

國立交通大學數學研究所

碩士論文

大一學生微積分學習策略與
微積分學習成效之研究

A Study of Calculus Learning Strategies
and Calculus Achievement of
Freshmen at University

研究生：楊嘉勝

指導教授：白啟光 博士

中華民國一百年七月

大一學生微積分學習策略與微積分學習成效之研究

A Study of Calculus Learning Strategies and Calculus Achievement of
Freshmen at University

研究生：楊嘉勝

Student：Jia-Sheng Yang

指導教授：白啟光

Advisor：Chi-Guang Pai

國立交通大學應用數學系



Submitted to Department of Applied Mathematics,
College of Science, National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master

in

Applied Mathematics

July 2011

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百年七月

大一學生微積分學習策略與微積分學習成效之研究

研究生：楊嘉勝

指導教授：白啟光 博士

國立交通大學數學研究所

中文摘要

本研究旨在了解國立交通大學的大一學生之微積分學習策略運用情形，及其在個人背景變項上的差異情形，並針對微積分學習策略與微積分學習成效的相關狀況進行分析。

本研究採用問卷調查法，以「微積分學習策略量表」為研究工具，以國立交通大學大一微積分學生為研究對象，共發出 952 份問卷，經剔除無效問卷後，得有效問卷 626 份，可用率達 74.5%；在微積分學習成效的部分，則以其 100 學年度第一學期之期末會考成績為計算依據。本研究採描述性統計、t 檢定、單因子變異數分析、二因子變異數分析、相關性檢定進行統計分析。

本研究之主要發現如下：

- 一、大一學生的微積分學習策略以「學科價值」、「尋求幫助」、「先備知識」表現最佳；以「焦慮」、「自我管理」、「了解題意」表現最差。
- 二、個人背景變項在微積分學習策略上有顯著差異。
- 三、個人背景變項在微積分學習成效上有顯著差異。
- 四、個人背景變項與微積分學習成效在微積分學習策略上有交互作用。
- 五、微積分學習策略與微積分學習成效有顯著正相關。
- 六、大學入學考試數學分數與微積分學習成效有顯著正相關。

本研究最後根據研究結果，提出各項建議，供學生、教學者及未來研究之參考。

關鍵詞：微積分學習策略、微積分學習成效。

A Study of Calculus Learning Strategies and Calculus Achievement of Freshmen at University

Student: Jia-Sheng Yang

Advisor: Chi-Guang Pai, Ph. D

Institute of Mathematics
National Chiao Tung University

Abstract

The purpose of this study was to explore the calculus learning strategies of freshmen at university, the diversity of background variables, and the relation between calculus learning strategies and calculus achievement.

The implement of calculus learning strategies was the questionnaire edited by myself. The sample was 952, eliminated the invalidation, the validation was 626, so the available sample was 74.5%. The calculus achievement was the final examination of the 1st semester of the academic year 2011. The statistical methods used to analyze the data were Descriptive Statistics, t-test, One-way ANOVA, Two-way ANOVA, Correlation.

The major findings are followings:

- (1) The best calculus learning strategies were “worth of subject”, “finding help”, and “prior knowledge”. The worst calculus learning strategies were “anxiety”, “self-supervendence”, and “problem understanding”.
- (2) The background variables had a significant impact on calculus learning strategies.
- (3) The background variables had a significant impact on calculus achievement.
- (4) There were interaction effects between the background variables and calculus achievement concerning calculus learning strategies.
- (5) There were positively connected between calculus learning strategies and calculus achievement.
- (6) There were positively connected between the mathematics achievement of entrance examination of university and calculus achievement.

Finally, some suggestions for students , educators, and future research were proposed according to the results.

Keywords: Calculus Learning Strategies, Calculus Achievement

致 謝

轉眼間，研究生的生活將要告一段落，在這過程中，許多同學、朋友給我幫助，許多老師的叮嚀與關心，都是我完成論文的助力。

首先，想要感謝的人，就是我的指導教授白啟光老師，在剛入學時，老師主動向我提及有關數學教育研究的想法，讓我栽進一個自己十分感興趣的世界；在研究的過程中，老師總是給予我相當大的研究空間，使我可以從事自身較為關心的議題之研究。在我遇到困難時，也總是在繁忙的行政事務中撥出時間，指引我研究的方向，給予相當多的寶貴意見。除了研究之外，老師在為人處事上給予的機會教育，以及看待事情的角度、想法，也是我學習的楷模。

論文的完成，承蒙明新科技大學資訊科技學系辛靜宜老師、本校教育所吳俊育老師於百忙中撥冗審閱本論文，並在學生發表論文時提供寶貴改進意見，使論文更趨充實與嚴謹，也加深研究的完整性。

一路走來，感謝數學所許多老師的幫忙，犧牲微積分的教學時間，供我施測問卷；也感謝教育所的許多老師，不僅提供我從事教育研究的方法、態度，更提供我對於教育的許多想法；還有許多同學、朋友對於研究所課程、以及論文撰寫的幫忙。

最後，我想感謝我的父母，有他們的支持，讓我可以沒有後顧之憂的進行研究，因此，我想把這份成果，獻給我的父母，與他們一同分享。

楊 嘉 勝 謹誌

一 百 年 七 月

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
致謝	II
目錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VIII
第一章 緒論	
第一節 研究動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 名詞解釋	3
第四節 研究限制	4
第二章 文獻探討	
第一節 學習策略	5
第二節 數學學習策略	13
第三節 微積分學習策略	15
第四節 數學與微積分學習策略的相關研究	22
第三章 研究設計與實施	
第一節 研究架構	24

第二節	研究假設.....	26
第三節	研究對象.....	27
第四節	研究工具.....	29
第五節	資料處理與分析.....	43
第四章 研究結果與討論		
第一節	「大學微積分學習策略」與標準分數的比較分析.....	44
第二節	「大學生微積分學習策略」在個人背景變項之差異分析....	47
第三節	微積分學習成效在個人背景變項之差異分析.....	62
第四節	微積分學習成效分組與個人背景對 學習策略二因子交互作用分析.....	65
第五節	微積分學習策略、大學入學考試分數與微積分學習.....	70
第五章 結論與建議		
第一節	結論.....	73
第二節	建議.....	76
參考文獻		
一.	中文部分.....	78
二.	英文部分.....	81
附錄		
	大學微積分學習策略量表.....	85
	國立交通大學九十九學年度第一學期微積分會考試題.....	88

表 目 錄

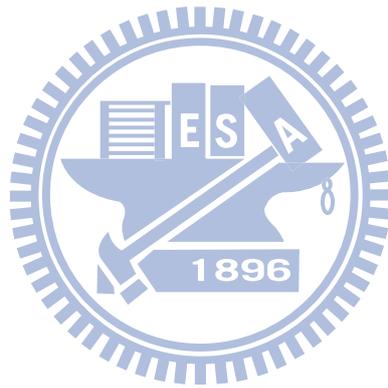
表 2-1-1	學習策略的分類.....	7
表 2-1-2	行為觀點學習策略相關評量工具一覽表.....	8
表 2-1-3	知觀點學習策略相關評量工具一覽表.....	9
表 2-1-4	動機觀點學習策略相關評量工具一覽表.....	10
表 2-1-5	認知-動機觀點學習策略相關評量工具一覽表.....	10
表 2-3-1	理解的六大層面分述表.....	18
表 2-3-2	微積分認知策略的四個層面分述表.....	19
表 2-3-3	學者對數學解題的觀點摘要表.....	19
表 2-3-4	數學解題與學者觀點比較表.....	21
表 3-3-1	大學微積分學習策略量表樣本分配表.....	27
表 3-4-1	大學微積分學習策略預試量表題目配置.....	30
表 3-4-2	「泛學科的學習策略」內部一致性效標分析與相關分析摘要表.....	31
表 3-4-3	「泛學科的學習策略」因素分析摘要表.....	31
表 3-4-4	「泛學科的學習策略」信度分析摘要表.....	32
表 3-4-5	「認知策略」內部一致性效標分析與相關分析摘要表.....	33
表 3-4-6	「認知策略」因素分析摘要表.....	34
表 3-4-7	「認知策略」信度分析摘要表.....	35
表 3-4-8	「解題能力」內部一致性效標分析與相關分析摘要表.....	35
表 3-4-9	「解題能力」因素分析摘要表.....	36
表 3-4-10	「解題能力」信度分析摘要表.....	37
表 3-4-11	大學微積分學習策略正式量表之題目分配.....	39
表 3-4-12	微積分會考成績次數分配表.....	40
表 3-4-13	微積分會考試題項目分析表.....	40
表 3-4-14	微積分會考難易度分析表.....	41
表 3-4-15	微積分會考鑑別度分析表.....	42
表 3-5-1	資料統計方法一覽表.....	43
表 4-1-1	大學生微積分學習策略與標準分數之t檢定摘要表.....	44
表 4-2-1	不同性別與學習策略t考驗分析摘要表.....	47
表 4-2-2	不同高中就讀地區與學習策略變異數分析摘要表.....	48
表 4-2-3	入學方式與學習策略變異數分析摘要表.....	49
表 4-2-4	不同學院與學習策略變異數分析摘要表.....	51
表 4-2-5	是否參加社團與學習策略t考驗分析摘要表.....	52
表 4-2-6	非學習的電腦使用時數與學習策略變異數分析摘要表.....	53
表 4-2-7	微積分學習成效與學習策略變異數分析摘要表.....	55
表 4-2-8	不同變項的大一學生在微積分學習策略的差異比較結果.....	57
表 4-3-1	不同背景變項在微積分學習成效的差異分析表.....	62
表 4-4-1	大一微積分學生學習成效分組與個人背景變項在學習策略 上二因子交互作用分析摘要表.....	65

表 4-4-2	學習成效分組與不同學院在認知策略「了解」層面之單純 主要效果分析摘要表.....	66
表 4-4-3	學習成效分組與電腦使用時數在認知策略的「統整與歸納」 層面之單純主要效果分析摘要表.....	67
表 4-4-4	學習成效分組與電腦使用時數在解題能力的「了解題意」 層面之單純主要效果分析摘要表.....	68
表 4-5-1	微積分學習策略與微積分學習成效之積差相關摘要表.....	70
表 4-5-2	大學入學考試分數與微積分學習成效之積差相關摘要表.....	71



圖目錄

圖 3-1-1 研究架構圖 25



第一章 緒論

第一節 研究動機

學生在修習專業科目前，需要透過修習微積分，來獲得基本知識以及分析、推理、計算、表達的能力；才足以解決專業科目中更為複雜的問題（繆龍驥，1981）。因此微積分對於理、工、商相關學院的大學生來說，實屬非常重要的必修課程之一。但是微積分是學生進入大學後，馬上就接觸到的學科，而且微積分的內容相較於高中數學課程來說，因為引入了極限的概念，使得將函數與圖形的思考方式由高中的靜態思維轉為動態思維；不僅如此，更因為深入探討函數的性質，因此在處理程序性的問題時，其程序的選擇也比高中數學來的多元；又因為台灣的教育多以紙筆測驗評量學生的學習成效，因此很多人在國、高中學習數學時，常認為快速解題就是數學程度的唯一指標，而在學習微積分時，更將其視為一堆無意義的定義、公式、或純代數符號的操弄（鄭百恩，2007）。如此一來，久而久之，學習微積分時，便容易忽略重要的觀念與定理，導致無法理解微積分的抽象概念，也無法將所學的定理應用在解題上。因為這些不正確的學習習慣、對觀念的錯誤理解、公式的過度重視，常常反映在學生的成績上，造成學生對於微積分產生恐懼，排斥學習微積分；抑或失去信心，而放棄微積分這個重要的科目。

研究者在擔任國立交通大學微積分助教的期間，遇到許多認真於微積分學習的學生，不僅上課勤作筆記，更會利用助教值班時間詢問助教問題，但也發現其中部分學生雖然十分用功，但是所花的心力卻與考試成績不成正比。這個現象，使研究者想要了解在交通大學學習微積分的學生，其普遍的微積分學習策略運用程度如何？成績優異與成績不理想的學生，微積分學習策略運用的情形有什麼差別？而個人的背景差異是否會影響微積分的學習策略？

因此本研究將著眼於大一學生的微積分學習策略運用之情形，並期能探究出微積分學習策略與微積分學習成效之關係。希望本研究之結果能提供修習微積分的學生，更妥適的微積分學習策略運用，以增進其微積分學習成效。也提供微積分教師，更具體、有效的方法來了解學生本身在微積分學習的狀況，並作為數學教育改革的參考。

第二節 研究目的

本研究的主要目的是在探討大一微積分學生在微積分學習策略及微積分學習成效之關係，具體而言，本研究之研究目的如下：

- (1) 了解大一學生微積分學習策略之現況。
- (2) 探討大一學生的背景變項在微積分學習策略上的差異情形。
- (3) 探討大一學生的背景變項在微積分學習成效上的差異情形。
- (4) 比較大一學生的背景變項與微積分學習成效在微積分學習策略上的交互作用情形。
- (5) 探討大一學生微積分學習策略與微積分學習成效的相關情形。
- (6) 探討大一學生大學入學考試數學、英文分數與微積分學習成效的相關情形。
- (7) 根據研究結果，針對學生、教師提出具體建議，以利學生微積分學習成效之提昇；亦可作為其他研究者未來研究的參考。

第三節 名詞解釋

本研究旨在探討大一學生微積分學習策略與微積分學習成效之關係，為使研究變項概念能更清楚明確，茲就研究所涉及的主要名詞，做一概念性定義和操作性定義，界定如下：

壹、大一微積分學生

大一學生是指接受大學教育的一年級學生，年齡大約 18 歲。本研究所指「大一微積分學生」，是指參加九十九學年度大學學力測驗或指定考科考試後，以繁星、學校推薦、個人申請、分發入學、運動績優入學的方式進入國立交通大學，修習一百學年度所開設微積分課程的大一學生。在取得國立交通大學 11 名微積分任課教師同意後，以 14 個班級，約 952 名學生為對象。

貳、微積分學習策略

學習策略是指為了達到學習目標與成效，而使用的各種技巧與方法。而本研究所指「微積分學習策略」，是根據 Gagne, Yekovich, Yekovich (1993) 的看法，把學習策略區分為領域內以及泛領域兩層面。在泛領域的層面，參考洪寶蓮 (1990) 的看法，將其分為「學科價值」、「焦慮」、「自我管理」、「尋求幫助」。在認知策略層面，參考 Skemp (1987) 以及 Grant & Jay (2008) 的觀點，將其分為「先備知識」、「了解」、「詮釋與連結」、「統整與歸納」。在解題能力層面，參考 Polya (1993) 的觀點，將其分為「了解題意」、「解題策略」、「執行解題」、「檢驗工作」。並將洪寶蓮 (1990) 所編制的「大學生學習與讀書策略量表」以及辛靜宜，林珊如，葉秋呈 (2005) 所編制的「微積分學習動機導向策略問卷」加以修訂為「微積分學習策略量表」。

