

# 工程數學課程教學設計與學習情形訪查個案研究

謝宜宸<sup>1</sup> 莊惟宇<sup>2</sup> 黃建勝<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立虎尾科技大學動力機械系 副教授

<sup>2</sup> 國立虎尾科技大學動力機械系 學生

## 摘 要

本研究針對工程類科系共同必修工程數學科目以認知心理學角度設計出一套教學新構思，雙層式教學，並配合作業學習及開放式學習等配套措施實際進行教學，最後再以訪談方式進行質的研究。經過三年的教學及訪查，同學們對工程數學 O.D.E. (常微分方程), Laplace transform, Fourier series, Matrix 等章節內容的學習成效反應為：學習較為完整，且較有效率；比較有整體性概念，易進入狀況，循序漸進，使細部知識健全；能夠延伸至工程問題，較能了解物理意義，且具連貫性；直接切入重點，不浪費時間；先建立印象，概念易理解，再聽一遍時較易掌握重點，對於深層函義之數學理論於學習時較不吃力；以廣角度的方式進行了解學習，有助於擴充思維角度；有目標的學習，自己較易掌握學習進度；有系統的唸書，不會死讀書；比較懂得抓住重點；對自己的邏輯思考較具幫助；由於開放式學習過程中經常互相討論使學習更能加深印像；考試亦可學習，而且會以學懂為目標，並非只以想拿高分或只求及格為目的。本研究除文中所提之限制外，經調查訪談後發現於教學過程中小組討論時，某些同學因對工程數學實在沒有興趣而學習成就低且造成同學間互動不佳的情形發生；某些少部分成績較強的同學由於比較自私所以討論時不太願意教導有疑問的同學；一般同學大多不認為考試次數越多學習效果會越佳，即使老師會當學生，只要被當人數多的話當下大家也不會怕；適當的考試次數大約是一學期 4~7 次；同組的同學若居住的距離相去太遠則非常影響相互間的互動頻率，間接地也會影響評鑑的結果。綜合觀之，本研究值得未來再加入老師評量方式及學生學習策略等其他因子一並研究，進一步配合交叉統計分析與回歸分析，並推廣到其他同質型科目繼續做全方位研究討論。

**關鍵字：**工程數學、教學策略、學習

## 壹、前言

由於現階段技職體系學生大體上程度相較以往者已稍不如前，學生們在面對未來多變性之大環境下又必須儘可能的使自身學識具多元化及擁有一小部分跨領域之基本能力[3]。為達此一目的，只有先將基礎學科的根基紮穩，才有可能逐步地完成願望。對技職體系工程類科系之同學而言，所謂基礎學科最具代表性的莫過於工程數學了，同學們如何在微積分程度不佳之情形下又必須將工程數學學得有一點概念已成為當下技職體系學生重要課題之一[2,5]。雖然影響學習成效最重要的一個因素就是學習者的先備知識成熟度如何[17]，而且它也是學習者在建構新知識時最具潛力的影響因素[18]，不但可使學習者作水平式思考亦可以深層思考方式建構新知，但是在現況無法改變的情形下如欲增進學生學習工程數學的成效，該科目之教學法的適度改變就顯得十分重要了[19]。

工程數學對工程類科系之同學而言可說是最重要的科目之一，如果改變教授工程數學之教學法能提昇學生學習效果，就能相對提昇同學對其他科目之自我學習能力，亦能使同學對數學及物理函義之相關性的體會能更加深刻。故本研究係在設計出一套教學法後做可行性評估，希望此教學法能提昇同學對基礎科學的了解，降低同學對工程科學學習的恐懼心，增加同學學習意願與自信，使同學能真正正確地體會出數學對工程科學的重要性並進而改進同學的學習態度、增進自我認知及提昇自我學習的能力[9]。

## 貳、文獻回顧

由於技職教育及普通大學教育的蓬勃發展，現階段技職體系學生不論在價值觀、認知、學習策略及信念上均已與以往的學生有所不同，學生學習意願相較於以前亦有些許低落。現在的老師不但在教學時要克服上述障礙外，更應使學生於修課完成獲得學位後有能力在現今社會謀求生存發展[3]。

