) = \frac{10}{3}x^{2/3} + \frac{10}{3}x^{-1/3}$$

$$= \frac{10}{3}x^{-1/3}(x+1)$$

$$= \frac{10(x+1)}{3x^{1/3}}$$

⇒ The c.p. are $x = 0, -1$ #

$$f''(x) = \frac{20}{9}x^{-4/3} - \frac{10}{9}x^{-4/3}$$

$$= \frac{10}{9}x^{-4/3}(2x-1)$$

$$= \frac{10(2x-1)}{9x^{4/3}}$$

The inflection point: $(\frac{1}{2}, f(\frac{1}{2}))$
 $= (\frac{1}{2}, \frac{6}{\sqrt[3]{4}})$ #

圖八 學生求反曲點的正确計算過程

$f(x) = 2x^{5/3} + 5x^{2/3}$

$$f'(x) = \frac{20}{9}x^{1/3} - \frac{10}{9}x^{-4/3}$$

$$\Rightarrow f'(x) = \frac{20}{9}x^{4/3}(x - \frac{1}{2})$$

if $f'(x) = 0 \Rightarrow x = \frac{1}{2}$ #

∴ the inflection point is $(\frac{1}{2}, f(\frac{1}{2}))$ #

$$f''(x) = \frac{20}{9}x^{-1/3} - \frac{10}{9}x^{-4/3}$$

$$= \frac{20}{9} \cdot \frac{1}{x^{1/3}} - \frac{10}{9} \cdot \frac{1}{x^{4/3}}$$

$$= \frac{10}{9} \left(\frac{2x - 1}{x^{4/3}} \right)$$

$f''(x) = 0 \Rightarrow x = \frac{1}{2}$?

圖九 學生用錯誤的概念得出正确的反曲點

(三) 誤以為零的負次方亦為零

在 C 題計算的過程中，我們發現一個學生常出現的錯誤現象，如圖十所示，即誤將 $x = 0$ 推論 $x^{-4/3} = 0$ ，事實上，此時 $x^{-4/3} = \frac{1}{x^{4/3}}$ ，若代入 $x = 0$ 將造成分母為 0，故應為無意義。此種迷思概念來自於認為零的負次方亦為零，而

忽略了零的次方必須為正時才會是零，此種錯誤亦在圖七發生。雖然在找尋臨界點或是反曲點時，正是要判斷代入後使式子為零或是造成式子的分母為零的未知數，但，若是學生未將函數做適當的合併，則此迷思概念將會造成臨界點與反曲點判斷時的遺漏(圖十一)。而此迷思正是造成類型 C-3 有 56 人的主因。

$$f''(x) = \frac{20}{9} x^{-\frac{1}{3}} + \frac{-10}{9} x^{-\frac{4}{3}}$$

$$= \frac{-10}{9} x^{-\frac{4}{3}} (-2x + 1)$$

$$f''(x) = 0, \therefore x = 0 \text{ or } \frac{1}{2}$$

圖十 學生誤以為零的負次方是零

$$f'(x) = \frac{10}{3} x^{\frac{2}{3}} + \frac{10}{3} x^{-\frac{1}{3}}$$

$$= \frac{10}{3} (x^{\frac{2}{3}} + x^{-\frac{1}{3}})$$

$$\text{Let } f'(x) = 0 \Rightarrow x = 0$$

$$f''(x) = \frac{20}{9} x^{-\frac{1}{3}} - \frac{10}{9} x^{-\frac{4}{3}}$$

$$= \frac{10}{9} (x^{-\frac{1}{3}} - 2x^{-\frac{4}{3}})$$

$$\text{Let } f''(x) = 0 \Rightarrow x = 0$$

$$f'(x) = \frac{10}{3} x^{\frac{2}{3}} + \frac{10}{3} x^{-\frac{1}{3}}$$

$$\text{Let } f'(x) = 0, x = 0$$

$$f''(x) = \frac{20}{9} x^{-\frac{1}{3}} - \frac{10}{9} x^{-\frac{4}{3}}$$

$$\text{Let } f''(x) = 0, x = 0$$

圖十一 學生在判斷臨界點與反曲點時遺漏其他答案

(四) 乘法法則的誤謬

學生在 D 題中對函數 $f(x) = x^{2/3}(2x + 5)$ 的微分過程產生了兩類迷思概念，一類為誤用連鎖律，另一類則是誤用了乘法對加法的分配律。事實上，此題的計算若使用乘法法則，正確的公式應該為 $[g(x)h(x)]' = g'(x) \cdot h(x) + g(x) \cdot h'(x)$ 。但，有 7 位學生卻將式子 $x^{2/3}(2x + 5)$ 誤以為是合成函數 $g(h(x))$ ，而使用連鎖律公式 $[g(h(x))]' = g'(h(x)) \cdot h'(x)$ 來計算，得出 $f'(x) = (x^{2/3})'(2x + 5)(2x + 5)'$ 的結果(圖十二)。

$$f'(x) = \frac{2}{3} x^{-\frac{1}{3}} (2x+5) \cdot 2$$

$$= \frac{4}{3} x^{-\frac{1}{3}} (2x+5)$$

圖十二 學生將使用鏈鎖律的經驗與乘法法則重疊

另有 5 位同學將乘法法則誤以為是 $[g(x)h(x)]' = g'(x) \cdot h'(x)$ 的計算方式 (圖十三), 顯然地, 此種迷思來自於中學時使用乘法對加法的分配律的經驗所致。雖然產生這類迷思人數僅有 12 人, 但仍可作為該題 49 位空白者該警惕的錯誤概念。

$$f(x) = x^{\frac{2}{3}} (2x+5)$$

$$f'(x) = \frac{2}{3} x^{-\frac{1}{3}} (2)$$

$$= \frac{4}{3} x^{\frac{1}{3}}$$

圖十三 學生誤將乘法對加法的分配律與微分的乘法法則重疊

肆、結論與建議

學生在學習微分的應用時, 對於抽象的名詞如臨界點, 明顯地並不清楚其定義, 即便已先行幫同學完成了所需的計算過程, 仍有近半數以上的人無法答對, 對於判斷反曲點的情況則是更糟, 其他如遞增、遞減性、凹向性以及局部極值的判斷也只有不到半數的答對率。值得慶幸的是, 學生在計算上有不錯的表現, 如 C 題有近八成三的微分正確率, D 題則因為函數形式不同而造成正確率下降, 也仍有六成四左右, 足見多數同學對於計算此類的問題並無明顯的障礙。

上述的結論與過去文獻資料(Tall, 1993)所做的研究結果相符, 學生對於計算能力的學習優於對於概念的理解, 因此, 教師欲改善此種情形應該要改變教學策略。大多數微積分的授課模式為, 先講述定義及定理, 再進行例題演示及講解, 最後再進行測驗以評估學生的學習成效。在此, 我們建議教師在定義及定理的講述後, 先進行以選擇題為主的小測驗, 可利用現下常見的即時回饋的測驗系統或平台(如 Kahoot)來實施, 题目的設計則以不需複雜的計算過程為原則(如前述的 B 題), 並將學生因迷思概念而可能挑選的答案做為測驗的選項。當學生發現自認為是正確的答案其實是錯誤的, 這時就會發生認知衝突。此時, 再將剛測驗過

的題目來做完整過程的演示與講解，學生不僅會有較高的學習動機，便能有利於迷思概念的消除，進而達到概念改變的效果。此外，即時回饋測驗系統能記錄每個同學的答題選擇，對於教師後續評估學生學習成效提供一個便利的參考資料。

最後，本研究除了挖掘學生在學習“微分的應用”的單元上的障礙，亦可將其推廣到微積分的其他單元，不僅如此，上述方式也能應用在其他的教學工作。藉由將考題的步驟拆解成若干小題的測驗方式，能清楚地了解學生在各步驟的答題表現，並透過這些數據來掌握每個學生不同的學習狀況。更進一步地，針對不同的情況設計不同的學習路徑，並製成數位教材供學生課後利用，這不僅讓程度較優者能接觸更深入的題材，也能讓程度較差者藉由較多基礎題的練習來達成補救的目標，最終，期待能達到因材施教的理想。

參考文獻

中文部分

- 邱美虹(2000)。概念改變研究的省思與啟示。《科學教育學刊》，8 (1)，pp.1-34。
- 郭重吉(1988)。從認知觀點探討自然科學的學習。《國立臺灣教育學院學報》，(13)，pp.351-378。
- 葉明達(2000)。〈高中生函數迷思概念及函數表徵轉換能力之初探〉。第十六屆科學教育學術研討會。
- 辛靜宜、林珊如、葉秋呈(2005)。五年制專科學生微積分學習動機與策略之初期研究。《南大學報》，39(2)，pp. 65-82。
- 張靜儀(2002)。科學迷思概念的研究與概念改變教學。《屏東科學教育》，16，pp. 49-56。
- 鄭百恩(2007)。《Excel 輔助微積分學習之教學實驗研究》(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學數學研究所，彰化市。
- 劉湘川、白宗恩、鄭俊彥、黃玉臺、謝俊逸、陳建憲、蔡閔任、劉育隆(2010)。微分基本公式之錯誤類型。《測驗統計年刊》，18(2)，pp.35-49。
- 謝青龍(1995)。從「迷思概念」到「另有架構」的概念改變。《科學教育月刊》，180，pp.23-29。

西文部分

- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3, pp. 93-101
- Fisher, K. (1985). A misconception in biology: Amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, pp. 53-62.
- Gilbert, J.K., & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspective in science education. *Studies in Science Education*, 10, pp. 61-98.
- Hancock, C.H. (1940). An evaluation of certain popular science misconceptions. *Science Education*, 24, pp. 208-213.
- Head, J.J. (1986). Research into alternative frameworks: promise and problems. *Research in Science & Technological Education*, 4(2), pp. 203-211
- Hewson, M.G., & Hewson, P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of*

Research in Science Teaching, 20, pp. 731-743.

Janvier, C. (1987). Translation processes in mathematic education. In C. Janvier (Ed.), *Problems of Representations in the Teaching and Learning of Mathematics* (pp. 27-32). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Kathleen, T.T. (1987). *Error reduction strategies for whole number operations in grade four* (Doctoral Dissertation, Brigham Young University).

Markovits, V., Eylon, B., & Bruckheimer, M. (1986). Function today and yesterday. *For the learning of mathematics*, 6(2), pp. 18-28.

Novak, J.D. (1977). An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. *Science Education*, 61(4), pp. 453-477.

Özkan, E.M., & Unal, H. (2009). Misconception in Calculus-I: Engineering students' misconceptions in the process of finding domain of functions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), pp.1792-1796.

Tall, D. (1993). Student's difficulties in calculus. *Proceedings of working group 3 on students' difficulties in calculus, ICME-7 1992, Québec, Canada* (pp. 13-28).

Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 14, pp. 293-305.

Wandersee, J.H., Mintzes, J.J., & Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp.177-210). New York: Simon & Schuster Macmillan.

微積分中雙變數函數相關課題的三維教具 開發之理念與成果

林震燦

逢甲大學應用數學系副教授

jtlinmail@gmail.com

陳裕益

逢甲大學應用數學系副教授

yychen5112@gmail.com

楊菁菁

逢甲大學應用數學系副教授

yangcc@fcu.edu.tw

摘要

高中以下的單變數函數教學結合平面繪圖，讓學生從幾何面向來了解函數及其幾何意義。大學微積分的雙變數函數相關內容，需結合 3D 繪圖說明其幾何意義，現今可得的教學資源多為投影片及圖片，教師授課時僅能以靜態、固定視角的平面圖片，解說立體動態的幾何意義。這樣的授課模式，對於學生先備的幾何能力要求較高，學生常存在無法想像，不能充份了解其內容的困境。本論文研究目的是以自由軟體 GeoGebra 5.0，開發 3D 動態教具，包含雙變數函數之極限、微分、積分相關課題，使教師利用此教具能更清晰詳實的講解課題的內容，而學生可經觀察充分了解，以視覺學習代替想像學習，藉此達到微積分雙變數函數教學品質與學習效率的提升。

關鍵詞：微積分、雙變數函數、GeoGebra 5.0

Dynamic 3D Teaching Aids for Two-variable Functions in Calculus

Jenn-Tsann Lin

Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Feng Chia University
jtinmail@gmail.com

Yuh-Yih Chen

Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Feng Chia University
yychen5112@gmail.com

Ching-Ching Yang

Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Feng Chia University
yangcc@fcu.edu.tw

Abstract

In high school level, normally teaching schemes of mathematical functions are to relate graphs of functions and functions which allow students to observe and understand the geometric meaning of functions. For those contents concerning two-variable functions in Calculus, relating two-variables functions and their graphs is a familiar and easier way to students to realize; however, the existing teaching aids nowadays are slides of textbooks which contain fixed-angle 3D graphs only. Students need to have firm acquirements on plane geometry to image how those 3D graphs would be like in different angles and what are the meanings of limits, derivatives, etc. This study is to utilize free software GeoGebra 5.0 to develop dynamic 3D teaching aids of Calculus concerning two-variable functions which allow instructors to explain clearly in class and students to learn by observing multi-angle graphs. Our goal is to provide aids based on learning in visual, instead of imagination, for both instructors and students to promote learning efficiency.

Keywords: calculus, two-variable functions, GeoGebra 5.0

壹、緒論

數學函數對學生而言只是數學符號的組合，其代數形式無法幫助學生連結函數與其幾何圖形(陳盈言，2001)，是以國高中的單變數函數教學，常與平面繪圖結合，讓學生從幾何面向來了解函數，同時觀察其幾何意義，幫助學生對函數的認識與理解，如高中課程中的橢圓學習(左台益、蔡志仁，2001)。微積分是大大一學生接觸的第一門大學數學教育課程，亦是所有大學數學課程的重要基礎，第一學期的微積分以單變數函數為主，學生需要平面幾何的基礎，藉此讓學生能了解微分與積分的幾何意義，有助於概念的理解，提升學習興趣。目前單變數函數微積分教學除了傳統教科書教學外，已有多種數學繪圖軟體輔助教學，經研究發現數學繪圖軟體輔助下的學生之學習成效提高，且學生普遍認同數學繪圖軟體輔助教學對概念的理解有幫助(Quesada & Maxwell, 1994)。

第二學期的微積分課程中，大篇幅討論雙變數實數值函數的極限、連續、微分與積分。雙變數實數值函數的圖形即為三維空間中的曲面，而其極限、連續、微分與積分之定義及許多定理都有其幾何意義，分析教學資源的現狀，目前可得微積分教科書及其提供的教具，以教學投影片及圖片為主，而具 3D 繪圖功能的數學軟體較少且多需付費，這些軟體不是缺少互動功能界面，就是製作輔助教具程式編撰量大，製作困難，因此利用數學繪圖軟體輔助雙變數實數值函數微積分教學非常少見。但從學生學習的角度分析，教師授課時僅能以靜態固定視角的平面圖形，加以闡述與解說立體動態的幾何意義，這樣的授課模式，對於學生先備的幾何能力有較高的要求，學生存在無法充份了解及想像其內容的困境。

自由軟體 GeoGebra 其創建始於 2001，GeoGebra 的檔案原始碼原可以 Java Applet 格式嵌入網頁中，經瀏覽器下載後，在瀏覽器中執行，並將結果呈現出來。但過去 4.0 以前的版本所製作的檔案在瀏覽器中下載、啟動相當費時，不利於網頁中使用，但對於處理 2D 圖形尚能使用，因此網路上早有利用 GeoGebra 開發的多種國高中的數學教具(官長壽，2013；羅驥華，2013)。2014 年 10 月 HTML 公布最新修訂版本 HTML5 時，GeoGebra 亦發展完成適合 HTML5 之內嵌模組，如今在支援 HTML5 的瀏覽器中以 HTML5 型式執行檔案原始碼大大加快了下載、啟動的時間，使得在瀏覽器中快速呈現 GeoGebra 作品成為可能。GeoGebra 中的文字物件接受 Latex 文字格式，且 4.0 版起改進文字物件的數學式呈現效果，使得現今版本中對數學敘述表現已達書籍水準，因此在 GeoGebra 中完整的以文字陳述數學概念亦不成問題。最新發布之 5.0 版本經近幾年的測試與使用現已達到完善階段，與過去版本最大的差別為加入強大的 3D 繪圖功能，能以簡單的即建即顯指令在其 3D 繪圖區中顯示點、(曲)線與(曲)面等 3D 幾何圖形，並能以動態方式呈現圖形的變化，更能依使用者的需要任意選擇觀察視角，為數學課程中牽涉到 3D 幾何課題提供一個視覺教學與學習的平台。

本研究利用 GeoGebra 5.0 的功能及瀏覽器的支援，開發 3D 動態網頁教具以闡釋微積分中雙變數函數之極限、微分、積分相關課題的幾何意義，使教師利用

此教具能更清晰詳實的講解課題的內容，而學生可經觀察充分了解，以視覺學習代替想像學習，藉此達到微積分雙變數函數教學品質與學習效率的提升。

貳、研究方法

本研究利用 GeoGebra 5.0 功能，開發適用於微積分雙變數函數之一系列 3D 輔助教具，使其具有操作簡便的使用界面，並建構網路伺服器平台，讓所有教具不但適用於一般多媒體教室，且能不受地域限制只要在網路連通的地方利用個人電腦，平板電腦，甚至手機都能提供教師教學及學生學習使用。本研究的教具開發與設計將學習對象設定為大學一年級修習微積分的學生，為與學生的先備知識連結，我們以討論單變數函數時的同樣流程，逐步推至雙變數函數。每個單元僅介紹一個概念，各單元處理方式，原則上依教師實際授課的情況，以逐步引導學生思考及觀察的方式，採取文字與圖像同步呈現的形式，一步一步將所闡釋的內容意義呈現出來，有效傳達每個單元預定給予學生的訊息，讓教師能在短時間內講解及演示清楚，而學生能在 3D 動態圖像的逐步演變過程中觀察與了解該主題所蘊含之幾何意義。除了以圖像引起學生的注意外，並讓學生可以自然的將文字與圖像做連結。本研究中所開發之各單元教具是依以下步驟進行：

一、課程單元劃分

參考常用之微積分教科書(Stewart, 2012; Tan, 2011)，配合教學需求，將雙變數實數值函數相關課程內容，先依據主題劃分，再細分為個別小單元。

二、確認單元教學目標

分析各單元學生學習層面需求，確立單元教學目標層次。為達到教學目標，分析教師教學層面的教具需求，確立呈現方式。

三、單元教案設計

依教師教學與學生學習層面分析，選擇教材並設計教案，以使該單元 3D 動態教具符合教學目標及方便製作。

四、3D 教具製作

依各單元教案，編撰 GeoGebra 程式建構所有需要的幾何元件，並依教案要求控制各元件顯現及運動方式，完成單元教具製作。

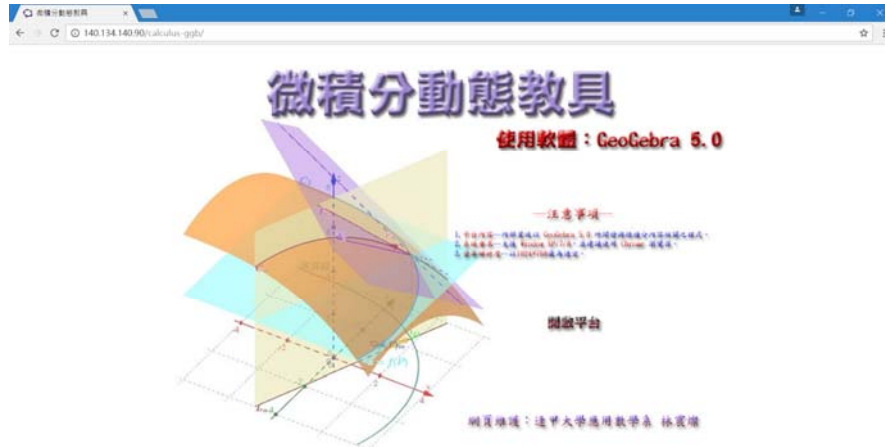
五、網站建置

建構專屬之微積分 3D 動態教具網站，依主題、單元架構，置放本研究所開發之單元教具，提供教師與學生使用。

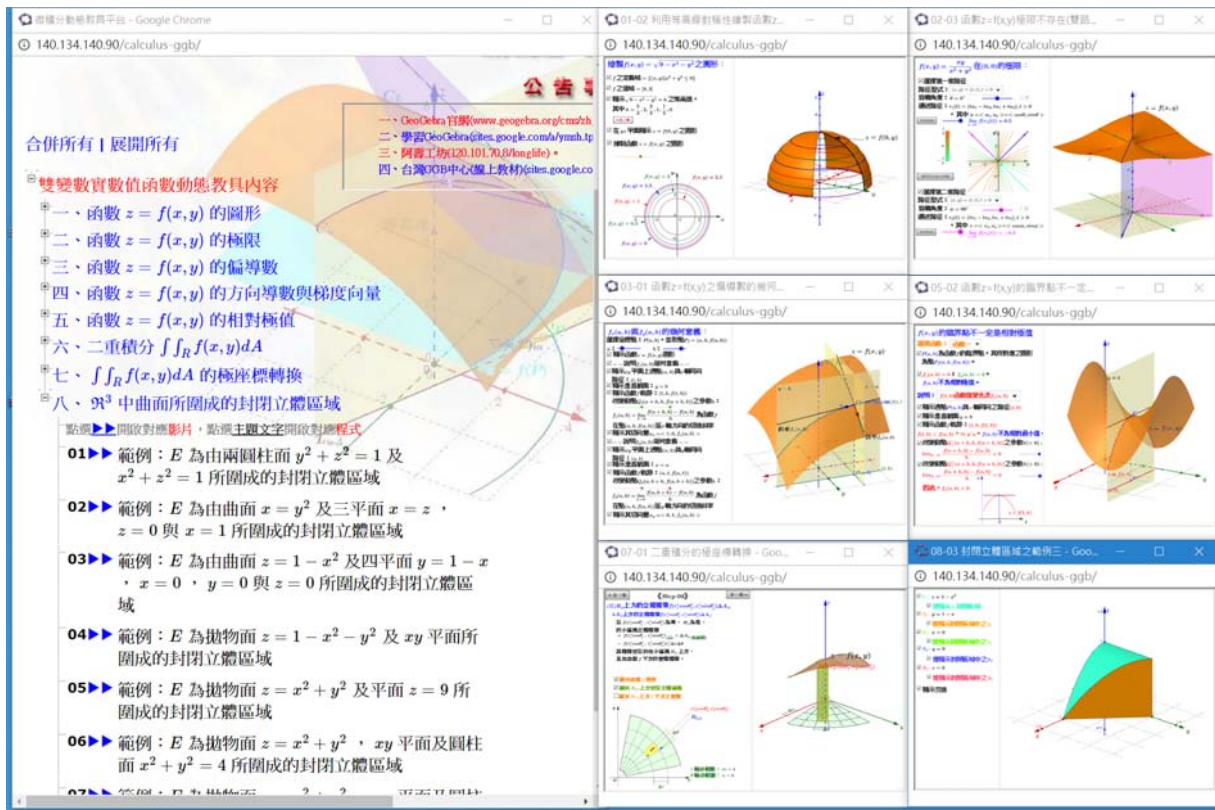
參、研究結果

一、開發之教具網站

本研究所開發的教具收錄於『微積分動態教具』網站(<http://140.134.140.90/calculus-ggb>，見圖一)，主網頁中以樹狀結構選單配合彈出視窗，可同時開啟多個程式視窗(見圖二)。視窗畫面左方為文字敘述，右方為與敘述相對應之三維圖形呈現，圖形可拖曳旋轉視角。



圖一 微積分動態教具網站首頁 (<http://140.134.140.90/calculus-ggb/>)



圖二 主網頁中以樹狀結構呈現主題，多視窗主題可同時開啟

二、網站教具說明

本研究已完成的教具內容共 22 個單元，合計 37 個程式(見表一)，內容幾乎涵蓋微積分雙變數函數中與幾何有關的定義與定理。每個程式皆以互動式視窗型式呈現，視窗劃分為左右兩部份，左為闡釋面版，右為 3D 面版。闡釋面版配置相關功能元件及對應的文字說明，其呈現方式是依單元內容闡釋過程的需要逐步顯現，因此版面內容會隨闡釋過程由簡而繁，其目的是使用者便於操作，並了解各功能元件相互關係，更能使學習者了解整個單元課題建構流程，因應內容需要，如說明等高線時，部分單元加入二維圖形；3D 面版會依闡釋面版的闡釋過程顯

示對應的圖形，且在該面版上藉由滑鼠的拖曳控制可選取不同視角畫面，亦可讓畫面處於旋轉狀態便於學習者對於圖像的觀察，為便於操作與觀察，亦會在 3D 面版上加入控制點，直接移動控制點可做動態觀察。

表一 微積分動態教具網站單元內容

編號	教具內容
1	電腦繪製函數 $z = f(x, y)$ 圖形的的方法
2	利用等高線對稱性繪製雙變數函數圖形(兩個範例程式)
3	利用 $z = f(x, k)$ 與 $z = f(k, y)$ 的曲線圖形認識 $z = f(x, y)$ 之圖形(三個範例程式)
4	基本雙變數函數圖形
5	$\lim_{(x,y) \rightarrow (a,b)} f(x, y) = L$ 的嚴格定義
6	雙變數函數極限不存在(雙路徑法)(三個範例程式)
7	偏導數 $f_x(a, b)$ 與 $f_y(a, b)$ 的幾何意義
8	函數 $z = f(x, y)$ 在點 $(a, b, f(a, b))$ 的切平面
9	方向導數 $D_u f(a, b)$ 的幾何意義
10	梯度向量 $\nabla f(a, b)$ 、方向導數 $D_u f(a, b)$ 與等高線的關係
11	方程式 $F(x, y, z) = 0$ 圖形上的法向量
12	函數 $z = f(x, y)$ 相對極值點的偏導數
13	函數 $z = f(x, y)$ 的臨界點不一定發生相對極值
14	函數 $z = f(x, y)$ 在限制條件下的相對極值(兩個程式)
15	函數 $z = f(x, y)$ 在定義域上與限制條件下的相對極值的差異
16	連續函數 $z = f(x, y)$ 在矩形區域 R 上二重積分之定義
17	連續函數 $z = f(x, y)$ 在一般區域 R 上二重積分之定義
18	矩形區域上的 Fubini 定理
19	一般區域上的 Fubini 定理
20	利用迭積分計算二重積分(三個範例程式)
21	$\iint_R f(x, y) dA$ 的極座標轉換
22	\mathbb{R}^3 中曲面所圍成的封閉立體區域(八個範例程式)

茲以『 $f(x, y) = \frac{xy^2}{16}$ 之圖形』教具程式說明細步設計內容。為呈現

$f(x, y) = \frac{xy^2}{16}$ 圖形逐步建構過程，將闡釋面版中的內容依顯現順序劃分為(1)至(4)

四組編號，編號小的功能選項必須全數執行完後，方會顯示次一編號的功能與文

字供選擇及執行，當(1)至(4)四組都執行完畢就能完整顯示 $f(x, y) = \frac{xy^2}{16}$ 的圖形。

(1)至(4)四組編號內容與動作如下：

(1)顯示繪圖區域 $=[-4,4]\times[-4,4]$ ：在闡釋面版及 3D 面版皆顯示繪圖區域。因

$f(x,y)=\frac{xy^2}{16}$ 是定義域為 \mathbb{R}^2 之多項式函數，為了在有限的區域上繪製其圖

形必須限制其繪製範圍，一般設定為矩形區域。

(2)將繪圖區域對 x 軸區間分割：將 x 軸區間 $[-4,4]$ 分為9段，其分割點分別為 $-4,-3,\dots,4$ ，並顯示過各分割點在繪圖區域內的垂直線段。

將繪圖區域對 y 軸區間分割：將 y 軸區間 $[-4,4]$ 分為9段，其分割點分別為 $-4,-3,\dots,4$ ，並顯示過各分割點在繪圖區域內的水平線段。

(3)顯示 $z=f(k,y)$ 之圖形，其中 k 分別為 x 軸分割點：依 $k=-4,-3,\dots,4$ 的順次，分別顯示 $z=f(k,y)$ 之 3D 曲線圖形。

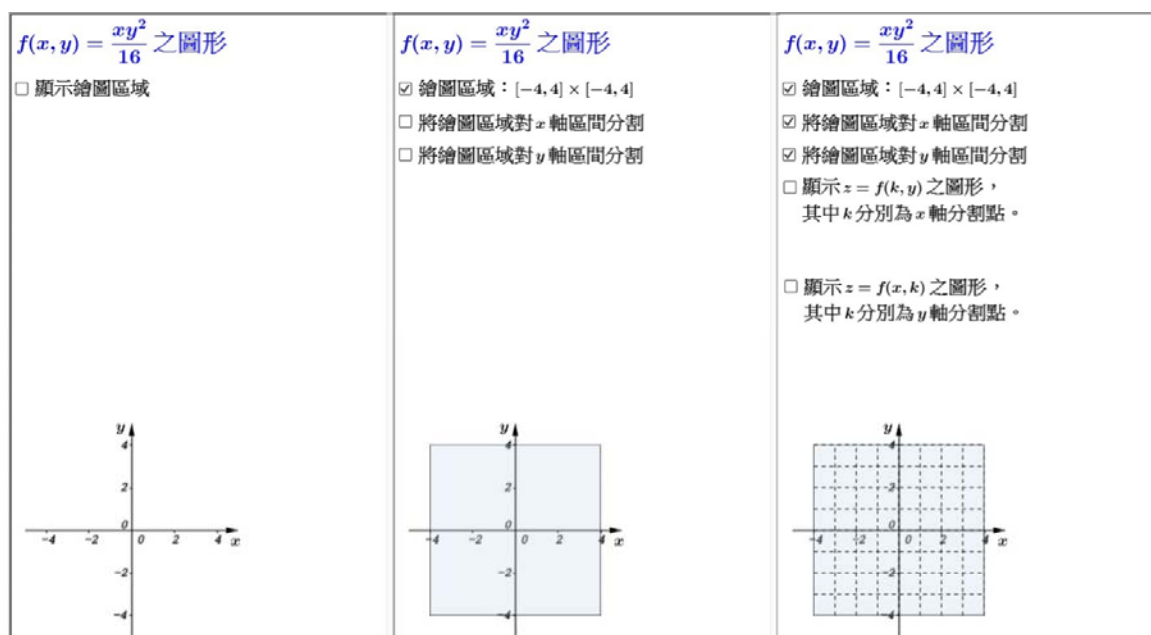
顯示 $z=f(x,k)$ 之圖形，其中 k 分別為 y 軸分割點：依 $k=-4,-3,\dots,4$ 的順次，分別顯示 $z=f(x,k)$ 之 3D 曲線圖形。