參、微積分學習成效

廣義的學習成效是指，學生在學習過程中，透過修習一定的課程及教材，所獲得的知識及技能。而在台灣教育中，主要以學校考試成績或由學業測驗上所獲得的分數代表。本研究所指「微積分學習成效」，為國立交通大學九十九學年度第一學期微積分會考的成績。國立交通大學微積分教學組為了評量學生是否已學到應具備的基本能力，於每學期課程結束時舉辦全校性會考，當年度修習微積分的所有學生均需應考。測驗時間 110 分鐘，題型為選擇及填充題，十題單一選擇題，五題多重選擇題，五題填充題，每題 5 分，總分為 100 分，每題皆不倒扣，佔學期成績百分之三十，測驗結果以原始分數表示。

第四節 研究限制

壹、研究對象及地區方面

本研究調查的母群體係以交通大學大一修習微積分的學生為母群體，在推論範圍上會有所限制。

貳、研究變項方面

影響微積分學習策略與微積分學習成效的變項相當多，本研究僅就個人背景變項的性別、高中就讀地區、大學入學方式、學生所屬學院、社團參與與否、每天平均非學習的電腦使用時數等變項加以探討，未探討其他可能影響的相關因素。

參、研究法方面

本研究採問卷調查法，研究者盡可能將受試者填答不正確的因素移除，但受試者在填答時仍可能受到個人認知或環境等主客觀因素影響，而使研究結果有所誤差。



第二章 文獻探討

本章共分為四節：第一節，探討學習策略；第二節，探討數學學習策略；第三節，探討微積分學習策略；第四節，探討數學與微積分學習策略的相關研究。茲分別敘述如下：

第一節 學習策略

本節針對泛學科學習策略的意義、分類、以及內涵進行深入的探討，並整理過去相關的研究結果。

壹、學習策略的意義

學習策略是能夠促進知識獲得、儲存、以及訊息利用的一系列過程與步驟（Dansereau, 1985）。亦是有助於學生成功學習的有價值知識（張新仁，2006）。許多學者對於學習策略的定義有不同的解釋，而不同的定義主要源於學習理論的不同，以下就分為「行為學派」、「認知學派」、「人本學派」三個學派加以整理（林清山，1997）。

- (1) 行為學派：重視刺激與反應增強，利用練習以強化對知識的聯結，因此將學習策略界定為學習者行為改變的方法。例如：時間管理、重點整理技巧等。
- (2) 認知學派：強調學習者利用已有的認知結構，主動接收、保存、以及組織學習情境中的訊息，因此將學習策略界定為獲取或應用知識的認知歷程，其目的是為了增進學習和記憶，以及問題解決的能力。例如：複誦、組織化、精緻化等。
- (3) 人本學派：認為學習與個人的需求、動機、以及智能有關，因此其學習策略較著重在注意力、知覺、降低焦慮以及個人成敗歸因的改變等方式。例如：支持性策略、降低焦慮、自我調適等。

由上述可知，不同的學派就有不同的學習策略定義，且涵蓋的範圍也不盡相同。以國外研究來說，Weinstein & Mayer（1986）與 Singer & Gerson（1979）定義學習策略的觀點與認知學派較為接近；前者認為學習者在進行學習活動時，所採用選擇與獲得訊息的方法，以及建構、統整、保留與遷移訊息的模式，就稱為「學習策略」。後者則認為學習策略是學習者自發、有選擇性、有目標的學習行為，並藉此處理外在的訊息。

Oxford & Nyikos (1989) 對學習策略的定義與行為學派的觀點類似，認為學習策略是學習者用來處理訊息時所進行的動作，而所使用的這些動作，將會讓學習者更容易獲得知識，並且更容易應用於新的情境。

與人本學派觀點較為接近的 Symons, Snyder, Cariglia-Bull, & Pressley (1989) 強調學習者主動分析、理解訊息的能力，即為學習策略。而 Kardash & Amlund (1991) 則採取廣義的看法，認為在學習環境中，學習者所有用來增加知識、有效學習的方法都稱為「學習策略」。

國內的學者陳李綢 (1988) 認為學習策略是一種內在的、目標導向的認知技巧，也是一種有系統的計畫性決策方法。林清山 (1990) 的定義與 Kardash & Amlund (1991) 相似，認為在學習的過程中，任何被學習者用來增進學習效能的方式，都稱為「學習策略」。而洪寶蓮 (1990) 將學習策略定義為學習者用來促進知識獲得、保留、提取與統整的學習行為與思考活動，亦即一般俗稱的「學習方法」、「學習技巧」、「讀書習慣」、「讀書方法」；並將學習策略分成兩個面向；一個是內在心裡操作層面，包含學習者面對資料所使用的辨別、理解、保留和蒐集等方式。另一個是外在觀察層面，包含學習者所使用的學習技巧。

綜合上述國內外學者對學習策略的定義可知，學習策略的定義會隨著研究者的研究對象、研究內容的不同，而有不同的定義。但總觀而論，學習策略就是，為了達到學習目標與成效，而使用的各種技巧與方法。



貳、學習策略的分類與內涵

由上述學習策略的定義可知，不同學派對於學習策略的論點不盡相同，因此在學習策略的分類上，亦會因為學者的論點或研究面向不同，而有不同的分類方式，整理如表 2-1-1。

表 2-1-1 學習策略的分類

學者	學習策略的分類
Gaine (1985)	認為有效的學習策略有四個層面： (1) 能夠選擇學習的資訊並專注。 (2) 有效的組織知識，以便利用。 (3) 善用學習策略。 (4) 管理個人的學習策略。
Weinstein & Mayer (1986)	將學習策略分成達成目標的七個程序： (1) 基本的演練策略，如：記憶連結、條列項目。 (2) 複雜的演練策略，如：參考資料的運用、背誦、畫記重點。 (3) 基本的精緻化策略，如：深入探究。 (4) 複雜的精緻化策略，如：摘要、註記、分析問題。 (5) 基本的組織策略，如：描述與辨別差異、利用不同觀點討論。 (6) 理解觀點的策略，如：觀察、計畫、評價、修正。 (7) 效能策略，如：保持動機、控制焦慮、運用時間。
McKeachie (1987)	將學習策略分成三大類： (1) 認知策略，如：演練、精緻化、組織。 (2) 後設認知策略，如：計畫、監控、調節。 (3) 資源經營策略，如：時間管理、自我管理、尋求協助。
Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie (1991)	將學習策略分成三大類： (1) 認知策略，如：演練、精緻化、組織。 (2) 後設認知策略，如：計畫、監控、調節。 (3) 資源經營與努力策略，如：維持動機、努力、免除焦慮。
Hoeksema (1995)	將學習策略分成兩大類： (1) 表層學習策略，如：強調短期記憶、與未統整資料。 (2) 深層學習策略，如：長時間閱讀、探究背後意義。
Warr & Allan (1998)	將學習策略分成三大類： (1) 認知策略：演練、組織、精緻化。 (2) 行為策略：人際尋助、資料尋助、實際運用。 (3) 自我調節策略：情緒控制、動機控制、理解力控制。
Schunk (2000)	將學習策略分成兩大類： (1) 一般性策略：為達成目標所使用的邏輯性思考方法。 (2) 傳達性策略：利用特殊方法學習的過程。

表 2-1-1 學習策略的分類 (續)

學者	學習策略的分類
Holman, Epitropaki, & Fernie (2001)	分成三個認知策略與三個行為策略： (1) 認知策略：外在工作反應、內在工作反應、複製。 (2) 行為策略：人際尋助、資料尋助、實際運用。

綜合表 2-1-1 各學者對於學習策略的分類，可以將學習策略分為三個主要的面向，描述如下：

- (1) 認知策略：強調理解、演練、背誦、組織、探究...等訊息處理的方法。
- (2) 資源利用策略：強調尋求協助、資料尋找、資源運用...等利用資源的方法。
- (3) 自我效能控管策略：強調時間管理、自我情緒管理、保持學習動機...等。

洪寶蓮(1993)綜合分析各種學習策略的自陳式量表，可以依其研究的內容與重點，分成「行為分析」、「認知分析」、「動機分析」及「認知－動機分析」等四種觀點。以下就分別描述此四種觀點的主張與代表性的評量工具：

(1) 行為觀點 (behavioral perspective) 之評量工具

行為觀點的主張認為有效的學習是奠基於學習者的外顯行為與外在環境的交互作用。因此量表的設計目的就在評量此交互作用對於學習的影響程度。例如評估學習者的專心程度、學習習慣、時間經營、讀書地點、讀書時的生理狀況等(張春興, 2008)。以下列舉幾個具代表性的評量工具，說明如表2-1-2。

表 2-1-2 行為觀點學習策略相關評量工具一覽表

測驗名稱	年代	編製者	測驗內容
Study Habit Inventory	1941	C. G. Wrenn	共28 題。包括：閱讀與筆記技巧、注意力、學習時間之分配與社會關係、一般工作習慣與態度等四個分量表；以內部一致性 α 係數建立信度，並採建構效度與同時效度建立量表的效度。
Survey of Study Habits and Attitudes (SSHA)	1967	W. F. Brown W. H. Holtzman	共100 題。包括：避免拖延、工作方法、學習習慣、教師支持、教育接納、學習態度、學習導向等七個分量表；以重測信度、內部一致性 α 係數建立信度，並採建構效度與同時效度建立量表的效度。

表 2-1-2 行為觀點學習策略相關評量工具一覽表（續）

測驗名稱	年代	編製者	測驗內容
國中學生學習行為問卷	1982	簡茂發 張新仁	共103 題。包括：學習方法、學習習慣和學習態度等三個層面；此量表的內部一致性 α 係數為.71 至.91，並採內容效度與同時效度建立量表的效度。

資料來源：引自郭郁智，2000：45

(2) 認知觀點 (cognitive perspective) 之評量工具

認知觀點的主張認為記憶的歷程說明了學習的歷程，每個人提取訊息的方法各有不同。量表的設計目的主要在探索學習者在記憶過程中的輸入、譯碼、編碼、解碼、儲存、檢索、輸出等步驟（張春興，2008）。以下列舉幾個具代表性的評量工具，說明如表 2-1-3。

表 2-1-3 知觀點學習策略相關評量工具一覽表

測驗名稱	年代	編製者	測驗內容
Study Behavior Questionnaire	1970	J. B. Biggs	共 80 題。包括：複誦、內化、組織等三個分量表；以內部一致性 α 係數建立信度，並採建構效度建立量表的效度。
The Learning Strategy Inventory	1975	D. F. Dansareau G. L. Long B. A. McDonald T. R. Atkinson	包括：自傳、學習自信、認知活動、記憶過程、想像過程、一般閱讀技巧、閱讀彈性、數理行為、創造力、問題解決、認知型態、作決定、組織技巧、一般學習技巧、學習習慣、作答技巧、作筆記、班級行為、環境、分析及統整技巧等二十個分量表；以內部一致性 α 係數建立信度。
Inventory of Learning Process	1977	R. R. Schmeck F. Ribich N. Ramanaish	共 64 題。包括：記憶事實、講求讀書方法、精緻化過程、深入過程等四個分量表；以內部一致性 α 係數建立信度，並採建構效度建立量表的效度。

資料來源：引自郭郁智，2000：46

(3) 動機觀點 (motivational perspective) 之評量工具

學習動機 (motivation to learn) 是指學生在學習的過程中，能維持學習活動，並促使該學習活動趨向教學目標的內在心裡歷程。而此動機又分為外在動

機 (extrinsic motivation) 與內在動機 (intrinsic motivation)，前者主要探討外在環境因素影響的程度；後者則探討內在需求影響的程度 (張春興, 2008)。量表的設計目的主要在量測焦慮 (anxiety) 和歸因 (attribution) 兩層面，說明如表 2-1-4。由於動機只是學習策略的其中一部分，因此甚少研究僅以動機觀點來評量學習者的學習策略 (Weinstein, 1982)。

表 2-1-4 動機觀點學習策略相關評量工具一覽表

測驗名稱	年代	編製者	測驗層面
Suinn Test Anxiety Scale	1969	R. M. Suinn	anxiety
Worry-Emotionality Scale	不詳	J. H. Morris M. A. Davis C. H. Hutchins	anxiety
The Checklist of Positive and Negative Thoughts	1981	J. P. Galassi H. T. Frierson R. Shorer	anxiety
Academic Performance Attribution Scale	1982	L. Corno K. M. Collins T. Copper	attribution

資料來源：引自郭宜君，1996：62

(4) 認知—動機觀點 (cognitive-motivational perspective) 之評量工具

認知—動機觀點的主張認為有關學習的評量應包括認知、行為與情意三向度 (Ferrell, 1983)。學習者的學習是由認知歷程與學習動機兩者互動而成，因此單憑認知或動機並無法完整解釋學習者的學習歷程，因此Haynes (1986) 認為發展綜合性的方法統整行為、認知與動機是非常重要的。以下列舉幾個具代表性的評量工具，說明如表2-1-5。

表 2-1-5 認知-動機觀點學習策略相關評量工具一覽表

測驗名稱	年代	編製者	測驗對象	測驗內容
Learning and Study Strategies Inventory (LASSI)	1987	C. E. Weinstein	大學生	共77 題。包括：焦慮、態度、專心、訊息處理、動機、時間安排、選擇要點、自我測驗、學習輔助術、考試策略等十個分量表；此量表之 α 係數在 .68 至 .86 之間，重測信度在 .72 至 .85 之間，採專家效度建立量表的效度，並以南加大的880位學生建立常模。

表2-1-5 認知-動機觀點學習策略相關評量工具一覽表（續）

測驗名稱	年代	編製者	測驗對象	測驗內容
Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)	1989	Pintrich Smith McKeachie	大學生	共85 題。包括：動機、認知、資源經營等三個分量表；各分量表的內部一致性信度在.65 至.91 之間。
Self-Knowledge Inventory of Lifelong Learning Strategies (SKILLS)	1991	Conti Fellenz	成人	包括：後設認知、後設激勵、記憶、批判思考與資源經營等五個向度；此量表的折半信度為.72，經「斯布校正」後求出信度.84，並採建構效度與內容效度建立量表的效度。
激勵的學習策略量表	1991	吳靜吉 程炳林	中小學生	共78 題。包括：動機、認知、資源經營等三個分量表；此量表的內部一致性信度在.55 至.87 之間，再測信度在.57 至.87 之間，並採同時效度建立量表的效度。
大學生學習與讀書策略量表	1991	李咏吟 張德榮 洪寶蓮	大學生	共87 題。包括：態度、動機、時間管理、焦慮、專心、訊息處理、選擇要點、學習輔助術、自我測驗、考試策略、解決學習困難等十一個分量表；此量表重測信度的分量表在.70 至.86 之間，總量表為.85，內部一致性的分量表在.62 至.82 之間，總量表為.93，並採建構效度與同時效度建立量表的效度。
國中生學習與讀書策略量表	1993	李咏吟 張德榮 陳慶福 林本喬 韓楷聖	國中生	共78 題。包括：學習的態度與動機、專心、時間管理、訊息處理、閱讀理解、解決學習困難的策略、自我測驗、考試策略、焦慮等九個分量表；此量表再測信度的分量表在.71至.84 之間，總量表為.89，內部一致性信度的分量表在.65 至.83 之間，總量表為.93，並採同時效度建立量表的效度。

資料來源：引自郭郁智，2000：47-49

在學習歷程中，學習者所使用的學習策略是廣泛的，除了認知策略之外，還有動機層面與調整策略型態，且動機不同，學習者所採用的調整策略也不相同(Wolters, 1998)。因此，本研究也以認知-動機觀點發展學習策略量表。