因此之故，現階段老師角色的扮演不應僅僅只有在上課時把書教好即可，更應注意學生學習發展情形[7,10]，學生生涯規劃與課程內容之相關程度[1]，及教師個人實際經驗與大環境變化之相關性等，均為老師於教學工作時應注意的重要課題[6]。

從目前大環境來看，欲使技職體系同學能有較多的能力去應負未來可能的變局，工程數學的教學成效將會是重要的教育工作項目之一。有效教學的研究在國內外有十幾位專家學者對其做出定義(陳木金博士論文第 83,84 頁)，其中 Borich [11] 在有效教學一書中提出七項評斷教學清楚性的條件之一為教學結束前須對教學內容加以統整。Borich [12] 並認為，有效教學應具有系統性、符合邏輯、循序漸進、講述目標清楚明確。所以在工程數學教授過程中為達到上所述各項教學目標，除了應用傳統批判思考式及問題導向的教學方式外，再加上開放式學習法[13]以期能增加學生自由發揮的空間，並能從中找出同學思考尚不足之處。

雖然國內外針對與工程類科目之教學相關研究很多，其中工程數學科目的教學研究亦時有所聞[8]，在此不另贅述。但對技職教育之工程數學科目以認知負荷角度出發，並配合開放式學習精神的教學內容研究則較少見。本研究具此只針對工程數學科目做探討其主要原因為該科目是工程科系類之各系重要的共通語言之一，若同學在學期間能將此科目學好，則出社會在工作崗位上倘遇到跨領域的工程問題或現實需要時，其自我學習的基本知識門檻將大為降低，這也很符合現階段甚或未來教育所需之目標[3]。其次，因為重要科目的多半內容大多以數學描述為主，一般工程科系學生若能對工程數學教學內容作高層思考及運用則該學生對系內相關重要科目的學習成效亦會高於工程數學較差的同學，對於與資訊工程有關的必修或選修科目也有很明顯的相關性，其原因多半是寫程式時或 CAE 的應用等都需要用到數學或與數學相關的知識，所以本研究對工程數學科目做探討不但事半功倍，更能將研究結果擴及於其他科目以提升整體教學成效。基於以上目的，本研究先以專業知識為背景將課程內容作全面性規劃，以建構式教學概念直

接應用在實際教學中，目前先調查學習者成就反應，未來再繼續對教學、學習、及評量等三面向上做研究改進。

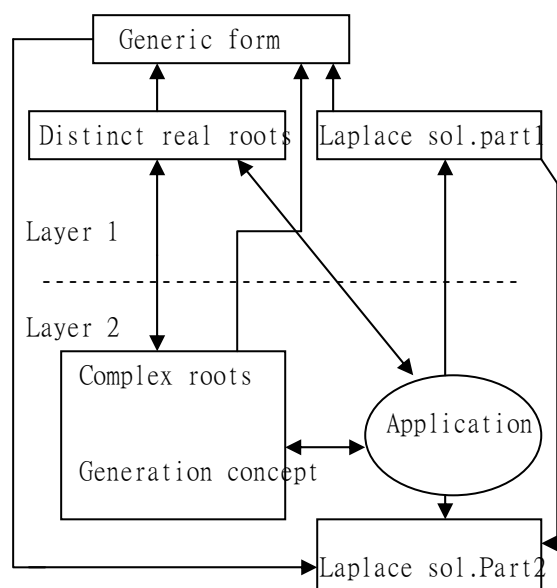
近年來有相當的學者研究如何讓傳授的知識以避免認知過負荷的方式呈現在學習者之前 [15]。部分學者對於分散式注意力的最小化認為會使得學習者遺漏相關知識的吸收 [16]。學習者如果將注意力只專注到一個部分，通常性會忽略掉主題與其他相關知識。因為單一目標的注意力有可能造成學習者對建構相關知識之學習容量有所偏差而有缺乏全貌的遺憾 [14]。再就信念的角度來看，Berger(1998,1999) 的信念系統中，若是初學者本身學習基礎不佳，其直覺判斷能力與評價判斷力均會有不好的運作情況，進而會影響到大腦中數學世界的思考，自然對數學觀念的產生發生障礙。所以在教學設計時均需注意以上所述之觀點隨時加以修正，使同學儘可能在吸收新知識的同時亦可擴張自己的認知的角度。