當兩組 3D 曲線圖形顯示完成後所交織形成的 3D 網狀曲面即為

$f(x,y)=\frac{xy^2}{16}$ 之離形。

(4)顯示 $z=f(x,k)$ 之圖形：將 $z=f(x,k)$ 在繪圖區域的圖形完整顯示出來。

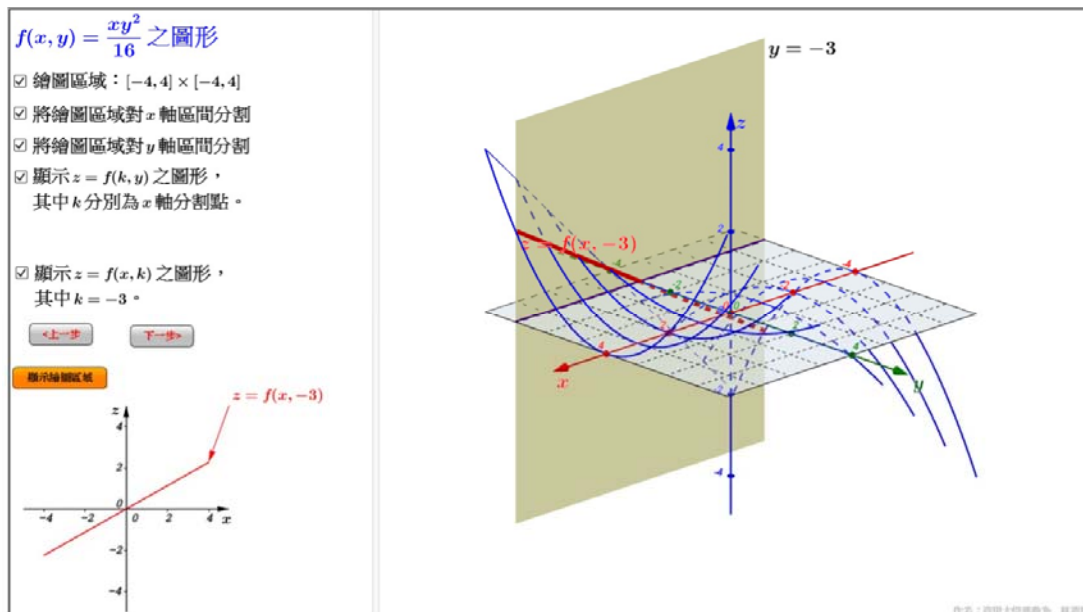
以圖三至圖五，利用圖形方式說明。



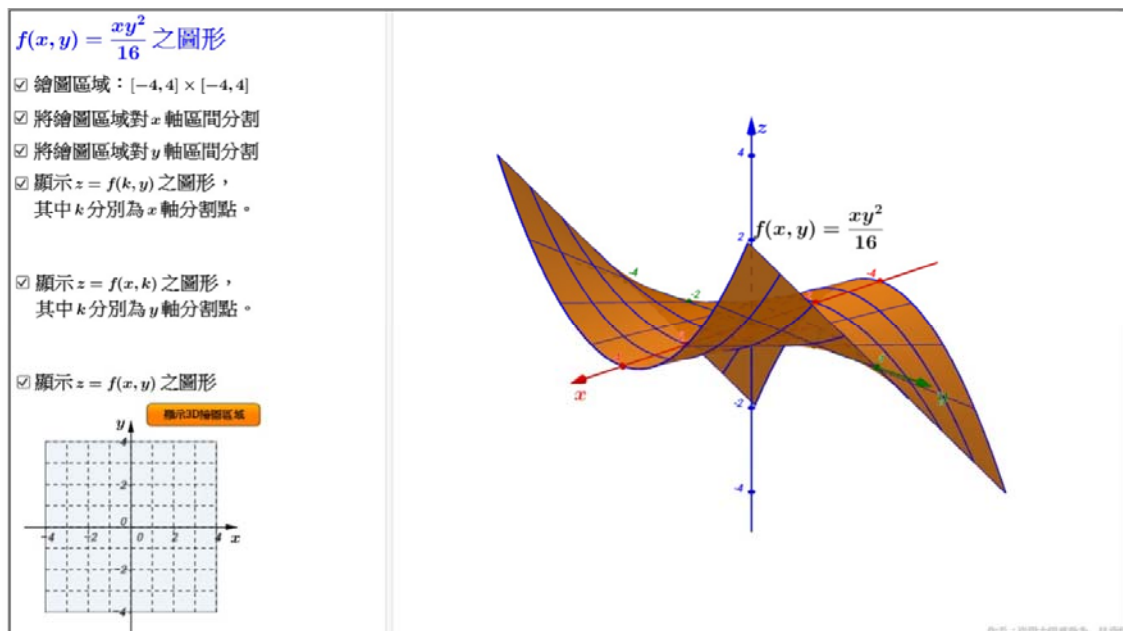
圖三 啟始至編號(2)動作完成時，各階段闡釋面版畫面截圖

註：從左至右分別為程式啟始、編號(1)動作完成及編號(2)動作完成時闡釋面版畫面。

各階段闡釋面版下方所顯示之二維圖像在 3D 面版也會顯示。



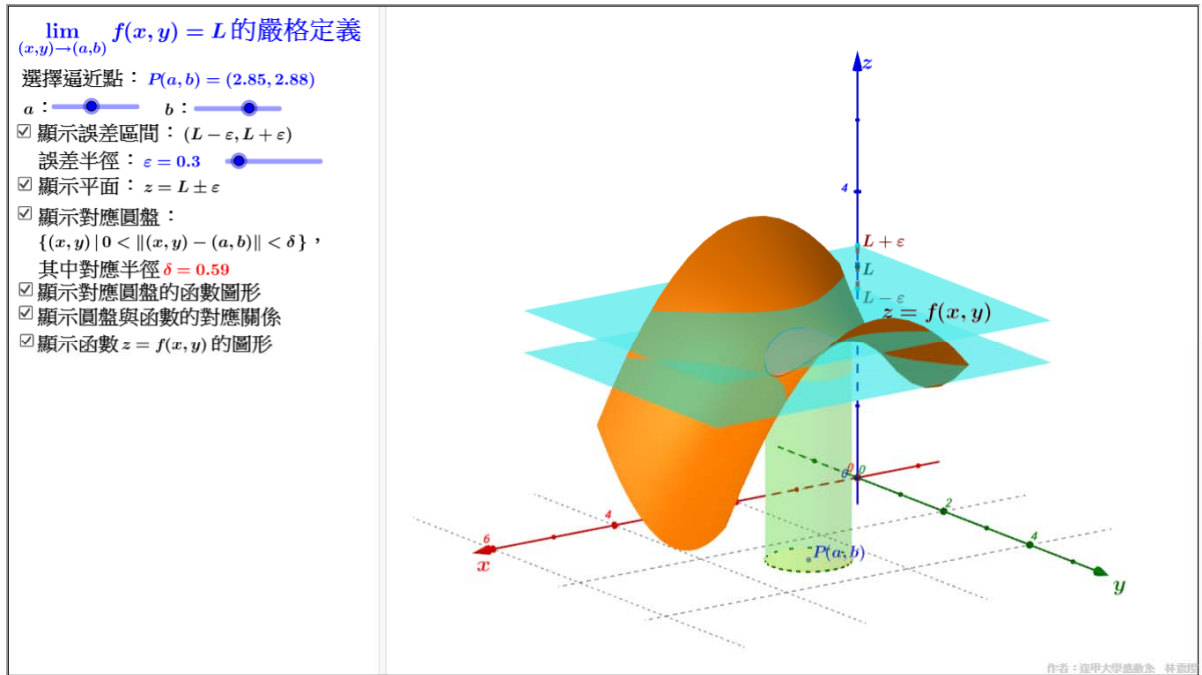
圖四 編號(3)『顯示 $z = f(k, y)$ 與 $z = f(x, k)$ 之圖形』動作進行中視窗畫面截圖
 註：『顯示 $z = f(k, y)$ 系列曲線』與『顯示 $z = f(x, k)$ 系列曲線』無先後顯示順序，但一經開始顯示時必須全部顯示完畢才能顯示另一組。利用『上一步』及『下一步』按鈕依 $k = -4, -3, \dots, 4$ 的順序移除及增加對應的 $z = f(k, y)$ 或 $z = f(x, k)$ 曲線，並顯示 $x = k$ 或 $y = k$ 垂直截面，以利學習者確實了解該 3D 曲線所在位置。『顯示繪圖區域』按鈕是做為闡釋面版上顯示 $z = f(k, y)$ 或 $z = f(x, k)$ 圖形與顯示繪圖區域中 $x = k$ 或 $y = k$ 截線段圖形切換使用。



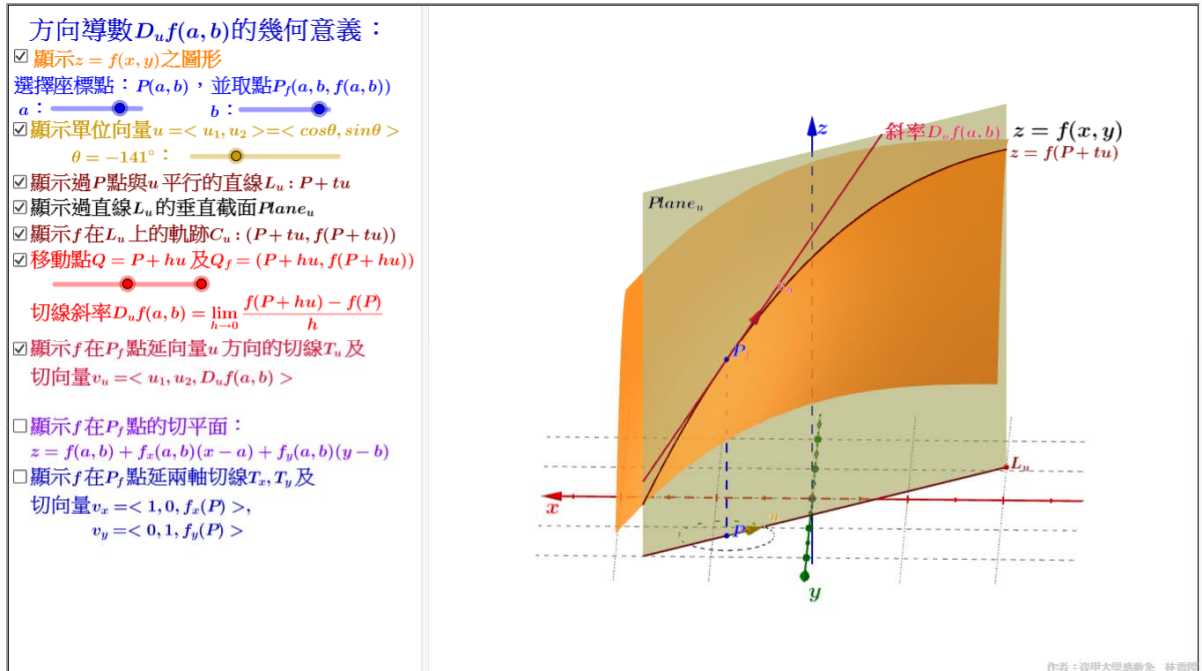
圖五 完成編號(4)『顯示 $z = f(x, y)$ 之圖形』動作後視窗畫面截圖
 註：『顯示 3D 繪圖區域』按鈕做為在 3D 面版上顯示繪圖區域及分割線段的開關。

三、教具範例

圖六至圖九為本研究所開發的部份教具畫面。



圖六 $\lim_{(x,y) \rightarrow (a,b)} f(x,y) = L$ 的嚴格定義



圖七 方向導數 $D_u f(a, b)$ 的幾何意義

函數 $f(x, y)$ 相對極值的偏導數：

選擇函數： 函數三

- 顯示函數 $f(x, y)$ 相對極值點：
函數 f 在點 $P(a, b)$ 處發生相對最大值，其所對應之圖形為點 $P_f(a, b, f(a, b))$ 。
- 顯示偏導數 $f_x(a, b)$ 及 $f_y(a, b)$ 之值：
 $f_x(a, b)$ 不存在； $f_y(a, b)$ 不存在。

說明： $f_y(a, b)$

- 顯示 xy 平面上過點 $P(a, b)$ 與 y 軸同向之路徑 (a, t)
- 顯示垂直截面 $x = a$
- 顯示函數 f 軌跡： $(a, t, f(a, t))$
- 改變動點 $Q_f^-(a, b+h, f(a, b+h))$ 之參數 $h(< 0)$ ：
 $\lim_{h \rightarrow 0^-} \frac{f(a, b+h) - f(a, b)}{h} = 4.74$
- 改變動點 $Q_f^+(a, b+h, f(a, b+h))$ 之參數 $h(> 0)$ ：
 $\lim_{h \rightarrow 0^+} \frac{f(a, b+h) - f(a, b)}{h} = -4.74$
因此， $f_y(a, b)$ 不存在

作者：逢甲大學通識系 林嘉恩

圖八 函數 $z = f(x, y)$ 相對極值點的偏導數

<上一步 Step 14 下一步>

(三) S 體積的近似值： $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f(x_{ij}^*, y_{ij}^*) \Delta A_{ij}$

由右圖可直觀看出，將所有小立方體 $f(x_{ij}^*, y_{ij}^*) \Delta A_{ij}$ 加總後，便能得到實體體積 S 的近似值，即

$$V \approx \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f(x_{ij}^*, y_{ij}^*) \Delta A_{ij}$$

當 m 及 n 的值愈大時，上式加總後所得的值就愈接近實體 S 的體積，也就是期望下式成立：

$$V = \lim_{m, n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f(x_{ij}^*, y_{ij}^*) \Delta A_{ij}$$

x 軸方向分割數：13 重設分割數

y 軸方向分割數：14

顯現實體 S

教案設計：陳裕益、曾善齊；程式初版：林嘉恩、曾善齊；程式修正：林嘉恩

圖九 連續函數 $z = f(x, y)$ 在矩形區域 R 上二重積分之定義

肆、結論

本研究使用 GeoGebra 5.0，開發完成微積分雙變數函數相關之 3D 多媒體教具，內容包含雙變數函數的圖形、極限定義與極限不存在、偏導數與方向導數、極值、二重積分等，可協助教師課堂教學與學生自行預習、複習使用。所製作之教具及操作影片收錄於『微積分動態教具』網站(<http://140.134.140.90/calculus-ggb>)，網

頁以樹狀結構選單呈現，點選單元以彈出視窗呈現，且同時可呈現多個程式視窗。單元畫面左方為定義敘述或步驟敘述，以文字呈現，對應文字敘述，右方為三維圖形，圖形視角可以滑鼠拖曳旋轉轉變。後續將設計、製作各單元之線上測驗試題，選定適合之實驗教學班級進行教學實驗與評量，作為教具持續改進之基礎。

伍、致謝

本研究感謝科技部計畫補助(計畫編號：MOST 105-2511-S-035-005-)。

參考文獻

中文部分

左台益、蔡志仁(2001)。動態視窗之橢圓教學實驗。《師大學報》，46(1)，pp.21-42。

官長壽(2013)。〈阿壽工坊〉。取自 <http://120.101.70.8/longlife/>

陳盈言(2001)。《國二學生變數概念的成熟度對其函數概念發展的影響》(未出版之碩士論文)，國立臺灣師範大學數學研究所，台北市。

羅驥華(2013)。〈學習 GeoGebra〉。取自 <https://sites.google.com/a/ymsn.tp.edu.tw/geogebra/home>

西文部分

Stewart, J. (2012). *Calculus, International Metric Version*. (7th ed.) Belmont, CA: Brooks Cole.

Tan, S.T. (2011). *Calculus: Early Transcendentals*. Belmont, CA: Cengage Learning.

Quesada, A.R. & Maxwell, M.E. (1994). The effects of using graphing calculators to enhance college students' performance in precalculus. *Educational Studies in Mathematics*, 27, pp. 205-215.

從資深教師的觀點看：大學生今昔之比

邱珍琬

國立屏東大學教育心理與輔導學系教授

chiujane@ms34.hinet.net

摘要

今日大學生與五年以前、或更早之前的大學生有什麼不同？為什麼許多大學教師都希望可以提早退休、大學殿堂不再像以往那樣吸引他們？到底他們眼中的大學生有了哪些變化與表現，讓他們不再以教學為樂事？本研究以南部公立大學服務年滿十年的七位教師為研究對象，以半結構訪談方式進行資料蒐集。結果發現，昔今大學生的不同有：學習目標明確 vs. 追求多元價值；學習態度認分 vs. 學習動機薄弱；重視基礎能力 vs. 素質堪慮；抓住機會 vs. 享受過程；願意努力 vs. 沒有把握；人文素養 vs. 功利導向；自主性高 vs. 沿襲舊習；團體參與 vs. 個人中心；願意投入 vs. 參與度低；自我期許 vs. 信心指數；自立自強 vs. 長過度保護；敬畏權威 vs. 表現自我；時間管理 vs. 自我時間；師生親近 vs. 人情淡漠。

關鍵字：大學生、比較

Comparing college students: previous and nowadays-From senior faculty's perspectives

Jane Chiu

Professor, Department of Education Psychology and Counseling, National Pingtung
University

chiujane@ms34.hinet.net

ABSTRACT

What's the difference between today's and previous college students? Why college teachers hope to retire as expected and being a college faculty is not so attractive as before? How they perceive the students' changes and performances which make them unhappy about teaching? This study interviewed 7 college teachers who have served more than a decade from Southern Taiwan. The results show some distinctions between these two groups: clear learning target vs. multiple-goal approaches, settled learning attitude vs. weakened learning motivation, deepened basics vs. lowered quality, opportunities-grasping vs. processes-enjoying, willing to put effort vs. uncertainty, humanistic-cultivation vs. utilitarian-orientation, autonomy vs. following outdated-habits, group-participation vs. self-centered, willing to invest vs. decreased participation, self-belief index, vs. parents' overprotection, authority-revering vs. self-performance, time management vs. personal time, teacher-student close relationship vs. interpersonal apathy.

Key words: college students, comparison

壹、緒論

在世界受到全球化衝擊之際，人才的培養與吸引人才落地生根，已經是舉世矚目的議題，臺灣本土人才外流已經不是短時間的問題，許多高中畢業生甚至選擇臺灣以外的地區接受高等教育，也因此影響本土之人才培育與著地，只是許多大學生似乎還沒有寬遠的眼光看到這些，依然「自我感覺良好」地自詡為一流學府的一流學生、在暗自欣喜。與學生的第一類接觸、感受良深，當教師們在擔心學生未來的競爭力時，學生卻很安於現狀、怡然自得！我記得在多年前，過境加拿大溫哥華機場，與一群來自臺灣的留學生攀談，他們提到自己的父母親希望孩子更有競爭力，因此忍痛將他們送往異國接受教育，而這一群年輕人在國內考取的學校都是台大、清大，但是他們一致表示：沒出國不知道世界很大，也因此明白自己要學的更多、也更謙虛。

大學生真的變了嗎？還是擔任教學工作的老師已經過時了？研究者平日接觸校內同仁與校外在大學擔任教職的夥伴，常常聽到他們對於現在教學環境的不友善以及學生的求學態度丕變等感受，包括學生的積極學習態度不足、還是呈現在高中以前的被動消極，人際關係較生疏、自我意識強烈，以及作業的標準較難要求、品質也較遜色等。也許因為目前大學評鑑制度的施行，教師被要求要教學、研究與服務並重，若非在研究型的大學院校，教師擔任教學與社區服務的比例就更重，使得大學教師不再是單純的「教育者」，而是同時肩負了多重責任與角色。本研究的大學生今昔之比，是請受訪者將自己求學時及過去五年前的大學生與目前的做比較。

貳、文獻探討

十二年國教已經起跑，直接衝擊我國的高等教育，到底我們的教育素質會因為義務教育年限的提高而提昇還是衰落？還有待未來幾年的觀察與評估。根據內政部統計處(2017)網站的資料，民國 100 年我國博碩士生已經超過一百萬人(1,014,165)，而大學畢業生也將近四百二十萬人(4,194,774)，民國 105 年的統計是博碩士生超過一百三十萬(1,362,217)、大學生超過五百萬(5,235,876)，也就是我國高等教育人才的產出目前約佔全人口總數近二成，然而質的部份是不是如此？或是高等教育是否等於高就業生產力？也是國力的重要指標。「大學」之所以為大，不是因為大學校園或是教師，而是學生的素質是否因為進入高等學府、而將自己的視野與能力「擴」大！大西洋學院(College of the Atlantic)校長 David Hales(2008)也說：「高等教育的責任，除了要讓學生準備在目前的世界生存之外，還需要為學生將要生存的未來世界做準備。」

現今高等教育遭受諸多衝擊而必須改弦易轍，其中包含大學教師的不確定成長，課程的自動化與分解，以及內容的數位化(Zeugner, 2009)；科技網路的進步也挑戰了傳統的教育，簡單可從網路上獲得的資訊、卻不一定化成「知識」，況

且單是知識本身是不足的，還要知道「為何」與「如何」(Ramalhoto, 2006)，也就是判斷力與追根究底的能力。知識的獲取與運用不是儻然忽來，而是需要基本功及努力過程，相較於目前許多學生價值觀的改變、講求速成的結果，知識也可能淪為膚淺與泡沫化，呼應到我們的「課程地圖」(每一課程必須對應到某項能力或是生涯路徑)，這正是 Allan Luke 所謂的「市場理念」(Market ideology)充斥著各級學校，不僅窄化了教學、也逼得教學需要重新定義(引用自 Alsop, Diplo, & Zandvliet, 2007, p.209)，英國學者(Molesworth, Nixon, & Scullion, 2009)同樣也對高等教育的「市場化」(marketisation)感到憂心，學生對於大學教育目標只放在於「獲得學位」(have a degree)而不是「成為學習者」(be learners)，消費社會不僅破壞了大學生轉化成具批判思考「學者」的潛質、也毀損了教育的其他功能；Bok(2006/2008)也提到：「學生隨意對待課業的態度，反映該時代的精神，可能比反映課程的本質還多。」

大陸大學生每日清晨就去等圖書館開門，我國大學圖書館只在學生期中、期末考或寫報告時有略為擁塞的現象，兩地學生相形之下有天壤之別(聯利媒體 TVBS, 2009)；許多大陸交換學生也表示：我國大學師生比例很低、應是學生之福，每位學生都可以得到很好的照顧，但是學生求學態度散漫、不積極，彷彿生活在與世無爭、不知大限之將至的時代。我國的大學教師需要兼顧教學、研究與服務的責任，只是在教學現場與學生價值觀扞格，加上升等與教授的名聲與「研究」較有關係(Bok, 2006/2008)，大學教師就必須做出優先次序與適當取捨，通常犧牲的可能就是教學與服務二項，儘管學生會針對教師教學做評鑑、甚至據以為教師續任之標準之一，但其中牽涉的因素複雜、恐非教師本身可以做決定。

一、大學生活

Nathan(2005/2006)基於對大學生的求學態度感到憂心、同時也對大學目前的重心在於滿足學生的需求感到困惑，於是以前人類學家的專長、隱身在大一學生之中，去實際瞭解當今美國大學生的生活情況。她發現絕大多數學生打工，五成學生加入了專業科目團體或學業上的義務工作，卻較少參與個人興趣的社團，學校提供了太多的選項，卻未達到預期結果(學生就不選擇，若是選了卻無法持續)，學生會為了守護自己時間不參與校園活動，這樣的情況自 1990 年起，就已經是常態。「改變」是「正常」的，住宿情況、選擇主修都經常變動，彼此很少有共同的活動，作息不正常也是常事，也因此學校希望的「共同性」就不可能達成，「他們特別不喜歡『沒有選擇、非讀不可』的方式，另一原因是課程抽象、不實際」(Nathan, 2005/2006)，從這裡可以看出一些矛盾：學生不喜歡被強迫、但是又不去選擇學校所提供的選項。我國的情況似乎不遑多讓，許多教師也憂心學生失去競爭力，學生似乎沒有這樣的警覺與感受，學習態度不積極、加上凡事講求速成，連教育的品質與目標都賠上。

大學生以自己能夠進入「高等」學府而「自我感覺」良好的同時，卻也有著

深刻、不如人的自卑感，呈現在大學文化的現象便是如此！「如果正式的大學文化著重在學術、指導、告誡，那麼非正式的大學文化就是側重在社交、歡樂、幽默。」(Nathan, 2005/2006)，相形之下，後者的吸引力大多了！適度的溜課是大學生的文化之一，學生也在大學裡學到「少讀書」的捷徑，做作業時間少是作業品質低落的原因，加上學生家庭經濟不若以往，使得許多學生必須要打工，因此所謂的「營養學分」就變得很重要，大學生作弊也是不爭的事實，而且也認為有其正當性；最成功的學生是能夠在生活中妥善安排學校要求的人，美國畢業學生認為在大學學到最多的是「了解自己、能力，以及和他人的關係」(Nathan, 2005/2006)，我國的則尚未做正式調查。

影響大學生成功的因素包括良好的時間管理、目標設定、學術上的建議、壓力、以及學生與學校間的「適配度」(Thompson, Orr, Thompson, & Grover, 2007)；國內外不少學校也針對讓學生儘快適應生活，做了不少努力，包括增加新生對大學與學校的認識、事先的提醒與準備等大一入門課程(像是文藻)，但是與實際上的適應與應用還是有一段落差。儘管不少學者與教育現場的相關人士對於目前大學生生態憂心忡忡，然而 Nathan(2005)對於所觀察的大學生倒是樂觀，她認為大學生「掙扎於父母的世界，疑惑未來前途時，就會探索各自的歸屬與定位」(Nathan, 2005/2006)，換句話說，學生在這些實際的經驗與困境中自然學會解決之道，而這也是他們轉變為成人的必經階段。大學生對於大學經驗(包括居住場所、財務、家庭支持度、校園環境與參與校園社區等因素)的感受會影響其學業與滿意度(Thompson et al., 2007)，Renn & Arnold(2003)也建議以 Bronfenbrenner 的生態學觀點(ecological paradigm, person-process-context-time)來研究大學生同儕文化，也特別強調中間系統(mesosystem，就是家庭與社區)的重要性。

二、大學教育現場

然而，大學教育現場又呈現怎樣的一番樣貌？Bok(2006/2008)根據美國的資料發現：美國大學教授花費在課程準備的時間有八成、研究時間只有二成左右，反觀國內大學教師情況，是否有如此差異？我國近十年來推動高等教育評鑑、也沿用美國的教師法，要求教師必須要依其著作與貢獻才能獲得升等，在沒有辨識不同大學目標與任務的前提下，使得許多教師都要以「研究」為首要目標，但是評鑑項目又多元紛雜、兼容並蓄，使得校方、教師與學生為了因應「評鑑」搞得焦頭爛額！

學生選擇留在大學只是因為「大學經驗」所提供的快樂與收穫(Nathan, 2005/2006)，也因為需要去面對現實生活的結果，逼得學生不得不趨向「市場導向」的思考。最受學生歡迎的課程是：「將正規的學術內容與具有平等非正規」的社交活動融合，讓學生覺得好玩的課程(Nathan, 2005/2006)。近日，新聞媒體披露加州一高中數學老師為了引發學生學習興趣，特別在課前準備了與電腦互動的遊戲，可見一斑！學生的難處在於需要適應不同教師的要求與規定，而教師之間也

不會協調作業與進度(Nathan, 2005/2006)，也就是教師有其教學自由，一以自己的角度來思考，較少去做更統整與寬廣的思考，甚至可以讓學生可以將相關知識做適當聯結、或觸類旁通，使得每個科目都自成一體，得要學生自己去做整理、統籌的工夫。我們系有些教師嘗試做這樣的連結，但是通常效果不大，因為需要所有參與教師都能夠在設計課程大綱之前有過充分討論，要不然實行起來有其困難度！

關於上課與準備的情況，根據美國 2003 年對大學生生活作息的調查發現：高年級學生在一週當中有超過五成的學生花了十個小時準備上課(相對地大一生只有四成多)，有二成學生每週讀書超過二十小時，其他學生則是在二十至二十五小時之間(Nathan, 2005/2006)，我私下調查過學生對不同課程的準備情況，發現學生是以教師的要求與態度為考量，教師若要求較嚴、或是態度堅持，學生就較會配合或合作。Bronfenbrenner(2005)認為，學生在學習過程中的「主動參與」是最重要的，然而現在以「消費」(或「市場」)導向的教育，又怎能激勵學生願意主動投入與努力？所謂的「窮爸爸富爸爸」就決定了未來，何須額外的努力？就 Bok(2006/2008)的觀察，他發現大多數學生進入大學是從「無知的確定」進步到「有知的混淆」，認為許多問題都沒有確定的答案。

康乃爾大學的傑出發展心理學者 Urie Bronfenbrenner(2005)在受訪時表示，他認為大學教師的目標在於「讓學生可以體驗冒險、努力之後收穫、以及自律(但不受限)的創意思考。」這是針對一般的教學大學而言，然而實際在課堂上，教師卻極少擔任熱烈討論的仲裁者，反而是促使學生發言的人，學生在教室之外甚少針對課堂上的討論做持續對話，畢竟「思考」與「疑問」不是生活重心，因而並未達成所謂的「理念自由市場」的目標(Nathan, 2005/2006)。我國大學教學還是耽溺於傳統的「單向」傳輸，學生處於被動立場，即便在課堂上有互動交流、卻也很難延續到教室外，學問是教學相長、要問也要學，這也未能觸及我所謂的「大學論壇」的目標，其根本改善之道還在於教育目標的具體化、教者與學者的觀念改變與正確認知。

師資培育不能自外於週遭環境，未來教師需要與社區、個人、文化與生態系統做連結，要去了解自己所生存的世界與全球的變化(Alsop, et al., 2007)，大學教師的研究還是要回歸到社會與所生存的世界，不可能閉門造車，我國對高等教育的「產學合作」面向固然是配合此目標的一環，卻還是較著重「量」的產出、較少「質」的要求；加上學生獲得資訊的速度極快、範疇也廣，也刺激教師必須要跟上時代腳步、不能落後！美國目前有許多大學已經將電腦科技運用在大學課程教學上，不僅增進學生學習效果，同時也減少教育花費(Roach, 2009)，這也說明了大學教師也須要調整自己的教學步調，以科技整合來輔佐學生學習過程(Ramalhoto, 2006)。

成功的課程應該包含內容、過程與反思(content, process, and reflection)三個部份(Thomashow, 1995, 引用自 Jurin & Hutchinson, 2005), 而討論可以激勵學生的主動學習, 教師引導學習者有不同角度的批判反思(Van Ments, 1990, 引用自 Jurin & Hutchinson, 2005)。儘管思辨能力是大家所公認的大學教育主要目標, 但是有七成以上的教師卻不以此為目標來授課(如討論與分組教學), 甚至只是單向講授(Bok, 2006/2008), 而學生也「常和教授聯手抗拒主動學習法」, 因為對學生來說這樣地被動聽講較省事、也輕鬆, 而且可以在短時間內獲得正確答案(省時)、不需要自己去辯論或摸索(Bok, 2006/2008)。當然思辨能力的培養也不單是學生自己的責任, 教師不重視所謂的「思辨」能力之培養, 自然也不會做課程的適度更動, 教師習慣於「單向」講授方式, 可能是基於自我保護(Bok, 2006/2008)、或怕麻煩, 要維持課程進度, 可能是教師本身沒有受過類似的教學訓練, 或只是沿襲自己以往受教模式來教學、不知變通, 也是可能因素之一。大學教師將上課方式視為自己的權限, 同事彼此之間又有「忠誠度」的潛規則(不干涉彼此教學), 倘若其教學方式不吻合教育目標, 校方也無可奈何, 唯一可以稍作約束的就是以「評鑑」方式來要求, 只是評鑑牽涉的因素很多, 其具體與否、公平性如何? 也是需要注意的議題。

大學教師與學生也有認知上的差異, 像是目前大學生有四成重視金錢的回饋, 因此聚焦在實用的技能或立即可用的學科, 而大學教師決定什麼可教與不可教、不一定以學生需求為考量; 大學教師也不認為「道德判斷」與「公民教育」是非常重要的科目, 而學校對於學生品格的發展也較忽視; 教師不重視所謂的「思辨」能力之培養, 自然也不會做課程的適度更動, 連帶地也忽略了檢討主修課程、教學法與課外活動; 此外, 大學系所之間缺乏合作的習慣, 導致「各自為政」, 其實也浪費了許多資源、以及互相學習成長的機會(Bok, 2006/2008), 這種狹隘的本位主義可能就是折煞大學成長與發展的主要障礙!