第二節 數學學習策略

在探討完一般性的學習策略之後，本節針對數學學習策略的意義與內涵進行深入的探討。

壹、數學學習策略的意義與內涵

每個學科的學習方式都不盡相同，尤其數學較其他學科抽象，在學習策略的運用上，只有5%是屬於反覆練習與機械式的記憶；而透過深層的理解與學習則佔95%(Skemp, 1989)。雖然反覆練習能將類似的問題歸類並聯結舊有的知識，以求有系統的將訊息儲存於長期記憶中，進而快速且正確的轉換成數學語言 (Hougham, 2002)。但是Hinton (1998) 認為如果數學的學習只有記憶與練習，不只效果有限，且會阻礙學生的思考能力；真正有效的數學策略，包含演練、理解運用、組織新知、批判思考等策略。因此，數學的學習除了記憶與演練之外，理解與探究更為重要。李鵬 (2005) 更進一步提出數學學習策略包括知識與技能、過程與方法、情感態度與價值觀三個目標領域的內容。其中知識與技能的學習策略有觀察、實驗、操作、收集與總結、思考與結論；在過程與方法的學習策略有：合作學習、自主學習、探究學習；在情感態度與價值觀的數學學習策略有：主體體驗、探究體驗、反思與領悟、情感認同、價值內化、應用意識。

綜合上述學者所論，數學學習策略屬於高階層的概念，在學習新的數學概念時，有系統且深層的理解只是學習數學的第一步，接著必須反覆練習以精熟概念理解與訓練解題能力。簡而言之，利用各種方法，將所學的知識融會貫通，並達到運用自如的境界就是數學的學習策略。

數學具有與其他學科不同的學習方式，使得數學的學習策略亦與其他學科有所不同。以下便將數學學習策略特性，歸納成四個部份，敘述如下 (劉興宇，2003；趙嘉琦，2006；史建軍，2007)：

(1) 綜合性和整體性

數學在許多單元都是循序漸進、互相連結的，或許每個單元學習的方式不盡相同，但是常常需要利用學習策略將各個單元的觀念整合，因此數學的學習策略具有綜合性。另外，正確的數學學習方式，往往是需要先建立正確的觀念，再利用題目檢驗所學習觀念是否正確，進而熟練整個單元所習得的概念，因此數學的學習策略是由多個步驟結合而成，但是卻又不可偏廢，故數學的學習策略具有整體性。

(2) 調控性和選擇性

數學學習策略在學習過程中的主要作用是學習者對學習活動進行自我調節和控制，這一特性反映了學習策略的調控性。學生在學習活動中透過學習計劃的制定、學習方法和措施的選擇與運用、情緒的掌控、注意力的控制、學習行為的維持與修正、學習過程和結果的評價等方式去體現(陳如敏, 2009:19)。

由上述可知，數學的學習者必須掌握學習過程中的自我調控，以及選擇合適的學習方式，因此數學學習策略具有調控性和選擇性的特點。

(3) 目標性和成效性

數學學習策略是學習者依照其學習目標，所選擇的學習方式。又因學習者在衡量學習目標的達成過程時，必須考慮以較少的付出獲得較大成功，所以在採取有效的學習方法時，必須以最佳效益為基本點的，因此數學的學習策略具有目標性和成效性的特點。

(4) 外顯性和內隱性

學生在解數學問題時，可由其數學算式觀察到學生的思路歷程，但此歷程只僅於學生選擇該方法作答的過程；並無法觀察到學生選擇程序或邏輯思考的過程。而在學習數學的過程中，可以了解學生的學習方式，但卻無法完整的了解其學習的旨點、概念的建構、對符號的理解。因此數學的學習策略具有內隱的心智活動，亦有外顯的操作程序；具有外顯性和內隱性的特性。

由上述數學學習策略的特性可知，數學學習策略不同於一般的學習策略，更強調了學習方法的多樣性、系統性，以及選擇數學解題方法的策略、修正並改進自身學習策略的必要性。不只如此，學習數學除了運用其思考的程序之外，題目的演練也是相當重要。而本研究的對象為數學學科中，較高層次的微積分內容，實在有必要針對其學習策略作更深入的研究。

第三節 微積分學習策略

在探討完數學學習策略之後，本節針對微積分學習策略的意義與內涵進行深入的探討，並整理過去相關的研究結果。

壹、微積分學習策略的意義與內涵

微積分位於基礎數學與高等教育之數學的中間學科，其內容不只是一般中學數學強調的計算，更具有深層的概念以及理論（辛靜宜、林珊如、葉秋呈，2005）。Tall（1992）指出許多微積分的初學者，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。而此種過於依賴公式、偏向程序性的解題，而非觀念的理解，使得學生對於微積分的學習屬於機械式的了解，並非相關性的理解（黃銀波，1998；謝哲仁，2002；

Tall, 1993）。謝哲仁（2002）發現很多學生在求 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+2+3+\dots+n}{n^2}$ 時，都會將其錯解成 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n^2} + \frac{2}{n^2} + \frac{3}{n^2} + \dots + \frac{n}{n^2} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{n^2} + \dots + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{n^2} = 0$ ，是因為過度推廣極限加法的運算定理，忽略了其定理限制必須為有限個。

在微積分的學習中，語言表徵、代數表徵、以及幾何表徵之間的轉換也常常是學生有困難的地方。微積分的許多觀念，都必須將此三種表徵互相轉換，並深入了解。以極限的概念來說，學生從極限的直覺概念（語言表徵）跨越到 $\varepsilon - \delta$ 的形式概念（代數與幾何表徵）是學生在微積分課程中，最常遇到的困難及感到挫折的地方（白啓光，2005）。在語言表徵中，口語表達極限(limit)、傾向(tend to)、接近(approaches)等動態的詞語時，常常造成其與精確的概念有所衝突（Tall, 1993）。在代數表徵中，大部分學生無法理解有多個量詞的定義，也常常誤認極限的過程只是單純的代數計算，但事實上它伴隨了無限的概念（Tall, 1993）。在幾何表徵中，黃銀波（1998）認為學生對函數圖形的認識不夠，因此在學習上主要以記憶為主。由此可知，學生在學習微積分時，常常因為部分語言、代數、幾何表徵的問題，而影響了整個微積分的觀念建構。

因為上述表徵的轉換問題，連帶影響了微積分的解題。Tall（1993）指出學生常常無法將真實世界的問題轉換成數學式子，造成應用問題不知如何下手；面對問題，選擇合適的程序也有困難。Zimmermann（1991）就指出，很多學生在解 $\int_{-\pi}^{\pi} \sin x dx$ 時，大部分都使用 $[-\cos x]_{-\pi}^{\pi}$ ，而放棄使用奇函數的觀點解題；在解 $\int \frac{3x}{x^2-1} dx$ 時，也選擇採用較為複雜的部分分數法(partial fraction)，甚至三角函數法(trigonometric substitution)，而不採用較為簡單的變數代換法(substitution rule)。

上述大部分的研究都針對學生的學習迷思與困難進行探討，只有少數針對微積分學習策略的進行研究。前者多著墨在學生學習微積分所遭遇的困難；後者多以學習動機、學習態度為研究重點(黃冠仁, 2006; 辛靜宜, 2006; 葉秋呈, 2007)，而 Gagne, Yekovich, Yekovich (1993) 認為把學習策略區分為領域內以及泛領域兩層面，才能深入了解學習者對特定領域的學習策略。因此研究者認為除了泛學科的學習策略之外，可以以微積分特有的認知策略為研究重點，進行微積分學習策略的探討。

在泛學科的學習策略方面，研究者挑選泛學科的「焦慮」、「學科價值」、「自我管理」、「尋求幫助」等四個層面來探討其與微積分學習成效之間的關係。而認知策略方面，Gagne (1985) 將數學認知分為「理解能力」和「計算能力」兩種，前者指的是在執行解題前所需的先備能力；後者指的是執行解題時所需的能力。研究者將認知能力分為「認知策略」與「解題能力」兩大向度編製成量表，此處的「認知策略」與「解題能力」分別為 Gagne (1985) 所提及的「理解能力」和「計算能力」，其內涵探討如下。

一. 認知策略：

數學認知的發展與心理學理論的演進息息相關。陳李綢 (1999: 520-525) 將各學派對數學認知的看法分為五個不同的論點，描述如下：

(1) 連結論

在 Thorndike 提出的刺激—反映連結理論 (stimulus-response association) 觀點中，所有的行為與知識的學習，都來自於刺激與反應連結的建立(鄭昭明, 2006)。主要將程序性的學習技巧分為練習律與效果律，前者強調練習以增強連結知識的能力；後者強調回饋能強化刺激與正確反應的連結，削弱刺激與其他不正確反應的連結。

(2) 完形論

完形論者並不同意 Thorndike 的反覆練習論點。他們主張把數學看成一個整體，是由每個小部份所組成的，而小部份與小部份之間的關係就是學習者應該學習並重新知覺的知識(鄭昭明, 2006)。Brownell (1979) 主張「意義化學說」(meaning theory)，認為數學是有意義的學習，了解原理、原則遠比只會作無意義的計算過程更為重要。

(3) 認知論

Piager 認為兒童的認知結構與成人的認知結構不同，因此在教授數學時，不能以成人或數學專家的角度編制教材，應該考量兒童的思考歷程，以及配合其認知發展水準和順序，並且給予操作具體材料的經驗，從操作中學習，使其發展正確的思考歷程，以利未來學習較深的數學所需之抽象能力。

Bruner 尤其強調須以學生的角度編制教材，如此便能循序漸進的配合學生認知發展程度，並不需要等待學生認知成熟，因為學習預備度（readiness）是教出來的。而學生真正所需學習的，並不是數學課程中的片段知識，而是教材與教材之間意義關聯的「結構」，以及可以獲得此結構與數學知識的過程。

(4) 學習階層論

Gagne 的理論採新行為學派觀點，與 Piager & Bruner 等認知心理學家的看法有很大的不同。他認為學習數學時，應該先確定整個課程或單元所欲達成的目標為何，接著以「工作分析」（task analysis）的方法分析要完成這些目標所需的附屬工作（subordinate task）或子技能（subskills）是什麼。然後，以流程圖的方式，將這些附屬工作依最合理適當的順序排列，使成為自下而上最容易產生垂直遷移的「學習階層」。他更強調，學生在學校所學的主要是「心智技能」，而不是「可語言化知識」（verbalizable knowledge）；即「過程」遠重要於「成果」。

(5) 訊息處理論

主張此論點的認知心理學家強調人類「知的歷程」，包括知識的獲取、儲存知識、以及運用知識的過程。Mayer（1980）認為數學學習是獲取知識的歷程，而不是獲得一種新的行為；問題解決是一連串的心理運作，其目的在改變知識的表徵，而非只是在學得新行為。因此，問題解決的教學策略應強調對認知結構的重視，而不是只重視行為的目的；即應偏重於幫助學生了解問題的意涵，而不是機械化的練習。

綜合上述的各個論點可知，除了「連結論」強調練習的重要性之外，其他的論點都主張真正深入的了解概念與知識，遠比機械化的練習來的重要。除了對概念了解的重要性之外，「認知論」更強調以學生的角度教學；「學習階層論」則重視目標的設定；「訊息處理論」將學習重點放在了解概念的過程。而微積分的內容不只是一般中學數學強調的計算，更具有深層的概念以及理論（辛靜宜、林珊如、葉秋呈，2005）。因此本研究採取「訊息處理論」的論點，強調微積分的學習應重視概念理解的過程。

而除了各學派對於數學學習有不同的觀點之外，在數學理解的層次上也有不同的差異。Skemp（1987：217-247）將數學理解分三種不同程度的理解層次，以下便就各個理解層次融入微積分學習情境加以整理。

(1) 機械式理解

能硬背公式、定理、解題過程，並應用於特定的問題，但不知道其背後的原理。此種學生的學習目標只是要算出正確的答案，而 Thorndike 的連結論所強調的反覆練習對於數學的概念連結固然重要，但很有可能陷入機械式理解的

危機。又微積分屬於需要深層理解的學科，因此連結論較不適用於微積分的學習。

(2) 因果式理解

知道數學概念的原理，並能自行推論、推廣。此種學生的學習目標是要建立整體的概念結構，並了解其中相互的關聯。而微積分的學習可以藉由因果式的理解，將概念重新組織，並強化觀念的理解。

(3) 邏輯式理解

能夠老練的以數學化符號、術語，搭配邏輯推理規則，進行形式化的數學概念證明或推演。此種學生的學習目標與因果式理解相似，但是此種理解不只是建立整體的概念結構；更重要的是，對於符號的意義與操弄亦合乎邏輯。亦即此種理解能將符號系統與概念結構作有意義且合乎邏輯的連結。而在前述微積分的學習困難，不難發現學習者很容易對於數學符號產生混淆，進而產生錯誤的觀念建構。因此邏輯式的理解是學習微積分真正的理解方式。

Grant & Jay (2008) 進一步指出「理解」是有意義的推論，也是具有可遷移的能力，並將其分成六大層面，敘述如表 2-3-1。

表 2-3-1 理解的六大層面分述表

層面	內涵
能說明	透過通則和原理，對於現象、事實、資料等提出可辯解的有系統的敘述；作出有洞見的連結，並提出闡明性的舉例或例證。
能詮釋	講述有意義的故事；提供適當的翻譯；對概念或事件提出能揭示歷史或個人層面的說明；使所理解的對象擬人化，或者可透過圖像、軼事、類比、模式而使其易於說明。
能應用	在多元、真實的情境中，有效利用及採用已知的知能。能「活用」學科。
有觀點	能透過批判的眼光和聽力看出、聽出觀點；能照見全局。
能有同理心	在其他可能覺得怪異、異類或看似不合理之處發現價值；根據之前的直接經驗能敏感的覺知。
有自知之明	表現後設認知的覺察力；覺知個人的風格、偏見、心理投射，以及能同時形塑或阻礙個人理解的心智習性；察覺我們未能理解的事物；省思學習和經驗的意義。

由表 2-3-1 可知，此六大層面的理解可視為將 Skemp (1987) 的邏輯式理解再加以切割並且作廣泛的延伸，以合乎各學科的理解。研究者參考此六大層面，並以「訊息處理論」的觀點，配合邏輯式理解的內涵，整理出適合「微積分」的認知策略模式。將其分成「先備知識」、「了解」、「詮釋與連結」、「統整」四個層面，敘述如表 2-3-2：

表 2-3-2 微積分認知策略的四個層面分述表

層面	內涵
先備知識	學生具備學習微積分的前置知識。如：函數概念、計算能力。
了解	對於知識能夠以舉例或例證的方式解釋，而不單單只是背誦。
詮釋與連結	對於知識有更深層的了解，除了以舉例的方式解釋之外，更能經過組織化的過程，以自己的話語表達；並能將其與已知的知識作連結。
統整	能將眾多新的知識，以自己的方式整理、歸納，並做全盤性的了解。

二. 解題能力

雖然美國數學督導協會（National Council of Supervisors of Mathematics, NCSM）將解題定義為「利用已學過的知識去處理新的或未知情境的歷程」，但是數學解題並不只是簡單的利用先前所習得的知識，它也是一個獲得知識、產生學習的過程(Gagne, 1965)。