## 參、雙層式教學研究方法

設計並調查工程數學科目以本研究所提之教學策略是否能更有效地適用於現今技職體系學生為本研究的重要目的之一。本研究之教學策略大致為使同學於學習過程中先擬清所學知識的輪廓，然後再學習細部分析部分以了解整體知識的完整性。有一點與 Borich 所提最大不同處在於教學程序中即對教學內容做統整性之探討與說明，如此做的原因有二，首先為現階段技職學生程度在修工程數學科目目前的先備知識有些不足，必須時時提醒學習者當下所面臨之問題及其所扮演的角色，減少同學不知為何而學的心理，如此可大幅度降低靠背誦學習的成分，其次為同學目前多沉溺於網路遊戲，願意花較多時間於課業的同學所占比例偏低，故必須將所教內容做更詳盡簡略的呈現，方能使同學在課堂上在短時間內對教學內容有整體性之概念，而教學進行中，以批判思考及問題導向方式 [20] 進行教學並配合開放式學習與合作學習等方式 [4]。如此做的原因為盡可能使教學內容具體化，並儘可能

吸引同學以增加其上課時適當的認知負荷與減少非必要之認知負荷。開放與合作學習並用的目的除同學間有良好的溝通文化外，更可進一步了解同學團隊思考的漏失處為何以增進學習印象。至於教學內容則依程度及前後連貫性兩因素將之分為兩部分，這也是本研究最重要也最花時間的部分。因為如何將各章節教學內容分為兩部分所需要的除微積分與工程數學外其他基本數學知識亦需相當廣泛。除此之外對工程應用方面也須有廣泛的認識，如應用力學（動力、材力）、流體力學、電路學、線性系統、自動控制等科目。並將同學適當地分成若干組。期中考前先完成本學期教學範圍內較為基礎觀念的部分，期中考後再重頭開始教授相同教學範圍內較為進階觀念的部分並將適當教學內容配合以開放式學習進行。考試方式則以配合考試範圍及分組方式依筆試、口試、討論等方式進行之，最後再與學生座談或以訪談或調查方式來調整教學方法以使學生增進學習效果。

教學內容分成兩部分之原則為儘量將工作記憶量放大到同學們能承受的空間，並將短期記憶與長期記憶的使用間距加大。如此做的原因為使同學有較長的時間可以將所學的新知識以有效的儲存方式並組織在長期記憶中。待同學第二次學習時，由於已有整體的概念，對於所學內容雖為新知，但有輪廓的依據使得建構上不論在儲存與組織新知於長期記憶中都會有所幫助。如此一來也許可以降低二次學習之工作記憶負荷。茲將教學內容 O.D.E. 部分的示意圖繪於圖一中，其餘的則不另贅述。



圖一、教學內容示意圖

本研究為僅針對個別老師作教學設計及部分特定同學(連續三年對五專每年三年級的一個班級)做訪談,其學業成就僅以工數成績為考慮標準(智力測驗或其他科目成績並未列入考慮,而工數成績的評量以原則性與廣角性做為評量標準,並非以熟練性做為評分標準),且影響學業成就的因素也只考慮老師教學內容及策略為自變項,僅止於現象的呈現,並無因果關係的論述。

由於受限於實際環境的安排,三年來本研究僅一年針對一個班級實施教學,無法對更多的班級做實驗,故無法有對照組產生比較。儘管如此,本研究仍將一班級之調查時間分做兩次進行,期間間隔一年半,對部分高成就同學而言檢驗其對上課後之感受有無改變。就對向而言,由於女同學過少,於研究之初即排除其為研究變項,故並未對該變項作考慮。至於學生學習形態及策略或家庭社經地位相關因素的分析和學習評量方式等,則留待以後繼續做研究以便徹底修正並改進教學方式,目前僅為改進教學內容規劃,盡己所能地提升學生學習成效,對提高社會效能略盡綿薄之力。