大學生素質與學習態度的改變, 已經是舉世皆然的事實, 國內高等教育界也頻頻出現類似的感慨與嗟歎, 到底我國的大學生在大環境與自身條件的交織影響下, 這十年以降, 出現了哪些變化? 這是本研究希望探討的主題。

叁、研究方法與過程

本研究採「半結構式」訪談法進行資料蒐集, 筆者希望可以從特定問題的提問與回應中, 蒐集到與研究目的最相關的資料, 同時藉著訪談的過程、與受訪者有互動、對話機會, 進一步讓資料的搜羅更詳實、完整。訪談法基本上是針對較為複雜的議題而做的資料蒐集方式(Greenbaum, 2000), 面對面的訪談可以做更深入的了解與探究, 讓受訪者更容易接受與分享所知, 同時在也可在搜集內容上更具彈性, 而在訪談與資料蒐集技巧上較之團體討論更容易, 分析談論內容也較為容易(Greenbaum, 2000)。筆者採用「主題式訪談」(topical interview)(Rubin & Rubin, 1995), 也就是希望針對某些特定事件或過程做深入了解。採用半結構訪

談的另一個原因是希望可依據受訪者所答(或提供的資訊),隨之做進一步的探問與理解,甚至與之對話、讓談論的議題更深入也更有彈性,同時可就受訪者所提供的資訊內容,做即時確定及釐清。

要如何問問題、問什麼問題才能達成研究目的是相當重要的(Atkinson, 1998),研究者抱持著不知、想要探究的態度很重要,也要有能力去「傾聽」,不僅聽見受訪者所描述的經驗或事件,了解其所說的意義,更進一步讓受訪者知道自己所說的是有價值、有意義的。質性的訪談工作與一般與人對話或聊天有極大差別,因此需要仔細聆聽,聽到形塑受訪者世界的意義、詮釋與理解(Rubin & Rubin, 1995)。筆者擔任諮商工作多年,讓我學會聆聽,也在與當事人的互動中了解他們的故事與想法,體會到另一個生命的掙扎與努力,感激當事人給我這樣的特權進入他們內心世界,而這也是我較喜愛訪談或故事敘述的原因之一;另外,質性訪談的設計是有彈性、互動與持續的過程,在研究進行過程中可以隨時做修正(Rubin & Rubin, 1995),而採用多元資料蒐集的三角校正方式,也就是以資訊提供者(或研究參與者)所提供的資料作佐證、從不同參與者處蒐集資料,儘量廣為蒐集資料,同時在搜羅資料過程中反覆檢視資料、檢視其廣度與同異,資料分析過程中也謹守這樣的原則。

本研究以預擬的若干問題(訪談問題見附錄)為基礎,順著訪談脈絡與內容再深入與參與者作對話,務期能夠引發更多的討論與互動。訪談時間在九十八年五月到十二月,訪談對象為在南部縣市任教的公立大學教師共七名,其中男性二位,女性五位(請見表一),主要是在大學院校任教滿十年以上的教師,之所以做這樣的篩選,主要是受訪者對於近十年學生生態的變化較了解、也可以做比較。訪談每位受訪者以其研究室或不受打擾之便利場所為訪談地點,歷時四十分鐘至二個半小時,除了F以外(分兩次訪談),其他皆為一次訪談;全程以錄音與紙筆摘要紀錄、並輔以事後札記,資料分析則是先將錄音轉為逐字稿、反覆聆聽,若遇有疑義,則再與受訪者做檢視與詢問,務期可以真正了解受訪者的意見。最後以逐字稿及訪談現場的摘要記錄為分析文本,摘取重要字句、根據主題予以歸類,也在歸類之後延請對質性研究分析有研究之同事做再度檢視,也商討不一致之處。本研究所呈現的是研究的部分結果,主要是針對受訪者對於大學生的今昔做比較。

表一 受訪教師資料

受訪教師 *表「男性」	大學教學 年資(年)	教育背景	年齡層
A	12	美國博士	40-50
B	16	國內博士	40-50
C	12	美國博士	40-50
D*	14	國內博士	40-50
E*	17	國內博士	40-50
F	16	美國博士	50-60
G	12	英國博士	40-50

肆、研究結果與討論

這一部份會依據訪談資料整理、分析之後的結果作呈現，子標題的部分研究者以「vs.」區別今昔。

一、學習目標明確 vs. 追求多元價值

「以前學生面臨的市場比較單一，還有目標比較明確；可是現在的學生是一進來之後，目標不知道在哪裡，甚至讀這個系，你要幹嘛你不知道，那事實上不知道之後就應該給自己多些嘗試...世界在變，他們(學生)的腦袋沒有變。整體來說就是要打破『速食文化』。」(B, 5/8/09)

「我們的教育其實就是這樣，從小就教導他要唸書，可能也沒教他怎麼唸，這是一個；另外一個就是說，像高中好了，...現在升學率那麼高了，可能不是把重心擺在學生考上國立大學幾個、私立大學幾個，而是要擺在說你是不是有輔導孩子認清他的興趣、他的志願，輔導他去唸適合他自己興趣的系？沒有！學校可能也沒有把這個當作很重要的事，這些孩子進來他也不太知道自己的興趣。」(D, 11/11/09)變成教師自己是「加害者」也是「旁觀者」，卻又不知如何是好，也是另一種「受害」。

因為科技進步與資源的多元化，教師不是知識的唯一權威與來源，相對地也讓學校要去思考自己的定位與功能：「(以前)老師跟學校是很重要的知識來源，包括新知、包括一些人生的很多的階段的發展，我覺得學校老師提供了不同於家庭的地方。可是現在其實許多的知識、不一定是智慧，但是網路上會提供了很多人人生各個階段該怎麼做的知識，就是說不管你要準備什麼？都可以在網路上找到討論的人，相對地其實課堂上的知識就不見得是那麼有絕對的價值，學生會從其他的部份找到非常多學習的管道。從一個方向來講是好的，因為等於說他的學習來源是多元的，就是不只限於學校，可是另一方面也就是學校要怎麼找到自己的定位？就是老師能夠提供超越網路給的東西，那到底那些東西是什麼？就是可能要有比較多的互動，比較多的去談論新的東西。」(G, 12/23/09)

學生進入大學，也將以往的思想帶進來，還是在期待被帶領、被照顧，在進

入科系之前對於自己將要面臨的學習與情境是不清楚的：「其實很多學生來到大學的科系，第一個他不了解、再來他其實也不了解他自己到底會做什麼？(研：以前也是這樣，為什麼沒有這麼大的問題？)但是以前職業傾向的銜接上是非常明確的，...可是現在未來那個職業變得很模糊，所以我怎麼去說服你說我這樣的打造是 OK 的？所以變成後面那個導向可能就要非常地寬廣，就是大概大學只能提供一個基礎的就是做一個社會公民該有的，比如說社會的關懷、或是讓你過得快樂健康。」(G, 12/23/09)

「當代的東西讀多了以後，看起來學生好像對當代的東西很清楚，但另一方面他就沒有一個太深的思考，再來就是他對於自己的人生定調我覺得就很混亂。比如說他要到哪裡去找到所謂成長的模範？我們那個時代可能比較容易。可是現在有太多的價值他可以去追尋，比如說『星光大道』。然後要成為那樣成名者，還有很多企業成功的，變成他想要做的人也許很多，但到底哪一個才適合他？我覺得對學生來講是很困擾的。」(G, 12/23/09)學校提供了太多的選項，學生反而不願意做選擇(Nathan, 2005/2006)，相對而言，學生若是面臨更多的價值，是不是也更難做選擇、甚且造成混亂的結果？

當然價值觀的多元，大環境的因素也不能忽視：「以前生活比較單純的那個環境裡頭，我覺得比較多一些、就是沒有外面這麼多的誘惑(研：甚至誘惑也沒那麼多)，壓力也小一些，比較多屬於你自己可以回去看你自己內心跟心靈的那個空間。」(F, 11/11/09)

二、學習態度認分 vs. 學習動機薄弱

「以前的學生比較認命，也願意盡力試試看，但是現在許多學生儘管不是上了自己喜愛的系所，不會認命、總是會找理由為自己的不積極找退路。因此造成以前的學生可以被要求將事情做好，現在的學生不用你。可能也因為進入大學的門檻更容易了，少了一些企圖心或抱負吧。」(C, 11/5/09)「以前的大學生會努力用功，因為努力會有收穫，但是現在的大學生不認為如此，如果有個富爸爸或是不錯背景或更佳，也可能因為目前世界的趨勢也不同以往吧!學生的外在誘惑也比起以前多很多，學生有很多外務。」(C, 11/5/09)

中國學生傳統上較為被動，但是也有一些變化，如：「以前學生被動，但是要讀你會讀。」(E, 11/19/09)「也許可以說，以前的學生雖然不像現在這樣聰明、或是求知管道與資源那麼多，但是會認命，就是認自己是學生的命，學生本來就是要好好唸書、大學是拓展自己經驗的最好場所。」(C, 11/5/09)按照所觀察的比例而言：「願意做札實功的學生比例少、不像以前學生的刻苦耐勞。」(A, 7/21/08)

「大學生本身的價值觀的問題，也因為面臨整個大環境的改變，也面臨著這種...就是說他自己沒有一個自己想要發展的能力、或想要追求一個目標這樣子。」(E, 11/19/09)以往的學生可能是比較不同的東西，但是現在學生「在乎」的可能是較為虛榮、表面取向的：「(參與活動)學生在跟別人比較的時候，我有去參與這樣的活動，感覺我會比較如何這樣子，以前的學生不會因為我多了一個去跟演唱會就更了不起這樣。」(E, 11/19/09)

問題可能不在於學生的資質高低，以前學生資源少、誘惑少，但是對自己要

求較多：「過去我覺得我們也不太用功，可是好像態度上，跟現在一樣也傻傻地，可是我覺得不一樣、在態度上稍為認真一點，對生命的態度好像認真一點。我覺得大學生不知道自己的未來，其實是十之八九，...可是會覺得好像當你自己在做一些事情的時候，還蠻認真的。」(F, 12/2/09) 而現在的學生呢？「(有些)學生想要走(離開本校)，但是動不了，所以就留在這裡算了，反正就讀下去這樣，讀下去又沒有很有動力。」(D, 11/11/09)

「以前學生他們學習的態度比較好，而且他們會比較積極地跟妳講他們要學什麼？甚至說會比較希望妳用怎樣的方式。比如說他們希望老師講、不要學生報告啊，...不是說他們不願意去準備，他們是說從學生報告中他們學不到什麼。」(B, 5/8/09)

以前的學生會「反求諸己」，現在的學生會先將責任歸咎在他人身上：「現在的小孩就是『你告訴我怎麼做』，就跟 cookbook 一樣，我覺得上課也要把它變成 cookbook，就是你教的東西馬上就可以去煮、煮出一盤什麼樣的菜出來。...以前(的學生)會比較，譬如說他讀不好，...他會比較覺得是說是要自己負責，覺得對不起就是說，啊老師你那麼認真，結果你花的時間比我多好多，...他看到你會覺得不好意思，那現在就不一樣了。」(F, 11/11/09) 「學生對學業方面的自我要求少、動機不高，較無自己的想法。」(A, 7/21/08)

「有些(學生)會去準備研究所，他可能就去補習(研：就用被動的方式?)對，之前有些學生他自己會透過很多參與活動、自己去發展學習能力，不一定靠補習班。」(G, 12/23/09)

學生的態度相對地會影響教師授課熱誠：「(以前學生)他自己覺得他不行的話，你提供給他機會，他自己會要去把握那個機會，可是我覺得到現在就是...很多同學他不懂，你也給他一個禮拜補上兩次，然後他會來的學生大概就是十位左右、不會超過十五位，然後他明明也知道他考試最後是不及格，但是他也完全沒有動機，就是當時還覺得蠻挫折就是，會覺得說我就跟你們豁出去，...後來就發現是說實際是我自己一廂情願，因為他如果沒有動機的話，你花十次的時間去跟他講也是沒有用啊。」(F, 11/11/09)

三、重視基礎能力 vs. 素質堪慮

學生素質比以往的要低，這是普遍的看法。如：「好的高中畢業生變少(少來本校)，私中學生增多，學生素質普遍下降。願意做紮實功的學生比例少、不像以前學生的刻苦耐勞；國語文能力銳減的學生特別多(所謂的「文學口語化」)，上課時也發現學生理解程度有差，通常需要一再重複、卻不一定可以理解。」(A, 7/21/08)

「從推甄進來的學生的級分來看，我發現到大約是在九十二年左右，那個時候學生的百分等級大概是在 88，接近 90 左右，最近大概是在 60 左右，60 到 65 左右。...就他的入學成績來看，真的是降低了許多。」「學生的學習態度跟他做功課的表現哪，表現就是他寫作等等的，還有應試的、也不叫技巧，應試的結果這樣，所謂結果就是他答題答的情形。如果是從他寫作業來看，例如說我請他寫心得、他會寫成摘要，...在他答題...能夠答(完)，甚至有的同學答兩行而已。願意去寫方面就有落差。」(E, 11/19/09)

以往的學生若是在要求之下、也可以表現出不錯的成績，但是現在是連基本的能力都可能有问题：「學生來源，...以前幾乎是前三志願，晚近這幾年因為師範院校

公費生名額也少，...所以學生來自的高中其實就比較廣泛，當然這也沒有什麼不好，但是就是感覺上一些基礎能力我覺得就不像之前那麼好。(研：所謂的基礎能力是?)包括一般讀書的基本的(像)閱讀能力呀、寫作能力呀，包括自我的期許。」(G, 12/23/09)學生的質素下降，也許是客觀環境的大學門戶開放、少子化、以及優秀學生選擇就學國外等因素使然。

以前的學生若是被問及、卻不會回答，態度上會較為謙遜，但是現在的學生有時候連思考的動作都沒有、直接就以「不知道」來搪塞：「上課要做發表，不管是組織能力或發表內容也比較不是那樣理想。問問題的頻率跟問問題的內容也比較沒有那麼理想。(研：問問題？不是以前也很緘默嗎?)至少以前請他起來問問題，他都會說，現在請他起來回答問題他會說『不知道』。...有一個決定、要請他做決定他也說不知道，我不曉得他是漠視、還是真的不知道、還是沒有能力去作答，我真的覺得蠻困擾的。」(E, 11/19/09)

四、抓住機會 vs. 享受過程

以前進大學是給自己一個充實自我與發展未來的機會，因此會特別珍惜，但是現在大學生將進入大學視為過程，不會有特別期待，甚至教育的目標或本質也遭遇挑戰，教育淪為技術性或操作性的目的。

「以前唸大學會珍惜自己有不一樣的機會，對自己有不同的期許，...把大學當成是一個知識的寶庫，然後是你人生當中的一個很難得可以進來的一個機會。...知道自己是社會的知識份子，你會肩負一些你覺得有一些使命感啦、要去做一些事情，或對自己有一些更深入的要求。」(B, 5/8/09)

現在的大學生是將大學視為「人生要走的路」：「把它當作是說我(高中)畢業之後我也不讀書、不讀大學要幹什麼呢？然後大學畢業之後，我也不知道我要幹什麼？...讀大學只是人生一個過程而已，然後沒有什麼特別的目的，然後也沒有對自己有一些不一樣的要求，然後也沒有期許自己在整個過程當中可以得到什麼。」(B, 5/8/09)這也反映了學生選擇留在大學只是因為「大學經驗」所提供的快樂與收穫(Nathan, 2005/2006)，只是生命經驗之一，沒有特別的目標或自我期許。

「(那時)我是南部的高中生到台北○○去讀書，其實很明顯地會有南北的差異。我們現在的大學在南部，其實網路時代的空間其實沒有什麼太大的問題，學生其實可以從很多的管道、網路裡面同時可以得到許多的訊息，那我覺得最大的差異，我覺得現在的大學比較沒有理想性。...解嚴(我們)那個時代，其實我們會看陳曉林、會看很多中國思想的議題，可是現在其實這個幾乎沒有人讀、也沒有人看。那現在的大學或是以前的教育系，我們可能會去談很多有關人的理解。...(現在)學校屬於實務性操作的比較多，然後又因為國小就業困難，所以更多的學生到底他在讀什麼東西，我覺得基本上是非常地混亂。」(G, 12/23/09)

學生為什麼看不到未來？或者是對於未來沒有遠景或前瞻？可能需要回頭去檢視我們讓學子一路走來「看見」了什麼？「臺灣的教育觀念就是，每個階段就是用前一階段的文憑去換下一階段的文憑，所以它的重點就是告訴你說，我這麼努力拿到了高中的文憑、然後來到大學，請問我用大學的文憑可以換到什麼？以前可以換到一

個好工作，現在可能未必。所以學生對於文憑這個想法，基本上比較是，我覺得一方面比較功利、一方面也比較結果式的想法。」(G, 12/23/09)

五、願意努力 vs. 沒有把握

以前的學生知道努力之後會有成果，但是現在的學生不能把握未來、也影響其對目前下苦工的價值，這當然有一部分是因為大環境的因素，然而整個社會價值觀的改變讓學生也變得「短視近利」：「以前的學生是努力還可以得到，現在是努力也很不可能得到。就像心理學講的嘛，你如果成功的機會是一半一半的話，那(研：你會去做)，對，但是我現在成功機會是百分之一，或是千分之一，那我何必做呢？」(D, 11/11/09)

光是答責給學生是不公平的，以往的學生較沒有壓力，但是現在的學生競爭對手不是臺灣本土的人而已，而是全球性的，自然壓力不可同日而語：「從某些角度來看，現在的學生也比較可憐啦！我想有時候部分的學生也很認真啦，可是他也確實真的是有高的那個未來的壓力在。那在以前我們只要努力大概比較沒什麼問題，(研：現在是有努力不一定拿得到)對，這就是現在學生可憐的地方。」(E, 11/19/09)

學生隨意對待課業的態度也反映該時代的精神、甚至更多(Bok, 2006/2008)：「以前的社會比較 simple 一點，我覺得現在的很複雜，很多的物質的那個部份也很重。我們以前物質的那個部份比較少，外在的一些誘惑啊或覺得他應該去賺錢、或者什麼那種現實上的物質上的東西那種，我覺得壓力比較小。」(F, 12/2/09)

「(以前)沒有人會覺得說自己找不到工作，就覺得你自己好好認真的話，應該都會沒有問題的。現在的小孩子好像比較會覺得，好像他出去之後就 deadend、是死路一條，沒有工作還是怎樣？可能對社會也不是很有信心的那種感覺還蠻強的。」(F, 12/2/09)

六、人文素養 vs. 功利導向

「(之前)一種是反正已經落在老師手裡(笑)，也不能怎麼樣，另外(現在)一種是反正我就是這麼差，那來到這裡了嘛，那能怎麼樣。」(F, 11/11/09)「我們的整個社會非常的功利取向，就是大學都覺得說你有沒有提供小孩子出去就馬上找到工作的機會，那大概小朋友也覺得我現在學這個東西，跟我出去馬上找到工作有什麼關係？」「學校或很多地方都會跟你是說，那你的學生出來這個課通到哪一個職業、這個那個通到哪一個，我覺得是非常荒謬的！所有的課都沒有統統通到哪一個職業，也所有的課可以通到所有的職業，...統統是能力慢慢地累積起來。」(F, 12/2/09)「好像教育的目的就是讓他去面對這麼快速變化的一個世界，然後這麼快速變化的世界，那麼基本上這個東西都比較不是內心的東西，都是回到一些工作上的一些技術上的東西。」(F, 11/11/09)

「對這個社會眼光狹隘，就是看不到這個社會除了當公務人員之外、那個社會其他的不同方向；另外沒有那個挫折的忍耐力。...很希望很早就把自己的人生安排好。」「太目光短淺，只看到眼前的近利。...我現在所學的任何東西都要有用，只要對自己有用的我才願意去學？」(A, 7/21/08) B 老師也說：「我們不應該太去塑造一些『立即的成功經驗』，(這)也是造成他們短視近利的一個原因。」(B, 5/8/09)

「我常告訴學生，你上公立大學基本上有更多的責任，因為其實你是分擔了納稅義務人比較大的股利，跟私立學校的學生比起來，那其實你的學習態度應該是更好的，可是學生其實他並不見得會這樣想，因為他會覺得這是他的權利，...都是權利的想法比較多，責任的想法其實比較少。」(G, 12/23/09)

「人文的思考越來越少。然後世界轉的那個速度，譬如說科技很好啊，可是科技越來越快的時候，我覺得快到內在的那個東西被壓縮得越來越少。我覺得這一代的小孩子我也覺得實際也是被犧牲的。」(F, 11/11/09)

學者對於高等教育「市場化」的憂心(Molesworth et al., 2009)，最大的關切在於學生的大學教育目標只在於「獲得學位」，而大學生轉化成具批判思考「學者」的潛質，已經被消費社會否認或是破壞。

七、自主性高 vs.沿襲舊習

「不是世代的問題，而是學校的問題(師院體系)。以前學生較有自主性、可能也是一般大學的緣故，師院系統學生自主性低。學生要去努力自己想要的、找到自己的階段性任務，現在學生不會去找『可能性』。」(A, 7/21/08)

「我們唸大學的時代，老師是權威，即使老師教得不好、我們會把自己的份做好，如果在課堂上學不到東西、我們就自己去找答案，因此會去其他學校旁聽自己想聽的課、借書來看，甚至同學之間可以組成唸書的團隊。」(C, 11/5/09)「我們二十多年前的大學生幾乎是在威權的教育體制下，在大學更是如此，老師授課就如同國中、高中那樣單向，學生似乎只有接收的份、要發問就是挑戰老師權威。...但是現在的教學比較雙向，師生比較是平權的立場，上課方式也是互動式較多，但是學生還是一樣、沿襲之前的習慣，要求教師『給』，卻不太能貢獻自己的意見，這是很可惜的!」(C, 11/5/09) D 以前也曾遇到大學生不在乎、睡成一團的模樣，當時自己是博班生去代課，可能是因為學生對於課程的態度使然。

Bok(2006/2008)認為大學生的「有效思考」能力是要學生有足夠動力去努力解決課堂上所遭遇的問題，現在大學課堂上已經不是純粹傳統的單向教學，倘若學生還是被動、甚至等待他人的解答，又如何培養其思辨能力？而學生也會「和教授聯手抗拒主動學習法」(Bok, 2006/2008)，這當然也給教學相長添加阻礙，其實也提醒了大學教育與態度的改變還是需要時間與努力才有可能。

八、團體參與 vs.個人中心

「大學生越來越活潑嘛，活動越來越多，而且這些活動我個人覺得應該不是社團活動，而是他個人的一些活動。在學校當中來看，團體的凝聚力或團體的參與度少了，或許這是時代的精神的改變，以前常常是系或者是班的事務會成為是最優先考慮，...大家都會把自己個人的事務放在第二第三這樣子，現在不是啊，打工第一、回家第一或者是什麼喔，就連帶地會形成學系或者是班或學校的那種歸屬感會降低。...演唱會啦或什麼什麼，他的那個參與會比較高，以前當然很少那個機會啦!」(E, 11/19/09)

「多開闊一點自己的視野，我覺得臺灣越來越侷限在自己一個小小的世界裡頭，以此滿足，世界發生的事情也搞不清楚。」(F, 12/2/09)

「自私或自我中心者比例較高、較少去思考可能對他人的影響；對待人的禮貌(在本校)還可以。」(A, 7/21/08)

對大學生來說，大學是「自己選擇人群和事務的世界」，而多數學生將其視為「按照自己的方式做自己的事」的社會(Nathan, 2005/2006)。許多學生是在進入大學之後，第一次遭遇「團體合作」的經驗，然而除非教師特別規定或是作業要求，學生在學業上的互動學習畢竟還是在「不得不」的情況使然，平素學生自己還是獨立作業的多、較少討論，加上若教師不刻意鼓勵討論或意見交換，學生更不可能在教室之外持續對話 (Nathan, 2005/2006)。但是獨立作業並不等於「個人中心」，主要是學生較不能同理他人處境，導致合作不愉快、或是縮回自己的小窩裡，再則電腦科技可以補足日常生活的一些需求滿足，自然也間接、直接讓自我中心更為發酵。

九、願意投入 vs. 參與度低

雖然學校也會設計一些活動或課程，讓學生可以參與及學習，然而：「現在的學生在跟家人的互動上、或是對於週遭事務的參與性也比較少了。...雞有幾隻腳？現在學生講六隻，分辨不出韭菜跟大蒜跟蔥，(研：生活的知識)對，真的是比較弱。」(E, 11/19/09)另一位教師也有類似的觀察：「學生雖然活動範圍很廣，但是基本上還是關在自己的小世界裡，沒有出去探索的勇氣，也很少對於週遭事務願意主動參與，除非是課程或是教師要求。...唯一看到的就是 2000 年的總統大選，學生都趕回去投票。」(C, 11/5/09)

學生對於生活中的普通常識狹隘，又不願意擴大自己的生活圈或學習，如：「(以前學生)他們是從『可以學到什麼』的角度去看這件事情。」現在學生基本上「比較被動，...想要學東西的熱誠比較缺乏，就變成你必須要在後面有一些推力(比如說考試)。」(A, 7/21/08)即便進入大學，還是固守在若干小圈內，缺乏探險的勇氣、甚至為了「守護自己的時間」而抗爭(Nathan, 2005/2006)，卻也一面抱怨沒有太多的選擇。如：「學生系出遊，原來是二年級主辦、一年級參加，但是一年級他也不去，二年級有些也是該他辦、可是他也不想辦，反正他也認為『為什麼一定要去』。」(D, 11/11/09)

十、自我期許 vs. 信心指數

以前的學生對於自己進入大學之後想要做些什麼、比較有概念，即便是公費生、未來職業獲得保障，還是願意去做多方的學習、自然而然能力與信心也建立起來，反觀目前的大學生卻總是缺麼一點點：「以前有些學生是公費生，他們就是除了要去當老師以外，我覺得他那種自我學習的能力是非常強的。...目前的學生就他這種自我期許，就要花比較多的時間去跟他談，我覺得現在的學生比較沒有信心...、覺得他們都不是很頂尖的學生，在做一些夢想的時候我覺得比較沒有信心，包括考怎樣的研究所、然後未來可以做什麼？我覺得他們都不太敢、膽子都不是很大。」(G, 12/23/09)

是因為外在環境的「不確定」性所導致的信心不足？還是針對這些衝擊，無法調適與因應？「...內在因素，他有很多是比如說他的自我期許，還有其實這種社會

未來的變動性又很大，又很難去講到他要去發展怎樣的能力，所以大環境的某種不確定性也會影響他們到底要把自己的能力往哪邊擺？社會的多變也會對他們有影響，就是思緒會比較混亂，該學的東西很多，可是往往找不到一個主要的定調。」(G, 12/23/09)

十一、自立自強 vs. 家長過度保護

「(以前)學生會盡力將工作做好，彼此合作達成目標，老師是站在諮詢的立場；現在有些是迫在眉睫才準備去做。」(C, 11/5/09) 不知道是不是中國傳統父母使然？許多學生即便不是家中獨生子女，但是家長的過度保護卻時有耳聞：「父母親過度保護。我那一天就跟研究生講一件事情，之前有一些人體工學的研究者就講說，學生揹書包應該左肩右斜、右肩左斜啦，還是不要揹過重的等等等，我就當場問研究生，...你們以前一天走路上學，一天走超過十分鐘的舉手？...大概只有四分之一。我的意思是說，揹書包走十分鐘對於你的這個脊椎的影響有那麼嚴重嗎？況且有四分之三的學生根本沒有走到十分鐘。現在的父母親也不明究理地，這個所謂的專家怎麼說就開始緊張、就開始去保護自己的孩子。適度身體上的一種訓練，體能上的訓練是正向的，現在的父母親就是過度保護了，也使得孩子的依賴期就變長，那我覺得這也造成他們今天的一種局面。」(E, 11/19/09)

家長的不願意「放手」，不只讓學生沒有機會去經驗、冒險，甚至對自己缺乏自信，全然成了「靠爸族」：「以前學生進入大學，一切幾乎都靠自己，很少聽到有家長的介入或影響，學生也可以與同儕互相學習、做適度的冒險。我覺得現在的學生被保護得太好，有些家長也保孩子保護得密不透風、卻也讓孩子窒息。我們有個學生成績很差、一直不能達到修師培的課程標準，但是家長卻執意要孩子去修課，用盡了各種方法，甚至想要假借威權、破壞原本的體制，好像只要孩子進入師培，家長就有能力讓孩子進入教師行列。但是卻沒有思考到孩子擔任教師的基本能力影響巨大，況且也沒有考慮這樣對孩子的影響是什麼？」(C, 11/5/09)

十二、敬畏權威 vs. 表現自我

以前的學生可能懾於教師威權或是敬畏教師，不太敢表達自意見或表現自己，但是現在的學生會主動「要」、也敢「現」：「現在學生較活潑、也比較多學術活動以外(課外表現)的花樣，學生較多自我表現。」(A, 7/21/08)

「對自我的訴求他們敢於去表達或去要求，我的需要是什麼、我想那個，這個部份他的勇氣比較高，我覺得在不管是語言的表達或是行為上的表現，他會比起以前的學生來得強。」(E, 11/19/09)這也表現在學生所發揮的創意上，只是光是創意還不夠，基礎的知識才是創意之源！

十三、時間管理 vs. 自我時間

大學生珍惜自己的時間，所以選擇不參加太多活動(Nathan, 2005/2006)，然而另一方面卻沒有學習如何善用與管理自我的時間，如：「以前我們很忙，忙課業、社團、也去外校旁聽，總是覺得這是大學生應該要做的，即使有家教、也不會妨礙學習。」

「(現在的)學生在安排生活的能力上似乎又有差了，有學生是以打工為主，甚至是上網為主，第二天來上課就精神不濟、甚至爬不起來。我曾經碰過多位同學，她打工是為了

打發時間，沒有經濟壓力，可是卻定不心來學習她要學的東西。」(C, 11/5/09)

十四、師生親近 vs. 人情淡漠

「以前學生會因為公、私事來找，常常在研究室裡談很久，現在只是因為導師身分(我)要做這樣的(約談)工作。學生不太會主動來找老師，都是老師發現需要進一步與學生討論、去找學生。」(C, 11/5/09)感覺上似乎師生關係不像以前的威權、有位階，而師生在課堂上的互動也較以往為多，然而師生關係卻不因此而有改善。學生評鑑教師似乎已經是趨勢，由於「市場導向」的引領，教師似乎也只能在成績與教學設計上多花工夫，卻也不一定得到學生的認同。以前的師生關係比較像是「師徒」，教師的教學初衷可以讓學生體會到，因此師生關係很緊密，現在的學生卻不一定有這樣的思考，評定教師的優窳取決於其是否能夠在實質上「協助」學生的未來。

十五、小結

以前的學生對於自己學習的目標較為明確，也要將大環境的因素考量進去，不像目前的大學生必須朝多元、多能的方向去發展，才可能讓自己在競爭的洪流中博得一席之地；然而不可否認地，目標多元也容易讓學生迷思自我，甚至沒有努力的動力，也就是呼應了 Bok(2006/2008)的觀察，就是大學經驗讓學生從「無知的確定」進步到「有知的混淆」。這自然也就牽涉到學生的價值觀與學習態度，既然未來不可期，是不是現在的努力看不見具象的成果，而讓學生們相對地減少動力？也許以往的大學畢業生競爭對手少，對於自己未來職涯的目標較為明確，所以願意戮力堅持，現在似乎是選項過多(Nathan, 2005/2006)，反而讓學生目眩神迷、不知何去何從。

高等教育的「市場化」(Molesworth 等, 2009)其實是主(自我的期待)、客觀(職業市場的要求)交互作用下的產物，使得學生也只能以獲得「學位」為手段，而不像以往的學生以「成為學習者」為最優先考量，也因此造成高等教育的膚淺化。學生的素質到底有沒有比以前要差？還是訓練的不足所致？相隨而來的就可以明白，以往的教育是社會流動最主要且便捷的途徑，另外也因為資源稀少、必須要努力才可以獲得，所以也會珍惜，因此學生只要有機會就會抓住可以讓自己晉升的目標，然而現在的學生享受過多的資源、同時比較不重視成果的獲得，而是儘量努力享受身為大學生的生活與權利，對他們來說「大學經驗」才是重點(Nathan, 2005/2006)!