楊瑞智（1994）將解題能力分為「知識的表現」與「解題的表現」；前者指的是解題者擁有解決問題的學科知識，而後者指的是解題者能夠運用已知的學科知識，以程序性的方式，如：四則運算、代數、幾何等，解決問題。鄭昭明（2006）則將解題的方法分為兩類，一類是「算則解題法」(algorithm)，是指運用特定的規則就能將問題解決；另一類是「策略解題法」(heuristics)，是由過去的解題經驗累積而成的解題方法。黃敏晃（1991）指出解題能力就是解決問題的能力，也就是將學過的知識和技能融會貫通知後，將其應用在新的情境或問題上。此能力屬於較高層次的認知活動，涉及數學技能、概念和程序（陳淑均，2007）。而 Chi & Glaser（1985）強調解題初期，必須先以解題者所擁有的領域相關知識為基礎，建構初步的問題表徵。此表徵的完整性和連貫性決定了後續思考的效率與正確性。另外，解題者對解題過程的監控，以及對於解答的回顧也是成功解題的關鍵之一（黃銀波，1998）。以下便將學者對數學解題策略提出的歷程整理如表 2-3-3。

表 2-3-3 學者對數學解題的觀點摘要表

學者	解題策略	內涵
Charles & Lester (1984)	了解問題	將題目再讀一次，將問題轉化成自己的語言，並試著找出關鍵詞語以及重要的訊息。
	解決問題	(1) 嘗試 (a) 寫出符合題目敘述的等式。 (b) 找出符合問題的建模。 (2) 尋找有幫助的工具 (a) 畫圖、製作表格。 (b) 將問題衍伸，或者簡化問題。

表 2-3-3 學者對數學解題的觀點摘要表（續）

學者	解題策略	內涵
	回答問題	(1) 所有條件是否都使用了。 (2) 過程是否都合乎邏輯。 (2) 評估答案是否合理。
Mayer (1987)	問題轉譯	將問題的每一個陳述句轉譯為內在表徵。在轉譯的過程中，必須了解句子的意義，亦即需要有「語言知識」。
	問題整合	將問題的每個陳述句整合成連貫一致的問題表徵。這種問題整合歷程需要能夠認識問題的類型，亦即需要有「基模知識」。
	解題計畫及監控	能想出及監控解題計畫。這種解題計畫歷程需要用到捷思法（heuristics）知識，亦即「策略知識」。
	解題執行	能運用算則來解題。正確及自動化的執行算數及代數程序是根據「程序性知識」。
Polya (1993)	看清問題	必須充分了解題目的已知數、未知數，確定題目所給的條件用處。
	擬定計畫	(1) 尋找類似經驗： (a) 尋找跟題目相關的定理或觀念。 (b) 思考是否有遇過類似的問題。 (c) 找出已知數與未知數的關係。 (2) 無類似經驗，找輔助工具： (a) 回到定義解題。 (b) 將題目敘述轉換成自己熟悉的語句。 (c) 先解決類似、較簡單的問題，再回到問題本身。 (d) 思考是否有更容易解決問題的方法。 (e) 是否在整個解題的想法中，有使用到所有已知條件。
	執行計畫	(1) 實現擬定的計畫。 (2) 針對每個步驟，是否可確定其合理性。
	驗算	(1) 對於答案是否可檢驗其合理性。 (2) 能否用別的方法導出相同結果。 (3) 能否將結果用於其他問題。

綜合由表 2-3-3 所述的各學者提出的數學解題歷程，可將數學解題各個步驟歸類，並分為「了解題意」、「解題策略」、「執行解題」、「檢驗工作」四個階段，其內涵敘述如下（陳淑均，2007）。

- (1) 「了解題意」：閱讀題目、重組資料。
- (2) 「解題策略」：運用數學相關知識、數學架構、畫圖、簡化問題、發現關係。
- (3) 「執行解題」：歸納推理、嘗試計算。
- (4) 「檢驗工作」：檢核、將結論推理至其他類似問題。

表 2-3-4 數學解題與學者觀點比較表

研究者採用觀點	Charles & Lester (1984)	Mayer (1987)	Polya (1993)
了解題意	了解問題	問題整合	看清問題
		問題轉譯	
解題策略	解決問題	解題計畫及監控	擬定計畫
執行解題		解題執行	執行計畫
檢驗工作	回答問題	解題計畫及監控	驗算

此一解題歷程的分類與表 2-3-3 各學者分類的比較如表 2-3-4。許多研究指出，很多學生雖然會執行解題策略，但是當真正遇到解題情境時，卻常常不知該用何種策略解決問題（Schoenfeld, 1992）。因此，以此四階段的解題歷程分類方式編制量表，用以檢核學習者的解題能力，進而了解學生是在哪個解題環節出了問題。



第四節 數學與微積分學習策略的相關研究

數學學習策略以及微積分學習策略的相關研究中，會針對研究對象的背景資料來了解其間的差異性或相關性，本研究也依據研究目的來探討相關研究中—性別、就讀高中地區、大學入學方式、大學所屬學院、參加社團與否、每天平均非學習的電腦使用時數、數學學習成就等變項在數學或微積分學習策略中的情形，茲分述如下：

(1) 性別

Hilton 和 Berglund (1974) 發現七歲以前的男、女生在數學能力的表現上並無顯著差異，但隨年齡的增長，差異的情形也愈大。但是整理部份文獻發現，國小階段的學生，其數學學習策略的運用情形大部分都是女生優於男生（黃量意，2007；陳如敏，2009；洪茂原，2009），而國中的學生就無顯著差異（林宛瑩，2008；姚如芬，1993）。在高中數學學習上，女生有較高的學習焦慮（陳怡君，1994）。大學生的數學學習策略運用為女生優於男生（Wadsworth, Husman, Duggan, & Pennington, 2007）。但是微積分學習策略的研究中，性別變項有顯著差異的層面皆為男生優於女生（黃冠仁，2006；葉秋呈，2007）。Eleanor & Carol (1974) 指出男生的解題能力優於女生；但有些學者研究發現，男女生在數學解題能力的表現沒有顯著差異（鄭秀真，1998）。顯示性別在數學學習策略的運用情形，並沒有統一的研究結果。

(2) 就讀高中地區

陳如敏（2009）以及黃量意（2007）發現居住地區不同會造成學習策略與學習成就的不同。而大學學生來自台灣各地，是否因為高中就讀地區不同，而影響微積分學習策略的運用，是研究者想要了解的。

(3) 大學入學方式

余秋芬（2004）以推薦徵選、申請入學與考試分發三種不同入學方式的學生進行研究，在不同系別之間，發現經由考試分發入學的理、工學院學生，其必修科目成績優於以推薦徵選與申請入學方式進入大學的學生。但也有研究指出推甄生之學業成績優於聯考入學者（陳一如、李弘斌，2000；李文益，2004）。而對於大學入學方式是否影響微積分學習策略的運用，並沒有找到相關的文獻資料。

(4) 大學所屬學院

黃冠仁（2006）對於大學生微積分學習態度的研究發現，理學院及工學院的學生微積分學習態度皆優於醫學院的學生。葉秋呈（2007）發現工學院學生在內在動機、學科價值、自我期望、自我控制、理解、後設認知等層面優於商

學院學生。而交通大學除了人文社會學院以及客家文化學院的學生不需修習微積分外，其他學院學生都需修習微積分。因此可以利用此機會探討，學院的不同是否會造成微積分學習策略的不同。而學習策略的不同往往也造成學習成就的不同，潘尚怡（2008）以探討大一微積分的平時表現與總結性評量之間的關係發現，工學院學生在小考成績方面優於理學院與地科學院學生；而會考成績方面，上學期為理學院優於工學院與地科學院，下學期為工學院優於理學院與地科學院。

(5) 參加社團與否

葉秋呈（2007）根據教學經驗指出，交男女朋友的學生較易分心，以及打工學生平時複習學業的時間比較少；但是利用模糊理論的統計結果並未發現其在微積分學習策略有顯著低分。

(6) 每天平均非學習的電腦使用時數

黃冠仁（2006）研究大學生每周平均上網時間與學習策略的關係發現，學生不同的上網時間對微積分學習態度並沒有顯著差異。而研究者考慮學生可能利用上網進行學習，因此將上網時間改為非學習的電腦使用時數，探討是否影響微積分學習策略。

(7) 微積分學習成就

若把學習成就分為高數學成就組、中數學成就組、低數學成就組，部分研究顯示高數學成就組的學習動機與學習策略各層面都優於低數學成就組（辛靜宜、葉秋呈，2006；丁慕玉，2008；黃冠仁，2006）。但也有研究顯示只有部分的學習策略層面達到高數學成就組優於低數學成就組（Wadsworth et al., 2007）。

而在數學學習策略與學習成就的相關性方面，部分研究顯示兩者呈現正相關（陳如敏，2009；黃量意，2007；林宛瑩，2008）。但亦有研究顯示預備選擇社會組的高一學生在學習態度與學習成就間的相關未達顯著（姚如芬，1993）；學習策略中的自我測驗變項與期末成績呈現負相關（Wadsworth et al., 2007）；「數學焦慮」和「數學學業成就」呈中度負相關（黃量意，2007）。

另外，在大學入學考試成績方面，柳賢（1993）指出大學入學考試的數學科成績與大一微積分學習成就測驗成績有顯著正相關。也有研究指出學測的英文成績與入學後的微積分學習是相關的（梁仁馨，2009）。而在大學入學方式方面，余秋芬（2004）以推薦徵選、申請入學與考試分發三種不同入學方式的學生進行研究，發現推薦徵選與申請入學方式進入大學的學生，其學測成績與學習績效並無顯著相關。

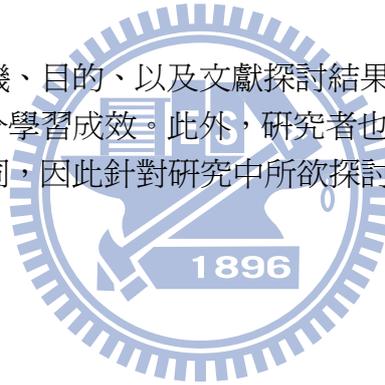
第三章 研究設計與實施

本研究旨在探討大一微積分學生的背景變項、大學微積分學習策略各變項與微積分學習成效之間的關係。本章根據前述的研究動機、目的及相關文獻探討的結果，將本章分為五節，說明如下：第一節為研究架構；第二節為研究假設；第三節為研究對象；第四節為研究工具；第五節為資料處理與分析。

第一節 研究架構

依研究目的及文獻探討結果，研究者發現學習者的不同背景變項與微積分學習策略與微積分學習成效可能有關聯。雖然影響微積分學習成效的因素很多，但本研究強調的是微積分學習策略對微積分學習成效的影響。其主要目的是要探討不同背景變項的大一微積分學生其微積分學習策略運用與微積分學習成效之間的關係以及差異情形。

因此根據以上的研究動機、目的、以及文獻探討結果，本研究認為學生的微積分學習策略，會影響學生的微積分學習成效。此外，研究者也認為不同的背景變項在微積分學習策略的運用上會有所不同，因此針對研究中所欲探討的變項及其相關性，製程研究架構圖，如圖 3-1-1 所示。



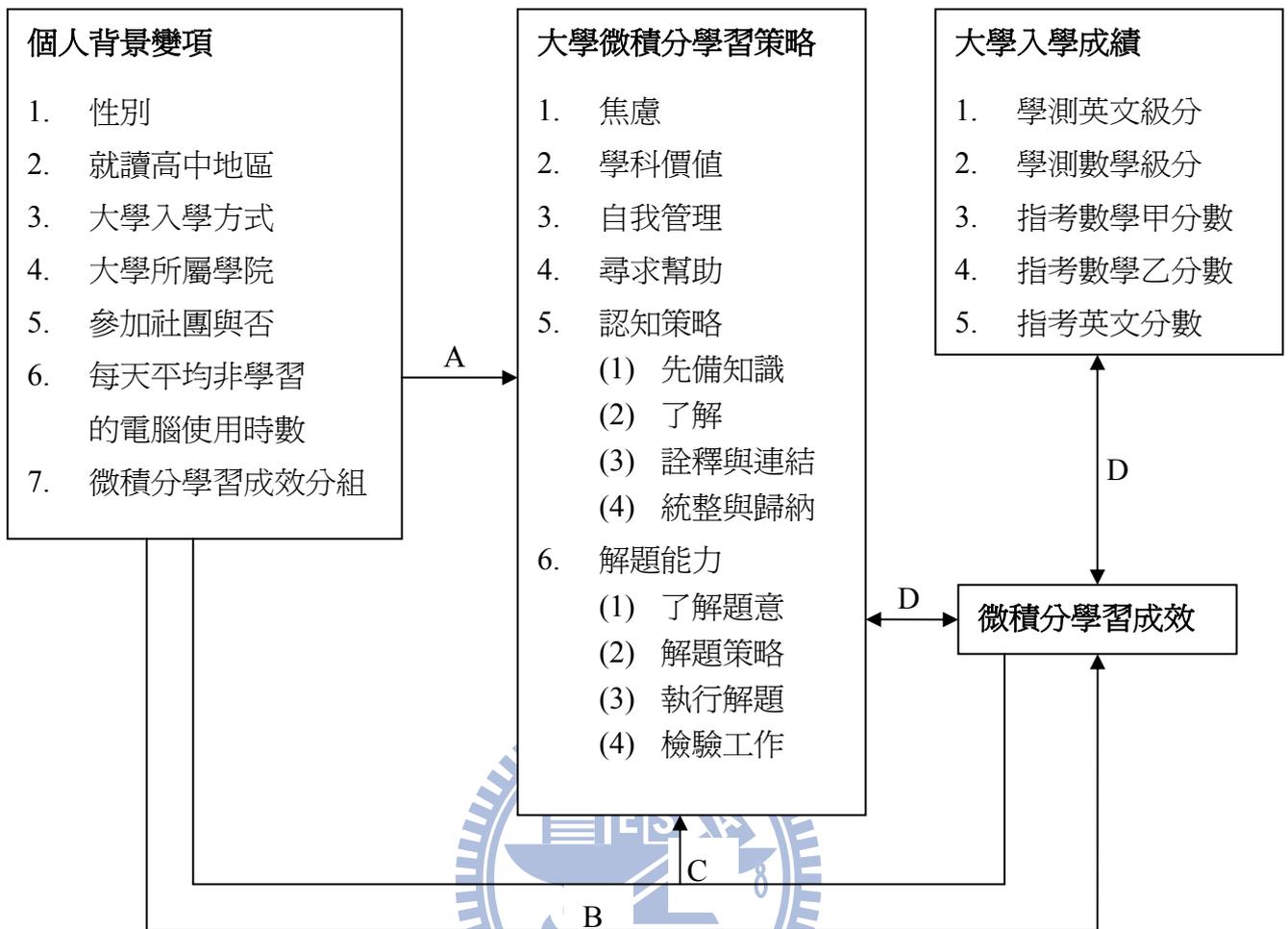


圖 3-1-1 研究架構圖

- A：分析不同背景變項的大一微積分學生在微積分學習策略的各變項之差異情形。
- B：分析不同背景變項的大一微積分學生在微積分學習成效的差異情形。
- C：分析不同的微積分學習成效分組與不同背景變項對其學習策略之差異情形。
- D：了解大一微積分學生的學習策略與大學入學成績、微積分學習成效之間的關係程度。