由於本研究對教學效果之調查係質的研究,其內容包括學生對老師專業能力的認知、自我能力評價、上課互動氣氛感受、授課內容系統性感受、教學過程循序漸進感受、與講述目標清楚明確性等

六大項。就調查對象而言分為上、中、下三類,工程數學成績在 75 以上者歸為上類,75-60 為中類,不及格者為下類(除期末考外,成績以 12 次考試中 10 次成績的平均值為準,不包括本班中的重修同學)。

## 肆、訪談結果與觀察討論

雙層式教學策略經本研究發現對於現今技職體系學生,就工程數學科目初學者而言可有效地適用。經過一學期的雙層式教學策略薰陶,三年來的同學們對工程數學 O.D.E., Laplace transform, Fourier series, Matrix 等章節內容的學習成效反應及老師的觀察就自我能力評價、授課內容系統性感受、教學過程循序漸進感受、與講述目標清楚明確性等較為重要的四項大自歸納為：

一、學習較為完整,且較有效率。

大多數同學因在學習過程中先將整個課程的基本重要觀念先建構在自己的認知中,待期中考後進入第二輪深層學習時比較有建構自己知識的空間,故在學習過程中比較不會發生在上課時不知老師在講甚麼。即使發生上課無法完全搞懂的情形,於課後自己回去複習時亦能解決部分不甚了解的問題。所以多數同學與以前學習情形來比較,均有學習效率增進的感受。若以不同的章節來看,O.D.E. 及 Laplace 同學們有較高且較有一致的認同,其原因可能是此兩部分共通性高,且初步學習成效較易達成(從 Generic form of O.D.E.出發)。反觀 Fourier 的學習,由於一般同學對三角函數的內容先前學習了解不佳,再加上對級數的觀念也較無印象,故對於本章的反應較為冷淡。但詳細的因果情形則須做更進一步的分析方可知曉。至於 Matrix 部分由於與前幾章在初學階段時關連性本來就不高,故在同學的感受上較為不完整,但由於較易學習,故問卷的結果在本項目中同學們反應較 Fourier 的學習具有效率且完整。

同學下:「我覺得這種教學方式真的可以大大

的提昇大家對數學的興趣……。」

同學上：「……這種教學法不但可以學習到工數的基礎，還可以深入淺出的側底了解工數，利用二次的從頭到尾教玩的方法使我可以回憶、複習不會或難懂的地方。」

二、比較有整體性概念，易進入狀況，循序漸進，使細部知識健全。

這部分的調查結果與 O.D.E. 及 Laplace transform 的教學結果有關。以往大多數同學在學習過程中很少注意章節間之關聯性，尤其是站在深度的角度上來看更是如此。雙層式教學的優點之一在此即可表現出，它是先將淺層的知識關聯性建立起來，等待一段時間後再將更進一步的知識關聯性逐步建構，所以同學會有循序漸進並使細部知識健全的感覺。嚴格說來同學有細部知識健全的感覺部分要靠自己的努力，所以成績較好的同學此種感受較為強烈。

同學上：「由淺入深，比較難或複雜的地方，跟重要的都會說比較多次……讓我們輕鬆的學習。」

同學中：「工數喔！老實說，xxx，怎麼會有這種東西，…實在不需學，但是讀了這科了不學又不行。……尤其是由淺漸深講解方式我較能接受，因為基礎沒學好……。」

同學下：「這樣的教法應該是對我們來說是比較好，因為一開始教比較簡單，增加我們的信心，……，這種教法可以更加深我們的印象，以前的教法很容易考完就忘了，應該就是這樣吧。」

三、能夠延伸至工程問題，較能了解物理意義，且具連貫性。

多數同學能有此項反應，其原因除上課教授外，部分原因來自於開放式學習同學相互討論的結果。由於同學相互協助，更可以突顯平時不太了解之處而加以修正。除此之外，課程設計部份延至於國中時代所建立之物理觀念(對 O.D.E. 及 Laplace 章節而言，這部分的知識內容本來就是用來描述工程問題的，尤其在力學及自動控制的簡單例中更可