以前的學生競爭對象不是全球性的，只要能夠在自己同儕之中取得優先，基本上就有不錯的潛能可在其他場域展現優勢，因此「努力」就變成很重要的態度與特質，相對地，現在大學生不知道自己的努力可以看到明確的未來，在這樣茫然的情況下，自然也削弱了其努力經營現在的動力；誠如 Bok(2006/2008)所言：「學生隨意對待課業的態度，反映該時代的精神，可能比反映課程的本質還多。」以前的學生選擇少，所以比較認命，但是目前的學生面臨的是太多的選擇、太多的能力要去養成，所以會去思索比較便捷的道路，造成學生認為「有用的」才去

學，問題是：人生有許多的未知，又如何得知哪些知能是未來可能用上的？大學其實也是很重要的「準備」階段，不是嗎？養成學生願意主動學習是向來的教育目標，只是當學生有太多需要去努力、去學習時，不免會列出優先次序，也可能因為學生在高中之前為了應付未來的考試，基本上是處於「被動學習」的情況，要養成主動學習的習慣太「費力」了，加上學生也會「和教授聯手抗拒主動學習法」(Bok, 2006/2008)，因此消極的學習模式還是大量存在！受訪的教師們也認為現在的大學生較有自己的想法、獨立性高，這當然也影響其對團體活動的參與，學生是想要「守護自己的時間」(Nathan, 2005/2006)，還是沒有意願加入團體活動？如果學生沒有機會參與團體作業或活動，也無法訓練其合群、合作的能力，而根據筆者的觀察，許多學生即便是做團體作業，卻也是「分工」而不「合作」，因此作業的品質就值得商榷。大學教師的許多教學其實都可以將理論與實務做結合，最有效的方式自然是從日常生活中的運用開始，只是現在學生除非是教師規定的作業、讓其有機會實作或與實務接觸，要不然就會待在自己的小團體或空間裡，加上拜電腦與科技之賜，許多學生選擇「宅」在宿舍裡，也不願意去接觸真實的人際活動。

以前的學生自我期許高，相對地，目前的大學生信心指數卻滑落，甚至連嘗試的勇氣也較少，這其實也可以從大環境的脈絡與要求來檢討，也或許是家長或是師長保護太過，讓學生不敢輕易去試煉或冒險。少子化以及家長不願意孩子像自己成長年代那般辛苦，間接也使得家長可能過不保護或不願意放手，孩子不像以往那樣學習到自立自強；以前的學生權較少、對於師道的尊重近乎「敬畏」，雖然少了許多自主與自由，但是也由於這樣的嚴苛訓練、長出了自己的能力與自信，相較於目前的大學生，環境允許其多自我展現，極端的甚至有點「目無尊長」、挑戰權威，但是權威不是不能挑戰，而是要清楚挑戰背後的目的應該是容納不同的觀點或學習。時間管理是大學生需要學習的重要功課、也是成功大學生的重要因素(Thompson 等, 2007)，但是優先次序的排列不同，也會影響其生活的管理，以往年代外面的誘惑不多、也較少花光鮮活的刺激，學生也較容易專注，只是現在大學生有更多的餘興活動想要參與，因此學習的時間就被擠壓；以前的學生較像「師徒制」、師生彼此較多接觸，所以在關係上是亦師亦友，現在的學生有較多自我事務要忙碌，即使教師安排有「研究室時間」，但是卻少有學生願意就學習課業或是生活問題與教師做交換，甚至班會時間也不一定會出席，自然就少了許多互動的機會。

陸、結論與建議

一、結論

本研究結果發現，以往與現今大學生的不同有：以前的學生學習目標明確，現在學生朝多元發展，但也可能因此而迷惘；以前的學生學習態度積極主動，現在學生可能因為價值觀不同，想要好好體驗大學生活；以前學生素質感覺上較佳，

主要是願意努力，現在學生在基礎能力的養成與表現上似乎有落差；以往的學生會抓住機會去學習，現在的學生較傾向享受過程；以前的學生認為努力會有收穫，現在的學生卻因為需要多元能力、競爭對手全球化，也產生了對未來的不確定感；以前的大學生認命也肯努力，現在的學生較傾向消費市場的觀點表現較為功利導向；以前的學生自主性強會拓展其學習面向，現在的學生較為被動、消極；以前的學生著重團體參與，現在的學生較個人中心、少同理；以往的學生會將所學會注意生活中的現象，現在的學生卻相對參與度低；以前的學生自我期許較高，現在的學生走出自己習慣的安樂窩卻有信心指數的問題；以前的學生自立自強、靠自己的能力解決問題，現在的學生可能由於家長的過度保護、有許多事反而不敢去嘗試；以前的學生敬畏權威、不太敢有自己的意見，現在的學生勇於自我表現；以前的學生在時間管理上似乎較無困難，現在的學生相形之下比較重視自我安排的時間、但是優先次序或有不同；以前的大學師生關係較為親近，現在學生人情淡漠、師生關係不若以往。

二、建議

- (一) 本研究希望可以提供目前大學或高等教育改革的一些觀察與看法，畢竟人才與教育才是國家立國根本，高等教育尤然。
- (二) 本研究僅以南部某公立大學教師為對象，且時隔近十年，不免有抽樣的誤差，其所提供的資料也許同質性較強、無法呈現最真實的大學生面貌，或許輔以大學生族群的意見，可以讓此議題涵括面向更廣。
- (三) 本研究呈現的資料似乎以負面居多，這樣的結果是否表示目前大學生族群的真實樣貌？還需要許多研究跟進，包括公私立大學以及一般家長的觀察。
- (四) 本研究所得資料儘管呈現出近十年前若干大學教師對於學生的觀察較呈負面、悲觀的面向，但也可以做為大學教育思考其未來方向的重要參照。學生的轉變不是單一的結果，而是許多因素的揉成，也展現了不同大學生風貌，因此若是將這些轉變視為因時俱進的「不同」表現，也可以因勢利導、擬定較佳的教育政策及規劃。

附錄：訪談問題

- 一、你/妳擔任大學教師工作有多少年？比較五年前與目前的學生生態有什麼發現？
- 二、與你/妳之前在大學時代所接觸的同儕大學生相形之下，你/妳看到什麼？

參考文獻

中文部分

內政部統計處(2017)。〈15歲以上人口教育程度-按區域別、性別分查詢〉。2017年9月24日，取自 <http://statis.moi.gov.tw/micst/stmain.jsp?sys=100>

張至璋(譯)(2006)。當教授變成學生。(原作者：R. Nathan)。臺北：立緒。(原著出版年：2005)。

張善楠(譯)(2008)。大學教了沒：哈佛校長提出的8門課。(原作者：D. Bok)。臺北：天下。(原著出版年：2006)。

聯利媒體 TVBS(2009)。1900新聞，取自2009年12月5日。

西文部分

Alsop, S., Diplo, D., & Zandvliet, D.B. (2007). Teacher education as or for social and ecological transformation: Place-based reflections on local and global participatory methods and collaborative practices. *Journal of Education for Teaching*, 33(2), pp.207-223.

Atkinson, R. (1998). *The life story interview: Qualitative research methods series 44*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Bronfenbrenner, U. (2005). Thoughts on teaching. *Human Ecology*, 33(3), pp.26.

Greenbaum, T.L. (2000). *Moderating focus groups: A practical guide for group facilitation*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Hales, D. (2008). Sustainability and higher education: For future generations to thrive in this world, education must lead the way—by teaching, and by example. *New England Journal of Higher Education*, 23(2), pp.23-24.

Jurin, R.R., & Hutchinson, S. (2005). Worldview in transition: Using ecological autobiographies to explore students' worldviews. *Environmental Education Research*, 11(5), pp.485-501.

Molesworth, M., Nixon, E., & Scullion, R. (2009). Marketisation of the university and the transformation of the student into consumer. *Teaching in Higher Education*, 14(3), pp.277-287.

Ramalhoto, M.E. (2006). Transforming academic globalization into globalization for all. *European Journal of Engineering Education*, 31(3), pp.349-358.

Renn, K.A., Arnold, K.D. (2003). Reconceptualizing research on college student peer culture. *Journal of Higher Education*, 74(3), pp.261-291.

Roach, R. (2009). Cutting costs, improving learning. *Diverse: Issues in Higher Education*, 26(6), pp.9-10.

Rubin, H.J., & Rubin, I.S. (1995). *Qualitative interviewing: The art of hearing data*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Thompson, D.E., Orr, B., Thompson, C., & Grover, K. (2007). Examining students' perceptions of their first-semester experience at a major land-grant institution. *College Student Journal*, 41(3), pp.640-648.

Zeugner, J. (2009). Five stealth transformations of American higher education. *OAH Newsletter*, 37(2), pp.17.

臺中師範學校第一任校長是誰？

曾建凱

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程研究生

dollis1988@hotmail.com

楊允言

國立臺中教育大學臺灣語文學系副教授

ungian@ntcu.edu.tw

許天維

國立臺中教育大學教育資訊與測驗統計研究所教授

sheu@mail.ntcu.edu.tw

摘要

日本自甲午戰爭後，將臺灣納入殖民版圖的 50 年(1895-1945)中，臺灣歷經政治、經濟、社會、文化等多方面的變革以及認同的衝突。而在此期間，臺灣亦逐漸呈現出現代化的特徵。本文借助臺中師範學校第一任校長是誰？試圖凸顯臺灣教育從清領到日治時期以至中華民國政府時代的轉變過程，以別有概念(alternative conception)的敘述方式，開拓嶄新的視野，提供相關學術愛好者參考。

關鍵字：臺中師範學校、殖民地、日治時期

Who Is the First President of Taichung Normal School ?

Chien-Kai Tseng

Graduate Student, Master Program of Higher Education Management, National Taichung
University of Education
dollis1988@hotmail.com

Yun-Yan Yang

Associate Professor, Department of Taiwanese Languages and Literature, National Taichung
University of Education
ungian@ntcu.edu.tw

Tian-Wei Sheu

Professor, Graduate Institute of Educational Information and Management, National Taichung
University of Education
sheu@mail.ntcu.edu.tw

Abstract

After the Sino-Japanese War, Japan made Taiwan be the colonial territory for 50years (1895-1945). Taiwanhas had been through politics, economic, society, culture and other aspects of change, as well as the recognized conflict. And during this period, Taiwan was also showing the characteristics of modernization. This article is about "Who is the first president of Taichung Normal School?" and it tries to highlight Taiwan education from the Qing Dynasty to the Japanese rule as well as the transition process of the Republic of China government. The main purpose is to have a conceptual narrative, which can open up new horizons, and provide relevant academic enthusiasts reference.

Keywords: Taichung normal school, colonial, Japanese rule period

壹、三朝無奈

今(2017)年，國立臺中教育大學邁入創校 118 年，是從前身臺中師範學校 1899 (明治 32)年設立於彰化孔廟(林淑慧，2007)算起，不是現在的校址。那時日本領臺才 4 年，正值第四任臺灣總督兒玉源太郎及其民政長官後藤新平時期(張宇彤，2013；鄭正誠，2006)，臺灣即將改頭換面，不過當時情勢尚未穩住，大勢底定約於 1915 (大正 4) 年(李芳媛，2006)。概括而言，日本政府前 10 年重點措施在治理平地，主要人物就是後藤新平；第二個 10 年則在處理山地，靈魂人物為第五任的佐久間左馬太總督(劉揚琦，2009)。

亞洲新興的現代國家日本，因為強烈懼怕成為歐美列強的殖民地，亟思北進或南進以增加緩衝區。清日戰爭後，對於臺灣這塊新領地，除了有些許美好的幻想，也帶著猶豫前來。第一任學務部長伊澤修二是日本公費留學美國 Bridgewater Normal School 的教育學家(森田尚人，2010；徐麗紗，2011)，臺灣在 1895 年 6 月 17 日始政儀式後不久，立即成立國語傳習所，教臺灣人國語，這個「國」指的是日本(王惠君，2013)。臺灣之前由清國統治，伊澤修二原以為臺灣人使用的是清國語(北京官話)，來了以後卻發現情況並非如此，這下只好將原來的計畫重新擬定過後再付諸執行。之後並透過國語傳習所，同時向學生學習臺灣語。1895 年 12 月在總督府內設臺灣語傳習所，讓官員學習臺灣語，以便進行有效的治理(李雄揮，2004)。

伊澤修二是在 1890 年成立國家教育社，倡導忠君愛國主義的國家教育，主張普及教育勅語，並擔任社長(林旻誼，2008)，認為日本統治臺灣後，最重要的就是提供免費義務教育來推行日本語文。於是臺灣各地漸次設立公學校，給臺灣人就讀；同時亦設立小學校，給日本子弟就讀(林崎惠美，2005；翁麗芳，2001)。議論者常言，這就是日本對臺灣人差別待遇。這確實是差別待遇，不過換個角度來看，硬要沒有日本語文基礎的臺灣小孩和已經會說講日本語的小孩放在一起用日本語來進行教學，其結果似乎乏善可成。公學校的教學語言，無論臺灣語或客家語，有很大比例是以臺灣語進行，原住民小孩則上蕃童教育所。論述於此，不禁令人想起戰後國民政府所做的，講臺灣話要掛狗牌、罰錢，這些極盡侮辱、貶低臺灣本土語言的政策(張世賢，2007)。

貳、迷離撲朔

承上所述，歷史年代如此悠久的臺中師範學校，第一任校長是誰的這個問題仍究有待以下循序漸進的解答。

從維基百科得知，臺中師範學校的第一任校長叫做木下邦昌。

歷任校長 [編輯]					
時期	校名	任別	就職時間	姓名	備註
日 治 時 期	臺灣總督府臺中師範學校	01	1899年9月－1902年4月	木下邦昌	1899年創校，1902年停辦
		02	1923年4月－1935年10月	大岩榮吾	1923年再建校
		03	1935年10月－1938年5月	松谷治平	
		04	1938年5月－1940年8月	三屋靜	
		05	1940年8月－1943年4月	渡邊節治	
	06	1943年4月－1944年10月	甲斐三郎	1943年改制	
	07	1944年10月－1945年12月	西田正一		

圖一 維基百科「臺中教育大學」條目，歷任校長日治時期的部份
(2016年3月13日，取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%8B%E7%AB%8B%E8%87%BA%E4%B8%AD%E6%95%99%E8%82%B2%E5%A4%A7%E5%AD%B8>)

木下邦昌也是教育家，1879年伊澤修二留美回到日本後，即擔任東京師範學校校長，此時木下邦昌就是其學生，直至1881年畢業後，更是參加1890年才成立國家教育社的成員(山本和行，2008)，當然此時能來臺灣的學務部官員大都是國家教育社的天下。木下邦昌後來曾於1896年擔任大稻埕公學校校長，完成全臺灣第一美觀的現代化小學，並著有《小學教授新法》、《教授術》等書。

惟，透過文件的搜尋與探討卻有與上述資料不同之答案。《臺灣師大歷史學報》43期(2010年)，謝明如在其論文〈日治初期臺灣地方教育會之研究〉中提到：

臺中師範學校係由木下負責籌備，1899年7月4日，媒體發布木下將自大稻埕公學校校長轉任臺中師範學校校長之消息。惟同年10月25日發布校長辭令，由稻垣兵太郎擔任臺中師範學校校長，至翌年5月木下始升任校長。參見〈師範學校校長的任命〉，《臺灣日日新報》第350號，1899.7.4，1版；〈木下邦昌師範學校長二任命セラル〉，《臺灣總督府公文類纂》永久保存進退，第二門官規官職，冊號566，文號48，1900.3.24。

原來木下邦昌確實曾被預定為臺中師範學校的首任校長，但是不明原因卻被稻垣兵太郎捷足先登，隔年(1900年)後的5月12日才扶正(附錄2)。稻垣兵太郎擔任臺中師範學校校長，在1899(明治32)年10月25日的翌日，《臺灣日日新報》的漢文報導(《臺灣日日新報》第445號，1899.10.2，pp.297)如下：

本島新設師範學校其任校長及校員者本月十日均蒙特旨賜以記位之榮茲據宮內省所傳辭令則臺南縣師範學校長澤村勝支原從七位陞敘為正七位臺北縣師範學校長小林鼎臺中縣師範學校長稻垣兵太郎並新敘為正七位其他師範學校教諭木下邦昌小室龍之助並新敘為從七位片岡淺治郎石橋亨並新敘為正八位即此以觀國家之重學尊師從可悟矣

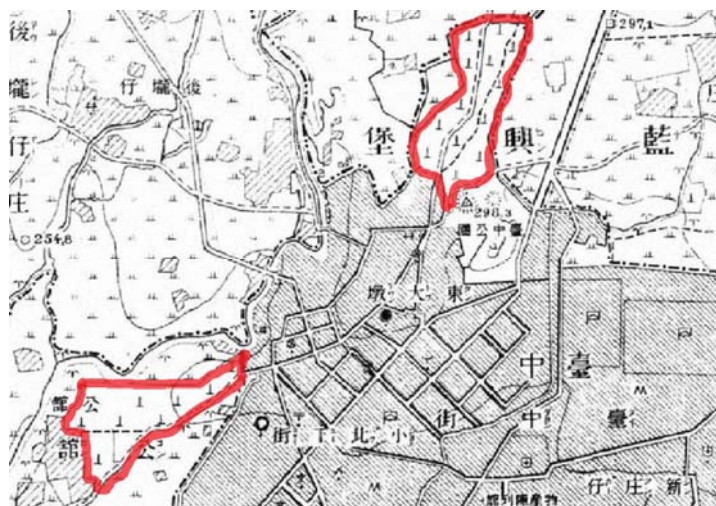
我們又從總督府公文類纂找到木下邦昌的履歷書資料（參見附錄3），稻垣兵太郎擔任校長時，木下邦昌的職位是臺中師範學校長事務取扱（扱音同西），事務取扱相當於現在大學校院的主任秘書。木下邦昌擔任臺中師範學校校長事務取扱，在1899（明治32）年7月4日的翌日《臺灣日日新報》也有漢文報導（《臺灣日日新報》第350號，1899.7.4，pp.342）如下：

臺北縣師範學校長現已任命小林鼎君而臺中縣師範學校長事務取扱則以木下邦昌君派昨府報經昭人耳目間耳

雖然木下邦昌著作等身，然而我們卻遍尋不著關於稻垣兵太郎的任何教育領域的著作和履歷。作者繼續進行文獻與文件資料的分析，以關鍵詞搜尋稻垣兵太郎的結果，結論幾乎都是有關於「臺灣總督府鐵道部技師」（國史館臺灣文獻館，1901）。

日治時期，縱貫鐵路開通是臺灣的大事，臺灣至此，終於有了可靠的陸上運輸，主其事者為長谷川謹介臺灣鐵道之父（蔡龍保，2015）。1908（明治41）年縱貫鐵路通車，由於臺中驛位於縱貫線的中點，而且臺中驛原來就是臺中公園的一部分，因此當然會說選擇在臺中公園舉行盛大的通車典禮。當時林獻堂捐獻的瑞軒花園亦在臺中公園內（陳正哲，2011）。

臺中市中心原本為沼澤地，不適人居，透過查閱中央研究院臺灣百年歷史地圖中的明治版臺灣堡圖便可得知，另可再發現我們常去的一中商圈，當時即為墳墓，而學校附近另一塊墳墓，現在則成了臺中醫院，如下圖圖二及圖三。



圖二 臺中市臺灣堡圖



圖三 現今臺中市

（台灣百年歷史地圖：臺灣堡圖相關圖層-中央研究院數位典藏資源網，2017年12月5日，取自 <http://gissrv4.sinica.edu.tw/gis/twhgis.aspx#>）

日治時期日本透過都市改造計畫，欲將臺中打造成像京都一般的城市。透過瀏覽日治時期的臺中舊時影像，應該多少能感受到當時秀麗氛圍的震撼（孟祥瀚，2012）。

臺中市的發展，自 1923（大正 12）年臺中師範學校要復校時，就從原來屬於臺中州的彰化孔廟遷到現在的校址，當時臺中師範學校現址還是郊區，舉目望去一望無際的田地，而非現今熱鬧繁華的景象（黃明彥，2007）。

鐵道的開發，畢竟非個人所能成就，而是臺灣總督府要給足夠的經費，以及一群技師、工程人員共同努力才得以完成。如前所述，日本佔領臺灣初期情勢尚未底定，開路過程中，除了如瘧疾等風土病橫行，還可能隨時遭遇臺灣人的反抗，生命威脅如影隨形。而鋪設鐵道的過程中，稻垣兵太郎身居鐵道技師要職，是道道地地的功勞者，最後還於 1908（明治 41）年擔任臺灣鐵道全通式委員（附錄 1）。

臺中教育大學圖書館特藏室仍保存少許日治時期的藏書，雖然更大部份的藏書於戒嚴時期被丟棄了，對於文史工作者實為一大缺憾。其中有本《臺灣鐵道史》上卷，經從頭開始一頁一頁小心翼翼的翻閱尋找，終於在第 333 頁，發現了第一任校長的大名。《臺灣鐵道史》共分上、中、下三卷，分由 1910（明治 43）、1911（明治 44）年出版，其中尚包括劉銘傳時代的記載，非常詳盡。

另外，我們在 1914（大正 3）年出版《北海道人名辭書》第 365 頁找到稻垣兵太郎的資料，詳細記載者著其出身於士族，並於 1896 年卒業於東京帝國大學土木工程學科，同時獲得鐵道事業的功勞者的殊榮（附錄 1）。

於分析文獻資料的過程中雖有稻垣兵太郎的文史記錄，但卻不尋其當時留存之影像。吾者繼續透過不同查詢之管道，最後終於在日本的一篇介紹臺灣縱貫鐵道建設網頁文章中，找到稻垣兵太郎的身影。



圖二 稻垣兵太郎在前排右 2，最中間（前排右 4）即為長谷川

資料來源：<http://ktymskz.my.coocan.jp/agia/taiwan.htm>

叁、真相大白

原來臺中師範學校的第一任校長是稻垣兵太郎。遺憾的是，前述維基百科的資料並非正確，而在 6 年前，臺灣師範大學的博士生謝明如就提出正解，否則將

會使後人持續遺忘，存有臺中教育大學首任校長為何者之不解之憾。另外在分析文獻時還有個未解的疑雲是，原本屬意的木下邦昌到底犯了什麼錯？讓時任臺灣總督的後藤新平於其上任前將其更換？或者是木下邦昌在履歷書(附錄三)中提及的犯了文書錯誤，遭受譴責所致；抑或是，設校之初想要借重稻垣兵太郎的工程專長來規劃校舍興建？上述所列之問題則有待日後一一解答了。

奇怪的是臺中師範學校的第一任校長，不是教育專長，竟然是臺灣總督府的鐵道部技師，而且是卒業於東京帝國大學·土木工學科才滿三年的青年(北海道人名辭書，pp.365)，似乎有違常理。不過，縱貫鐵路的開通，影響了1923年臺中師範學校復校的設置地點，讓上述分散之文獻資料串連了起來，使臺中教育大學首任校長之謎得以撥雲見日。尤其是後來在鐵道上顯赫的發展，在技術立國的日本，留下很多不朽的工程大業，造福地方。最後稻垣兵太郎成為日本·鐵道省高等官一等的隨一技師，退休後，1937(昭和 14)年還擔任三信鐵道株式會社顧問，貢獻心力，1943(昭和 18)年病逝，享年 74 歲(小野田滋，2010)。

肆、百年後語

臺中師範學校是師資培育的搖籃，啟迪臺灣中部地區現代思潮的先驅。雖然稻垣兵太郎對教育貢獻不大，但畢竟是日本的菁英人才，留下不朽的典範。臺灣從異族滿清的腐敗政治，轉換成異族日本現代化的統治，迥異生活文化經驗的洗禮，百年後的今日看來，未嘗不是現代化契機，但也是苦難的開始。

伍、致謝

感謝臺中科技大學·陳凱劭老師、本校語文教育系 92 級校友黃震南老師、中興大學·臺灣文學與跨國文化研究所廖振富教授、臺中教育大學總務處文書組周靜宜組長以及圖書館同仁提供相關資料及修改意見，讓本文更加完整。

參考文獻

- 王惠君、曾志騰、郭愛婷(2013)。《臺北地區日治初期創立之初等學校建築特色與變遷研究》。未出版，執行單位：國立臺灣科技大學建築系。
- 李芳媛(2006)。《國家機器與台灣鹽業發展關係之研究》(未出版之碩士論文)。國立中正大學政治學研究所，嘉義縣。
- 李雄揮(2004)。〈臺灣歷史各時期語言政策之分析比較〉。臺東大學語言人權與語言復振學術研討會。臺東：國立臺東大學。
- 林崎惠美(2005)。《日治時期臺灣幼稚園之研究》(未出版之碩士論文)。國立政治大學歷史研究所，臺北市。
- 林淑慧(2007)。世變下的書寫。《台灣文學研究學報》，4，pp.9-40。
- 林旻誼(2008)。〈摩登時代的音樂生活—日治時期公學校唱歌教育與唱片產業之探討〉。陳其南(主持人)，藝術管理創新思維。2008文化資源經典講座暨研究生學術研討會，國立臺北藝術大學。
- 孟祥瀚(2012)。從省城到臺中市—一個城市的興起與發展(1895-1945)。《歷史臺灣：國立臺灣歷史博物館館刊》，8，pp.182。
- 徐麗紗(2011)。西化、本土與全球性台灣音樂教育百年。《美育》，180，pp. 16-27。
- 翁麗芳(2001)。〈日治末年國語保育園之探討〉。《第三屆臺灣總督府公文類纂學術研討會論文集》。南投縣：臺灣省文獻委員會。
- 陳正哲(2011)。鐵道設站與住宅區開發—台灣建設史之規劃思想研究。《環境與藝術學刊》，10，pp.81。
- 國史館臺灣文獻館。上網日期：2017年12月5日，檢自：
<http://catalog.digitalarchives.tw/item/00/48/a0/91.html>
- 黃明彥(2007)。《大學校園軸線規劃之研究：以台灣地區為例》。(未出版之碩士論文)。東海大學建築學系，台中市。
- 張宇彤、林世超、楊玉姿(2013)。《高雄市市定古蹟原愛國婦人會館調查研究及修復計畫》。未出版，執行單位：高雄市政府文化局。
- 張世賢(2007)。〈臺灣客家運動的起伏與隱憂〉。曾貴海(主持人)。臺灣客家運動20年學術研討會，國立臺灣大學社會科學院國際會議廳。
- 蔡龍保(2015)。日治時期臺灣總督府土木局營繕課建築人才的來源及其建樹：以尾辻國吉為例。《臺灣史研究》，22(3)，pp.51-96。
- 鄭政誠(2006)。日治時期臺灣總督府對福建鐵路的規劃與佈局(1898-1912)。《史匯》，10，pp.4。
- 臺灣日日新報(1899.7.4)。《臺灣日日新報》，第350號，pp.342。
- 臺灣日日新報(1899.10.2)。《臺灣日日新報》，第445號，pp.297。
- 劉揚琦(2009)。台灣大百科全書—佐久間左馬太。2017年12月5日，取自：
<http://nrch.culture.tw/twpedias.aspx?id=5347>

謝明如(2010)。日治初期臺灣地方教育會之研究。《臺灣師大歷史學報》，43，pp. 231-272。

小野田滋(2010)。〈轍のあった道〉。2017年12月5日，取自：

<http://tenere.blog.shinobi.jp/%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%82%AB%E3%82%A4%E3%83%96%EF%BC%8F%E8%B3%87%E6%96%99%EF%BC%8F%E8%87%AA%E5%88%86%E7%94%A8%E3%83%A1%E3%83%A2/%E3%80%8E%E6%9D%B1%E4%BA%AC%E9%89%84%E9%81%93%E9%81%BA%E7%94%A3%E3%82%92%E3%82%81%E3%81%90%E3%82%8B%E3%80%8F%EF%BC%88%E5%B0%8F%E9%87%8E%E7%94%B0%E6%BB%8B%EF%BC%89%E6%8E%B2%E8%BC%89%E3%83%A1%E3%83%A2>

山本和行(2008)。台湾總督府學務部の人的構成について：国家教育社との關係に着目して。《京都大学大学院教育学研究科紀要》，54，pp. 85-97。

森田尚人(2010)。伊澤修二の進化原論と教育学を読む。《小西中和教授退職記念論文集》，383，pp. 1-33。

北海道人名辭書

人に擧げられ英服部主任と爲る勤續二十五年にして三十八年主家を辭して自立し旭川に紙文具店を開き翌年更に同地に砂糖麥粉石油の支店を出す曾て町會議員に擧げられしが幾くもなくして之れを辭し以後絶て公職に就かず然れども公共慈善事業には常に出资を惜まざ近年恩賜財團濟生會に金五百圓を寄附せり旭川電氣株式會社、株式會社盛有魚市場、上川倉庫株式會社の各取締役たり性穩健同地實業界に重し

稻垣兵太郎 (いながきひやうたらう)

東京府荏原郡池上村大字下池上の人明治二年十二月新左衛門の男に生る二十六年第一高等中學校を卒へて帝國大學工科大學土木工學科に入り二十九年七月卒業す此月北越鐵道株式會社技師に聘せられ柏崎新潟間の鐵道實測及設計に従ひ後本社に於て設計を擔務す三十一年八月長岡建築課出張所長と爲り保線及建築工事の監督に従ふ三十二年六月臨時臺灣鐵道敷設部技師に任じ高等官六等に叙せられ爾後工務課設計主任、設計掛長保線掛長兼營業掛長臺北建設事務所長、新竹建設事務所長、三叉河建設事務所長兼彰化出張所長、工務課設

(旭川區い之部)

計掛長兼營業掛長、臺北保線事務所長、三叉河建設事務所長に歴任し三十九年四月三十七八年事件の功により勳五等に叙せらる此年歐米各國へ差遣せられて鐵道事業を視察し同年十一月從五位高等官三等に陞叙せらる四十年十二月歸朝し四十一年二月臺灣縱貫鐵道全通式委員を命ぜられ同年十二月清國各地へ出張す四十二年鐵道院技師に轉任し北海道建設事務所長に補せられ爾後其職に在り四十四年正五位に叙し四十五年勳四等に叙せらる鐵道事業の功勞者なり

岩本熊雄 (いはもとくまを)



岡山の産明治四年三月岡山藩士正一郎の長男に生る幼にして父に伴はれて東京に轉住す二十三年東京高等工業學校に入り二十六年卒業し尋て一年志願兵と爲り陸軍歩兵少尉に任じ正八位に叙せられ二十七年八月職役に従軍す後日本鐵道株式會社に入り二十八年北海道鐵道株式會社車輛運轉係長に轉じ幾くもな鐵道の國有となるに及んで北海道鐵道管理局運輸課

三六五

附錄2：1900(明治33)年5月12日臺灣總督府報任命木下邦昌為臺中師範學校長
 資料來源：http://catalog.digitalarchives.tw/item/00/48/97/0a.html

府 報 第七四七號 明治三十三年五月十二日	
陸軍高等官三等 臺灣總督府法院判官正六位勳六等 牧山 碩樹	任臺南縣稅務官 高山龍之助
陸軍高等官四等 臺灣總督府技師從六位 長尾 半平	任臺灣總督府醫院醫員 和田 昌調
陸軍高等官四等 臺灣總督府法院檢察官從六位勳六等 岡 一郎	陸軍高等官七等(以上內閣) 和田 昌調
陸軍高等官四等 臺灣總督府法院判官從六位勳六等 大津欽次郎	○同四月二十七日 中 部長 小林 三郎
陸軍高等官五等 臺灣總督府技師正七位 遠藤 可一	一級俸下賜 ○同四月三十日
陸軍高等官五等 臺中縣署 官正七位 渡邊 長權	八級俸下賜 ○同五月一日
陸軍高等官五等 臺灣總督府事務官從七位 堀口 春治	四級俸下賜 臺灣總督府師範學校長 木下 邦昌
陸軍高等官六等 臺灣總督府一等郵便電信局技師兼臺灣總督府事務官臺灣總督府電話交換局技師從七位 堀川 淇徳	臺中師範學校長ヲ命ス 臺灣縣稅務官 高山龍之助
陸軍高等官六等 臺灣總督府一等郵便電信局技師兼臺灣總督府電話交換局技師從七位 石津彦之進	二級俸下賜 臺灣總督府醫院醫員 和田 昌調
陸軍高等官六等 臺灣總督府醫院醫員兼臺南縣技師從七位 柴山 稔一	十一級俸下賜 臺灣總督府醫院醫員 和田 昌調
陸軍高等官六等 臺灣總督府醫院醫員從七位 高柳元六郎	○ 報
○同五月一日 臺灣總督府師範學校教授從七位 木下 邦昌	○死刑執行 臺南縣柳梓仙溪內里茄拔街(菓子製菓)菓子、同縣港西上里三塊厝庄(農)陳福へ臺南地方法院、同縣七、(若力)王龍江、同縣同里橋仔頭庄(菓子)林和南、(同地方)鳳山庄(菓子)於、(同)同里橋仔頭庄(菓子)對スル判決確定ニ依リ四月十一日執行ヲ執行セリ
陸軍高等官七等 臺灣總督府師範學校長從七位 木下 邦昌	○ハスト患者 去九、十兩日新舊患者及死亡左表ヲ如ク
臺灣總督府屬 高山龍之助	