第二節 研究假設

根據本研究的研究目的與研究架構，提出研究假設如下：

假設 1：不同背景變項在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-1：不同性別在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-2：就讀高中地區不同在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-3：不同大學入學方式在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-4：不同的大學學院在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-5：參加社團與否在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-6：平均非學習的電腦使用時數不同在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 1-7：不同微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著差異。

假設 2：不同背景變項在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 2-1：不同性別在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 2-2：就讀高中地區不同在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 2-3：不同大學入學方式在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 2-4：不同的大學學院在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 2-5：參加社團與否在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 2-6：平均非學習的電腦使用時數不同在微積分學習成效上有顯著差異。

假設 3：背景變項與微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 3-1：性別與微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 3-2：就讀高中地區與微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 3-3：不同大學入學方式與不同微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 3-4：學院與微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 3-5：參加社團與否與微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 3-6：平均非學習的電腦使用時數與微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著交互作用。

假設 4：微積分學習策略與微積分學習成效有顯著正相關。

假設 5：微積分學習策略與大學入學的英、數成績有顯著正相關。

第三節 研究對象

本研究採問卷調查法，以便利取樣抽取交通大學 99 學年度第一學期修習微積分(一)的應屆大一本籍生為研究對象。

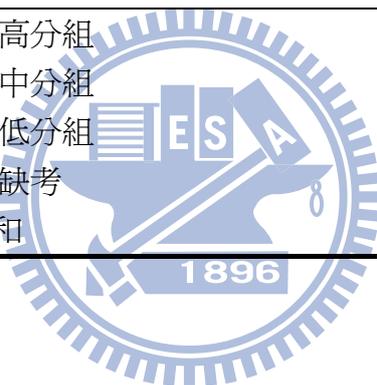
在與該學期微積分各班老師溝通後，共有 11 位老師願意在所教授的 14 個班級協助施測。並在期末會考前一個月內，老師同意的時間前往班上進行施測，所施測的問卷為「大學微積分學習策略量表」，旨在了解學生該學期學習微積分的學習策略。為減少施測過程的誤差，均由研究者自己到施測班級進行施測，並在施測結束後立即收回，施測時間大約 10~15 分鐘。共發出 952 份問卷，回收問卷 840 份，扣除任意填答與漏答者、以及大二以上學生與外籍生，剩餘有效問卷為 626 份，可用率 74.5%。其樣本分布狀況如表 3-3-1。

表 3-3-1 大學微積分學習策略量表樣本分配表

項目	類別	次數	百分比
性別	1. 男生	441	70.4
	2. 女生	185	29.6
	總和	626	100.0
高中就讀地區	1. 北部	352	56.2
	2. 中部	131	20.9
	3. 南部	128	20.4
	4. 東部	13	2.1
	5. 離島	2	0.3
	總和	626	100.0
大學入學方式	1. 推甄申請	274	43.8
	2. 繁星	61	9.7
	3. 考試分發	282	45.0
	4. 運動績優	5	0.8
	5. 四技二專	4	0.6
	總和	626	100.0
每天非學習的電腦使用時數	1. 1 小時以下	11	1.8
	2. 1-3 小時	258	41.2
	3. 3-5 小時	258	41.2
	4. 5 小時以上	99	15.8
	總和	626	100.0

表 3-3-1 大學微積分學習策略量表樣本分配表（續）

項目	類別	次數	百分比
學院別	1. 電機學院	122	19.5
	2. 資訊學院	111	17.7
	3. 工學院	147	23.5
	4. 理學院	101	16.1
	5. 生物科技學院	22	3.5
	6. 管理學院	110	17.6
	7. 光電學院	9	1.4
	8. 人文社會學院	1	0.2
	9. 客家文化學院	3	0.5
		總和	626
參加社團與否	1. 有參加社團	447	71.4
	2. 無參加社團	179	28.6
		總和	626
微積分學習成效分組	1. 高分組	168	26.8
	2. 中分組	293	46.8
	3. 低分組	160	25.6
	4. 缺考	5	0.8
		總和	626



第四節 研究工具

本研究所使用的工具包括：學生基本資料、大學微積分學習策略量表。茲將各研究工具說明如下：

壹、學生基本資料

研究者將學生基本資料分為「個人基本資料」以及「大學入學資訊與微積分學習成效」兩部份，分述如下：

(一) 個人基本資料：

此個人基本資料為研究者自編，旨在收集受訪者的個人基本資料。其內容包括：性別、就讀的高中地區、大學所屬學院、參加社團與否、每天平均非學習的電腦使用時數。

(二) 大學入學資訊與微積分學習成效

此資料為交通大學所提供，包含學生大學入學方式、學測與指考的數學與英文成績、以及九十九學年度第一學期微積分會考成績。研究者將微積分會考成績作為微積分學習成效，並將此分數依 27%、46%、27% 比例分為高分組、中分組、低分組。

貳、大學微積分學習策略量表

一. 預試量表編制

研究者根據洪寶蓮（1990）所編制的「大學生學習與讀書策略量表」為主，參考辛靜宜等人（2005）所編制的「微積分學習動機導向策略問卷」，修改成適合檢測大學微積分學習策略的量表，並加入「認知策略」以及「解題能力」的模式，遂將此定名為「大學微積分學習策略預試量表」。此量表分為三個部份，第一部份是受試者的基本資料；第二部份是泛學科的學習策略，包含：「焦慮」、「學科價值」、「自我管理」、「尋求幫助」。第三部份是針對數學領域專有的學習策略，包含：「認知策略」、「解題能力」；其中認知策略包含：「先備知識」、「了解」、「詮釋與連結」、「統整與歸納」，而解題能力包含：「了解題意」、「解題策略」、「執行解題」、「檢驗工作」。

大學微積分學習策略預試量表採正負向題目混合的方式編制；共有 32 題正向題與 23 題反向題。另外增編 1 題測謊題(第 13 題)，與第 5 題為相同的題目，若受試者在此兩題的作答分數差異超過 1，即將此樣本刪除，用以篩檢樣本的品質。

本問卷採用 Likert Scale 的五點量尺，以 1 代表非常不符合；2 代表不符合；3 代表部分符合；4 代表符合；5 代表非常符合。答 1 者給 1 分，答 2 者給 2 分，以此類推。反向題的記分則相反，答 1 者給 5 分，答 2 者給 4 分，以此類推。其各層面題目分配如表 3-4-1。

表 3-4-1 大學微積分學習策略預試量表題目配置

分量表	題數	預試題號	
學科價值	6	1, 5, 9, 13, 17, 20	
焦慮	4	2*, 6*, 10*, 14*	
自我管理	5	3*, 7*, 11, 15, 18*	
尋求幫助	5	4, 8, 12*, 16, 19	
認知策略	先備知識	4	21*, 25*, 29*, 33*
	了解	5	22, 26*, 30*, 34, 37*
	詮釋與連結	5	23, 27, 31, 35, 38
	統整與歸納	5	24, 28, 32, 36, 39
解題能力	了解題意	4	41*, 45*, 49*, 53
	解題策略	5	40, 42, 46, 50*, 54*
	執行解題	4	43*, 47, 51*, 55*
	檢驗工作	4	44, 48, 52, 56
合計	56		

[註]：註記*者，為反向題。

二. 選題程序

本研究預試量表完成並施測後，將漏答、同一答案連續填答超過 10 次、以及規律性作答者刪除，共取得 631 份問卷，並將在第 5 題與第 13 題的作答分數差異超過 1 的樣本刪除，共刪除 5 位樣本後，將剩餘的 626 份有效問卷進行「泛學科的學習策略」、「認知策略」、「解題能力」三部份的選題程序，描述如下：

(一) 「泛學科的學習策略」的選題程序

(1) 內部一致性效標分析

在有效問卷中，取量表中第 1 題到第 20 題總分最高與最低的各 27% 為極端組，進行平均數差異檢定，如表 3-4-2。數據顯示，t 檢定皆達 .05 顯著水準，此階段所有題目皆達選題標準，故全部保留。

(2) 相關分析

以相關分析法計算第 1 題到第 20 題各題項與其總分之積差(Pearson)相關，如表 3-4-2。數據顯示，相關係數低於 0.3 或未達顯著水準的題目有第 6、8、9、19 題，將其予以刪除。

表 3-4-2 「泛學科的學習策略」內部一致性效標分析與相關分析摘要表

題號	T 值	相關(r)	保留(O)或 刪除(X)	題號	T 值	相關(r)	保留(O)或 刪除(X)
1	12.392***	0.473***	O	11	9.703***	0.424***	O
2	12.510***	0.496***	O	12	13.396***	0.561***	O
3	9.792***	0.460***	O	14	13.419***	0.538***	O
4	10.260***	0.442***	O	15	10.867***	0.485***	O
5	15.930***	0.582***	O	16	10.586***	0.487***	O
6	5.641***	0.286***	X	17	14.080***	0.541***	O
7	11.758***	0.514***	O	18	7.776***	0.358***	O
8	3.512***	0.214***	X	19	4.610***	0.229***	X
9	3.547***	0.155***	X	20	11.153***	0.456***	O
10	8.506***	0.379***	O				

*** $p < .001$

表 3-4-3 「泛學科的學習策略」因素分析摘要表

預試量表題號與題目	因素負荷量			
	因素一	因素二	因素三	因素四
10. 即使我已經把微積分考試的內容都準備好了，但是我仍感到非常焦慮。	.806			
14. 面對微積分考試時，我會覺得非常慌張。	.792			
2. 每次微積分考試時，我都會擔心考不好。	.714			
1. 我認為微積分的學習對我是有用處的。		.852		
20. 我覺得我的專業領域會用到微積分，所以應該學好微積分。		.738		
17. 我覺得微積分的學習，有助於提升我解決問題的能力。		.701		
7. 準備微積分的考試時，我常常臨時抱佛腳。			.711	
11. 我會在我自己安排的時間內，複習完我所設定的範圍。			.615	
3. 我很少利用做練習題，來幫助自己學習。			.543	
16. 我會與同學討論不會作的習題。				.789
4. 學習微積分，遇到有不懂的地方，我會請教別人。				.628
12. 我遇到不懂的微積分內容時，我常常放著不管。				.405
可解釋的總變異量(%)	15.911	15.310	11.633	10.743
累積總變異量(%)	15.911	31.221	42.854	53.597

(3) 因素分析

接者進行因素分析 (factor analysis) 確認有效的因素，刪除不符合研究的潛在指標，以強化量表的建構效度。本研究以主軸因子萃取法抽取共同因素，並以最大變異數轉軸法(varimax with Kaiser normalization) 進行直交轉軸，求取轉軸後的因素負荷量(factor loading)。將因素負荷量小於 0.4 的試題刪除；分別刪去第 5、15、18 題，共 3 題。經過上述步驟後共萃取出 eigenvalue 大於 1 的 4 因素，再根據各因素的題項內容，分別命名為：「焦慮」、「學科價值」、「自我管理」、「尋求幫助」。KMO 值為 .740，可解釋整體變異量的 53.597%，顯示本量表的建構效度相當良好。四個因素分別詳列如下：

1. 因素一：「焦慮」共有 3 題，共可解釋 15.911%的變異量，包括第 2、10、14 題。
2. 因素二：「學科價值」共有 3 題，共可解釋 15.310%的變異量，包括第 1、17、20 題。
3. 因素三：「自我管理」共有 3 題，共可解釋 11.633%的變異量，包括第 3、7、11 題。
4. 因素四：「尋求幫助」共有 3 題，共可解釋 10.743%的變異量，包括第 4、12、16 題。

(4) 信度檢定

經刪減後剩下的 12 個題目以 Cronbach α 檢驗量表的內部一致性(internal consistent reliability)。各因素的信度係數分別為：.811、.815、.664、.673，且總量表內部一致性信度為 .738，顯示信度良好。如表 3-4-4 所示，為量表中「泛學科的學習策略」信度分析摘要表。

表 3-4-4 「泛學科的學習策略」信度分析摘要表

分量表	Cronbach α 係數
焦慮	.811
學科價值	.815
自我管理	.664
尋求幫助	.673
總量表	.738

(二) 「認知策略」的選題程序

(1) 內部一致性效標分析

在有效問卷中，取量表中第 21 題到第 39 題總分最高與最低的各 27% 為極端組，進行平均數差異檢定，如表 3-4-5。數據顯示，t 檢定皆達 .05 顯著水準，此階段所有題目皆達選題標準，故全部保留。

(2) 相關分析

以相關分析法計算第 21 題到第 39 題各題項與其總分之積差(Pearson)相關，如表 3-4-5。數據顯示，相關係數皆高於 0.3 且皆達 .05 顯著水準，此階段所有題目皆達選題標準，故全部保留。

表 3-4-5 「認知策略」內部一致性效標分析與相關分析摘要表

題號	T 值	相關(r)	保留(O)或 刪除(X)	題號	T 值	相關(r)	保留(O)或 刪除(X)
21	9.669***	0.432***	O	31	14.462***	0.632***	O
22	13.762***	0.621***	O	32	11.787***	0.570***	O
23	12.605***	0.576***	O	33	9.140***	0.473***	O
24	15.295***	0.658***	O	34	12.743***	0.546***	O
25	9.871***	0.437***	O	35	15.518***	0.654***	O
26	14.397***	0.566***	O	36	10.866***	0.507***	O
27	7.779***	0.458***	O	37	8.615***	0.419***	O
28	11.466***	0.562***	O	38	12.627***	0.611***	O
29	9.504***	0.470***	O	39	11.997***	0.477***	O
30	15.533***	0.642***	O				

*** $p < .001$

(3) 因素分析

接者進行因素分析確認有效的因素，刪除不符合研究的潛在指標，以強化量表的建構效度。本研究以主軸因子萃取法抽取共同因素，並以最大變異數轉軸法進行直交轉軸，求取轉軸後的因素負荷量。將因素負荷量小於 0.4 以及歸因不明的試題刪除；分別刪去第 22、23、27、30、32、34、36、37、38 題，共 9 題。並嘗試選擇萃取 2、3、4、5 個因素，發現萃取 4 個因素較符合量表編製架構。再根據各因素的題項內容，分別命名為：「先備知識」、「統整與歸納」、「詮釋與連結」、「了解」。KMO 值為 .773，可解釋整體變異量的 47.790%，顯示本量表的建構效度相當良好。四個因素分別詳列如下：

1. 因素一：「先備知識」共有 3 題，共可解釋 13.151% 的變異量，包括第 21、29、33 題。

2. 因素二：「統整與歸納」共有 3 題，共可解釋 12.916%的變異量，包括第 24、28、39 題。
3. 因素三：「詮釋與連結」共有 2 題，共可解釋 12.865%的變異量，包括第 31、35 題。
4. 因素四：「了解」共有 2 題，共可解釋 8.858%的變異量，包括第 25、26 題。