使同學對此項反應趨於正面，至於 Fourier 及 Matrix 兩章同學反應相對較低，其原因為 P.D.E. (偏微分方程) 還沒有教，故物理概念較不易講述)，使同學能輕易地了解工程數學加入後其描述的方式，故同學可感受到學問的連貫性。

同學中：「上次的工程數學，教學的方式的確比一章一章教來得好，能夠了解教的內容，對後面銜接後面的自動控制都很相似…雖然被當掉，但是署修教的內容都回想到你以前教的，都輕鬆過關，……」

四、直接切入重點，不浪費時間。

同學的此項反應以成績較佳者為主，可能是因為同學越聽得懂越有如此的感受有關。除此之外，此項結果應與老師本身對學問的了解程度有關，若再加上表達技巧的運用，則更能強化同學在此方向上的感受。

同學上：「……聽得董事因為老師都會從簡單的題目教，不用背公式，公式都是推倒出來的……。」

五、先建立印象，概念易理解，再聽一遍時較易掌握重點，對於深層函義之數學理論於學習時較不吃力。

本項訪查結果與 1、2 項結果頗能呼應，這也是雙層式教學的重要優點與成效，直得再做進一步研究探討並發展至其他科目的地方。站在教學內容的角度來看，Fourier series 的教授過程對同學而言本項結果與 O.D.E. 同樣明顯。這原因有可能是此章節在第二次教授時其教授內容大體上是第一次教授時的應用，所以同學對問卷的問題在直譯上會有此感受。

同學上：「優點是先建立基礎再深入，有助於學習。……有融入深活，較易理解。…較有層次及重點浮現。」

同學上：「反覆式上課法的感覺跟平常一次上完的差異是能加深印象，不太容易忘，……能增加接觸到的單元數目……」

六、以廣角度的方式進行了解學習，有助於擴充思維角度。

此項結果顯示出雙層式教學的另一項重要優點，尤其是成績較佳的同學本項反應更是一致的。雙層式教學所強調的是對問題作全方位的思考，任何一個問題解決不要僅侷限思維於某一特定章節內，必須跨章節地去思考問題。在試題的設計上更可以配合此種全方位的思考方式出題，以擴充同學對思維角度拉大的訓練。再就不同的內容角度來看，O.D.E.及 Laplace 章節均獲得較高的認同度。

同學上：「上課從不同的角度切入，有時可以看到自己以前沒有搞懂得地方，可以從最基本道教男的地方，可以一步步搞懂、」

同學中：「…對角度上有幫助，加強微積分的純熟度及運算技巧，不會讀了後面忘了前面。」

七、有目標的學習，自己較易掌握學習進度。

一般而言不論同學成績好壞感覺均會有學習目標清楚的傾向，其原因不外乎是因為在第二次學習時對於所學習內容的大致上已知有密切的關係，這亦為雙層式教學的一項優點。至於學習進度的掌握良窳則視同學自身努力的情況而定，不一定與老師教學情況有完全的關聯。所以成績較差者，多半對學習進度的掌握較差。

關於這部分與前面各部分均有相當的關聯性，值得從後設認知、認知負荷及資訊處理過程等各角度去探討。

八、有系統的唸書，不會死讀書。

會有此種反映的受調者多為成績較佳的同學，尤其是數學成績越來越好的同學，經由雙層式教學的洗禮後對自身如何學數學比較有觀念，所以感覺上讀書會較有系統。至於之所以會有「不會死讀書」的感受其原因與項 6 的結果可能有很大的關係，不過還需進一步分析方可知曉。至於成績較差者，對於此項反應亦趨於負面。