附錄3：木下邦昌履歷書

資料來源：<http://ntcuir.ntcu.edu.tw/bitstream/987654321/8739/4/000005660480249.jpg>

246

氏名	履歷書	木下邦昌
族籍及生	東京府士族	支元元年四月三日生
生地及留學	武藏國江戸下谷 旧清水藩	
原籍	東京府東京市牛込区早稲田南町三十五番地	
現住所	臺中縣彰化東門街孔子廟內	
年月日	任免賞討事務故	小庄街
明治十五年九月二十一日	任千葉縣師範學校一等助教諭	千葉縣
明治十七年七月二日	月俸全額五圓支給	
明治十七年八月七日	依願免本庄(自任)任	
明治十七年八月七日	任長野縣一等訓導月俸參拾五圓	長野縣
明治十九年二月二十三日	支統東筑二郡小督督業申付以事務	
	自今月俸四拾圓支給	
明治十九年六月八日	依願免本庄(自任)任	長野縣
明治十九年六月十日	任福島縣五等屬事務課勤務申	福島縣
明治十九年六月十日	付候事	
明治十九年六月二十八日	福島縣師範學校中學校是等委員	
明治二十年十月十日	申付候事	
明治二十年十月十日	依願免本庄(自任)任	
明治二十年十月十日	高等師範學校附屬高等科教授囑托	高等師範校
明治二十年十月十日	支統一ヶ月全額五圓支給	
明治二十一年八月一日	本校教授囑托為報酬一ヶ月全額五圓支給	富立東高
明治二十二年四月一日	五圓支給	富立東高
明治二十二年四月一日	自今支統一ヶ月全額參拾圓支給	
明治二十二年四月一日	福島縣屬奉職中防海ノ奉業ヲ賞與	奉業ノ賞與

247

資料來源：<http://ntcuir.ntcu.edu.tw/bitstream/987654321/8739/5/000005660480250.jpg>

247

明治二十二年四月一日	同縣別任位三百七十八名共同全十	賞勳局
明治二十二年四月一日	因缺納川政司特ニ小督	
明治二十二年四月一日	任高等師範學校助教諭叙別任	支那省
明治二十二年四月一日	支統四等給下認俸	
明治二十二年四月一日	尋常師範學校尋常科中級高等	
明治二十二年四月一日	女子校地理科教員之ヲ免許	
明治二十二年四月一日	又	
明治二十二年四月一日	任高等師範學校助教諭	
明治二十二年四月一日	六級俸給	
明治二十二年四月一日	任支那省六級俸給	
明治二十二年四月一日	職務上特別勉勵ニ付為其賞	
明治二十二年四月一日	支統四級俸給	
明治二十二年四月一日	職務特別勉勵ニ付為其賞	
明治二十二年四月一日	支統四級俸給	
明治二十二年四月一日	核内支給	支那省
明治二十二年四月一日	任青森縣尋常師範學校教諭	青森縣
明治二十二年四月一日	四級下俸給	
明治二十二年四月一日	奉業勤勞命	
明治二十二年四月一日	尋常師範學校教諭ニ轉任ノ在官滿	
明治二十二年四月一日	二年以上ニ付俸一ヶ月分給	支那省
明治二十二年四月一日	尋常師範學校教諭ノ教	
明治二十二年四月一日	員之ヲ免許	
明治二十二年四月一日	四級上俸給	
明治二十二年四月一日	支統四等給	
明治二十二年四月一日	依願免本庄(請免)	
明治二十二年四月一日	任臺灣總督府民政部屬第一級俸	臺灣總督府
明治二十二年四月一日	支統四等給	

248

248

明治三十四年四月 二十一日	結分全四指頭四	右府縣立師範省校長俸級並公立學 務機關遷遷科及遺族扶助科俸級 之少級又	臺灣總督府
明治三十四年 十二月二十日	事務勉勵二付為新勞分全八指五回 級又		臺灣總督府
明治三十四年 七月	明治三十四年八月十日 學校規則草案(附錄)第二十五條第 六項ノ次ニ依據教科程度ニ關シテ 脫漏之心付カズ決裁ヲ得其後訂正 ノ決裁ヲ獨セル正誤又ハ巨額之先 主位ニ付シテハ嚴懲務上ノ不都合 ニ付避責又	臺灣總督府 木希典	
明治三十四年七月 二十日	任臺灣總督府國設傳習所教授 月俸全七指四級又臺北國設傳習 所勤務ノ命又兼任臺北國設傳習所 民政局屬事務部長勤務ヲ命又	臺灣總督府 府民政局	
明治三十四年十二月 二十二日	職務特別勉勵ニ付其賞分全五百 圓指四級又	臺北縣	
明治三十四年十二月 二十一日	兼任臺北縣屬	臺北縣	
明治三十四年十二月 二十一日	免臺灣總督府民政局屬	臺灣總督府	
明治三十四年十二月 二十一日	臺北國設傳習所(廢止)	臺灣總督府	
明治三十四年十二月 二十一日	任臺北縣大福理公立校校長兼校長 該校俸七指四級又兼任臺北縣屬臺北 縣辦務署主任臺北縣辦務署勤務ヲ 命又	臺北縣	

249

249

明治三十四年 十二月二十日	職務特別勉勵ニ付其賞分全五百四 指四級又	臺北縣
明治三十四年 二月一日	統一級俸(俸級全改正ニ依ル)	內閣
明治三十四年 六月二十日	任臺灣總督府師範學校教授級高等 小倉七等	內閣
明治三十四年 七月	四級俸下賜	臺灣總督府
明治三十四年 七月	臺中師範學校勤務ヲ命又	臺灣總督府
明治三十四年 七月	臺中師範學校校長事務取扱ヲ 命又	臺灣總督府
明治三十四年 七月	傳習所師範局長事務取扱又	臺灣總督府

250

Using Computerized Graduated Prompting to evaluate 2D and 3D Drawing Skills

Ching-Yi Lee

Postdoctoral Fellow, D.School, Feng Chia University

cyilee@mail.fcu.edu.tw

Abstract

The present study employed a quasi-experimental method to explore how graduated prompting assessment influences the development of drawing skills in a computer-aided manufacturing (CAM) 2D/3D class. Eighty participants were evenly distributed between an experimental group with graduated prompting assessment (n=40) and a control group with general assessment (n=40). Results demonstrated that 2D and 3D drawing skills were better with graduated prompting assessment, irrespective of the difficulty. Lastly, scores related to the learning processes were not as stable in the general assessment group as in the graduated prompting assessment group, displaying a slow decline as the scores increased. The implications of these findings were discussed and suggestions were provided for future research.

Keywords: computerized graduated prompting, computer-aided manufacturing (CAM), 2D/3D drawing skill

電腦化漸進提示評量系統對2D與3D繪圖技巧之影響

李靜儀

逢甲大學跨領域設計學院博士後研究員

cyilee@mail.fcu.edu.tw

摘要

本研究採用準實驗研究方法以探討漸進提示評量系統對電腦輔助製造課程之2D與3D繪圖技巧發展的影響。本研究共80位學生，其中40位學生為採用漸進提示評量系統，而另外40位則採用一般評量系統。研究結果顯示，無論試題的困難度為何，採用漸進提示評量系統的學生，在2D與3D的繪圖技巧表現上，都有顯著成長。一般評量組學生的學習過程，不如漸進提示評量組學生來得穩定，顯示當難度增加時，一般評量組學生的學習表現就會下降。最後，本研究將藉由研究結果給予後續研究討論與建議。

關鍵詞：電腦化漸進提示評量系統、電腦輔助製造、2D/3D繪圖技巧

1. Introduction

In recent years, single standardized assessments have been replaced by multiple assessments within the field of education. Pedagogically, assessments are used to explore what students have learned and teachers have taught (Brookhart, 2003; Campbell & Collins, 2007; Marriott, 2009; Wang, 2010, 2011; Wang, Wang, & Huang, 2008) as a first step toward improving an instructional program. Traditional standardized and quantitative assessments that focus on students' overall performance tend to over-emphasize results and underemphasize the process of cognition. Due to the inherently static nature of such instruments, the results cannot provide instructors or evaluators with sufficient information to properly identify problems, make improvements, or predict outcomes. For this reason, dynamic assessment (DA), which emphasizes the learning process, is increasingly being adopted to develop and test students' individual learning potential through teacher-student interaction that combines instruction, assessment, and the promotion of learning (Hsu, 2008).

Previous research on graduated prompting assessment (GPA) focused on its effectiveness in enhancing student academic performance. Daniel (1997), Hessels (1997), Tzuriel (1997), Robinson-Zanartu and Aganza (2000) and Elliott (2003) all indicated that ethnic minorities, students from low socio-economic backgrounds, and those with learning difficulties improved their academic performance through DA. Nirmalakhandan (2009) discussed the application of computer-based DA systems to enhance student academic performance in foundation engineering, indicating that this approach can help students improve their problem-solving abilities and academic performance. Nevertheless, none of these researchers examined student learning processes using the GPA approach. The purpose of this study is to explore the effectiveness of GPA and identify difficulties in students' learning process, in order to make adjustments to the instruction in a 2D/3D drawing course.

Chen, Lu, Chiu, and Chen (2003) indicated that when task difficulty increases, students need more time to absorb knowledge and are prone to making more mistakes. Previous research on GPA has generally failed to consider learning difficulty and content when examining assessment effectiveness (Chang & Tzou, 2005; Liu, Chiang, Chen, Istanda, & Huang, 2007; Wang, 2010), and this has made it difficult to determine whether the assessment is effective. Thus, this study adjusted the content and organization of the 2D/3D drawing course by evaluating how the type of assessment and implied learning difficulty influenced the effectiveness of GPA.

Skills are vital in technical and vocational education. A skill is a unit of behavior composed of one or more sets. Skill acquisition is a specific and prolonged form of learning that begins with a single set at the lowest level and advances to a very large number of sets at the highest levels. In Fitts's (1964) theory, skill acquisition is

assumed to take place in three phases, beginning with the cognitive phase, followed by the associative phase, and ending with the autonomous phase. Many models of skill acquisition assume that learning processes transform the initial representation of a task into increasingly efficient representations. The skills at each level are characterized by a structure that indicates the kinds of behaviors the person can control at that level. Also, at each level, the skills include those found at all the lower levels. In other words, students are normally at different levels for different skills.

DA has been used to enhance reading and writing proficiency (Bain & Olswang, 1995; Guterman, 2002), cure language switch disability (Laing & Kamhi, 2003; Olswang & Bain 1996), and improve mathematics learning (Allsopp, Kyger, Lovin, Gerretson, Carson, & Ray, 2008; Fuchs, Compton, Fuchs, Hollenbeck, Craddock, & Hamlett, 2008), but only a few studies have explored its effect on professional development courses for college students. In addition, the evidence for task complexity being acquired at different levels is questionable. Therefore, the current study further explored the effectiveness of GPA for items of different difficulty levels in order to shed light on students' learning processes in the 2D/3D computer-aided manufacturing (CAM) drawing course.

2. Theoretical Foundation and Hypotheses

2.1 Graduated prompting assessment (GPA)

GPA is a form of DA that is capable of comprehensive assessment of student development. Originating from internalization theory, in the zone of proximal development (ZPD) (Poehner & Lantolf, 2005), DA was originally proposed by Vygotsky (1978). The theory promotes the development of cognitive functions considered to represent an examinee's best performance—based on a standardized test or clinical performance. This approach fosters flexibility and sensitivity in the teaching process, with the potential to reveal and evaluate unseen abilities (Peltenburg Van Den Heuvel-Panhuizen, & Doig, 2009). Furthermore, such an approach can diagnose deficiencies in individual mental operations, enhancing learning potential, and effectively predicting future performance (Allal & Pelgrims Ducrey, 2000; Haywood & Tzuriel, 2002; Meijer & Elshout, 2001; Swanson 2000; Swanson & Lussier, 2001; Tzuriel, 2000a, 2000b). Traditional assessment tests have focused on the overall performance of student learning where standardized and quantified assessments reflect the easily measured achievements of the examinee, not the thinking processes. Such static result-focused evaluations fail to address learning processes, incapable of providing a deeper understanding—overlooking problem solving, cognitive activities, and strategy use. The theory of social constructivism shows that distinct social and cultural backgrounds, as well as heterogeneous

individual characteristics, make cognition a complex and diverse process, not accurately measured with a single test (Wertsch, 1997). Static assessments do not give an accurate picture of the learning potential of students.

DA can compensate for the deficiencies of static assessments, but it is not a replacement (Murphy & Maree, 2006). Because DA emphasizes the plurality and the uniqueness of an individual's cognitive process, it shifts the role of teachers from controller to facilitator, where interaction with students is enhanced, strengthening the learning process. Unlike static assessments, DA is generally unable to standardize an evaluation of academic performance. To overcome this problem, GPA provides standardized measures according to the number of prompts required to facilitate the learning process (Haywood & Tzuriel, 2002).

The GPA method reveals student misconceptions and resolves them by following specific steps. According to the abilities of the learner, GPA provides prompts that are abstract at first and gradually become more specific (Campione & Brown, 1987). In this manner, learners are provided with scaffolding-like assistance, helping them in the step-by-step construction of knowledge and guiding them to a more complete mastery of a technological ability, and enhanced academic performance.

Based on Vygotsky's (1978) social development theory, GPA applies ZPD in guiding learners in the process of construction using graduated prompts. This allows evaluation of leaning preparation and instructional gains (Campione & Brown, 1987). An interactive assessment, GPA follows the strategy of 'test-teach/train-retest' (Haywood & Lidz, 2007; Moore-Brown, Huerta, Uranga-Hernandez, & Peña, 2006) in identifying individuals who experience failure in learning. This approach improves the suitability of assessment classification through the development of an effective measurement representing the individual's learning abilities. A standardized set of hints or prompts are applied during the assessment process, arranged in order of explicitness. Jitendra and Kameenui (1993) supported the use of a hierarchy of graduated prompts to enhance the accuracy in evaluating individual learning ability. That study proposed the purpose of GPA was to test and develop individual learning potential through interactions that would not only test the sensitivity of instruction, or response to mediation, but also reveal the individual's flexibility and modifiability toward learning (Haywood, Tzuriel, & Vaught, 1992).

2.2 GPA applied to skills

CAM is used in many design and manufacturing processes, including cutting path simulation, process design, machine control, and planning manufacturing systems (Chang, Wysk, & Wang, 2005). CAM curriculum is used to train students operating CAM software for 2D/3D drawing in the completion of product design. CAM technology is complex and difficult for students to learn. For students majoring

in engineering, spatial perception is associated with professional development. It is an essential cognitive skill involving the creation of a mental picture through individual thinking, used to solve practical issues (Martín-Gutiérrez, Luís Saorín, Contero, Alcañiz, Pérez-López, & Ortega, 2010; Yang & Chen, 2010). Sorby (2000) found spatial ability is closely related to the effective learning of CAD software. This highlights the challenges students face in the process of design drawing and simulating cutting paths using software. Learning strategy design has the potential to enhance the spatial abilities of students (Armstrong, 2009), and strong spatial abilities are required to draw or simulate cutting paths. For this reason, students with insufficient spatial ability tend to have blind spots in the process of drawing and path simulation resulting in design difficulties or failure. When students perform 2D/3D drawing and cutting path simulation in the current study, many misconceptions related to spatial transformation and path selection are likely to be raised. In such situations, the computerized GPA provides prompts to help students overcome their difficulties.

The GPA developed for the drawing course includes models ranging from simple to complex, in order to enable students to learn a variety of basic drawing skills. To deal with misconceptions raised from the drawing of models, the system provides prompts to help students reinforce their spatial ability. Therefore, it is proposed that GPA benefits students in their learning of 2D/3D design skills. Traditional paper-and-pencil tests do not provide prompts or operational practice, meaning that students do not have any opportunity to overcome their misconceptions. This study asserts that GPA can assist students to learn drawing skills more effectively than traditional approaches.

Previous research demonstrates that spatial ability cannot be enhanced by general methods; it requires appropriate instructions and practice (Salkind, 1976; Sexton, 1992; Strong & Smith, 2001). Students with more practice and experience have fewer misconceptions when operating CAM software for drawing. In other words, with more practice, students perform better in their skills assessments. This study, therefore, proposes that, with more GPA practice, student assessment results on the drawing course will increase.

H1: Computerized GPA can facilitate learning in a drawing course.

H2: Computerized GPA is more beneficial to learning in a drawing course than traditional forms of assessment.

H3: Using several computerized GPA systems, the evaluation of student skills in a drawing course increases.

According to the Attention Theory model, proposed by Kahneman (1973), an increase in difficulty leads to an increase in the demand placed on a learner's cognitive resources. High cognition, mental simulation, and logical thinking are

required to solve complex problems. According to the Cognitive Load Theory of Sweller, Van Merriënboer, and Paas (1998), an increase in teaching material cognitive difficulty results in higher mental load and mental effort. An increase in the complexity of drawing figures increases cognitive load, which detracts from the ability to memorize and comprehend figures. This also means that greater mental effort is required to draw complex figures. Conversely, when a figure is less complex, students experience lower cognitive load and the figure can be managed with less effort.

Given the previous discussion, this study predicts that students can more easily complete questions related to simple 2D drawing concepts and skills due to a reduction in cognitive load. Regardless of whether a computerized graduated-prompting system is used, students should be able to independently complete simple 2D drawings without prompts, with no difference in performance observed between evaluations performed by general assessments and those by computerized GPA. More difficult questions lead to greater cognitive load with resulting misconceptions about some figures. Assistance of a graduated-prompting system should be able to resolve such misconceptions and aid in the completion of the figure. Therefore, a lack of prompts increases cognitive load, leading to misconceptions, and resulting in poorer performance. Thus, this study proposes that when drawing questions are of moderate or high difficulty, students perform better with the assistance of computerized graduated-prompting than with general assessments. Because 3D drawing has an additional dimension, students must understand 2D geometry and then apply spatial transformations and mental simulation to 3D design, meaning that the design process will be more difficult than for 2D drawing. Students thus experience greater cognitive demands when drawing in 3D than in 2D. We thus expect that for 3D items, student performance with the graduated prompting system will be superior to a general assessment.

H4: When drawing simple 2D figures, there is no significant difference in the evaluation of performance using general assessments or computerized GPA.

H5: When drawing moderate or highly difficult 2D figures, students perform better with the assistance of computerized GPA than with general assessments.

H6: Regardless of the 3D drawing difficulty, students perform better with the assistance of computerized GPA than with general assessments.

3. Methods

3.1 Participants

A quasi-experimental method served as the methodology in the present study. Participants were senior students, enrolled in CAM courses. According to a cognition pre-test on CAM curriculum and S-grouping, a total of 80 students were evenly distributed in the experimental group with GPA (n=40) and the control group with general assessments (n=40).

3.2 Instruments

3.2.1 Graduated prompting assessment system

Computers have become effective methods of education in the several years. The research using Flash and PHP, the software employed a hierarchy system of standardized prompts using a MySQL database. The prompts were divided into three stages: abstract, semi-specific, and specific. Prompts were designed according to the weekly teaching schedule of the drawing course, aimed at the pre-test for the following week, in reference to the knowledge covered. These prompts can be considered as “processing” prompts, meaning that they aim to stimulate learners’ processing of the material in specific ways (Gerjets, Scheiter, & Schuh, 2008; Papadopoulos, Demetriadis, Stamelos, & Tsoukalas, 2009). For experimental group, after logging into the system, the students were given a demonstration on how to apply the GPA learning system. After clicking on a difficult question, students could click for the first abstract prompt, followed by the second semi-specific, and finally the third specific prompt. Students could skip prompts and complete the drawing directly, or continue the drawing after any of the prompts. The system recorded the behavior of each individual student for further analysis.

3.3 Skills for the drawing course

The skill scale for the drawing course was divided into 2D and 3D drawing ability sub-scales, and all questions were pilot tested by a graduate student and three undergraduates. This study classified items into low, medium, and high difficulty based on the amount of information and items that were deemed either high spatial or low spatial by Primi (2002). Item difficulty is a direct function of the number of distinct acts and information cues that must be executed in the performance of the task. It was assumed that spatial content increases the knowledge and spatial visualization skill needed to perform a task. However, no instrument was found that would measure this variable, and the categorization was based purely on experts’ opinions. The scale was further examined and modified by experts, such that the final version included 11 questions for 2D drawing and 10 questions for 3D drawing. The students’ completed drawings were evaluated by the author and two graduate students who were familiar

with the course. Kendall's coefficient of concordance (Kendall's W) was then applied to assess the inter-rater agreement. Kendall's W was 0.974 ($p < .001$) for 2D drawing and 0.976 ($p < .001$) for 3D drawing, indicating that the assessments were consistent among the raters.

3.4 Materials for drawing course

The materials for this study were taken from the Mastercam 2D drawing and the process handbook (Chung & Chen, 2006) and the Mastercam 3D drawing and the process handbook (Chung & Lee, 2007). The drawing course units were classified into: Basic operation of the software, Basic instructions for drawing, Pixel repairing, Graphics transformation, Graphics examination, 3D line-structure drawing, Entity drawing, Curved surface construction, Curved surface edition, Generating curved lines with curved surfaces, and Analysis of curved surfaces. The rough manuscript of the materials was examined and revised by experts before it was formally adopted as course material.

3.5 Experimental procedure

Prior to the instruction, the instructor verified teaching content that detailed the procedures to follow. The study using S-grouping, 40 examinees ranking first, fourth, fifth, etc., were grouped into the experimental group with GPA, while the other 40 ranking second, third, sixth, etc., were grouped in the control group. All students received same instruction from same teacher based on the same materials. The experimental instruction lasted four hours per week over 12 weeks. The first five weeks focused on 2D drawing (e.g., basic software operation, basic drawing instructions, pixel repair, graphic conversion, image check), while the next seven weeks focused on 3D (e.g., 3D wireframe drawing, physical mapping, surface construction, surface editing, surface curve, and surface analysis of inspection). However, the practice tool was different. Teacher demonstrated GPA system to the experimental group, before they practiced the items, with an emphasis on the options to obtain abstract, semi-specific, and specific assistance. For control group, the students used the traditional tool, mastercam, to practice the items. Homework was then assigned for experimental and control group for the quiz in the following week. Afterwards, two questions from the 2D drawing skills scale and one question from 3D drawing skills scale were selected for the quiz. The test time was 60-90 minutes for each question. After instructions, in order to realize the 2D and 3D drawing skill, all students took the post-test with low, medium, and high difficulty of the summative assessment.

4. Results

4.1 2D drawing skills

A two-way repeated measures analysis of variance was conducted to evaluate the time effect on 2D drawing skill items on the two groups. The 2D drawing skill score was set as the dependent variable. The within-subject factors included two levels (experimental group and control group) and time included six levels (Time1, Time2,...Time6). Prior to conducting the two-way repeated measure ANOVA, Mauchley's test for sphericity was used, showing Mauchley's W was statistically significant (Mauchley's $W=.377$, $p=.000<.05$), compensating for possible or observed violation of the sphericity assumption while the Greenhouse-Geisser conservative F-test was interpreted as a safeguard against type I error (Greenhouse-Geisser=.661) (Huck, 2011; Kirk, 1982).

As shown in Table 1, the analysis revealed a statistically significant main effect for group ($F=20.446$, $p<.001$, $\eta^2=.208$), indicating statistically significant differences in 2D drawing skills using the GPA; additionally, there was a statistically significant differences across time ($F=54.769$, $p<.001$, $\eta^2=.413$).

Table 1. Two-Way Mixed ANOVA for 2D drawing skills items

Source	SS	df	MS	F	η^2	p
Group	14210.006	1	14210.006	20.446***	.208	.000
Error	54210.044	78	695.001			
Between subjects		79				
Time	149975.309	3.305	45377.390	54.769***	.413	.000
Time*Group	5542.112	3.305	1676.853	2.024	.025	.105
Error	213590.912	257.795	828.529			
Within subjects		264.405				
Total	437528.383	343.405				

*** $p < 0.001$

A schematic of the results is presented in Figure 1. In the learning process of the experimental group, students demonstrated considerable progress on the first quiz. Similarly, the control group also displayed progress on the first quiz, but the growth was not as pronounced in the experimental group. Control group scores peaked on the second quiz, with the experimental group falling slowly thereafter.

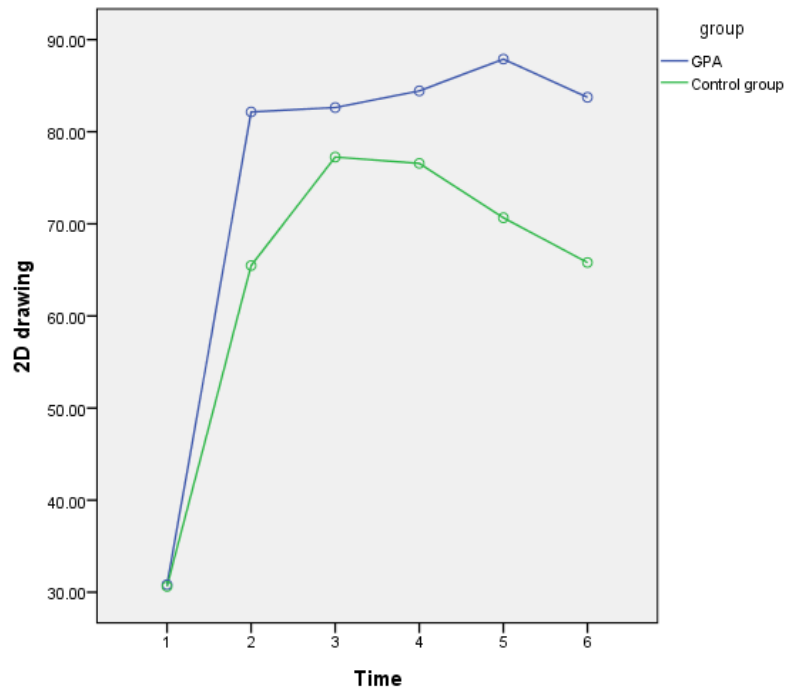


Figure 1. Linear growth trend of 2D drawing skills

To further verify instruction effectiveness, this study compared the scores in the pre-test and the post-test of the two groups, testing whether drawing ability improved after the experimental instruction. The findings demonstrate that both groups achieved higher scores on the post-test than on the pre-test. Tables 2 illustrate the results of the control group ($t=-8.030$, $p<.001$, $\eta^2=0.623$) and the experimental group ($t=-9.897$, $p<.001$, $\eta^2=0.715$). In addition, both of the effect sizes of the two groups exceeded 0.138.

Table 2. Pre-test and post-test on 2D drawing skills in the control and experimental group

Group	Variable	N	Mean	SD	t	η^2
control group	Pre-test	40	30.625	27.414	-8.030***	0.623
	Post-test	40	65.800	17.915		
experimental group	Pre-test	40	30.825	30.201	-9.897***	0.715
	Post-test	40	83.742	15.034		

*** $p < .001$

This study classified items into low, medium, and high difficulty. An independent sample t-test was then conducted to compare the two groups across these three levels of item difficulty. Table 3 shows all difficulty levels of 2D drawing skill items; the experimental group scored higher than the control group. The low difficulty exhibited $t=3.203$ ($p<.01$, $\eta^2=.116$), medium difficulty resulted in $t=3.404$ ($p<.01$, $\eta^2=.129$), and high difficulty showed $t=2.350$ ($p<.05$, $\eta^2=.066$). These all fell between 0.059~0.138, indicating an effect size with a medium degree of correlation.

Table 3. Comparison of post-test on 2D drawing skills

Difficulty	Variable	N	Mean	SD	t	η^2
Low	Experimental group	40	97.475	12.641	3.203**	0.116
	Control group	40	84.150	23.071		
Medium	Experimental group	40	87.250	17.020	3.404***	0.129
	Control group	40	66.625	34.332		
High	Experimental group	40	66.500	33.650	2.350*	0.066
	Control group	40	46.625	41.593		

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

4.23D drawing skills

The within-subject factors were grouped with two levels (experimental group and control group) and over time with eight intervals (Time1, Time2,...Time8). The Mauchley's W was significant (Mauchley's $W=.556$, $p=.019<.05$), the Greenhouse-Geisser conservative F-test, interpreted as a safeguard against type I error, exhibited Greenhouse-Geisser=.876.

As Table 4 shows, results revealed a significant main effect for group ($F=20.357$, $\eta^2=.207$), indicating statistically significant differences in 3D drawing skills using GPA; additionally, there was a statistically significant difference across time ($F=17.913$, $p<.01$, $\eta^2=.187$).

Table 4. Two-Way Mixed ANOVA for 3D drawing skills items

Source	SS	df	MS	F	η^2	p
Group	36030.006	1	36030.006	20.357***	.207	.000
Error	138051.743	78	1769.894			
Between subjects		79				
Time	94605.463	6.130	15432.768	17.913***	.187	.000
Time*Group	3268.169	6.130	533.129	.619	.008	.719
Error	411950.201	478.153	861.545			
Within subjects		490.413				
Total	683905.582	569.413				

***p < .001

As shown in Figure 2, at the beginning of instruction, both groups displayed considerable progress on the first quiz of the 3D drawing course, showing that student cognition had improved after instruction.

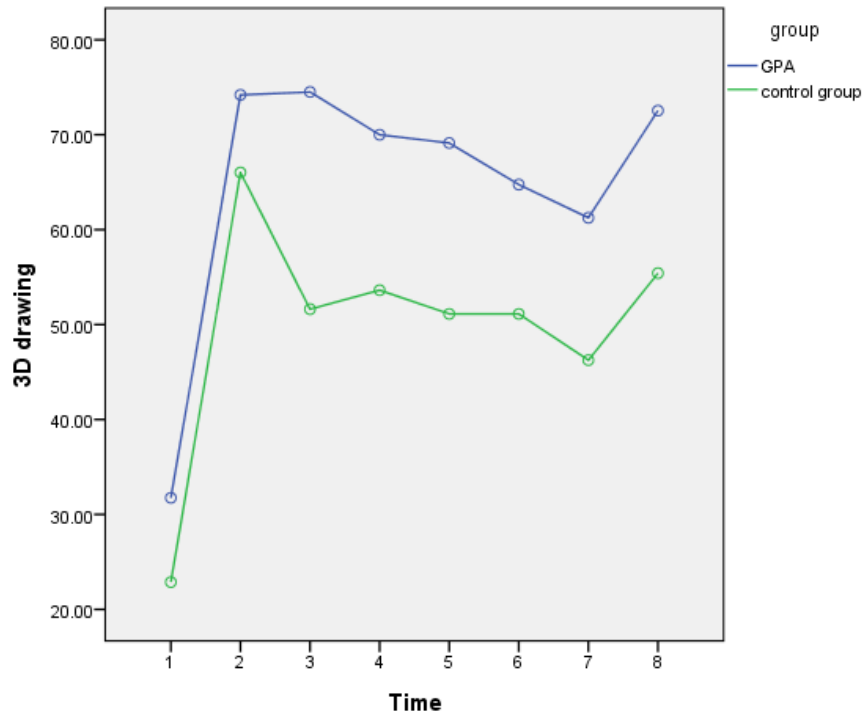


Figure 2. Linear growth trend of 3D drawing skills

Findings comparing pre and post on 3D skills showed that both groups had higher scores on the post-test than on the pre-test. As shown in Tables 5, the control group exhibited $t=-6.955(p<.001, \eta^2=.554)$, the experimental group $t=-6.079(p<.001, \eta^2=.487)$, with an effect size for the two groups larger than 0.138, indicating a high degree of correlation.