表 3-4-6 「認知策略」因素分析摘要表

預試量表題號與題目	因素負荷量			
	因素一	因素二	因素三	因素四
29. 因為我高中數學某些單元(如：三角函數)沒有學好，而影響了微積分的學習。	.593			
21. 因為我的計算能力不好，而影響了微積分的學習。	.569			
33. 因為我的空間概念不好，而影響了微積分的學習。	.503			
28. 當微積分學習到一個段落時，我會整理並歸納這個段落的内容。		.660		
39. 每當練習完一個章節的微積分題目後，我會試著整理出這些題目的解題程序。		.567		
24. 我會統整較為複雜的微積分觀念。		.534		
35. 我會把微積分的定理轉換成我自己可以理解的語句。			.791	
31. 我會把難懂的數學概念(如：極限、微分)，轉成自己可以理解的話。			.717	
25. 我會因為教課書是英文的，而造成學習上的困難。				.677
26. 我常常無法理解微積分課本或筆記的内容。	.442			.570
可解釋的總變異量(%)	13.151	12.916	12.865	8.858
累積總變異量(%)	13.151	26.067	38.932	47.790

(4) 信度檢定

經刪減後剩下的 10 個題目以 Cronbach α 檢驗量表的內部一致性 (internal consistent reliability)。各因素的信度係數分別為：.608、.656、.816、.666，且總量表內部一致性信度為 .763，顯示信度為中上。如表 3-4-7 所示，為量表中「認知策略」信度分析摘要表。

表 3-4-7 「認知策略」信度分析摘要表

分量表	Cronbach α 係數
先備知識	.608
統整與歸納	.656
詮釋與連結	.816
了解	.666
總量表	.763

(三) 「解題能力」的選題程序

(1) 內部一致性效標分析

在有效問卷中，取量表中第 40 題到第 56 題總分最高與最低的各 27% 為極端組，進行平均數差異檢定，如表 3-4-8。數據顯示，t 檢定皆達 .05 顯著水準，此階段所有題目皆達選題標準，故全部保留。

(2) 相關分析

以相關分析法計算第 21 題到第 39 題各題項與其總分之積差(Pearson)相關，如表 3-4-8。數據顯示，相關係數低於 0.3 或未達顯著水準的題目有第 46 題，將其予以刪除。

表 3-4-8 「解題能力」內部一致性效標分析與相關分析摘要表

題號	T 值	相關(r)	保留(O)或 刪除(X)	題號	T 值	相關(r)	保留(O)或 刪除(X)
40	7.085***	0.350***	O	49	12.945***	0.615***	O
41	9.308***	0.422***	O	50	13.889***	0.626***	O
42	10.534***	0.488***	O	51	15.381***	0.603***	O
43	10.255***	0.491***	O	52	12.722***	0.584***	O
44	9.670***	0.470***	O	53	12.858***	0.579***	O
45	10.740***	0.549***	O	54	14.713***	0.663***	O
46	4.731***	0.260***	X	55	15.991***	0.667***	O
47	14.394***	0.624***	O	56	12.848***	0.581***	O
48	14.119***	0.614***	O				

*** $p < .001$

(3) 因素分析

接者進行因素分析確認有效的因素，刪除不符合研究的潛在指標，以強化量表的建構效度。本研究以主軸因子萃取法抽取共同因素，並以最大變異數轉軸法進行直交轉軸，求取轉軸後的因素負荷量。將因素負荷量小於 0.4 以及歸

因不明的試題刪除；分別刪去第 43、44、47、53 題，共 4 題。並嘗試選擇萃取 2、3、4、5 個因素，發現萃取 4 個因素較符合量表編製架構。再根據各因素的題項內容，分別命名為：「執行解題」、「檢驗工作」、「了解題意」、「解題策略」。KMO 值為 .870，可解釋整體變異量的 46.908%，顯示本量表的建構效度相當良好。四個因素分別詳列如下：

1. 因素一：「執行解題」共有 4 題，共可解釋 18.532%的變異量，包括第 50、51、54、55 題。
2. 因素二：「檢驗工作」共有 3 題，共可解釋 12.112%的變異量，包括第 48、52、56 題。
3. 因素三：「了解題意」共有 3 題，共可解釋 8.808%的變異量，包括第 41、45、49 題。
4. 因素四：「解題策略」共有 2 題，共可解釋 7.456%的變異量，包括第 40、42 題。

表 3-4-9 「解題能力」因素分析摘要表

預試量表題號與題目	因素負荷量			
	因素一	因素二	因素三	因素四
54. 已經會了的題目，如果用不同的方式呈現，我可能就不會做了。	.742			
50. 當我遇到沒有看過的題型，我會不知道如何去下手。	.681			
51. 我常常把微積分題目的解題過程背起來，而沒有確實了解。	.600			
55. 我常常算題目算到一半就不知道怎麼繼續做下去。	.598			
48. 發現自己算的答案與解答不同，我有能力判斷是哪裡出了問題。		.629		
52. 我有辦法指出同學解題錯誤的地方。		.591		
56. 當求出的答案有多個的時候，我有能力判斷哪些是不合的。		.559		
49. 我常常不清楚題目所要問的問題是什麼。	.431		.608	
41. 我會因為題目是英文的，而影響我對題目的了解。			.534	
45. 我常常無法把微積分的應用問題轉成可以計算的數學式子。			.404	
40. 每次解題時，我會先試著思考是否有做過類似的題目。				.722

表3-4-9 「解題能力」因素分析摘要表（續）

預試量表題號與題目	因素負荷量			
	因素一	因素二	因素三	因素四
42. 每次解題時，我會先試著思考題目本身所要考的觀念是什麼。				.503
可解釋的總變異量(%)	18.532	12.112	8.808	7.456
累積總變異量(%)	18.532	30.644	39.451	46.908

(4) 信度檢定

經刪減後剩下的 12 個題目以 Cronbach α 檢驗量表的內部一致性(internal consistent reliability)。各因素的信度係數分別為：.809、.701、.625、.598，且總量表內部一致性信度為 .820，顯示信度為中上。如表 3-4-10 所示，為量表中「解題能力」信度分析摘要表。

表 3-4-10 「解題能力」信度分析摘要表

分量表	Cronbach α 係數
執行解題	.809
檢驗工作	.701
了解題意	.625
解題策略	.598
總量表	.820

三. 正式量表編制

經修正後的大學微積分學習策略量表之泛學科學習策略，共計 12 題。問卷分爲 4 個向度，定義如下：

1. 焦慮：共 3 題，指學生對微積分學習或成績的擔心程度。
2. 學科價值：共 3 題，指學生認定的微積分之學科價值。
3. 自我管理：共 3 題，指學生在學習微積分時，自己安排時間與練習題目的能力。
4. 尋求幫助：共 3 題，指學生遇到學習困難的解決情形。

經修正後的大學微積分學習策略量表之認知策略學習策略，共計 10 題。問卷分爲 4 個向度，定義如下：

1. 先備知識：共 3 題，學生具備學習微積分的前置知識。如：函數概念、計算能力。
2. 了解：共 2 題，能讀懂微積分課本或筆記上的內容。
3. 詮釋與連結：共 2 題，對於知識有更深層的了解，除了以舉例的方式解釋之外，更能經過組織化的過程，以自己的話語表達；並能將其與已知的知識作連結。
4. 統整與歸納：共 3 題，能將眾多新的知識，以自己的方式整理、歸納，並做全盤性的了解。

經修正後的大學微積分學習策略量表之解題能力學習策略，共計 12 題。問卷分爲 4 個向度，定義如下：

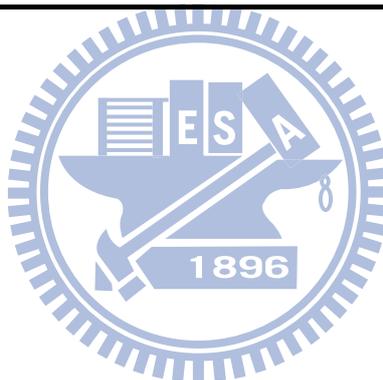
1. 了解題意：共 4 題，學生閱讀題目、重組資料的能力。
2. 解題策略：共 2 題，學生遇到問題時，與已學過的觀念或題型做聯結的能力。
3. 執行解題：共 3 題，學生歸納推理、嘗試計算的能力。
4. 檢驗工作：共 3 題，學生檢核答案與指正解題錯誤的能力。

根據預試量表的信效度考驗結果，可得大學微積分學習策略量表共計 34 題。正式量表之計分方式與預試量表相同。以下爲大學微積分學習策略正式量表之題目分配情形，如表 3-4-11。

表 3-4-11 大學微積分學習策略正式量表之題目分配

分量表	題數	正式量表題號	
學科價值	3	1, 2, 3	
焦慮	3	4*, 5*, 6*	
自我管理	3	7*, 8*, 9	
尋求幫助	3	10, 11*, 12	
認知策略	先備知識	3	13*, 14*, 15*
	了解	2	16*, 17*
	詮釋與連結	2	18, 19
	統整與歸納	3	20, 21, 22
解題能力	了解題意	4	23*, 24*, 25*, 26
	解題策略	2	27, 28*
	執行解題	3	29*, 30*
	檢驗工作	3	31*, 32, 33
合計	34		

[註]：註記*者，為反向題。



參、微積分學習成效試題分析

本研究所指「微積分學習成效」，為國立交通大學九十九學年度第一學期微積分會考的成績。國立交通大學微積分教學組為了評量學生是否已學到應具備的基本能力，於每學期課程結束時舉辦全校性會考，當年度修習微積分的所有學生均需應考。測驗時間 110 分鐘，題型為選擇及填充題，十題單一選擇題，五題多重選擇題，五題填充題，每題 5 分，總分為 100 分，每題皆不倒扣，佔學期成績百分之三十，測驗結果以原始分數表示。以下將學生微積分會考成績所呈現之次數分配表與 Excel 軟體所計算出來的數據作試題分析。內容如下：

一. 微積分會考成績次數分配表

會考成績整體平均數為 44.4，標準差為 13.3。由表 3-4-12 可知，人數大多集中於 30~59 分，呈現單峰分佈，但不及格人數達 534 人，佔 85.30%，比例偏高。

表 3-4-12 微積分會考成績次數分配表

分數	人數	百分比	累積人數	累積百分比
缺考	5	0.80%	5	0.80%
0~9	0	0.00%	5	0.80%
10~19	10	1.60%	15	2.40%
20~29	70	11.18%	85	13.58%
30~39	157	25.08%	242	38.66%
40~49	172	27.48%	414	66.13%
50~59	125	19.97%	539	86.10%
60~69	63	10.06%	602	96.17%
70~79	18	2.88%	620	99.04%
80~89	6	0.96%	626	100.00%
總計	626	100.00%		

二. 個別試題分析

微積分會考各題的整體答對率、高分組答對率、低分組答對率、鑑別度、難易度呈現如表 3-4-13。以下便就整體難易度與鑑別度進行分析。

表 3-4-13 微積分會考試題項目分析表

題號	整體答對率	高分組 答對率	低分組 答對率	鑑別度	難易度
1	75.04%	88.69%	56.88%	31.82%	72.78%
2	30.76%	35.71%	23.13%	12.59%	29.42%
3	70.21%	85.71%	51.88%	33.84%	68.79%

表 3-4-13 微積分會考試題項目分析表（續）

題號	整體答對率	高分組 答對率	低分組 答對率	鑑別度	難易度
4	27.54%	38.69%	21.25%	17.44%	29.97%
5	60.06%	69.05%	51.25%	17.80%	60.15%
6	87.28%	98.81%	73.13%	25.68%	85.97%
7	93.72%	98.21%	83.13%	15.09%	90.67%
8	61.84%	83.93%	40.00%	43.93%	61.96%
9	68.28%	85.12%	53.13%	31.99%	69.12%
10	71.34%	92.86%	43.13%	49.73%	67.99%
11	34.65%	47.86%	16.75%	31.11%	32.30%
12	37.26%	43.21%	26.13%	17.09%	34.67%
13	32.24%	41.67%	28.50%	13.17%	35.08%
14	40.23%	50.95%	28.38%	22.58%	39.66%
15	33.56%	54.40%	18.50%	35.90%	36.45%
16	23.51%	53.57%	3.75%	49.82%	28.66%
17	11.27%	29.76%	0.63%	29.14%	15.19%
18	8.21%	25.00%	1.88%	23.13%	13.44%
19	32.85%	66.67%	8.75%	57.92%	37.71%
20	13.85%	34.52%	1.25%	33.27%	17.89%

(1) 難易度分析

表 3-4-14 是各試題的難易度分布情形，由表可知：試題難易度值在 0.0 ~ 0.2 的試題佔全部試題的 15%；試題難易度值在 0.2 ~ 0.4 的試題佔全部試題的 45%；試題難易度值在 0.4 ~ 0.6 的試題佔全部試題的 0%；試題難易度值在 0.8 ~ 1.0 的試題佔全部試題的 10%。Chase(1978)認為整份試題的平均難易度以接近 0.5 為佳，而此份試題的平均難易度為 0.46，符合 Chase 所提出的標準，但難易度的分布較不集中，而且並無難易度適中的題目。

表 3-4-14 微積分會考難易度分析表

難易度標準	0.0 ~ 0.2	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.6	0.6 ~ 0.8	0.8 ~ 1.0
難度等級	極困難	困難	適中	容易	極容易
題數	3	9	0	6	2
百分比	15.0%	45.0%	0.0%	30.0%	10.0%

(2) 鑑別度分析

表 3-4-15 是各試題的鑑別度分布情形，由表可知：試題鑑別度值在 0.2 以下的試題佔全部試題的 30%；試題鑑別度值在 0.2 ~ 0.3 的試題佔全部試題的 20%；試題鑑別度值在 0.3 ~ 0.4 的試題佔全部試題的 30%；試題鑑別度值在 0.4 以上的試題佔全部試題的 20%。Ebel 與 Frisbie(1991)提出一套鑑別度的判斷標準，如表 3-4-15 所示。

表 3-4-15 微積分會考鑑別度分析表

鑑別度標準	0.2 以下	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 以上
試題評鑑	劣，須大幅修改或刪除	尚可，但需部分修改	優良，但須小幅度修改	非常優良
題數	6	4	6	4
百分比	30.0%	20.0%	30.0%	20.0%



第五節 資料處理與分析

問卷回收後，將所有資料加以整理，剔除無效問卷，統計有效問卷，編碼與建檔後，利用 SPSS 12 for windows 之統計軟體處理樣本資料。採項目分析、信度分析、因素分析、次數分配、平均數、標準差、百分比、單一樣本 t 檢定、獨立樣本 t 檢定、單因子變異數分析(one-way ANOVA)、雙因子變異數分析(two-way ANOVA)、Scheffe 事後比較、皮爾森積差相關(Pearson's product correlation)等統計方法加以分析，整理如表 3-5-1。

表 3-5-1 資料統計方法一覽表

處理項目	統計方法
大學微積分學習策略量表之分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均數、標準差、百分比 ● 項目分析 ● 因素分析 ● 信度分析
微積分學習成效之試題分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均數、百分比
大學微積分學習策略與標準分數的比較分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均數、標準差、百分比 ● 單一樣本 t 檢定
不同背景變項的大一微積分學生在微積分學習策略的各變項之差異情形。	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均數、標準差、百分比 ● 獨立樣本 t 考驗檢定 ● 單因子變異數分析 ● Scheffe 事後比較
不同背景變項的大一微積分學生在微積分學習成效的差異情形。	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均數、標準差、百分比 ● 獨立樣本 t 考驗檢定 ● 單因子變異數分析 ● Scheffe 事後比較
不同的微積分學習成效分組與不同背景變項對其學習策略之差異情形。	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均數、標準差、百分比 ● 雙因子變異數分析 ● Scheffe 事後比較
大一微積分學生的學習策略與大學入學成績、微積分學習成效之間的關係程度。	<ul style="list-style-type: none"> ● 皮爾森積差相關