九、比較懂得抓住重點。

凡是對本項調查較具正面傾向者多與項 8 的

結果一致。事實上當學習者學習一項知識時，只要有抓得住重點的感覺，項 7,8 的傾向亦會呈現正面的反應。

同學：「……由淺入深方式我比較喜歡，比較容易掌握到這門課的要領。」

十、對自己的邏輯思考較具幫助。

修課同學中，不論其成績好壞均有對此結果持正面的看法。這可能與老師在上課時常以問題導向的方式教導學生，並不時地以反向思考的方式提示同學，再以批判思考的推理讓學生有機會真正了解自己當下所面臨的問題之關鍵為何？學生在建構其知識前均有經過一小段思索，這和以前的學習方式幾乎是不相同的。以 Fourier series 教學過程而言，同學對於證明過程中應用到的知識並不需以記憶的方式而是以理解的方式去完成感到印象深刻。諸如 Orthogonal、Coordinates、積化和差等。

十一、由於開放式學習過程中經常互相討論使學習更能加深印象。

開放式學習在本研究所扮演的角色為對工程數學應用的部分施行此學習方式。因為同學部分先備課程中有諸多實例可茲沿用，再加上平行課程中亦有工程實例可舉，故令同學合作討論並作報告，雖然同學有些不甚理解之處，但經老師講解後同學均印象深刻。

十二、考試亦可學習，而且會以學懂為目標，並非只想拿高分或只求過關為目的。

少部分成績較佳的同學有此價值觀上的改變實為可喜的現象，至於實際原因為何則仍有待進一步研究。

以上十二項標題結果均係訪問某些同學所得之回答節錄（均非同一人），對於回答較簡潔者，如「對啊！我也有這種感覺」、「差不多一樣吧」、「哇塞！我跟他一樣」等，均未列入文中。待教學內容修正大致穩定後即可展開量的研究。

以上所述均為多數且較為正面的反應，至於

評鑑學生學習成效部分則有以下幾點較為學生所不盡滿意之處：1. 由於部分考試的方式包含小組討論，某些同學因對工程數學實在沒有興趣而造成同學互動不佳的情形發生。2. 某些少部分成績較強的同學由於比較自私所以討論時不太願意教導有疑問的同學。3. 一般同學大多不認為考試次數越多學習效果會越佳，即使老師會當學生，只要人數多的話大家也不會怕。適當的考試次數大約是一學期 4~7 次。4. 同組的同學若居住的距離相去太遠則非常影響相互間的互動頻率，間接地也會影響評鑑的結果。其他還有些許較屬於個人因素對本教學法不能適應在此不做說明，因為某些同學比較無法想像如果他接受傳統式的教法結果又會如何？同樣的也有同學先修課程兩年四學期全當，在修本課程時表示課以接受，但此紀錄並未列入文中，原因為該同學與其他同學相較可能認知差距較大。

## 伍、結論與建議

除了增加學習者間的互動學習、合作討論外，雙層式教學策略是以先架構學習者對學習內容的整體輪廓後再進入較為抽象的部分，最後由學習者自行補足完整的知識內容以達成學習目標。經過實際上課驗證後，由學習者的反應得到以下結論：一、雙層式教學策略除以上 12 項優點廣為一般同學所認同並肯定外，其中對部分同學優質的學習態度提升、學習方法的改變、思考方式的多元化以及對數學的認知或自我肯定等方面均自認為確實有些許進步。雖然詳細的各項成果仍須做進一步的定性、定量、及多面向之分析，但多數修課同學對此教學法均持正面評價。

二、多數同學在修本課程前其數學的基本觀念之建立是透過記憶方式學習的，鮮少透過思考學習，遑論批判性思考學習。經過思考而學得的知識不但有助於累積，不用強記而印象深刻，更可以增進學生對數學的自信心。