Table 5. Pre-test and post-test on 3D drawing skills in the control group

Group	Variable	N	Mean	SD	t	η^2
control group	Pre-test	40	31.750	35.869	-6.955***	0.554
	Post-test	40	72.542	16.194		
experimental group	Pre-test	40	22.875	34.004	-6.079***	0.487
	Post-test	40	55.417	24.205		

***p < .001

Table 6 shows that across all levels of item difficulty associated with 3D drawing skills, the experimental group scored higher than the control group. The low difficulty resulted in $t=3.908(p<.01, \eta^2=.110)$, medium difficulty $t=2.541(p<.05, \eta^2=.076)$, and high difficulty $t=2.262(p<.01, \eta^2=.062)$. These were all between .059~.138, exhibiting an effect size with a medium degree of correlation.

Table 6. Comparison of post-test on 3D drawing skills

Difficulty	Variable	N	Mean	SD	t	η^2
Low	Experimental group	40	90.500	12.079	3.908**	0.110
	Control group	40	73.875	31.714		
Medium	Experimental group	40	75.500	26.307	2.541*	0.076
	Control group	40	58.375	33.539		
High	Experimental group	40	51.625	36.627	2.262*	0.062
	Control group	40	34.000	32.976		

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

5. Discussion

5.1 Growth trend and comparison of skills

5.1.1 Comparing GPA to general assessment in 2D and 3D drawing skills

Significant differences between the two groups appeared in the later stages of instruction. As predicted, students experienced a greater cognitive load in dealing with single-code messages than with multi-code messages (Mayer, 2002). The GPA approach assisted students with prompts that were designed to overcome potential misunderstandings. This reduced student cognitive load, fostering the spatial ability required for drawing. General assessments, on the other hand, focus on memorization; causing students to employ greater cognitive resources to deal with the test problems. This leads to a greater likelihood of failure on the test due to insufficient drawing ability, due to forgetting information or insufficient understanding. In this case, the graduated-prompting system satisfied the cognitive needs of students, reinforcing visual understanding and fostering spatial competence.

5.2 Learning process for 2D and 3D drawing skills

In terms of the learning process for 2D drawing skills, Paivio (1975) indicated that applying two codes to data could help students remember more effectively than a single code. The current study's control group was unable to maintain its scores after reaching a peak, due to coursework that could not be memorized easily with single code information. Without an increase in spatial competence, test scores in later stages were likely to drop. Results for the 3D drawing skills show students in both groups established primary cognitive knowledge and skills that provided them with the competence required for simple drawing questions. However, the spatial competence and the drawing skills required for 3D drawing were more difficult than those for 2D drawing. For this reason, even with GPA, scores were not maintained and dropped

after reaching an early peak. On the last quiz, the score increased again because learning required more time. After sufficient knowledge and skills were absorbed in the exploration period, students were able to deal with harder 3D drawing questions. The scores for the control group showed a sudden drop after the first quiz, probably because students were not assisted with prompts and that they did not know what to do when encountering a problem with a test item. However, the increase in the score on the post-test showed that learning was effective. All the test scores of the control group were lower than those of the experimental group, showing that the graduated-prompting system fostered spatial competence and improvements in design skills.

5.3 Effects of difficulty on assessment

Findings showed that, in spite of the difficulty of the questions, the experimental group outperformed the control group on 2D and 3D drawing skills. This confirmed that GPA is superior to general assessments and not influenced by the difficulty of questions. It also demonstrates that the computerized GPA is a powerful instruction-aided multi-media tool that can help students establish their spatial transformation abilities, cognitive and logical thinking capacity, and drawing skills, as well as improve learned abilities and skills used to create drawings.

6. Conclusion and limitations

The result revealed that dynamic assessment has a great potential to be a useful tool of learning and assessment in the CAM drawing course as it focuses on potential rather than final achievement. The current research compared general and graduated prompting methods of assessment to investigate difficulty of items in terms of the effectiveness of GPA within a 2D/3D CAM drawing course. Results contribute to the GPA literature in several ways. First, according to Poehner (2008), graduated prompting methods emphasize assisting students when they encounter trouble in solving problems. In the process of interaction between teacher and students, the teacher will help students to discover or apply some principles to overcome the problem, encouraging increased learning. The current study's GPA system was designed with a hierarchical system of standardized prompts, drawn from a database, using Flash and PHP for interface design. The system contained 2D and 3D drawing items, presenting concepts in layered prompts, while exploring how GPA affects student 2D/3D cognition, drawing skills, and learning attitudes. For students in the low-scoring group, GPA was better than general assessments, but in the high scoring group, the opposite effect was observed. When faced with new information, novice learners cannot acquire in-depth knowledge, which requires repetitive practice for storage in long-term memory. With the assistance of GPA and repetitive practice,

through homework, knowledge moves into the long-term memory. Information later retrieved from long-term memory is capable of connecting chunks of knowledge and inconsistent information, integrating them to guide one's judgment (Chi, Feltovich, & Glaser, 1981). Despite the intervention of the GPA, students in the high-scoring group appear not to have improved their cognitive abilities.

Next, ZPD is regarded as a multistage continuous progression of development rather than a single point in time. When students get help from teachers, classmates, and other resources, they perceive present ability as a springboard to transfer a potential ability. In addition, when students learn different types of tasks, skills, and behavior, the process tends to become a continuous loop over time. In this process, students have different performance abilities across varied tasks (Shabani, 2012). Therefore, this study was divided into varying degrees of difficulty, and different temporal points in order to investigate academic performance. Gagne (1985) considered that prior knowledge is the basis for following a hierarchy of learning. As a result, learning comes from simple prior knowledge, with the interface of course content leading to simple and complex sequencing.

Scaffolding can be differentiated as two distinct types: one is sequential scaffolding, which refers to teacher integrated application of relevant course material and the adoption of routine activities; the other is vertical scaffolding, which involves extending learner abilities by asking questions and requesting elaboration. Before students begin the 3D drawing course, they have already learned the basic concepts of 2D drawing, and are therefore capable of responding to vertical scaffolding. Compared to traditional forms of assessment, GPA presents motion graphics on a computer, integrating graphical and symbolic representations, which not only deepens learning, but also presents concrete concepts. Knowledge is spread through activation from items currently or recently dealt with (Anderson, 2009). When individuals receive stimulation, the messages enter long-term memory through repetition. However, when students in traditional assessment groups are presented with difficult materials, they must hold a large number of components in working memory, resulting in excessive cognitive load (Marcus, Cooper, & Sweller, 1996; Sweller et al., 1998). Thus, the GPA group outperformed the general assessment group in 2D and 3D drawing skills, regardless of the difficulty of 2D and 3D items.

Any conclusions drawn from the above results must be tempered by the limitations of the research. First, due to the limitations of established classes, a randomized experiment could not be performed. Second, Mastercam software was used in this study, lowering generalizability. Further, with a the limitations of the GPA system, caution must be applied, as the findings might not be expanded to all college students in the Department of Mechanical Engineering, but merely to the students

majoring in the CAM curriculum. Finally, given the limitations of time and equipment, this study covered only the 2D and 3D drawing components as course content.

7. Implications

This research has important implications for students and teachers. First of all, DA is considered as a method of helping individuals improve their performance on tasks that require specific skills. Focusing on changes in performance rate, remedial strategies for student progress (Wiedl, 2003), and amount of improvement are all methods of assessing students' learning growth or potential (Ferrara, Brown, & Campione, 1986). Second, in the current study, because 3D drawing requires spatial perception abilities, the graduated prompt approach proposed by Campione and Brown (1987) can serve as the basis for developing the contents of instructional prompts, and these instructional prompts can then be used in the remedial teaching of 2D and 3D drawing. Further experimental investigations are needed to estimate the learning transfer ability for different types of courses and the effects of the three models must be compared to confirm the stability and differences among the various assessment approaches. Third, our findings indicate that GPA has different effects on potential development when students learn drawing. Thus, teachers may also refer to the approach in which the GPA system is integrated into drawing teaching, along with the design of its instructional prompts, to develop DA items and instructional prompts for other drawing topics in which students struggle with spatial difficulties. The students may then use these DA items and instructional prompts to engage in self-learning. Forth, Carroll (1963) proposed the Model of School Learning (MSL), which posited that the degree of learning is a function of the ratio of the time the student actually spends on learning the task to the time required. This influences student achievement on the mastery of a task. Hence, we suggest extending the function of the ratio of the time in this system to include each student's academic achievement according to the ratio of time spent learning.

Recently, the concept of cognitive load has received greater attention from researchers (Kirschner, Ayres, & Chandler, 2011; Paas, Renkl, & Sweller, 2003). It has been identified as an important factor in various areas of instructional design, such as science and geometry, as well as in technical instructions and statistics (Gerjets & Scheiter, 2003; Hilbert, Renkl, Kessler, & Reiss, 2008), where there is a focus on working memory load and the instructional design. Because the design of this study's course moves from simpler to difficult, with a greater working memory load required in the later stages, the participants appeared to be overloaded as the course advanced, resulting in a performance decline for students not using the GPA system. In follow-up studies, the cognitive load could be manipulated sequentially to explore the

effects on students in different stages of learning, to better understand the development of spatial reasoning ability.

Finally, LeFevre, Smith-Chant, Fast, Skwarchuk, Sargla, Arnup, Penner-Wilger, Bisanz, and Kamawar (2006) explored the development of mathematical conceptual and procedural knowledge among 255 children. Procedural knowledge was assessed using processing speed and accuracy in counting objects; conceptual knowledge was assessed by asking children to make judgments about similar questions. Results demonstrated that procedural knowledge improved with age. By contrast, there was a curvilinear relationship between conceptual knowledge and age, even in the development of math skills at different levels. Therefore, future studies could assess drawing 2D/3D rendering time as procedural knowledge and assess items of similar difficulty as conceptual knowledge to better understand whether the development of both types of knowledge increases with age. Moreover, the shape of the interactions between conceptual and procedural knowledge is still under debate, and the conflicting theoretical viewpoints have not converged (Schneider & Stern, 2010). With intense requirements for both procedural and conceptual knowledge, computer-aided manufacturing appears to be a perfect field for developing and testing such theories.

References

- Allal, L., & Pelgrims Ducrey, G. (2000). Assessment “of”-or “in”-the zone of proximal development. *Learning and Instruction, 10*(2), pp. 137-152.
- Allsopp, D. H., Kyger, M. M., Lovin, L. A., Gerretson, H., Carson, K. L., & Ray, S. (2008). Mathematics dynamic assessment informal assessment that responds to the needs of struggling learners in mathematics. *Teaching Exceptional Children, 40*(3), pp. 6-16.
- Anderson, J.R. (2009). *Cognitive psychology and its implications* (17 ed.). New York: Worth Publishers.
- Armstrong, T. (2009). *Multiple intelligences in the classroom* (3rd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bain, B.A., & Olswang, L.B. (1995). Examining readiness for learning two-word utterances by children with specific expressive language impairment: Dynamic assessment validation. *American Journal of Speech-Language Pathology, 4*(1), pp. 81-91.
- Brookhart, S.M. (2003). Developing measurement theory for classroom assessment purposes and uses. *Educational Measurement: Issues and Practice, 22*(4), pp. 5-12.
- Campbell, C., & Collins, V.L. (2007). Identifying essential topics in general and special education introductory assessment textbooks. *Educational Measurement: Issues and Practice, 26*(1), pp. 9-18.
- Campione, J.C., & Brown, A.L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C.S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 82-115). New York, NY: Guilford Press.
- Carroll, J. (1963). A model of school learning. *The Teachers College Record, 64*(8), pp. 723-723.
- Chang, P.Z., & Tzou, H.I. (2005). The research of fourth graders on reading-summarizing performance assessment and self-assessment. *Journal of National University Tainan: Education, 39*(1), pp. 149-173.
- Chang, T.C., Wysk, R.A., & Wang, H.P. (2005). *Computer-aided manufacturing* (3ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Englewood Cliffs.
- Chen, H.S., Lu, F.C., Chiu, Y.T., & Chen, H.G. (2003). The research of influence of task type and difficulty on the effect and satisfaction of collaborative learning on ALN: A comparison of vocational school and regular college. *Journal of Information Management, 10*(1), pp. 233-246.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive science, 5*(2), pp. 121-152.
- Chung, H.Y., & Chen, T.J. (2006). *Mastercam 2D drawing and processing instruction manual*. Taipei: OpenTech.
- Chung, H.Y., & Lee, T.W. (2007). *Mastercam 3D drawing and processing instruction manual*. Taipei: OpenTech.
- Daniel, M.H. (1997). Intelligence testing: Status and trends. *American Psychologist, 52*(10), pp. 1038-1045.
- Elliott, J. (2003). Dynamic assessment in educational settings: Realising potential. *Educational Review, 55*(1), pp. 15-32. doi:10.1080/00131910303253
- Ferrara, R. A., Brown, A.L., & Campione, J.C. (1986). Children's learning and

transfer of inductive reasoning rules: Studies of proximal development. *Child development*, 57(5), pp. 1087-1099.

Fitts, P.M. (1964). Perceptual-motor skill learning. In A. W. Melton (Ed.), *Categories of human learning*. New York: Academic.

Fuchs, L.S., Compton, D.L., Fuchs, D., Hollenbeck, K.N., Craddock, C.F., & Hamlett, C.L. (2008). Dynamic assessment of algebraic learning in predicting third graders' development of mathematical problem solving. *Journal of educational psychology*, 100(4), pp. 829-850.

Gagne, R.M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. New York: CBS College Publishing.

Gerjets, P., & Scheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidence from hypertext-based instruction. *Educational Psychologist*, 38(1), pp. 33-41.

Gerjets, P., Scheiter, K., & Schuh, J. (2008). Information comparisons in example-based hypermedia environments: Supporting learners with processing prompts and an interactive comparison tool. *Educational Technology Research and Development*, 56(1), pp. 73-92. doi:10.1007/s11423-007-9068-z

Guterman, E. (2002). Toward dynamic assessment of reading: applying metacognitive awareness guidance to reading assessment tasks. *Journal of Research in Reading*, 25(3), pp. 283-298.

Haywood, H.C., & Lidz, C.S. (2007). *Dynamic assessment in practice: Clinical & educational applications*. New York: Cambridge University Press.

Haywood, H.C., & Tzuriel, D. (2002). Applications and challenges in dynamic assessment. *Peabody Journal of Education*, 77(2), pp. 40-63.

Haywood, H.C., Tzuriel, D., & Vaught, S. (1992). Psychoeducational assessment from a transactional perspective. In H. C. Haywood, & D. Tzuriel (Eds.). *Interactive assessment* (pp. 38-63). New York: Springer Verlag.

Hessels, M.G.P. (1997). Low IQ but high learning potential: Why Zeyneb and Moussa do not belong in special education. *Educational and Child Psychology*, 14(1), pp. 121-136.

Hilbert, T.S., Renkl, A., Kessler, S., & Reiss, K. (2008). Learning to prove in geometry: Learning from heuristic examples and how it can be supported. *Learning and Instruction*, 18(1), pp. 54-65.

Hsu, C.H. (2008). The effects of strategy instruction and scaffolding mediation in dynamic assessment for facilitating first graders' learning potential on mathematical problem solving. *Bulletion of Education Psychology*, 39(4), pp. 513-532.

Huck, S.W. (2011). *Reading statistics and research* (6ed.). Boston, MA: Pearson Education.

Jitendra, A.K., & Kameenui, E.J. (1993). Dynamic assessment as a compensatory assessment approach. *Remedial and Special Education*, 14(5), pp. 6-18.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Kirk, R.E. (1982). *Experimental design: Procedures for the behavioural sciences* (2ed.). Belmont, CA: Brooks/Cole.

Kirschner, P.A., Ayres, P., & Chandler, P. (2011). Contemporary cognitive load theory research: The good, the bad and the ugly. *Computers in Human Behavior*, 27(1), pp. 99-105.

Laing, S.P., & Kamhi, A. (2003). Alternative assessment of language and literacy in culturally and linguistically diverse populations. *Language, Speech, & Hearing*

Services in Schools, 34(1), pp. 44-55.

LeFevre, J.A., Smith-Chant, B.L., Fast, L., Skwarchuk, S.L., Sargla, E., Arnup, J.S., Penner-Wilger, M., Bisanz, J., & Kamawar, D. (2006). What counts as knowing? The development of conceptual and procedural knowledge of counting from kindergarten through Grade 2. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(4), pp. 285-303.

Liu, Y.C., Chiang, M.C., Chen, S.C., Istanda, V., & Huang, T.H. (2007, October). An online system using dynamic assessment and adaptive material. 37th Annual Frontiers In Education Conference-Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports. Symposium conducted at the meeting of Milwaukee, WI. (pp. T3D-6-T3D-10)

Marcus, N., Cooper, M., & Sweller, J. (1996). Understanding instructions. *Journal of educational psychology*, 88(1), pp. 49-63.

Marriott, P. (2009). Students' evaluation of the use of online summative assessment on an undergraduate financial accounting module. *British Journal of Educational Technology*, 40(2), pp. 237-254.

Martín-Gutiérrez, J., Luís Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), pp. 77-91.

Mayer, R.E. (2002). Multimedia learning. In H. R. Brian (Ed.). *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 41, pp. 85-139). San Diego: Academic Press.

Meijer, J., & Elshout, J.J. (2001). The predictive and discriminant validity of the zone of proximal development. *British Journal of Educational Psychology*, 71(1), pp. 93-113.

Moore-Brown, B., Huerta, M., Uranga-Hernandez, Y., & Peña, E.D. (2006). Using dynamic assessment to evaluate children with suspected learning disabilities. *Intervention in School and Clinic*, 41(4), pp. 209-217.

Murphy, R., & Maree, D.J.F. (2006). Meta-analysis of dynamic assessment research in South Africa. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 6(1), pp. 32-60.

Nirmalakhandan, N. (2009). Use of computerized dynamic assessment to improve student achievement: Case study. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 135(2), pp. 75-80.

Olswang, L.B., & Bain, B.A. (1996). Assessment information for predicting upcoming change in language production. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(2), pp. 414-423.

Paas, F.G., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), pp. 1-4.

Paivio, A. (1975). Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition*, 3(6), pp. 635-647.

Papadopoulos, P., Demetriadis, S., Stamelos, I., & Tsoukalas, I. (2009). Prompting students' context-generating cognitive activity in ill-structured domains: does the prompting mode affect learning? *Educational Technology Research and Development*, 57(2), pp. 193-210. doi:10.1007/s11423-008-9105-6

Peltenburg, M., Van Den Heuvel - Panhuizen, M., & Doig, B. (2009). Mathematical power of special-needs pupils: An ICT-based dynamic assessment format to reveal weak pupils' learning potential. *British Journal of Educational Technology*, 40(2), pp. 273-284.

- Poehner, M.E. (2008). *Dynamic assessment: A Vygotskian approach to understanding and promoting L2 development*. New York: Springer.
- Poehner, M.E., & Lantolf, J.P. (2005). Dynamic assessment in the language classroom. *Language Teaching Research*, 9(3), pp. 233-265.
- Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks: Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30(1), pp. 41-70.
- Robinson-Zanartu, C.A., & Aganza, J.S. (2000). Dynamic assessment and sociocultural context: Assessing the whole child. In C. S. Lidz., & J. G. Elliott (Eds.). *Dynamic assessment: Prevailing models and applications* (pp. 443-487). Oxford: Emerald Group Publishing.
- Salkind, N.J. (1976). A cross-dimensional study of spatial visualization in young children. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 129(2), pp. 339-340.
- Schneider, M., & Stern, E. (2010). The developmental relations between conceptual and procedural knowledge: A multimethod approach. *Developmental psychology*, 46(1), pp. 178.
- Sexton, T.J. (1992). Effect on spatial visualization: Introducing basic engineering graphics concepts using CAD technology. *Engineering Design Graphics Journal*, 56(3), pp. 36-43.
- Shabani, K. (2012). Dynamic assessment of L2 learners' reading comprehension processes: A Vygotskian perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 32, pp. 321-328.
- Sorby, S.A. (2000). Spatial abilities and their relationship to effective learning of 3-D solid modeling software. *Engineering Design Graphics Journal*, 64(3), pp. 30-35.
- Strong, S., & Smith, R. (2001). Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1), pp. 1-6.
- Swanson, H.L. (2000). Swanson-cognitive processing test: review and applications. In C.S. Lidz, & J.G. Elliott (Eds.). *Dynamic assessment: Prevailing models and applications* (pp. 71-107). Oxford: Emerald Group Publishing.
- Swanson, H.L., & Lussier, C.M. (2001). A selective synthesis of the experimental literature on dynamic assessment. *Review of Educational Research*, 71(2), pp. 321-363.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J.J.G., & Paas, F.G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), pp. 251-296.
- Tzuriel, D. (1997). A novel dynamic assessment approach for young children: Major dimensions and current research. *Educational and Child Psychology*, 14, pp. 83-108.
- Tzuriel, D. (2000a). Dynamic assessment of young children: Educational and intervention perspectives. *Educational Psychology Review*, 12(4), pp. 385-435.
- Tzuriel, D. (2000b). The Seria-Think instrument: A novel measure for assessment and intervention in seriation-computational domain. *School Psychology International*, 20, pp. 173-190.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wang, T.H. (2010). Web-based dynamic assessment: Taking assessment as teaching and learning strategy for improving students'e-Learning effectiveness. *Computers & Education*, 54(4), pp. 1157-1166.
- Wang, T.H. (2011). Implementation of Web-based dynamic assessment in facilitating junior high school students to learn mathematics. *Computers & Education*, 56(4), pp. 1062-1071.

Wang, T.H., Wang, K.H., & Huang, S.C. (2008). Designing a Web-based assessment environment for improving pre-service teacher assessment literacy. *Computers & Education, 51*(1), pp. 448-462.

Wertsch, J.V. (1997). *Vygotsky and the formation of the mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wiedl, K.H. (2003). Dynamic testing: A comprehensive model and current fields of application. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 3*(2), pp. 93-119. doi:<http://dx.doi.org/10.1891/194589503787383055>

Yang, J.C., & Chen, S.Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game. *Computers & Education, 55*(3), pp. 1220-1233.

教師教學效能與學生數學學習困擾關係之研究

謝惠如

國立彰化師範大學教育研究所研究生

龔心怡

國立彰化師範大學教育研究所教授

hykung@cc.ncue.edu.tw

摘要

本研究旨在探討教師教學效能與學生數學學習困擾關係之研究。以臺中市公、私立高中附設職業類科及高職兩類型學校日間部學生為研究對象，採問卷調查抽取 1,019 位高職學生為樣本，經施以「教師教學效能量表」與「數學學習困擾量表」後，所得資料以描述統計、獨立樣本 t 考驗、單因子變異數分析、Pearson 積差相關及多元迴歸等方法進行分析。研究結果如下：(一)學生知覺高職教師教學效能情形屬中等以上程度；(二)高職學生數學學習困擾屬中等程度；(三)不同學校屬性、性別與科系的高職學生在知覺教師效能上均有顯著差異；(四)不同學校屬性、性別與科系之高職學生在數學學習困擾上部分達顯著差異；(五)教師教學效能與高職學生數學學習困擾具顯著負相關；(六)教師教學效能能有效預測高職學生數學學習困擾，最具解釋力的預測變項為「教材呈現」。根據研究發現提出建議，以提供學校行政機關、數學教師及未來研究參考。

關鍵詞：教師教學效能、數學學習困擾、高職學生

A Study of the Relationship between Teachers' Teaching Effectiveness and Students' Mathematics Learning Disturbance in Vocational Senior High Schools in Taichung

Hui-Ju Hsieh

Graduate Student, Graduate Institute of Education, National Changhua University of Education

Hsin-Yi Kung

Professor, Graduate Institute of Education, National Changhua University of Education
hykung@cc.ncue.edu.tw

Abstract

The main purpose of this study was to explore the relationship between teacher's teaching effectiveness and students' mathematics learning disturbance. The participants were 1,019 vocational senior high school students in Taichung. Questionnaires survey has been utilized as the research method and descriptive statistics, independent sample t-test, one-way ANOVA, Pearson product-moment correlation and multiple regression analysis were applied to analyze the data. The major findings of this study were summarized as following: first, students perceived vocational teacher's teaching effectiveness were above the average. Second, vocational senior high school students' mathematics learning disturbances were at the medium level. Third, there were significant differences in teachers' teaching effectiveness from students' perceptions with respect to schools' attributes, gender, departments, and grades. Fourth, there were partially significant differences in students' mathematics learning disturbances with respect to schools' attributes, gender, departments, and grades. Fifth, there was a negative correlation between teacher's teaching effectiveness and vocational school students' mathematics learning disturbance. Sixth, teacher's teaching effectiveness of students' perceptions can negatively predict their mathematics learning disturbance and "teaching material" was the strongest predictor. Based on the findings, the suggestions were provided to school administrators, mathematics teachers, and future researchers.

Keywords: teachers' teaching effectiveness, mathematics learning disturbance, vocational senior high school students

壹、緒論

數學是科學之母，是一切科技教育的基礎，不僅在日常生活中扮演極為重要的角色，在國家中也是帶動社會進步與繁榮的關鍵，當一個國家的科學與科技對人民日常生活的影響日益深遠之際，數學教育的重要性將與日俱增(Lofland, 1993)。雖然數學如此重要，國內外研究卻指出對許多學生而言，數學是令他們感到最困難及學習挫敗的科目(吳挺鋒，2010；陳文炳，2005；Lerner, 2000)。儘管許多學生都有過數學科學習的挫敗經驗，以致對數學的學習缺乏信心，然而綜觀國內對數學教育的關注仍多集中於國小、國中與高中學生的學習情形，針對高職學生階段的數學學習相關議題之研究卻少之又少。

過去因社會經濟結構以勞力密集產業為主，所以需要大量的基層基礎能力，導致高職課程內容規劃大多以就業為導向，所以較重視技能實習課程，忽略了基礎學科。近年來職業教育為了兼具就業與升學目標，培育高階的科技人才，因而將目標漸漸朝向兼顧學生職業養成及升學發展，也開始重視國文、英文、數學等基礎學科。然而高職學生面對數學的態度真的因此而改變了嗎？以研究者任教高職十多年的觀察，相較於中小學學生對數學學習的挫敗，高職學生對數學學習的困擾是有過之而無不及，究竟是過去學習經驗造成學生學習數學的困擾？還是就讀科系的教材內容導致學生造成逃避解決數學問題？又或是就讀學校的不同等外在因素影響高職學生學習數學困擾的不同？探究高職學生在數學的學習困擾之現況是為本研究動機之一。

教師在教育的歷程中具有關鍵角色，無論是教育目標的實現，或者是教育功能的增進，教師都具有決定性的影響力。研究者一直深信著：「沒有學不會的學生，只有不會教的老師。」教師是站在第一線實際提昇教學品質之行動者，一切的身教、言教與作法都足以影響學生的學習。因此老師如何善用各種教學方法以提升數學領域教學的成效、增進學生的數學能力，並設法引導學生將數學運用到日常生活，也是一項重要課題。Kowalski & Taylor(2011)指出，教師是引發反思活動的最佳來源，也就是說教師具有激發學生的關鍵能力。教師擁有較高的教學效能，學生才能有良好學習成效(Shulman, 2001)。成果愈佳則學生愈不容易產生學習困擾，被視為教學成功與否的關(Dobbie, 2011；Rockoff & Speroni, 2011；Tschannen-Moran & Woolfolk, 2001)。因此是否能使學生學習困擾降低，「教師的教學效能」將會是最主要的成功推手。

然而若只從教師角度來探究教學效能，是否足以呈現教師教學效能的全貌？教師與學生所認知的教學效能是否一致？有的老師把數學當成國文來教，不斷要求學生記公式；有的老師只活在自己的世界裡，把上課當成自己的試教，卻忽略了臺下學生的言行、舉止與反應，一段時間累積下來，這樣的數學課都只是流於形式的在上課，教師該有的傳道、授課、解惑裡最重要的一環——解惑，卻始終沒做到，或許這也就是導致學生產生數學學習困擾的最終導火線。因此本研究認為欲探討教師的教學效能，需要從學生知覺教師教學效能的角度來探討，究竟目前高職學生所知覺到其數學教師教學效能為何，此為本研究動機之二。

要落實每一位孩子的學習，就需要老師精熟的教學專業能力。但僅靠專業就是有效能的教學嗎？數學學習節奏之疏熟快慢，經常因人而異，教師應避免將全班學生，當作均質的整體，並應透過教學的評量，分析學生的學習問題，做適當的診斷、引導與解決(Kon, 1995)。教師的教學效能是解決學生數學學習困擾的主要關鍵因素，瞭解教師教學效能與學生的數學學習困擾之相關有其重要性，是否教師教學效能越高，學生的數學學習困擾就會越低是值得進一步探究的，此為本研究動機之三。

由相關的研究發現，多元入學方案實施後，對於不同層級與不同類科的學生都產生了影響，學生不同背景變項之學習困擾也因此備受關注。有研究發現公私立學校學生，其學習困擾程度不同(廖佳紅，2004；張永宗，2001)；也有研究結果顯示男生學習困擾高於女生(尤思淳，2010)；許多國外研究則提出相反的看法，認為女生在學習困擾上較男生來的嚴重(Nielsen, 1996; Vezeau, Bouffard, & Chouinard, 2000)；而張秋明(1997)研究指出，工業類科及商業類科具有較高的學習困擾；林美靖(2004)調查則顯示商業經營科學生學習困擾明顯高於其他科系；以及也有研究認為不同年級之學生在學習困擾上有顯著差異(尤思淳 2010；陳靖涵，2008)。究竟性別是不是導致學習困擾有所不同的原因之一？還是年級會影響學習困擾的高低程度？不同的科系是否會對於學習數學有不同的態度？又或是公立學校的學生，本身對於基礎科學的學習力相對於私立學校的學生就比較高，因此比較不會產生學習困擾？故瞭解目前高職教育現場不同性別、年級、科系、學校屬性的學生在數學學習困擾上知覺數學教師教學效能之差異性，為本研究動機之四。

綜合上述，本研究以臺中市公、私立高中附設職業類科及高職兩類型學校日間部學生為研究對象，旨在瞭解教師的教學效能與學生其數學科的學習困擾之關係，茲將本研究目的歸納敘述如下：

- (一) 瞭解高職學生在數學科的學習困擾與知覺數學教師教學效能之現況。
- (二) 比較不同公私立、性別、科系、年級的高職學生在數學學習困擾程度與知覺數學教師教學效能之差異性。
- (三) 探究高職數學教師教學效能與學生數學學習困擾之相關性與預測力。

貳、文獻探討

一、數學學習困擾之定義及相關研究

(一) 數學學習困擾之定義

國內外學者對「學習困擾」(learning disturbance)的概念有不同的詮釋，Naparstek(1995)認為學習困擾是指學生的學習成就無法符合教師、家長或學生個人的期望；何英奇(2001)提出學習困擾是智慧正常學生其學習行為表現低於同年齡同學的水準，或低於其智能所預期之應有的成就水準，也可稱之為學習困難。若將學習困擾的定義聚焦於數學學科，余鴻穎(2006)則認為數學學習困擾，係指學生在數學學習過程中，遭到學校、家庭、個人、社會或其他不可抗力等各方

面的因素，使學生學習數學時產生焦慮及挫折，而導致學生無法專心學習，致使數學學業成績不理想。進一步以高職學生為例，高職學生在學習數學時，所產生的學習困擾一般是由於對課程內容感到挫折、對課業和考試感到焦慮、對於老師的態度和學校環境感到不安，進而無法專心學習，影響到學習成效。綜合以上歸納，本研究將數學學習困擾定義為學生在學習過程中。遭到個人、家庭、學校、社會或其他不可抗拒力等各方面的困擾，進而對數學課程學習、學習方法及學習情緒等方面，產生數學焦慮或挫折，導致無法專心學習，數學學業的成績不理想，嚴重影響數學學習成效或學習意願。