第四章 研究結果與討論

本章共分為五節，第一節為探討「大學生微積分學習策略」與標準分數的比較；第二節為探討「大學生微積分學習策略」在個人背景變項之差異分析；第三節為探討不同背景變項的受試學生，在「微積分學習成效」上之分析；第四節為微積分學習成效分組與個人背景對其學習策略之二因子交互作用分析；第五節為微積分學習策略、大學入學考試分數與微積分學習成效的相關分析。

第一節 「大學微積分學習策略」與標準分數的比較分析

本研究所使用的「大學微積分學習策略量表」，是採用 Likert Scale 的五點量尺，依據 Likert Scale 五點量表界定連續變項的平均數在 2.5-3.5 為「中等程度」，平均數在 3.5-4.5 為「中高程度」，平均數在 4.5-5.0 為「高等程度」。因此，本研究以 2.5 為「中等程度」標準分數檢定值，3.5 為「中高程度」標準分數檢定值；若大學微積分學習策略層面的題平均分數顯著高於 2.5，表示達「中等程度」；若大學微積分學習策略層面的題平均分數顯著高於 3.5，表示達「中高程度」。透過此分析，可概觀的了解大學生在微積分學習策略的使用情形，分析情形如表 4-1-1。

表 4-1-1 大學生微積分學習策略與標準分數之 t 檢定摘要表

分量表	平均數	題數	標準差	題平均	t(2.5檢定值)	t(3.5檢定值)	
泛學科	焦慮	8.13	3	2.510	2.71	6.307***	-23.603***
	學科價值	11.26	3	2.379	3.75	39.552***	7.998***
	自我管理	8.98	3	2.189	2.99	16.908***	-17.382***
	尋求幫助	10.90	3	1.985	3.63	42.874***	5.055***
認知策略	先備知識	10.72	3	1.950	3.57	41.270***	2.768**
	了解	6.58	2	1.626	3.29	24.258***	-6.513***
	詮釋與連結	7.14	2	1.407	3.57	38.059***	2.499*
	統整與歸納	9.74	3	1.933	3.25	28.993***	-9.844***
解題能力	了解題意	9.52	3	2.034	3.17	24.855***	-12.044***
	解題策略	7.04	2	1.226	3.52	41.549***	.750
	執行解題	12.86	4	2.748	3.21	26.062***	-10.355***
	檢驗工作	9.86	3	1.755	3.29	33.591***	-9.178***

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

由表 4-1-1 可知，在所有題平均中，以泛學科學習策略的「學科價值」層面最高，「焦慮」層面最低，其餘學習策略層面由高到低依序為尋求幫助、先備知識、詮釋與連結、解題策略、檢驗工作、了解、統整與歸納、執行解題、了解題意、自我管理。

經單一樣本 t 檢定發現，大一微積分學生的學習策略中，12 個學習策略層面均達「中等程度」；而有 4 個層面達到「中高程度」，分別為泛學科的「學科價值」($t = 39.552$, $p < .001$)、「尋求幫助」($t = 5.055$, $p < .001$)；認知策略的「先備知識」($t = 2.768$, $p < .01$)、「詮釋與連結」($t = 2.499$, $p < .05$)；而解題能力的四個層面均未達中高程度。

從兩個檢定值分數比較結果顯示，大一學生的微積分學習策略全部都在中等程度以上。達到「中高程度」的泛學科學習策略層面顯示，學生認為學習微積分對自己的專業領域以及解決問題的能力有益；並在遇到學習或考試上的困難時，積極尋求協助；在認知策略達到「中高程度」的層面亦顯示學生在國、高中所建立的數學概念以及計算能力足以學習微積分，而在知識的連結與定理的詮釋上亦有足夠的能力了解複雜的微積分概念。值得注意的是，在解題能力的四個層面，皆未達到「中高程度」，顯示學生解題的能力沒有較為突出的表現。

程炳林 (2002) 的研究發現，我國大學生使用較好的學習策略為「尋求幫助」、「認知」、「意志力控制」等策略。而洪寶蓮 (1990) 的研究指出，我國大學生的學習策略表現以「選擇要點」、「考試策略」最佳，其次為「學科價值」與「解決學習困難」，而表現最差的為「時間管理」與「專心」。魏慧美、黃家溱 (2009) 的研究指出，我國大學生使用較好的學習策略為「動機」、「訊息理解」、「選擇要點」、「學習輔助術」、「解決學習困難」等策略，使用較差的學習策略為「焦慮」、「專心」、「時間管理」等策略。而本研究表現最好的層面為「學科價值」，此一結果與洪寶蓮 (1990) 類似；表現最差的「焦慮」層面結果與魏慧美、黃家溱 (2009) 類似。在「尋求幫助」層面表現與程炳林 (2002) 的結果相去不遠。雖然洪寶蓮 (1990) 的研究與本研究相隔 20 年，但值得注意的是，大學生的「自我管理」能力始終不佳。

在認知策略方面，本研究雖然將其分為四個層面，但其中有兩個層面達到「中高程度」，顯示學生在認知策略的表現良好，此與程炳林 (2002) 的研究結果類似；而表現最差的層面為「統整與歸納」，此結果與 Tall (1993) 的觀點類似，他認為學生對於微積分的學習屬於機械式的了解，並非相關性的理解。即學生對於將觀念作全盤性的統整是有困難的。

在解題能力方面，「了解題意」是表現最差的部分；而量表中，「了解題意」層面的問題有三題，分別為：

- (1) 我常常不清楚題目所要問的問題是什麼。
- (2) 我會因為題目是英文的，而影響我對題目的了解。
- (3) 我常常無法把微積分的應用問題轉成可以計算的數學式子。

顯示學生可能在問題轉譯、英文閱讀能力、以及知識連結上出現困難。第一點與黃銀波 (1998) 的觀點類似，他認為學生對於問題的理解有困難。第三點與 Tall (1993) 的觀點類似，他認為學生常常無法將真實世界的問題轉換成數學式子，造成應用問題不

知如何下手。Mayer（1987）也指出學生常有將問題轉譯為內在表徵的困難。



第二節 「大學生微積分學習策略」在個人背景變項之差異分析

研究者將個人背景變項，區分為性別、高中就讀地區、大學入學方式、學院別、參加社團與否、每天非學習的電腦使用時數、以及微積分學習成效分組等。有關施測樣本各背景變項之基本資料如表 3-3-1。在學院部分，因人文社會學院以及客家文化學院的修課人數過少且微積分課程並非其必修科目，故在分析學院時，將其排除。

以下便就各項背景變項與學習策略進行差異分析；針對背景變項之不同性別、參加社團與否進行 t 檢定；針對背景變項之不同高中就讀地區、學院別、每天非學習的電腦使用時數、大學入學方式、微積分學習成效分組進行單因子變異數分析。

壹、不同性別在學習策略上的狀況

本研究以男、女生為自變項，以各項學習策略為依變項。就其平均數、標準差進行 t 考驗，以了解不同性別學生對各項學習策略的差異性。其差異分析摘要如表 4-2-1。

在性別部份，學習策略有 9 個層面為男生優於女生，在泛學科的學習策略中分別為「焦慮」($t = 4.23, p < .001$)、「學科價值」($t = 3.76, p < .001$)、「尋求幫助」($t = 2.42, p < .05$)；在認知策略中分別為「先備知識」($t = 4.02, p < .001$)、「詮釋與連結」($t = 4.36, p < .001$)、「統整與歸納」($t = 2.22, p < .05$)；在解題能力中分別為「解題策略」($t = 5.16, p < .001$)、「執行解題」($t = 4.69, p < .001$)、「檢驗工作」($t = 3.70, p < .001$)。

表 4-2-1 不同性別與學習策略 t 考驗分析摘要表

分量表		性別	個數	平均數	標準差	t
泛學科	焦慮	男	441	8.40	2.55	4.23***
		女	185	7.49	2.30	
泛學科	學科價值	男	441	11.49	2.36	3.76***
		女	185	10.71	2.33	
泛學科	自我管理	男	441	8.98	2.22	0.09
		女	185	8.97	2.13	
泛學科	尋求幫助	男	441	11.02	1.99	2.42*
		女	185	10.61	1.94	
認知策略	先備知識	男	441	10.92	1.97	4.02***
		女	185	10.24	1.83	
認知策略	了解	男	441	6.64	1.65	1.49
		女	185	6.43	1.56	
認知策略	詮釋與連結	男	441	7.30	1.42	4.36***
		女	185	6.77	1.30	

表 4-2-1 不同性別與學習策略 t 考驗分析摘要表 (續)

分量表	性別	個數	平均數	標準差	t
統整與歸納	男	441	9.85	2.00	2.22*
	女	185	9.48	1.74	
了解題意	男	441	9.60	2.09	1.48
	女	185	9.34	1.90	
解題策略	男	441	7.20	1.21	5.16***
	女	185	6.65	1.18	
執行解題	男	441	13.19	2.76	4.69***
	女	185	12.08	2.56	
檢驗工作	男	441	10.02	1.78	3.70***
	女	185	9.46	1.62	

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

貳、不同高中就讀地區在學習策略上的狀況

爲了了解大學微積分學生是否因爲高中就讀的地區不同，而有不同的微積分學習策略，乃根據受試者的高中就讀地區，進行單因子變異數分析，其結果如表 4-2-2。

表 4-2-2 不同高中就讀地區與學習策略變異數分析摘要表

分量表	北部	中部	南部	東部	離島	F
焦慮	8.105	8.473	7.930	7.769	6.000	1.255
	(2.562)	(2.400)	(2.440)	(2.555)	(4.243)	
泛學科	11.327	11.359	10.961	11.769	9.000	1.234
	(2.353)	(2.472)	(2.431)	(1.235)	(1.414)	
自我管理	8.915	9.092	8.891	10.154	11.000	1.583
	(2.190)	(2.231)	(2.174)	(1.676)	(0.000)	
尋求幫助	10.872	11.046	10.711	12.308	9.500	2.389
	(1.958)	(2.071)	(1.969)	(1.182)	(3.536)	
先備知識	10.705	10.901	10.617	10.231	10.000	0.647
	(1.931)	(1.941)	(2.004)	(2.006)	(2.828)	
認知策略	6.520	6.595	6.656	7.385	5.000	1.465
	(1.626)	(1.592)	(1.648)	(1.193)	(4.243)	
詮釋與連結	7.128	7.260	7.008	7.615	7.000	0.901
	(1.447)	(1.287)	(1.461)	(0.768)	(1.414)	
統整與歸納	9.622	9.863	9.813	10.846	10.500	1.653
	(1.979)	(1.792)	(1.971)	(1.405)	(0.707)	

表 4-2-2 不同高中就讀地區與學習策略變異數分析摘要表（續）

分量表	北部	中部	南部	東部	離島	<i>F</i>	
解題能力	了解題意	9.477 (2.151)	9.534 (1.870)	9.578 (1.860)	10.308 (1.494)	7.500 (4.950)	1.047
	解題策略	7.037 (1.255)	7.153 (1.186)	6.891 (1.212)	7.538 (0.660)	5.500 (0.707)	2.090
	執行解題	12.639 (2.750)	13.160 (2.759)	13.164 (2.746)	12.923 (2.216)	13.000 (4.243)	1.357
	檢驗工作	9.759 (1.728)	10.076 (1.871)	9.852 (1.721)	10.615 (1.044)	8.000 (2.828)	1.968

括號數字為標準差。

在高中就讀地區部分，所有層面皆無顯著差異；即並不因為高中所就讀的地區不同，而有不同的微積分學習策略。

參、大學入學方式在學習策略上的狀況

爲了了解大學微積分學生是否因爲入學方式不同，而有不同的微積分學習策略，乃根據受試者的入學方式，進行單因子變異數分析，其結果如表 4-2-3。

表 4-2-3 入學方式與學習策略變異數分析摘要表

分量表	推甄申請	繁星	考試分發	運動績優	四技二專	<i>F</i>	事後比較
焦慮	8.266 (2.529)	7.262 (2.483)	8.220 (2.482)	6.600 (1.140)	8.000 (2.582)	2.610*	<i>ns</i>
泛學科	學科價值	11.157 (2.476)	11.328 (2.399)	11.333 (2.292)	10.800 (2.168)	12.750 (1.500)	0.646
	自我管理	8.996 (2.147)	9.984 (2.195)	8.762 (2.183)	7.600 (1.817)	9.500 (1.732)	4.561** 繁星>推申； 繁星>分發
	尋求幫助	10.949 (1.994)	11.262 (1.816)	10.805 (2.007)	10.000 (2.121)	10.000 (1.826)	1.175
認知策略	先備知識	10.803 (1.929)	10.475 (1.876)	10.723 (1.963)	8.400 (1.342)	10.750 (2.986)	2.150
	了解	6.536 (1.592)	6.820 (1.533)	6.589 (1.662)	5.200 (1.095)	6.500 (2.887)	1.287
	詮釋與連結	7.164 (1.295)	7.000 (1.390)	7.174 (1.507)	5.800 (1.483)	7.000 (1.414)	1.358

表 4-2-3 入學方式與學習策略變異數分析摘要表 (續)

分量表	推甄申請	繁星	考試分發	運動績優	四技二專	F	事後比較
統整與歸納	9.690 (1.844)	9.869 (1.803)	9.777 (2.038)	8.800 (2.683)	9.750 (1.708)	0.433	
了解題意	9.533 (1.903)	9.508 (1.903)	9.532 (2.195)	8.200 (1.095)	9.750 (2.062)	0.543	
解題能力	解題策略	6.909 (1.218)	7.262 (1.210)	7.121 (1.234)	6.400 (1.140)	7.250 (0.957)	1.970
	執行解題	13.266 (2.652)	12.262 (2.449)	12.663 (2.810)	9.200 (2.387)	13.000 (4.243)	4.921*** 推申>運動
	檢驗工作	9.872 (1.750)	9.820 (1.565)	9.890 (1.785)	7.400 (1.817)	10.000 (0.816)	2.518* 推申>運動； 分發>運動

* $p < .05$. , *** $p < .001$. 括號數字為標準差。

ns：經 Scheffe 事後比較無任何兩組達顯著差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

在入學方式方面，學習策略在 3 個層面上有顯著差異，其中在泛學科的學習策略部份，「自我管理」($F = 4.561, p < .001$)達到顯著差異，經事後考驗發現，使用繁星入學的學生優於使用推甄申請、以及考試分發入學的學生。在解題能力部份，「執行解題」層面($F = 4.921, p < .001$)達到顯著差異，經事後考驗發現，使用推甄申請入學的學生優於使用運動績優入學的學生。而「檢驗工作」層面($F = 2.518, p < .05$)亦達到顯著差異，經事後考驗發現，使用推甄申請、以及考試分發入學的學生優於使用運動績優入學的學生。