三、以往多數同學微積分觀念均較依靠公式演算習得，對瞭解的認知並非藉由批判思考，而是藉由公式演算及其表面呈現的部分得到，所以同學們多半

不認識微積分觀念應如何應用到工程問題上，對於探討工程應用問題時常感生澀。經由本教學法施行後，同學們對於學數學就是“熟練代公式的技巧”的觀念有些許改變，因為當實際工程問題要以數學應用解決時會遇到很多基本的物理觀念，光靠熟記公式是不能解決問題的，如果再加上小組內成員間之討論，對於數學的應用就更能有進一步的了解。四、同儕們由於修本課程前微積分基礎普遍不好，極度缺乏整體概念，同學們對數學的細膩度欠佳，該有的數學判斷能力卻不具備。在應用本教學法時由於先建立基本架構中對於以往有印象而不具體的概念可藉由批判過程加以釐清，所以在教學連貫性上頗有助益。至於深層學習留至下半學期再教授于時間順序上安排亦頗為恰當。

以上所述為同學們修習本課程前的表徵，並於後半學期考試時可發現部分同學有顯著的進步。儘管如此，但亦有少部分同學並無任何進步(約 7-10%)，經初步訪談認為其原因為對整個工程數學教材內容缺乏興趣所致。既然個人對數學不具興趣(同學所述內容在此不另贅述)，又為何同學會選擇需要以大量數學為工具的工程科系來就讀，這是值得探討的一個題材。除此問題外，本研究在執行過程中發現以下問題值得提出：

一、幾乎所有同學，相較於以往學長，對於自我期望不高，讀書得過且過的心態濃厚，全班集體墮落現象隱約可見。雖然本研究(第 12 項)對提升自我要求標準有所助益，但畢竟僅屬於成績較佳的同學們方有此感受。成績中、下的同學其自我要求標準很容易地受到當時環境或同學朋友的影響而做改變。換言之，現階段對類似條件之學生的身心教育若能加強，是否對專業教學的學習成效之保持會有所助益？這是值得進一步探討的。

二、在本研究於調查之初，發現一般同學對於自己應有的定位、對老師應有的認知角度(如有任何建議應從建設性角度勇於提出)、與老師應有的基本互動關係(如上課中有疑問可隨時提出)等均認識不清，甚至有些自己的問題從未想到過要做修正(如改變自己的學習策略)。經過一些訪談活動後部分同學的確體認到自己在學習環境及學習心態

及習慣上應做相當幅度的修正,大部分同學只敢下課後問問題,少部分同學會在上課時被老師要求提出自己看法後才會提出問題,上課時敢提出問題者僅一人。所以如何提升上課的師生互動?提升上課的互動性能否提高學習成效到某種程度等都是可以再探討的問題。依工程專業角度來看,工程數學在學習過程中對初學者而言應是最易產生問題的科目之一,由此切入使得學生在學習的同時,亦懂得適切的提出問題應是提升互動良好的著力點。

工程數學教材內容對所有國內外工程科系而言幾乎大同小異甚或是一致的,若學生學習情況正常,教材內容的確可某種程度地達成訓練學生做高層思考、使學習者統整提煉其知識並可以多重形式表達、以及令學生對相關連的科學現象可提供合邏輯的推論等目標。本文雖對教學法有諸多琢磨,同學對課堂上反應亦偏正向,如上課氣氛佳壓力小、提升興趣亦生動、簡單易懂不複雜、深入淺出易思考等,但對老師評量方式及學生學習策略等相關因素似乎仍有進一步再做統合性研究的必要,這也引發出未來本研究應繼續努力的方向。