(二) 數學學習困擾之原因與表徵

何英奇(2001)認為學生學習困難的原因可歸納為四個方面：1.家庭因素包括家庭破碎、家庭社經低、家庭文化貧乏、家庭價值觀偏差、親子關係冷漠或不佳、父母管教方式不當、父母期望過高或過低。2.學校因素：包括學要設施缺乏、課程與教材不當、教師教學不當、教師無法適應學生個別差異、學校或班級氣氛不佳、同儕文化之偏差、師生關係不良、過度競爭害怕失敗、喪失學習興趣。3.社會因素：包括社區環境不良、社區文化水準低、社區青少年犯罪率高、社會價值觀偏差。4.個人因素：自我概念消極、學習動機薄弱、恐懼失敗、基礎不足缺乏準備度、學習態度不正確、學習習慣不佳、缺乏學習方法與策略、學生學習風格與教師教學風格缺乏適配。在數學學習困擾方面，余鴻穎(2006)研究指出高職學生具有中等程度以上的數學學習困擾，最主要的困擾來源來自個人因素，並且會因數學學習總成績而有所影響。

綜合上述，本研究將數學學習困擾之原因區分為二項因素：1.個人因素，又分類為二項：(1)生理因素：生理障礙、身體疾病、表達能力欠佳、缺席次數過多等。(2)心理因素：缺乏學習動機、缺乏學習興趣、過度沉迷與學習無關的事物、情緒困擾、學習方法不恰當、學習焦慮、學習態度不積極或壓力過大、價值觀念偏差。2.環境因素，可分為(1)家庭：包括父母的管教態度不對、親子關係不佳、家庭經濟狀況、家庭價值觀偏差、父母對孩子的期望過高或過低、父母的教育程度、家庭氣氛不和諧、學習環境不良。(2)學校：包括學校的設備、教學課程與教材不當、教師教學方式不當、師生關係不良、班級學習氣氛不佳、學習過程中缺乏指導對象、教師的關懷、過度競爭的挫折壓力。此外，亦有研究是以表徵來界定數學學習困擾，余鴻穎(2006)就指出遇到數學學習困擾的學生一般所表現出來的行為表徵都是負面居多，他們將這樣的逃避、退縮、反抗之行為視為一種發洩、轉移，甚至是想藉由這些方式來引起身邊人的注意。本研究也將數學學習困擾表徵分為二項：1.學科與課業因素：對於數學這門課本身就有許多排斥感或焦慮感，或是數學功課太多，所以抗拒、作業無法完成，所以討厭數學。2.考試因素：害怕數學考試、考前沒有充分準備、對於考試成績太過於在意。

(三) 數學學習困擾之相關研究

專門以數學領域來探究學生學習困擾之研究較少，大部分仍以學習困擾作為探討主題，以數學來探究學生學習困擾的研究並不多，僅 Clute(1984)、Vezeau et

al.(2000)、余鴻穎(2006)、陳靖涵(2008)與尤思淳(2010)等人的研究，茲將數學學習困擾的相關研究彙整如表一。

表一 數學學習困擾相關研究

研究者	年代	研究對象	研究結果
Clute	1984	大學生	學生對個人數學能力的信心會影響其數學成績，對數學困擾、焦慮較低的學生有信心學好數學，其數學成就較高。
Llabre & Soares	1985	大學生	女生的數學困擾顯著高於男生
Vezeau, Bouffard, & Chouinard	2000	高中學生	在數學學習方面，女生的焦慮水準高於男生，而在數學成就方面，則是男生高於女生。
余鴻穎	2006	高職學生	高職學生具有中等程度以上的數學學習困擾，主要困擾來源來自「個人因素」；且數學學習困擾會因數學學期總成績而有顯著差異。
尤思淳	2010	國小中年級學生	男生知覺數學學習困擾來源的程度明顯高於女生，以及年級的不同、學業成績、家庭氣氛、學校規模，對數學學習困擾來源的感受達顯著差異。

資料來源：研究者自行彙整

由表一得知，不論在任何一個學習階段，學習者或多或少都會遇到學習困擾，再者，學習困擾的來源與學習者本身的背景有密切的關係，包括性別、科系、學校屬性，都會影響學生學習困擾程度的高低。考量本研究之研究對象與研究主題，選擇學校屬性、性別、就讀科系做為本研究的背景變項，探討這些背景變項在學生學習困擾的差異性，分述如下：

1. 學校屬性

研究發現公立學校學生，其學習困擾程度明顯高於私立學校學生(許定邦，2002；廖佳紅，2004)；但也有研究發現私立學校學生其學習困擾程度高於公立學校學生(林美靖，2004；張永宗，2001)。另外，余鴻穎(2006)研究則指出公私立學校對學習困擾無顯著的差異。由上述可知學校屬性對學習困擾的差異程度目前未有一致性的結果，特別是國內公私立高職在屬性上有很大的差異，因此學校屬性不同是否在高職學生學習困擾上有差異，仍有待進一步研究。

2. 性別

許多研究指出不同性別之學生在學習困擾上有顯著差異(尤思淳，2010；林美靖，2004；許定邦，2002；Vezeau et al., 2000)，其中多數研究結果顯示男生學習困擾高於女生(尤思淳 2010；林美靖，2004；許定邦，2002)；但有的研究則提出相反的看法，認為女生在學習困擾上較男生來的嚴重，特別是國外許多研究都偏向這樣的結果，認為女生的學習困擾較高(Llabre & Soares, 1985; Vezeau et al., 2000)。也有研究顯示不同性別之學生在學習困擾上沒有顯著的差異(余鴻穎，

2006)。基於上述不一致的研究發現，特別是國內外研究結果的不一致，因此性別因素仍有待進一步研究。

3. 就讀科系

大多數針對就讀科系在學習困擾的差異性研究皆指出不同科系的學習困擾會有所不同，然而以高職階段學生而言，何種類科的學習困擾較高並沒有一致的論點。例如：陳榮輝(2002)發現就讀農業類科的學習困擾多於商業類科及工業類科學生，就讀商業類科的學習困擾多於家事類科學生；林美靖(2004)調查顯示商業經營科學生學習困擾明顯高於其他科系；另外張永宗(2001)也認為不同科系所造成的學習困擾會有所不同。這些不一致的結果值得進一步探究不同類科之高職學生數學學習困擾上之差異情形。

二、教師教學效能的定義、內涵與相關研究

(一) 教學效能的定義

由於研究目的不同，對於教師教學效能(teaching effectiveness)定義之看法也不同。例如：吳清山(2002)認為是教師教學效能是教師在其教學工作中，能使學生在學習或行為上具有優良表現，以達特定的教育目標。也有研究者認為教師教學效能係指教師在教學歷程中，能運用專業能力規劃準備教學內容，採取各種有效的教學技術呈現教材，善用多元評量方式，以瞭解學生的學習情形(張德銳、張素貞，2012；Wray, Medwell, Fox, & Poulson, 2000)；或是能運用積極互動的方式來營造良好的班級學習氣氛，不斷持續反思、改進教學(Hayward, 2001；Polk, 2006)，或是能以學生學習成效為導向，使學生能適性健全發展，有效達成預期之教與目標(Stronge & Hindman, 2003)。

不論教學效能的定義為何，大都從「有效教學」及「教學自我效能信念」兩個概念(Bates, Latham, & Kim, 2011)進行討論。「有效教學」為教學者在教學工作中，會以學生為中心，講求教學方法，熟悉教材，激勵關懷學習者，使學習者在學習上或行為上具有優良的表現，以追求好的教學成效，達到特定的教育目標(Devlin & Samarawickrema, 2010)。「教學自我效能信念」為教學者主觀的評價自己能夠正面影響學生學習成效的一種知覺、判斷、認知或信念，並預期學習者可以達到一些特定目標或有進步表現的結果(Karimvand, 2011)。本研究因考量研究變項之一為學生的學習困擾，為了能具體呼應變項的內涵，參酌多位研究者之看法(Klassen, Tze, Betts, & Gordon, 2011；Woolfolk, Rosoff, & Hoy, 1990)，將教學效能定義為：教師教學效能是指教師個人對自己教學能力之知覺，使其採用具體教學行為以產生預期結果，也就是教師在教學時，依照學生個別差異，運用教學技巧，安排適當教學活動，激發學生學習動機，進而促進學生學習，以達教學目標。

(二) 教學效能的內涵

教師的「教」會影響學生的「學」，許多研究者從許多不同的觀點論述教師教學效能之內涵，茲將國內外研究整理如表二所示。

表二 教學效能的內涵整理

研究者	年代	研究結果
Reynolds, Muijs & Treharne	2003	1.專業的特質 2.營造良好的教室學習氣氛 3.教師具有良好的教學技巧
吳怡佳、張奕華	2008	1.自我效能信念 2.教學技巧 3.教材內容 4.班級氣氛 5.師生互動 6.教學評量
張德銳、丁一顧、王淑珍、李俊達	2010	1.掌握教學目標 2.活用教學策略 3.增進有效溝通 4.營造學習環境 5.善用評量回饋
張德銳、李俊達、王淑珍	2014	1.掌握教學目標 2.活用教學策略 3.增進有效的教學溝通 4.營造愉悅良好的學習境 5.善用教學評量回饋
蕭慧君、張美雲	2014	1.教學計畫 2.教學策略 3.教學評量 4.教學互動 5.班級經營
白家儀、賴志峰	2014	1.教學計畫準備 2.教材系統呈現 3.多元教學策略 4.善用教學評量 5.班級經營管理 6.良好學習氣氛
賴志峰、廖偉君	2015	1.教學計畫 2.教學策略 3.班級經營 4.師生互動

資料來源：研究者自行彙整

根據表二可歸納出大多數共同的內涵皆是從「教師有效教學」的觀點視之，如張德銳、丁一顧、王淑珍與李俊達(2010)認為教學效能可細分為五大層面，分別為：「掌握教學目標」、「活用教學策略」、「增進有效溝通」、「營造學習環境」、「善用評量回饋」。Reynolds, Muijs & Treharne(2003)也指出教師教學效能有三種主要因素，包含「專業的特質」、「營造良好的教室學習氣氛」及「教師具有良好的教學技巧」。蕭慧君、張美雲(2014)亦將教師教學效能內涵分為以下五大層面：1.教學計畫、2.教學策略、3.教學評量、4.教學互動、5.班級經營。有些學者則提出教學效能的內涵應包含：「掌握教學目標」、「活用教學策略」、「增進有效溝通」、「營造學習環境」、「善用評量回饋」(張德銳、李俊達、王淑珍，2014)。

綜覽學者對教學效能之內涵，將其歸納後不難發現其共同因素不外乎教學準備、教學內容、班級氣氛、教材呈現、教學策略、自我效能、師生互動、教學評量、教學技巧等因素。綜合上述教學效能的內涵，輔以研究者在教學現場所體認到教師教學效能所需具備的，將高職數學教師教學效能的內涵界定為「教師自我效能」、「教學計畫」、「教材呈現」、「有效教學技巧與策略」、「適宜的教學評量」、「良好教學互動」等六個層面。

(三) 教學效能之相關研究

王淑麗、楊宜領(2015)認為教師效能是指教師在教學歷程中，具備教學專業知識，並能診斷學生彼此間的學習差異，透過多元、有效的教學策略，營造良好的學習氛圍，以促進學生學習動機與成就，進而達成預設的教學與教育目標。Devine, Fahie & McGillicuddy(2013)則認為教學效能的最高表現是「具備教學與學習熱情」。張媛甯、岳美秀(2012)的研究結果顯示臺南市教師擁有良好的教學

效能。蕭慧君、張美雲(2014)也指出臺中市教師在融合教育情境下教學效能偏高，其中以「教學互動」最高，依次為「教學計畫」、「教學評量」，得分最低為「教學策略」。此外，就研究者所蒐集的文獻，探討教師教學效能背景變項之分析皆是以教師為研究樣本，以學生知覺教師教學效能之背景變項差異性考驗付之闕如，但本研究認為若從學生知覺的角度來探討教師的教學效之差異性有其意義性與貢獻度，因此雖無相關文獻可供探討，仍進一步比較不同背景變項的高職學生知覺數學教師教學效能之差異性。

三、學生數學學習困擾與教師教學效能之相關研究

就研究者所收集到文獻，少有特定在學生數學學習困擾與教師教學效能之相關研究，但有針對教師教學行為對學習成效所造成的影響之研究，或是以教學效能分層面來探討與學生學習成效之關係，例如：Topping & Ferguson(2005)研究中提及到學生的學習成效成長與師生間的互動有關，且以高層次的問題來互動，對於學生的理解上更能有所成長。就教師自我效能的重要性而言，Tschannen-Morana, Hoy & Hoy(1998)在檢視相關實徵研究之後指出，教師自我效能會影響教師對教學目標的設定與渴望達到的教學水平、對教學的投入與努力程度、在教室中的教學行為、以及學生的學習成果；教學效能感較高的老師，當學生犯錯時會給予較少的批評，對學習困難的學生也會有較多的指導。亦有研究指出認為影響學習困擾的因素包含了教師因素，其中包括了教師的教學方法及活動(蔡裕婷、李明珠，1990)；還有研究指出認為學生之所以發生學習困擾，其原因可能是課程缺乏彈性、教材不合學生能力、教法未能生動，以及教師的人格與態度等問題(張春興、林清山，2000)。

綜上所述，雖然無直接相關的研究來探討教師教學效能與學生的學習困擾之間的影响，但相關研究可以發現教師的教學效能包含了教學行為與教學熱忱，教師的教學行為對學生的學習成效表現有正向的效果，也會對學生學習困擾產生負向的影響，代表著具有較大的教學熱忱的教師，能呈現出更好的教學計畫與組織，採取更開放的態度來接納新的教學觀念，更可以降低學生在學習上的困擾。因此本研究適度推論教學效能與學生數學學習困擾的負向關係，假設教師數學教學效能愈高者，愈能降低學生的學習困擾，兩者之間呈現負相關。

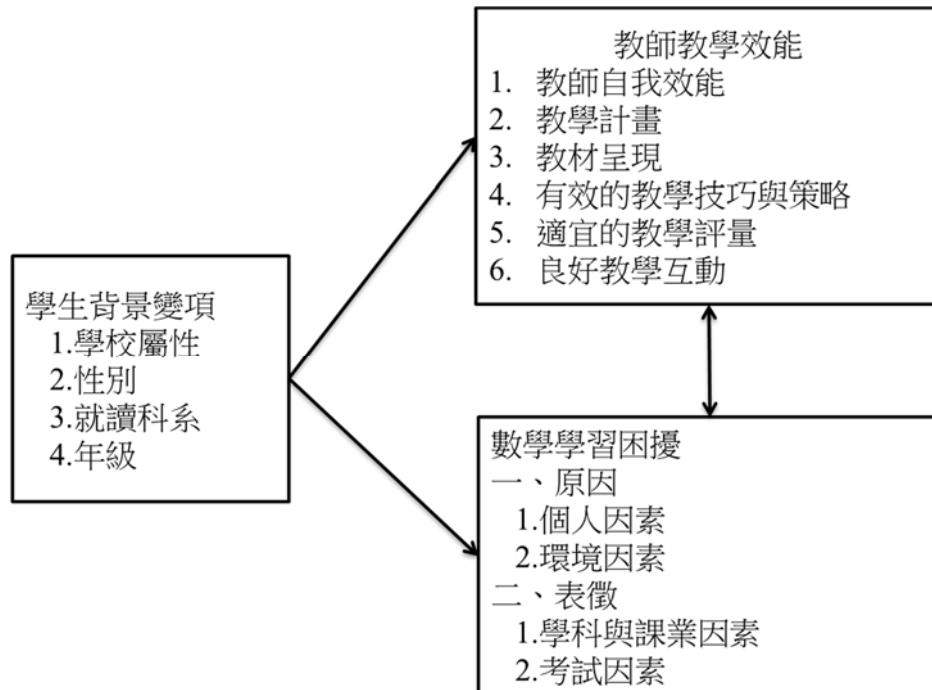
叁、研究設計與實施

一、研究架構

本研究主要探討的變項為學生個人背景變項、數學教師教學效能與學生數學學習困擾。學生個人背景變項包括性別、年級、就讀科系與學校屬性；教師教學效能則包含教師自我效能、教學計畫、教材呈現、有效教學技巧與策略、適宜的教學評量與良好的教學互動；學生數學學習困擾包含了原因與表徵兩部分，原因包含了個人因素、環境因素二方面；表徵包含了學科課業因素、考試因素二方面。研究架構如圖一所示。

研究設計探討高職學生數學學習困擾與知覺其教師教學效能之現況，學生個

人背景變項在其數學學習困擾與知覺其教師教學效能之差異情形，並探究教師教學效能與數學學習困擾之相關性，最後檢驗教師教學效能對數學學習困擾是否存在負向預測關係。



圖一 研究架構

二、研究對象

本研究乃依據臺灣地區 104 學年度就讀於臺中市公、私立高中附設職業類科及高職兩類型學校，日間部一、二、三年級學生為研究對象，不包含特教班及資源班學生，共抽取二次樣本。第一批為預試樣本，作為分析量表信、效度之用；第二批為正式樣本，作為考驗研究假設之用。預試樣本抽取臺中市公私立高職共 390 人，經剔除填答不完整者和答案明顯具反應心向者之後，實際獲得的有效問卷共 362 份，問卷有效率為 93%。其中公立 114 人，私立 248 人；男生 165 人，女生 197 人；家政類群 120 人，商業類群 119 人，工業類群 123 人。

正式樣本方面，依據教育部統計處(2015)資料，得知臺中市公、私立高職學生約為 1：3 的比例，故採分層叢集抽樣之取樣方式，抽取公立學校 6 個班級，其中包含 2 個家事類群、2 個商業類群、2 個工業類群；私立學校 18 個班級，其中包含 6 個家事類群、6 個商業類群、6 個工業類群，作為本研究之正式樣本。正式樣本共發出 1,125 份正式問卷，回收 1,058 份問卷，問卷回收率為 94.04%，經剔除填答不完整和答案反應心向者共 39 人，獲得實際有效問卷的人數共 1,019 人，問卷有效率為 96.31%。

三、研究工具

本研究採用問卷調查法進行研究，以「教師教學效能量表」與「數學學習困擾量表」為研究工具，茲就各分量表之編製依據、內容、填答及計分方式與信效度考驗分別說明如下。

(一) 學生背景變項

本研究的學生背景因素，包括性別、科系與學校屬性。性別分為男生、女生兩組；科系分為三組，分別為(1)家政類群、(2)商業類群、(3)工業類群；學校屬性分為公立、私立兩類。

(二) 教學效能量表

本研究改編許桂鳳(2009)之「教師教學效能問卷」，因該量表是以數學教師為施測對象，本研究希望以學生的觀點來知覺教師教學效能，故配合研究所需酌予文字修改，問卷內容包含 6 個向度：「教師自我效能」5 題、「教學計畫」4 題、「教材呈現」5 題、「有效的教學技巧與策略」6 題、「適宜的教學評量」3 題、「良好教學互動」6 題，合計 29 題，作為探討教師教學效能六個面向。採用 Likert scale 5 點量表方式計分，由受試者根據自身同意的程度來填答計分，「非常不同意」至「非常同意」給予 1-5 分，分數越高，表示此一構面的教師教學效能的情形越佳，反之則表示教師教學效能情形越低。

量表的效度方面，因為原始量表已經確認六個因素構面，因此進行驗證性因素分析，得到教學效能量表的六個因素可解釋變異量分別為 61.49%、58.25%、60.10%、52.50%、64.83%、59.24%，且因素負荷量大部分大於.60 以上，顯示具有良好的建構效度品質。信度分析是以 Cronbach's α 係數考驗「教師教學效能量表」中各分量之內部一致性，教師教學效能量表六個因素的信度係數分別為：教師自我效能 $\alpha=.84$ ；教學計畫 $\alpha=.75$ ；教材呈現 $\alpha=.83$ ；有效的教學技巧與策略 $\alpha=.81$ ；適宜的教學評量 $\alpha=.73$ ；良好的教學互動 $\alpha=.86$ ，整體量表的係數為 $\alpha=.96$ ，顯示出「教師教學效能量表」的測量結果具有高度內部一致性。

(三) 數學學習困擾量表

本研究參考余鴻穎(2006)所編製的「數學學習困擾量表」，將較不適合本研究的題項刪除並對文字描述酌予修改，問卷分為兩部分，第一部分為原因：個人因素 4 題、環境因素 7 題；第二部分為表徵：學科與課業因素 9 題、考試方面 3 題，合計 23 題。採用 Likert scale 5 點量表方式計分，由受試者根據自身同意的程度來填答計分，「非常不同意」至「非常同意」給予 1-5 分，分數越高，表示此一構面的數學學習困擾程度較大，反之則表示數學學習困擾程度較小。

量表的效度方面，首先檢驗 KMO 值與 Bartlett 的球型檢定，本研究之 KMO 值為.86，Bartlett 的球型檢定達顯著水準($p < .001$)，因此適合進行因素分析。經探索性因素分析後，發現第 15 題萃取出來後歸屬的概念性層面較偏向個人因素，故將其納入個人因素層面，而第 5 題、第 18 題及第 20 題的因素負荷量因小於.50 予以刪除。重新編號後編製而成正式的量表共計 20 題。接續將原因與表徵再進行驗證性因素分析，其中第一部份原因可解釋總變異量為 53.86%；第二部分表

徵可解釋總變異量為 65.79%，且因素負荷量大多大於.60，顯示具有良好的建構效度品質。信度分析方面，數學學習困擾量表第一部份原因的 Cronbach's α 總係數為 $\alpha = .84$ ，個人因素 $\alpha = .81$ ，環境因素 $\alpha = .75$ ；第二部分表徵的 Cronbach's α 總係數為 $\alpha = .91$ ，學科與課業因素 $\alpha = .91$ ，考試因素 $\alpha = .66$ 。整體量表的係數為 $\alpha = .93$ ，顯示出「數學學習困擾量表」的內部一致性頗佳。

四、資料處理與分析

本研究以描述性統計分析之平均數、標準差來呈現學生數學學習困擾與知覺其教師教學效能之現況；以獨立樣本 t 檢定與單因子變異數分析來考驗學生個人背景變項在其數學學習困擾與知覺其教師教學效能之差異情形；再以 Pearson 積差相關分析來探究教師教學效能與數學學習困擾之相關性；最後以多元迴歸分析來檢驗教師教學效能對數學學習困擾是否存在負向預測關係。

肆、研究結果與討論

一、教師教學效能與學生數學學習困擾之現況分析

(一) 現況分析

就高職教師教學效能六個層面來分析，以「教師自我效能」的平均得分最高 ($M=4.14, SD=0.70$)，而「適宜的教學評量」的平均得分最低 ($M=3.84, SD=0.82$)，高職教師教學效能各層面之平均分數皆高於 3 分，表示高職學生知覺教師教學效能情形為中等程度以上，其中「教師自我效能」最高，顯示臺中市高職數學教師在從事教學工作時，能將自己有效教學的信念及動機呈現給學生，也能夠正面影響學生學習，並且懂得排除或抗衡外在環境對教學影響等方面的專業能力判斷，學生也知覺到教師的自我效能，而其他層面也皆高於中位數，顯示教師教學效能受到學生肯定。

就高職學生數學學習困擾四個變項來分析，以「考試因素」的平均得分最高 ($M=2.68, SD=1.05$)，其次為「個人因素」 ($M=2.63, SD=0.95$)，接續為「學科與課業因素」 ($M=2.52, SD=1.01$)，而「環境因素」的平均得分最低 ($M=2.18, SD=0.76$)。上述高職學生數學學習困擾各層面之平均分數皆低於 3 分，表示臺中市高職學生的數學學習困擾尚可，其中「考試因素」較高，顯示考試給學生所帶來的壓力與困擾仍較高，而「個人因素」也顯示出學生在學習數學時，常因過去失敗的經驗而降低了自己的信心，進而增加了許多學習數學上自身的壓力與困擾，而「環境因素」最低，顯示臺中市高職學生數學學習困擾在家庭與學校環境上所感受到的數學學習困擾較小。

(二) 綜合討論

綜合本研究之結果，可發現臺中市高職學生知覺數學教師具有良好的教學效能，且備受學生所肯定，與王淑麗、楊宜領(2015)及 Devine et al., (2013)認為教師本身應具備完善的教學準備，有效進行教學，使得學生能夠有效學習，並展現出學習成效之研究發現相符。表示教師從事教學工作時，能展現出有效教學的信念及動機，以及專業能力是影響學生學習的重要關鍵，其重要性不可輕忽。

數學學習困擾方面，可發現臺中市高職學生在面對數學的學習時，考試是帶給學生最大困擾的因素，究其原因，學校為了凸顯出升學的成效，導致教師在教學後不斷給予學生小考、週考、段考以及模擬考等，雖然出發點是好意，但無意間卻也導致許多學生對數學的困擾不斷增加，厭惡考試所帶來的壓力。本研究結果也顯示「個人因素」也是數學學習困擾的原因之一，此結果與余鴻穎(2006)、陳靖涵(2008)的研究發現一致，認為「個人因素」是影響學生數學學習困擾的最主要因素，認為可能是學生本身對數學缺乏興趣、學習動機不高、學習方法不當，或是學習態度不佳等個人問題而有學習困擾。本研究也發現學生在「環境因素」分數最低，一般高職學生會選擇就讀職業類科的學校，有大部分的因素是在於國中無法駕馭基本學科，所以選擇其他興趣繼續發展，相對課程內容的實作課變多，課程不再乏味，「環境因素」的困擾感受也相對較不顯著，也因為國中階段對數學的畏懼延伸，所以知覺數學學習困擾在「個人因素」也相對偏高。

二、不同背景變項的高職學生知覺教師教學效能之差異性分析與討論

(一) 學校屬性

表三呈現學校屬性之差異性分析，以公立與私立兩組為自變項，教師教學效能為依變項，由各構面與整體的 t 值可得知，不同學校屬性的高職學生知覺「教師教學效能」方面，不論是「整體教師教學效能」或六個分構面上均達到顯著水準 ($p < .001$)，顯示私立學校的學生知覺教師的教學效能顯著高於公立學校學生，可知私立學校的學生對於教師的教學效能有較佳的感受。究其原因，就私立學校而言，不論在生活常規或是課堂上對於學生的約束較多於公立學校，家庭訪問與平常的電話聯繫在私立學校更是屢見不鮮。因此，教師與學生之間的相處較為緊密，學生感受教師的教學與互動上也較頻繁。再加上讀私立學校的學生有大部分基本程度就比公立學校的學生低，自信心也較不足，只要教師能善用自我教學能力影響學生學習信念，並在教學歷程中運用有效的教學方法與策略，促進有效教學與學習，營造良好的學習氣氛(Hayward, 2001; Polk, 2006; Stronge & Hindman, 2003; Wray et al., 2000)，學生一旦重新建立信心，所知覺教師的教學效能也相對較高。

表三 不同學校屬性的高職學生在教師教學效能獨立樣本 t 考驗分析摘要表

層面	學校屬性	人數	平均數	標準差	t 值
教師自我效能	公	188	3.84	.80	-6.60***
	私	831	4.20	.66	
教學計劃	公	188	3.53	.88	-7.23***
	私	831	3.98	.75	
教材呈現	公	188	3.78	.81	-6.27***
	私	831	4.14	.69	
有效的教學技巧與策略	公	188	3.62	.80	-8.62***
	私	831	4.12	.69	
適宜的教學評量	公	188	3.45	.77	-7.53***
	私	831	3.93	.81	
良好的教學互動	公	188	3.65	.90	-6.04***
	私	830	4.03	.75	
整體教師教學量表	公	188	3.64	.76	-7.57***
	私	831	4.07	.68	

*** $p < .001$

(二) 性別

表四呈現性別之差異性分析，以性別為自變項，教師教學效能為依變項，由各構面與整體的 t 值可得知，不同性別的高職學生知覺「教師教學效能」方面，不論是「整體教師教學效能」或六個分構面上均達到顯著水準，顯示男生知覺教師的教學效能高於女生，特別是在「教材呈現」與「良好的教學互動」層面達到 $p < .001$ 之顯著水準，得知男生對於教師的教學效能有較佳的感受。究其原因，男生在數學方面的理解原本就較女生好，在老師的教學下也較容易學會，因此知覺教師的教學效能就可能相對較高。再加上男生在個性上一般都比較大而化之，相對較容易給教師較好的評價，因此也可能是造成男生知覺到較高的教師效能之原因。

表四 不同性別的高職學生在教師教學效能獨立樣本 *t* 考驗分析摘要表

層面	性別	人數	平均數	標準差	<i>t</i> 值
教師自我效能	男	465	4.22	.67	3.48**
	女	554	4.07	.72	
教學計劃	男	465	3.98	.79	2.84**
	女	554	3.83	.80	
教材呈現	男	465	4.16	.70	3.57***
	女	554	4.00	.75	
有效的教學技巧與策略	男	465	4.10	.71	2.85**
	女	554	3.96	.75	
適宜的教學評量	男	465	3.91	.84	2.40*
	女	554	3.78	.80	
良好的教學互動	男	465	4.06	.76	3.92***
	女	554	3.87	.81	
整體教師教學效能	男	465	4.07	.69	3.39**
	女	554	3.92	.72	

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

(三) 科系

表五呈現不同科系之差異性分析，以家事類、商業類、工業類三組為自變項，教師教學效能為依變項，由各構面與整體的 *F* 值可得知，不同科系的高職學生知覺「教師教學效能」方面，不論是「整體教師教學效能」或六個分構面上均達到顯著水準($p < .001$)；經由 Scheffé 事後比較結果指出，工業類高職學生知覺教師整體與各層面的教學效能都高於家事類與商業類高職學生，可得知工業類學生知覺到較高的教師教學效能。究其原因，工業類的數學課程單元相對的比家事類與商業類來的多又複雜，題型變化也較大，所以更需要教師完善的教學計畫與教材的輔助給予課程協助，工業類的題型比較廣泛，且男生居多，男生較為好動又好玩，教師若能善用教學的技巧與策略在課堂上與學生多做互動，則可避免讓課堂枯燥乏味。由此可知只要教師能使用適宜的教學策略，營造良好的師生互動關係，培養愉悅的班級氣氛，以及有系統地呈現教材，使用不同的教學策略和多元評量(林進財，2003)，學生在數學上的理解便能提升，知覺教師的教學效能也相對較高。

表五 不同科系的高職學生在教師教學效能之單因子變異數分析摘要表

各構面	科系	人數	平均數	標準差	變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
教師自我效能	家事	336	4.04	.64	組間	15.00	2	7.50	15.73***	3>1,2
	商業	350	4.06	.79	組內	484.56	1016	.48		
	工業	333	4.31	.63	總和	499.56	1018			
教學計畫	家事	336	3.82	.72	組間	12.38	2	6.19	9.95***	3>1,2
	商業	350	3.82	.89	組內	631.96	1016	.62		
	工業	333	4.06	.74	總和	644.34	1018			
教材呈現	家事	336	3.99	.67	組間	15.55	2	7.28	14.09***	3>1,2
	商業	350	3.99	.81	組內	524.65	1016	.52		
	工業	333	4.25	.65	總和	539.20	1018			
有效教學技巧與策略	家事	336	3.90	.67	組間	11.19	2	5.60	10.48***	3>1,2
	商業	350	4.01	.83	組內	542.44	1016	.53		
	工業	333	4.16	.68	總和	553.63	1018			
適宜的教學評量	家事	336	3.73	.73	組間	14.65	2	7.32	11.11***	3>1,2
	商業	350	3.79	.88	組內	669.60	1016	.66		
	工業	333	4.01	.81	總和	684.25	1018			
良好的教學互動	家事	336	3.80	.73	組間	19.24	2	9.62	15.62***	3>1,2
	商業	350	3.94	.87	組內	625.87	1016	.62		
	工業	333	4.14	.74	總和	645.12	1018			
整體教師教學效能	家事	336	3.88	.64	組間	13.85	2	6.93	14.00***	3>1,2
	商業	350	3.94	.80	組內	502.57	1016	.50		
	工業	333	4.15	.65	總和	516.42	1018			

*** $p < .001$ 註：「1」為家事類，「2」為商業類，「3」為工業類

三、不同背景變項的高職學生數學學習困擾之差異性分析與討論

(一) 學校屬性

表六呈現學校屬性之差異性分析，以公立與私立兩組為自變項，學生數學學習困擾為依變項，由各構面與整體的 t 值可得知，僅有「考試因素」達到顯著水準 ($p < .05$)，其中又以公立學校學生較私立學校學生感受到較高的數學學習困擾，代表考試因素是公立學校學生數學學習困擾的原因之一。此研究發現與陳榮輝(2002)、許定邦(2002)的研究發現一致。究其原因，除公立高職學校學生在入學學業成績原本就高於私立高職學校外，再加上公立學校本身的升學壓力也比私立學校來的高，相對在考試上的要求也較高、也相對較多，面對考試所帶來的壓力，會導致學習數學的信心下降，因而產生較多的數學學習困擾。

表六 不同學校屬性的高職學生在數學學習困擾獨立樣本 t 考驗分析摘要表

層面	學校屬性	人數	平均數	標準差	t 值
個人因素	公	188	2.64	.95	.17
	私	831	2.63	.95	
環境因素	公	188	2.21	.74	.70
	私	831	2.17	.76	
學科課業因素	公	188	2.48	1.01	-.60
	私	831	2.53	1.01	
考試因素	公	188	2.85	1.09	2.46*
	私	831	2.64	1.04	
整體數學學習困擾量表	公	188	2.54	.81	.82
	私	831	2.49	.81	

* $p < .05$

(二) 性別

表七呈現性別之差異性分析，以性別為自變項，學生數學學習困擾為依變項，由各構面與整體的 t 值可得知，不論是「整體數學學習困擾」或「個人因素」、「學科課業因素」、「考試因素」三個分構面上均達到顯著水準($p < .001$)，表示女生比男生在數學學習困擾上有明顯的感受。；在「環境因素」構面上並無達到顯著水準，顯示無差異存在。這樣的結果與國外許多研究(Llabre & Soares, 1985; Lupkowski & Schumacker, 1991; Vezeau 等, 2000)一致，都偏向認為女生的數學學習困擾較高；相較於國內的研究，例如：許定邦(2002)、林美靖(2004)、尤思淳(2010)等的研究結果發現男生的學習困擾多於女生，與本研究並不一致。究其原因，國外的研究皆聚焦在數學學科，國內大部分的研究皆以廣泛性的學習困擾為變項，並未聚焦於數學科目，本研究則是針對數學學習困擾作為探討變項，在數學學科方面，男生的數理解能力一般而言較高於女生(Shaffer & Kipp, 2013)，加上隨著年級的增長，所學的內容越為加深加廣，所以在數學學習困擾上女生也相對較男生來得高。

表七 不同性別的高職學生在數學學習困擾獨立樣本 t 考驗分析摘要表

層面	性別	人數	平均數	標準差	t 值
個人因素	男	465	2.48	.94	-4.60***
	女	554	2.75	.93	
環境因素	男	465	2.15	.80	-.88
	女	554	2.19	.72	
學科課業因素	男	465	2.30	.97	-6.60***
	女	554	2.70	1.00	
考試因素	男	465	2.49	1.10	-5.18***
	女	554	2.83	.98	
整體數學學習困擾量表	男	465	2.36	.84	-5.26***
	女	554	2.62	.77	

*** $p < .001$

(三) 科系

表八呈現不同科系之差異性分析，以家事類、商業類、工業類三組為自變項，學生數學學習困擾為依變項，由各構面與整體的 F 值可得知，不同科系的高職學生不論是「整體數學學習困擾」或「個人因素」、「學科課業因素」、「考試因素」三個分構面上均達到顯著水準($p < .001$)，經由 Scheffé 事後比較結果指出，家事類與商業類在「整體數學學習困擾」、「個人因素」、「考試因素」上的數學學習困擾都高於工業類；而在「學科課業因素」上家事類的學生所感到的數學學習困擾高於商業類，商業類又高於工業類；在「環境因素」上則無顯著差異。究其原因，除了家事類與商業類的女生人數多於工業類之外，選擇工業類的學生大部分本身對於理科方面的就比較有興趣，工業類學生相對於家事類與商業類學生而言，也較容易駕馭數學學科，因此家事類與商業類的數學學習困擾上就較工業類來的高。特別是在「學科課業因素」上，家事類學生的數學學習困擾高於商業類，商業類又高於工業類，可能的原因在於家事類學生女生就讀的比例又更偏高，而由於女生對數學的畏懼，相對在學科上得不到成就，因此造成家事類科系的學生數學學習困擾程度最高。

表八 不同科系的高職學生在數學學習困擾各構面單因子變異數分析摘要表

各構面	科系	人數	平均數	標準差	變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	事後比較
個人因素	家事	336	2.83	.90	組間	33.83	2	16.91	19.59***	1,2>3
	商業	350	2.66	.94	組內	877.31	1016	.86		
	工業	333	2.39	.95	總和	911.14	1018			
環境因素	家事	336	2.25	.73	組間	3.44	2	1.72	3.05	
	商業	350	2.16	.75	組內	580.16	1016	.57		
	工業	333	2.11	.79	總和	583.61	1018			
學科課業因素	家事	336	2.78	.99	組間	60.98	2	30.49	31.94***	1>2>3
	商業	350	2.58	1.00	組內	969.98	1016	.96		
	工業	333	2.19	.94	總和	1030.95	1018			
考試因素	家事	336	2.85	.98	組間	37.82	2	18.91	17.68***	1,2>3
	商業	350	2.78	1.02	組內	1086.67	1016	1.07		
	工業	333	2.41	1.09	總和	1124.49	1018			
整體學習困擾	家事	336	2.68	.77	組間	28.57	2	14.28	22.54***	1,2>3
	商業	350	2.54	.80	組內	643.68	1016	.63		
	工業	333	2.27	.82	總和	672.25	1018			

*** $p < .001$ 註：「1」為家事類，「2」為商業類，「3」為工業類

四、教師教學效能與高職學生數學學習困擾之相關分析與討論

本研究以整體數學學習困擾及四個分層面，與整體教師教學效能及六個分層面進行 Pearson 積差相關考驗，結果如表九所示。研究結果發現「整體教師教學效能」與「整體學生數學學習困擾」達顯著負相關，顯示教師教學效能越高，學生越不容易知覺到數學學習困擾。分層面中「教材呈現」與「學科與課業因素」的相關性是所有層面中最高的($r = -.31, p < .001$)，且為負向相關，顯示教師若能給高職學生清楚且有條理的教材，學生在數學這門學科及課業上所產生的困擾就會降低。究其原因，現在市面上教科書的版本眾多，不同學校的學生有不同的屬性，並非所有的教科書都適用於每位學生，必須經過教師的專業評估，選擇較適用於不同屬性的學生，並加以整理與補充，再加上老師的解說，讓學生可以更確實的理解題目，則能降低「學生數學學習困擾」的產生。

表九 高職學生數學學習困擾與教師教學效能相關分析摘要表

教師教學效能 數學學習困擾	教師自我效能	教學計畫	教材呈現	有效教學技巧與策略	適宜的教學評量	良好的教學互動	整體教師教學效能
個人因素	-.21***	-.23***	-.23***	-.21***	-.20***	-.21***	-.23***
環境因素	-.23***	-.20***	-.22***	-.21***	-.18***	-.21***	-.22***
學科與課業因素	-.27***	-.30***	-.31***	-.28***	-.27***	-.29***	-.31***
考試因素	-.15***	-.15***	-.16***	-.13***	-.15***	-.14***	-.16***
整體數學學習困擾	-.25***	-.25***	-.27***	-.24***	-.23***	-.24***	-.26***

*** $p < .001$

五、教師教學效能對高職學生數學學習困擾之預測分析與討論

本研究以教師教學效能量表的「教師自我效能」、「教學計畫」、「教材呈現」、「有效教學技巧與策略」、「適宜的教學評量」及「良好的教學互動」等為預測變項，「整體數學學習困擾」為效標變項，採多元迴歸方式進行分析，變異數分析摘要如表十所示，多元迴歸係數摘要表如表十一所示。由表可得知六個預測變項的共線性均在標準值之內，多元相關係數為.27，決定係數為.07，迴歸模式的整體性考驗之 F 值達顯著水準 ($F=13.41, p < .001$)，即教師教學效能六個分層面對「整體高職學生數學學習困擾」之聯合解釋變異量達 7%。此外，教師教學量表的六個分層面中，「教材呈現」對學生數學學習困擾具有顯著的負向預測 ($t=-2.24, p < .05$)，顯見從「教師有效教學」的觀點而言，若教師在數學教學時，能有系統、有組織且層次分明的呈現教材，並提供完整的語言知識架構，明確傳達教學意向，協助學生進行有效的學習，使學生學習成效提升，則能降低學生的數學學習困擾的產生。

表十 教師教學效能與高職學生數學學習困擾之變異數分析表

模式	平方和	df	平均平方和	F 值
迴歸	49.50	6	8.25	13.41***
殘差	622.75	1012	.62	
總數	672.25	1018		

*** $p < .001$

表十一 教師教學效能與高職學生數學學習困擾之多元迴歸分析係數摘要表

模式	未標準化係數		標準化	t 值	共線性統計量	
	B 之估計量	標準誤	迴歸係數值 β		允差	VIF
教師自我效能	-.02	.09	-.02	-.24	.16	6.22
教學計劃	-.06	.08	-.06	-.80	.16	6.10
教材呈現	-.22	.10	-.20	-2.24*	.12	8.56
有效教學技巧與策略	.06	.09	.06	.67	.14	7.34
適宜的教學評量	-.04	.06	-.04	-.68	.25	4.00
良好的教學互動	-.02	.08	-.02	.24	.15	6.88

多元相關係數 $R = .27$ ，決定係數 $R^2 = .07$ ，* $p < .05$

伍、結論與建議

本研究旨在了解教師教學效能與高職學生數學學習困擾的現況，不同背景的高職學生知覺教師教學效能與學學習困擾的差異情形，及教師教學效能與學生數學學習困擾之間的關係，並進一步探討教師教學效能對高職學生數學學習困擾的預測情形。依據研究結果與討論，茲將結論與建議說明如下。

一、結論

- (一) 高職學生知覺教師教學效能情形屬中等以上程度；數學學習困擾屬中等程度。
- (二) 不同學校屬性、性別、科系的高職學生在知覺教師效能上均有顯著差異。
- (三) 不同學校屬性、性別、科系的高職學生在數學學習困擾上部分達顯著差異。
- (四) 教師教學效能與高職學生數學學習困擾具顯著負相關。
- (五) 教師教學效能可以有效預測高職學生數學學習困擾，最具解釋力的預測變項為「教材呈現」。

二、建議

- (一) 正視教育考試方向，並針對升學方向給予學生適當輔導

本研究發現高職學生數學學習困擾的因素裡，對「考試因素」最感困擾，許多就讀高職的學生在國中階段對數學本來就較不感興趣，認定自己對數學就是不擅長，對於失去信心的學生，考試只是困擾的累積，學校應正視考試與教學的連結性，針對不同程度的學生給予難易度適中的考卷，「考試」雖然是一種檢視學習成效的方式，但考試所帶來的結果可能兩極化，可以建立學生信心，也可能是增加學生困擾，其影響力不可忽視。本研究建議學校宜針對考試與教學的連結給予更通盤的考量，了解學生的程度與需求再給予適當的評量。

- (二) 教師宜及時關心學生學習數學時的差異性並給予適當補救教學

本研究發現高職學生在數學學習困擾上，除了「考試因素」最感困擾，另一個不容小覷的因素是「個人因素」，顯示高職學生面對學校的數學考試或是個人

在面對數學這門課，容易因為成績不盡理想及過去不好的經驗而在心理上對數學學習有所排斥與抗拒，困擾也日益增加。學校教師常為了課程進度需要而不斷趕課，卻忽略了每個孩子的學習吸收程度本來就不同，若沒有在第一時間發現學生學習數學感到困惑時給予協助，久而久之，困擾不斷增加，學生選擇輕易放棄數學。本研究建議教師宜多關心學生的數學學習狀況，若教師發現學習較慢的學生，能立即給予關心與補救，並在補救教學前給予診斷性評量，了解學生問題，再進一步適時地運用形成性評量讓學生在數學的學習上有不同建立信心的機會，相信一定能減少困擾產生，進而提升學生在數學學習上的投入。

（三）加強學生數學基礎能力，建立信心以降低數學困擾

本研究發現家事類與商業類學生的數學學習困擾在「整體數學困擾」、「個人因素」與「考試因素」層面上都高於工業類學生；且在「學科與課業因素」上的數學學習困擾，家事類高於商業類，商業類又高於工業類，與女生的數學學習困擾高於男生之研究發現相互呼應。綜合上述結果可發現，家事類的女生可能是最具有數學學習困擾的類群。教師該建立孩子正確的觀念，性別或許會影響學生知覺數學學習困擾的程度，但女生在數理表現一定比較差的觀念已成過去式，不管男女都該一視同仁，男女生均享有相同的學習資源，因此數學學習困擾不該因為科系或性別的不同而有所差別。數學教師應以身作則，不因性別給予程度上的分類，適時給予數學方面表現較佳的女生該有的表揚，教師若能將數學結合有趣的活動或融入生活上的應用，相信不論是不同性別或科系的學生對於數學上的學習興趣必定會有所提升，興趣是學習的良藥，對數學有興趣的學生，相較於數學學習困擾就會減少許多。

（四）重視數學教師自我有效教學品質，以降低學生學習困擾

本研究發現教師教學效能與學生數學學習困擾具有顯著負相關，「教材呈現」與「學科與課業因素」之困擾的相關性是所有層面中最高的，且為負向相關，顯見教師在學生的數學學習旅程裡扮演著極重要的角色，本研究建議教師應提供學生清楚且有條理的教材、給予該有的回饋、正視學生的課堂學習狀況，朝向適性教學的方向，則學生在數學這門學科及課業上所產生的困擾就能降低，並重拾學生對學習數學的信心。

參考文獻

中文部分

尤思淳(2010)。《臺南市國民小學中年級學生知覺數學學習困擾來源及其因應策略之研究》(未出版之碩士論文)。國立臺南大學教育學系課程與教學碩士班，臺南市。

王淑麗、楊宜領(2015)。教學導師服務領導與夥伴教師教學效能關係之研究。《臺北市立大學學報》，46(1)，pp. 25-50。

白家儀、賴志峰(2014)。少子化衝擊下私立高級中等學校教師工作壓力與教學效能關係之研究。《學校行政》，93，pp. 185-209。

何英奇(2001)。學習困難的診斷與補救教學。載於何英奇、毛國楠、張景媛、周文欽合著，《學習輔導》(pp. 223-274)。臺北：心理。

余鴻穎(2006)。《高職學生數學學習困擾與學習態度之研究》(未出版之碩士論文)。國立臺北科技大學技術及職業教育研究所，臺北市。

吳清山(2002)。《學校效能研究(第二版)》。臺北：五南。

吳挺鋒(2010)。〈中學生科學興趣大調查-臺灣孩子八成不想當科學家〉。《天下雜誌》，460。取自 <https://gracecss.tian.yam.com/posts/32602741>

吳怡佳，張奕華(2008)。校長科技領導與教師教學效能關係之研究。《教育研究與發展期刊》，4(1)，pp. 171-194。

林進材(2003)。《有效教學-理論與策略》。臺北：五南。

林美靖(2004)。《高職商業類科學生學習態度與學習困擾之研究》(未出版之碩士論文)。國立師範大學工業教育學系，彰化市。

許定邦(2002)。《高中高職實施多元入學方案後國中生學習困擾及學習態度之研究》(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學教育研究所，彰化市。

許桂鳳(2009)。《桃園縣高級中學教師工作壓力、組織公民行為與教學效能關係之研究》(未出版之碩士論文)。中原大學教育研究所，桃園。

教育部統計處(2015)。教育統計查詢網。取自：
<https://stats.moe.gov.tw/qframe.aspx?qno=MQAxADAA0>

陳文炳(2005)。那一年，我讓數學學習更有趣-數學遊戲「神機妙算猜猜猜」。《國教天地》，161，pp. 108-118。

陳榮輝(2002)。《我國職業學校實用技能班學生學習困擾之研究》(未出版之碩士論文)。國立臺北科技大學技術及職業教育研究所，臺北市。

陳靖涵(2008)。《彰化縣國小高年級學生知覺數學學習困擾來源與其因應策略之研究》(未出版之碩士論文)。國立臺南大學教育學系課程與教學碩士班，臺南市。

張永宗(2001)。《臺北市高職免試多元入學學生學習態度與學習困擾之研究》(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學工業教育研究所，臺北市。

張秋明(1997)。《台北市試辦學年學分制高職學生學習態度與學習困擾之研

究》(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學工業教育學系，彰化市。

張德銳、丁一顧、王淑珍、李俊達(2010)。臺北市教學輔導教師制度 98 學年度研究報告-認知教練與教師五大心智能力、教學效能之相關研究。臺北市政府教育局，未出版。

張媛甯、岳美秀(2012)。臺南市公立幼兒園教師覺知專業成長與教學效能之研究。《學校行政雙月刊》，82，pp. 70-89。

張春興、林清山(2000)。教育心理學。臺北：東華。

張德銳、張素貞(2012)。臺北市中小學校長轉型領導、教師領導與教學效能之研究。《臺北市立教育大學教育學刊》，41，pp. 59-97。

張德銳、李俊達，王淑珍(2014)。認知教練方案對中小學教師教學省思與專業成長態度影響之研究：以教學輔導教師為例。《課程與教學》，17(4)，pp. 145-172。

廖佳紅(2004)。《綜合高中學生學習態度與學習困擾之研究》(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學工業教育學系，彰化。

蔡裕婷、李明珠(1990)。金陵女高英文及數學科學習困擾因素調查研究。《輔導月刊》，26，pp. 27-34。

賴志峰、廖偉君(2015)。臺中市幼托整合政策實施後公立幼兒園教師工作壓力與教學效能關係之研究。《學校行政》，99，pp. 202-225。

蕭慧君、張美雲(2014)。臺中市學前教師融合教育專業承諾與教學效能之研究。《幼兒教育年刊》，25，pp. 21-40。

西文部分

Bates, A.B., Latham, N., & Kim, J. (2011). Linking preservice teachers' mathematics self-efficacy and mathematics teaching efficacy to their mathematical performance. *School Science & Mathematics, 111*(7), pp. 325-333.

Clute, P.S. (1984). Mathematics anxiety instructional method and achievement in a survey course in college mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 15*(1), pp. 50-58.

Dobbie, W. (2011). *Teacher characteristics and student achievement: Evidence from teach for America*. Retrieved from <http://blogs.edweek.org/edweek/teacherbeat/teachercharacteristicsjuly2011.pdf>

Devine, D., Fahie, D., & McGillicuddy, D. (2013). What is 'good' teaching? Teacher beliefs and practices about their teaching. *Irish Educational Studies, 32*(1), pp. 83-108.

Devlin, M., & Samarawickrema, G. (2010). The criteria of effective teaching in a changing higher education context. *Higher Education Research & Development, 29*(2), pp. 111-124.

Hayward, P.A. (2001). *Students' initial impressions of teaching effectiveness:*

Analysis of structured response items. Paper presented at the Annual Meeting of the National Communication Association, Atlanta, GA. Retrieved from ERIC data- base. (ED465979)

Klassen, R.M., Tze, V.M.C., Betts, S.M., & Gordon, K.A. (2011). Teacher efficacy research 1998-2009: Signs of progress or unfulfilled promise ? *Educational Psychology Review*, 23, pp. 21-43.

Karimvand, P. N. (2011). The nexus between Iranian EFL teachers' self-efficacy, teaching experience and gender. *English Language Teaching*, 4(3), pp. 171-183.

Kon, J. H. (1995). Teachers, curricular design making in response to a new social studies textbook. *Theory and Research in Social Education*, 23 (2), pp. 121-146.

Kowalski, P., & Taylor, A.K. (2011). Effectiveness of refutational teaching for high-and low-achieving students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 11(1), pp. 79-90.

Lerner, A. K. (2000). On pointwise estimates for maximal and singular integral Operators. *Studia Mathematica*, 138, pp. 285-291.

Llabre, M.M., & Suarez, E. (1985). Predicting math anxiety and course performance in college women and men. *Journal of Counseling Psychology*, 32(2), pp. 283-287.

Lofland, V.T. (1993). Mathematics and gender: An analysis of student attitudes toward mathematics at the University of Hawaii, Manoa Campus. *Dissertation Abstracts International*, 53(5), pp. 13-46.

Lupkowski, A.E., & Schumacker, R.E. (1991). Mathematics anxiety among talented students. *Journal of Youth and Adolescence*, 20(6), pp. 563-572.

Naparstek, N. (1995). *The learning solution*. New York, NY: Aron Books.

Polk, J.A. (2006). Traits of effective teachers. *Arts Education Policy Review*, 107(4), pp. 23-29.

Nielsen, L. (1996). *Adolescence: A contemporary view*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers.

Reynolds, D., Muijs D., & Treharne, D. (2003), Teacher evaluation and teacher effectiveness in the United Kingdom. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 17(1), pp. 83-100.

Rockoff, J.E., & Speroni, C. (2011). Subjective and objective evaluations of teacher effectiveness: Evidence from New York city. *Labour Economics*, 18, pp. 687-696.

Shulman, L. (2001). Appreciating good teaching: A conversation with Lee Shulman. *Educational Leadership*, 58(5), pp. 6-11.

Stronge, J., & Hindman, J. (2003). Hiring the best teachers. *Educational Leadership*, 60(8), pp. 48-52.

Shaffer, D.R., & Kipp, K. (2013). *Developmental psychology: Childhood & adolescence* (9th ed). Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.

Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A., & Hoy, W.K. (1998). Teacher efficacy: It's meaning and measure. *Review of Educational Research*, 68(2), pp. 202-248.

Tschannen-Moran, M., & Woolfolk Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an Elusive construct. *Teacher Education*, 17, pp.783-805.

Topping, K., & Ferguson, N. (2005). Effective literacy teaching behaviours. *Journal of Research in Reading*, 28(2), pp. 125-143.

Vezeau, C., Bouffard, T. & Chouinard, R. (2000). The impact of single sex versus coeducational school environment on girls' general attitudes, self-perceptions and performance in mathematics. *Journal of Research and Development in Education*, 34(1), pp. 49-59.

Wray, D., Medwell, J., Fox, R., & Poulson, L. (2000). The teaching practices of effective teachers of literacy. *Educational Review*, 52(1), pp. 75-84.

Woolfolk, A.E., Rosoff, B., & Hoy, W.K. (1990). Teachers' sense of efficacy and their beliefs about management students. *Teaching & Teacher Education*, 6(2), pp. 137-148.

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程

「高等教育研究紀要」徵稿啟事

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程發行之「高等教育研究紀要」期刊，本刊為學術性刊物，供各界發表研究成果與學術論著，全年徵稿，採隨到隨審、雙向匿名審查制度，歡迎賜稿。

一、本刊以論述與高等教育相關之原創性、評論性學術論著及研究成果之徵集與交流，歡迎現任（或曾任）各大學校院或學術研究機構之教師、專任研究人員及博士班研究生投稿。

二、本刊物每年出版一卷兩期，出刊時間為每年一月底及七月底。

三、來稿格式：

(一) 來稿請依「論文撰寫體例」撰寫，附註及參考書目請以 APA 格式第六版撰寫；若不符合此項規定者，本刊得退稿。

(二) 內文請用橫式繕打，以不超過 20,000 字、20 頁以內(含中英文摘要、參考文獻及附錄)，全文請勿出現任何個人資料。

(三) 稿件順序：首頁、中英文篇名、中英文摘要、中英文關鍵詞、正文(註解請採當頁註方式)、參考文獻與附錄。中文摘要請勿超過 350 字，英文摘要請勿超過 300 字，並請列出中英文關鍵字各三個。

(四) 作者請於投稿者基本資料表填寫真實姓名、最高學歷、服務單位及現任職銜。作者如為兩人以上，均需填寫投稿者基本資料表(並請註明作者序)。

(五) 電子檔請用 Word 製作，中文字形 12 號新細明體，1.5 倍行高，邊界為 2.5 公分，標點符號與空白字請用全形字，內文請勿使用任何指令(包括排版系統指令)。

四、文責版權：來稿文責自負，經審查通過後始予以刊登，未採用者，不退回稿件。

五、收件方式：請於截稿日期前，將稿件一式三份、投稿者基本資料表及著作財產權授權同意書，以掛號郵寄至「40306 臺中市西區民生路 140 號國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程」，並將電子檔案寄至本刊專用信箱：hd@mail.ntcu.edu.tw。

六、本刊之審稿辦法、投稿者基本資料表等相關表格，請至 <http://he.ntcu.edu.tw/> 下載。

七、通知與聯絡：收到稿件後將以 e-mail 方式通知作者，錄取與否皆以電子郵件通知。聯絡方式：以本刊專用信箱進行聯繫或洽電話 04-22183289，謝謝。

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程 「高等教育研究紀要」編輯委員會審查要點

103年1月24日第1次編輯委員會會議通過

- 一、國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程（以下簡稱本學程）為辦理「高等教育研究紀要期刊」（以下簡稱本刊）編輯審查工作，特設置「高等教育研究紀要」審查要點。
- 二、初審：
 - （一）執行編輯就來稿作初步篩選，確認是否填妥投稿者基本資料表，投稿文章是否符合徵稿辦法所公告之要求。
 - （二）不符合本刊性質、形式要件、嚴謹程度者，由本刊討論確定後，逕予退稿。
- 三、複審：
 - （一）經初審通過之文章，由編輯委員會或總編輯推薦學者專家以匿名方式審查，有關本刊審查流程如後所示。
 - （二）審查意見分為三類：(1)推薦刊登；(2)修改後刊登；(3)不推薦刊登。
- 四、編輯委員或總編輯參酌審查委員之審查意見、內外稿件刊登比例及刊登篇數後，決定是否採用刊登。
- 五、凡審查意見為「不推薦刊登」者，由總編輯進行確認後，逕予退稿。
- 六、經考慮接受刊登之文稿，作者須於期限內根據審查委員意見修改完畢並回覆本刊，否則恕難如期刊登。
- 七、本刊編輯委員會委員、執行編輯及其相關作業人員對於作者與審查者資料負保密之責，文稿審查以匿名為原則。
- 八、編輯委員或執行編輯如有投稿本刊，不得出席參與所投文稿之任何討論，不得經手處理或保管與個人文稿相關之任何資料，其職務代理人由總編輯指定。
- 九、投稿者撤稿之要求，需以正式書面文件提出，以掛號郵寄的方式寄予本刊，待本刊確認後回覆，始得生效。
- 十、本辦法經編輯委員會通過後實施，修正時亦同。

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程
「高等教育研究紀要」投稿者基本資料表

投稿日期 Date of Submission	年 月 日	
字數 Word Count	稿件全文(含中英文摘要、正文、參考書目、附錄、圖表等) 共_____字	
投稿題目 Topic	中文：	
	English：	
作者資料 Author Information	姓名 Name	服務單位及職稱 Affiliation & Position
第一作者 First Author	中文：	中文：
	English：	English：
	作者簡介（目前在學者請註明就讀學校中英文校名、科系及學歷）	
第二作者 First Author	中文：	中文：
	English：	English：
	作者簡介（目前在學者請註明就讀學校中英文校名、科系及學歷）	
第三作者 First Author	中文：	中文：
	English：	English：
	作者簡介（目前在學者請註明就讀學校中英文校名、科系及學歷）	
通訊作者 Correspondence Author	中文：	中文：
	English：	English：
	作者簡介（目前在學者請註明就讀學校中英文校名、科系及學歷）	
通訊作者聯絡方式 Contact Information of Correspondence Author	(O) TEL： (H) TEL：	
	行動電話(cellular)：	
	(O) Address：	
E-mail：		
<p>本文之所有作者皆已詳閱貴刊之徵稿與審稿辦法，茲保證以上所填資料無誤，且本文未同時一稿多投、違反學術倫理、或侵犯他人著作權，如有違反，責任由作者自負。</p> <p>I guarantee that the information I provide above is correct, that any part of the paper has not been published or being reviewed elsewhere, and that I did not violate academic ethics. The author alone is responsible for legal responsibilities.</p> <p style="text-align: center;">作者簽名_____</p> <p style="text-align: right;">（第一作者與通訊作者 皆須具名於本張資料表）</p>		

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程
「高等教育研究紀要」著作財產權授權同意書

本人茲以_____

為題之著作投稿於【高等教育研究紀要】，並同意出版單位「國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程高等教育研究紀要編輯委員會」作下述約定：

- 一、作者同意無償授權出版單位以期刊、論文集、光碟、數位典藏及上載網路等各種不同形式，不限地域、時間、次數及內容利用本著作之權利，且得將本著作以建構於網際網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之檢索、瀏覽、下載及列印。
- 二、出版單位再版或以其他型式出版本文時，作者願意無償協助修改初版中之錯誤。
- 三、作者保證本著作為其所自行創作，絕未侵害第三者之智慧財產權；本同意書簽署代表人已通知其他共同著作人，並經各共同著作人全體同意授權代為簽署同意書。
- 四、本同意書為非專屬授權，作者簽約對授權著作仍擁有著作權。

此致

高等教育研究紀要編輯委員會

立授權書人（作者）：_____（簽章）

身分證字號：_____

戶籍地址：_____

連絡電話：_____

E-mail：_____

中 華 民 國 年 月 日

發行人

國立臺中教育大學

出版單位

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程

總編輯

許天維

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程教授兼主任

編輯委員

翁福元

國立暨南國際大學教育政策與行政學系教授

陳盛賢

國立臺中教育大學通識教育中心助理教授

楊銀興

國立臺中教育大學教育學系副教授

楊武勳

國立暨南國際大學國際文教與比較教育學系教授

執行編輯

李家宗

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程副教授

林政逸

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程副教授

侯雅雯

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程助理教授

英文編輯顧問

王柏婷

逢甲大學外語教學中心副教授

助理編輯

林鈺琄

國立臺中教育大學高等教育經營管理碩士學位學程助理

展售處：40306 臺中市西區民生路 140 號

Address：No.140, Minsheng Rd., West Dist., Taichung City 403, Taiwan
(R.O.C.)

Website：http://he.ntcu.edu.tw/

E-mail：hd@mail.ntcu.edu.tw

定價：150 元整

Publisher

National Taichung University of Education

Name of Issuing Body

National Taichung University of Education,
Master Program of Higher Education Management

Editor-in-Chief

Tian-Wei Sheu

*Professor and Director, Master Program of Higher
Education Management, NTCU*

Edit Steering Committee

Fu-Yuan Weng

*Professor, Department of Educational Policy and
Administration, NCNU*

Sheng-Hsien Chen

*Assistant Professor, Center of General Education,
NTCU*

Yin-Hsing Yang

Associate Professor, Department of Education, NTCU

Wu-Hsun Yang

*Professor, Department of International and
Comparative Education, NCNU*

Executive Editors

Chia-Tsung Lee

*Associate Professor, Master Program of Higher
Education Management, NTCU*

Cheng-Yi Lin

*Associate Professor, Master Program of Higher
Education Management, NTCU*

Ya-Wen Hou

*Assistant Professor, Master Program of Higher
Education Management, NTCU*

English Editor

Bor-Tyng Wang

Associate Professor, Foreign Language Center, FCU

Assistants

Yu-Li Lin

*Assistant, Master Program of Higher Education
Management, NTCU*

電話：04-22183289

TEL：+886-4-22183289

GPN：2010300175

ISSN：23137193

版權所有·翻印必究