## 參考文獻

1. 謝宜宸、梁巨展、游啓仁、趙建焜、李岳穎 (2001) .技職教育機械類科之專業課程規劃與教師教學及學生學習三者相互關係之探討. 2001 年資訊素養與終身學習社會國際研討會
2. Abraham Arcavi (2000) .Problem-driven research in mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 19, pp.141-173.
3. Chalmers F.Sechrist, Ted E. Batchman, Lyle D. Feisel, Walter H. Gmelch, Douglas Gorham, Barbara C. Stoler (May. 2002) Partnerships Take the Lead: A Deans Summit on Education for a Technological World *IEEE Trans. On Education*, Vol. 45, NO. 2, pp.118-127.
4. Emily H. van Zee, Marletta Iwasyk, Akiko Kurose, Dorothy Simpson, Judy Wild(2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 38, Issue 2, pp. 159-190.
5. I. E. Otung (Aug. 2001) . Reassessing the mathematics content of engineering education. *Engineering Science and Education Journal*, pp.130-138.
6. Jan H. van Driel, Douwe Beijaard, Nico Verloop (2001) . Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 38, Issue 2, pp. 137-158.
7. Leone Burton (Aug. 1998) . Undergraduate engineering education: teaching, learning, assessing—a symbiosis. *Engineering Science and Education Journal*, pp.158-160.
8. Leon De La Barra, M.B.; Leon De La Barra, G.E.; Urbina, A.M.; Leon. De La Barra, E.B. (Nov. 1998). Towards a global improvement of engineering maths teaching. *Frontier in Education Conference*, vol. 3, pp.1327-1331.
9. Monique Boekaerts (1999) . Self-regulated learning: where we are today. *Int. j. of Edu. Research*, 31, pp.445-457.
10. Teresa Larkin-Hein, Dan D. Budny (Aug. 2001) . Research on Learning Style: Applications in the Physics and Engineering Classrooms. *IEEE Trans. On Education*, Vol. 44, NO. 3, pp.276-281.
11. Borich, G.D.(1988), *Effective teaching methods*. Columbus, OH:Charles, E. Merrill.
11. Borich, G.D.(1994), *Observation skills for effective teaching*, New



York:Macmillan.

12. T.H.Bashir(2000), Teaching and educational notes: Accounting instruction using the open learning approach. *Journal of Accounting Education*, 18, pp.229-240.
13. Mayer, R. E. & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 444-452.
14. Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficulty to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185-233.
15. Mayer, R, E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312-320.
16. Ausubel, D. P. (1968), *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt. Rinehart. & Winston.
17. Hegland, S., & Andre, T. (1992). Helping learners construct knowledge. *Educational Psychology Review*, 4, 223-240.
18. Biemans Harm J. A., Deel O. R., & Simons P. R-J. (2001) . Differences between successful and less successful students while working with the CONTACT-2 strategy. *Learning and Instruction*, 11, 265-282.
19. Dirk Hoek, Pieter van den Eeden, Jan Terwel (1999) . The effects of integrated social and cognitive strategy instruction on the mathematics achievement in secondary education. *Learning and Instruction*, 9, 427-448.

# A Case Study On Instruction Design and Learning For Engineering Mathematics Course

Hsieh Yi-Chern Wei-Yu Chuang Jiann-Shenq Hwang

Department of Power Mechanical Engineering  
National Formosa University

## Abstract

An instruction design for engineering mathematics course from cognitive psychology point was employed and the effect was investigated in this study. The instruction, double-layer teaching, equipped with open learning as well as cooperate learning was implemented practically and quality results were analyzed by interview. After three years' instruction and investigation, the reactions of students learning engineering mathematics in topics of O.D.E., Laplace, Fourier series, and Matrix are completion of learning and more effective, easy to get whole picture and to involve more detail gradually, able to extend to practical engineering problems to know the physical meaning without losing continuity of the concepts, strait forward touching the key point wasting no time, general concepts been erected after first time to teach then easier to learn other theorem through deeply thinking in the second times, helpful to extend thinking range wide while learning, making learning target obviously and easy to hold the learning schedule, systematically learning in stead of awkward reading, good for germane thinking, improving ability of logical thinking, impressing learner with what have learned through open-learning discussing, and learning attitude varying from just pass or getting higher score to real understand what learnt. Except for the restrictions of this research, after the investigation we found some negative points and they are some students still getting low achievement and the interaction of the students being poor for lack of learning interesting, small part of high achievement students reluctant to teach others who has question, the more the times of test the better the consequences of learning being unacceptable for most of the students, and the proper times of test around 4 to 7 in a semester. In addition to the above, even though the teacher requests students seriously, they are unawareness if most of students are not pass. The last point we found that some students didn't want to discuss each other just because the distance they lived is too far to talk. In short, some further studies are worth to do such as the ways of teacher assessment, learning strategy, and other factors. This study can also implement to other courses in a wide variety ways by using statistic and regression applications.

**Key Words:** Engineering mathematics, Teaching Strategy, Learning