肆、不同學院在學習策略上的狀況

爲了了解大學微積分學生是否因爲所就讀的大學學院不同，而有不同的微積分學習策略，故根據受試者所就讀的學院，進行單因子變異數分析，其結果如表 4-2-4。

在學院別部份，學習策略在 10 個層面上有顯著差異，其中在泛學科的學習策略中的「焦慮」($F = 2.171, p < .05$)、「尋求幫助」($F = 2.474, p < .05$)層面，以及認知策略中的「先備知識」($F = 3.525, p < .01$)、「了解」($F = 2.141, p < .05$)層面，雖然 F 值達到顯著差異，但經事後考驗並沒有找出組別之間的差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

在泛學科的「學科價值」方面($F = 21.023, p < .001$)達到顯著差異，經事後考驗發現，電機學院、工學院、理學院均優於資訊學院、生物科技學院、管理學院。

在認知策略部份，其中的「詮釋與連結」層面($F = 3.567, p < .01.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，電機學院、工學院均優於管理學院。「統整與歸納」層面($F = 4.347, p < .001.$)亦達到顯著差異，經事後考驗發現，電機學院、資訊學院、工學院均優於管理學院。

在解題能力方面，「解題策略」層面($F = 2.720, p < .05.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，電機學院優於管理學院。「執行解題」層面($F = 4.987, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，電機學院、工學院、理學院均優於管理學院。「檢驗工作」層面($F = 6.724, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，電機學院、工學院均優於管理學院。

表 4-2-4 不同學院與學習策略變異數分析摘要表

分量表	電機 學院	資訊 學院	工學 院	理學 院	生物科 技學院	管理 學院	光電 學院	<i>F</i>	事後比較
焦慮	8.082 (2.531)	8.514 (2.621)	8.388 (2.459)	8.257 (2.399)	7.727 (2.313)	7.464 (2.500)	8.444 (2.555)	2.171*	<i>ns</i>
泛學科 學科價值	12.000 (2.093)	10.162 (2.172)	12.082 (1.978)	12.109 (2.240)	9.864 (2.356)	9.964 (2.430)	11.444 (2.404)	21.023***	電機>資訊； 電機>生科； 電機>管理； 工>資訊； 工>生科； 工>管理； 理>資訊； 理>生科； 理>管理
自我管理	9.139 (2.228)	9.054 (2.203)	9.027 (2.211)	9.099 (2.114)	8.773 (2.069)	8.600 (2.172)	9.333 (2.646)	0.811	
尋求幫助	11.336 (1.914)	10.829 (2.110)	10.878 (1.832)	11.040 (2.149)	10.591 (1.894)	10.427 (1.956)	11.667 (1.414)	2.474*	<i>ns</i>
先備知識	11.025 (1.838)	10.991 (1.750)	10.673 (1.973)	10.960 (1.737)	9.909 (1.797)	10.136 (2.228)	10.444 (2.506)	3.525**	<i>ns</i>
認知策略 了解	6.869 (1.595)	6.820 (1.669)	6.401 (1.590)	6.406 (1.464)	6.182 (1.816)	6.545 (1.674)	5.778 (2.279)	2.141*	<i>ns</i>
詮釋與連結	7.418 (1.454)	7.063 (1.288)	7.320 (1.355)	7.228 (1.434)	6.818 (1.296)	6.682 (1.407)	6.889 (1.965)	3.567**	電機>管理； 工>管理；
統整與歸納	10.090 (2.041)	9.829 (1.600)	10.014 (1.955)	9.762 (2.074)	9.000 (1.826)	9.082 (1.878)	8.778 (1.093)	4.347***	電機>管理； 資訊>管理； 工>管理

表 4-2-4 不同學院與學習策略變異數分析摘要表 (續)

分量表	電機 學院	資訊 學院	工學 院	理學 院	生物科 技學院	管理 學院	光電 學院	<i>F</i>	事後比較
了解題意	9.885 (1.972)	9.865 (1.817)	9.259 (2.038)	9.386 (1.939)	9.136 (2.315)	9.364 (2.229)	9.444 (2.555)	1.922	
解題策略	7.336 (1.302)	6.991 (1.179)	7.082 (1.132)	7.089 (1.335)	6.818 (1.006)	6.745 (1.192)	6.556 (1.236)	2.720*	電機>管理；
執行解題	13.443 (2.855)	13.063 (2.584)	13.088 (2.702)	13.188 (2.525)	11.591 (2.631)	11.845 (2.669)	12.556 (2.297)	4.987***	電機>管理； 工>管理； 理>管理
檢驗工作	10.361 (1.841)	9.694 (1.623)	10.170 (1.581)	9.970 (1.688)	9.182 (2.062)	9.182 (1.762)	8.889 (1.764)	6.724***	電機>管理； 工>管理

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

括號數字為標準差。

ns：經 Scheffe 事後比較無任何兩組達顯著差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

伍、學生參與社團與否在學習策略上的狀況

為了解學生參與社團的情形，是否造成學習策略上的差異。故以是否參加社團為自變項，以各項學習策略為依變項。就其平均數、標準差進行 t 考驗，以了解參與社團與否對各項學習策略的差異性。

由表 4-2-5 可知，在是否參加社團部份，所有學習策略層面皆無顯著差異；即並不因為學生是否參加社團，而有不同的微積分學習策略。

表 4-2-5 是否參加社團與學習策略 t 考驗分析摘要表

分量表	社團	個數	平均數	標準差	<i>t</i>
焦慮	有	447	8.150	2.484	0.272
	無	179	8.089	2.580	
泛學科價值	有	447	11.224	2.405	-0.609
	無	179	11.352	2.316	
科自我管理	有	447	8.971	2.181	-0.150
	無	179	9.000	2.216	
尋求幫助	有	447	10.951	1.896	0.933
	無	179	10.777	2.192	

表 4-2-5 是否參加社團與學習策略 t 考驗分析摘要表 (續)

分量表	社團	個數	平均數	標準差	t
先備知識	有	447	10.696	1.986	-0.403
	無	179	10.765	1.861	
認 知 策 略	了解	447	6.595	1.593	0.447
	無	179	6.531	1.710	
詮釋與連結	有	447	7.148	1.395	0.199
	無	179	7.123	1.440	
統整與歸納	有	447	9.714	1.949	-0.531
	無	179	9.804	1.896	
了解題意	有	447	9.562	2.012	0.792
	無	179	9.419	2.090	
解 題 能 力	解題策略	447	7.034	1.233	-0.103
	無	179	7.045	1.212	
執行解題	有	447	12.861	2.685	-0.019
	無	179	12.866	2.908	
檢驗工作	有	447	9.859	1.740	0.064
	無	179	9.849	1.797	

陸、非學習的電腦使用時數在學習策略上的狀況

爲了了解大學微積分學生是否因爲非學習的電腦使用時數不同，而有不同的微積分學習策略，乃根據受試者每天的非學習電腦使用平均時數，進行單因子變異數分析，其結果如表 4-2-6。

表 4-2-6 非學習的電腦使用時數與學習策略變異數分析摘要表

分量表	1 小時以下	1~3 小時	3~5 小時	5 小時以上	F	事後比較
焦慮	8.091 (2.625)	8.116 (2.546)	8.132 (2.448)	8.182 (2.597)	0.017	
泛 學 科	11.909 (2.166)	11.426 (2.426)	11.240 (2.333)	10.808 (2.359)	1.899	
自我管理	10.273 (2.796)	9.291 (2.241)	8.911 (2.045)	8.202 (2.133)	7.492***	1 小時以下>5 小時以上； 1~3 小時>5 小時以上；
尋求幫助	10.909 (2.468)	11.031 (1.998)	10.981 (1.843)	10.354 (2.182)	3.048*	1~3 小時>5 小時以上；

表 4-2-6 非學習的電腦使用時數與學習策略變異數分析摘要表（續）

分量表	1 小時以下	1~3 小時	3~5 小時	5 小時以上	<i>F</i>	事後比較
先備知識	11.182 (1.722)	10.760 (2.015)	10.678 (1.849)	10.646 (2.072)	0.326	
認知策略	了解	6.727 (1.555)	6.767 (1.674)	6.457 (1.533)	6.374 (1.712)	2.204
	詮釋與連結	7.364 (1.433)	7.109 (1.524)	7.209 (1.333)	7.020 (1.278)	0.582
	統整與歸納	10.182 (2.040)	9.899 (2.036)	9.748 (1.859)	9.253 (1.769)	2.902*
解題能力	了解題意	10.091 (2.879)	9.686 (2.067)	9.434 (1.904)	9.253 (2.154)	1.590
	解題策略	7.818 (1.250)	7.023 (1.278)	7.019 (1.172)	7.030 (1.216)	1.521
	執行解題	13.273 (3.133)	12.922 (2.818)	12.895 (2.601)	12.576 (2.914)	0.493
	檢驗工作	10.818 (2.040)	9.872 (1.741)	9.919 (1.730)	9.545 (1.792)	2.266

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

括號數字為標準差。

在非學習的電腦使用時數部份，學習策略在 3 個層面上有顯著差異，其中在泛學科的學習策略部份，「自我管理」($F = 7.492, p < .001$)達到顯著差異，經事後考驗發現，每天的非學習電腦使用平均時數在 1 小時以下、以及 1-3 小時的學生優於每天的非學習電腦使用平均時數在 5 小時以上的學生。「尋求幫助」($F = 3.048, p < .05$)達到顯著差異，經事後考驗發現，每天的非學習電腦使用平均時數在 1-3 小時的學生優於每天的非學習電腦使用平均時數在 5 小時以上的學生。

在認知策略部份，「統整與歸納」層面($F = 2.902, p < .05$)達到顯著差異，經事後考驗發現，每天的非學習電腦使用平均時數在 1-3 小時的學生優於每天的非學習電腦使用平均時數在 5 小時以上的學生。

柒、微積分學習成效分組在學習策略上的狀況

爲了了解微積分學習成效各個不同成績分組的學生群，是否運用不同的微積分學習策略，乃根據受試者的微積分學習成效進行分組，將其分爲成績在前 27% 的高分組、成績在後 27% 的低分組、以及成績介在中間的中分組，進行單因子變異數分析，其結果如表 4-2-7。

表 4-2-7 微積分學習成效與學習策略變異數分析摘要表

分量表	高分組	中分組	低分組	<i>F</i>	事後比較
焦慮	8.744 (2.667)	8.116 (2.383)	7.525 (2.390)	10.039***	高分組>中分組； 高分組>低分組
泛學科	11.946 (2.403)	11.256 (2.219)	10.638 (2.365)	13.221***	高分組>中分組>低分組；
自我管理	9.863 (2.153)	8.816 (2.139)	8.406 (1.998)	21.559***	高分組>中分組； 高分組>低分組
尋求幫助	11.506 (1.951)	10.727 (1.957)	10.606 (1.956)	11.019***	高分組>中分組； 高分組>低分組
先備知識	11.107 (1.880)	10.672 (1.940)	10.356 (1.973)	6.285**	高分組>低分組
認知策略	7.012 (1.582)	6.526 (1.600)	6.231 (1.603)	10.146***	高分組>中分組； 高分組>低分組
詮釋與連結	7.470 (1.488)	7.116 (1.377)	6.819 (1.317)	9.012***	高分組>中分組； 高分組>低分組
統整與歸納	10.315 (1.997)	9.717 (1.850)	9.225 (1.794)	13.926***	高分組>中分組>低分組；
了解題意	10.060 (1.975)	9.403 (2.000)	9.188 (2.069)	8.726***	高分組>中分組； 高分組>低分組
解題能力	7.292 (1.355)	6.973 (1.219)	6.900 (1.047)	5.101**	高分組>中分組； 高分組>低分組
執行解題	13.857 (2.604)	12.983 (2.568)	11.594 (2.730)	31.177***	高分組>中分組>低分組；
檢驗工作	10.363 (1.846)	9.887 (1.642)	9.281 (1.713)	16.333***	高分組>中分組>低分組；

** $p < .01$, *** $p < .001$.

括號數字爲標準差。

學習策略的每個層面在微積分學習成效分組上皆有顯著差異，分述如下：

在泛學科的學習策略部份，「焦慮」層面($F = 10.039, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組與低分組學生。「學科價值」層面($F = 13.221, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組，而中分組學生優於低分組學生。「自我管理」層面($F = 21.559, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組與低分組學生。「尋求幫助」層面($F = 11.019, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組與低分組學生。

在認知策略部份，「先備知識」層面($F = 6.285, p < .01.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於低分組學生。「了解」層面($F = 10.146, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組與低分組學生。「統整與歸納」層面($F = 13.926, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組，而中分組學生優於低分組學生。

在解題能力部分，「了解題意」層面($F = 8.726, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組與低分組學生。「解題策略」層面($F = 5.101, p < .01.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組與低分組學生。「執行解題」層面($F = 31.177, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組，而中分組學生優於低分組學生。「檢驗工作」層面($F = 16.333, p < .001.$)達到顯著差異，經事後考驗發現，高分組的學生優於中分組，而中分組學生優於低分組學生。

捌、綜合討論

爲了瞭解不同背景變項的大一學生其微積分學習策略是否有差異，因此將本節的研究結果加以整理，製成表 4-2-8，並進一步提出討論。

表 4-2-8 不同變項的大一學生在微積分學習策略的差異比較結果

分量表	性別	高中 地區	大學入 學方式	學院	參與 社團	非學習的使 用電腦時數	微積分學習成效 分組
焦慮	男>女						高>中；高>低
泛 學 科 學 科 價 值	男>女			電機>資訊			高>中>低
				電機>生科			
				電機>管理			
				工>資訊			
				工>生科			
				工>管理			
自我管理			繁星>推申 繁星>分發			1 以下>5 以上	高>中；高>低
						1-3 > 5 以上	
尋求幫助	男>女					1-3 > 5 以上	高>中；高>低
先備知識	男>女						高>低
認 知 策 略	男>女			電機>管理			高>中；高>低
				工>管理			
統 整 與 歸 納	男>女			電機>管理		1-3 > 5 以上	高>中>低
				資訊>管理			
				工>管理			
了解題意							高>中；高>低
解 題 能 力	男>女			電機>管理			高>中；高>低
				電機>管理			
執行解題	男>女		推申>運動	工>管理			高>中>低
				理>管理			
檢驗工作	男>女		推申>運動 分發>運動	電機>管理 工>管理			高>中>低

由表 4-2-8 的綜合整理可知以下各點結論：

(1) 不同性別的大一微積分學生，在許多微積分學習策略上有所不同。

本研究之假設 1-1：「不同性別在微積分學習策略上有顯著差異」獲得部分支持，詳細描述如下：

在泛學科的學習策略中，「焦慮」、「學科價值」、「尋求幫助」三個層面有顯著差異，且皆為男生優於女生。此一現象與黃冠仁(2006)以及葉秋呈(2007)的研究結果相似。

在認知策略中，「先備知識」、「詮釋與連結」、「統整與歸納」三個層面有顯著差異，且皆為男生優於女生。此一現象與陳品華(2000)針對二專學生所作的研究，指出男生在訊息處理的表現上優於女生的結果相符。

在解題能力中，「解題策略」、「執行解題」、「檢驗工作」三個層面有顯著差異，且皆為男生優於女生。此一現象可印證 Hyde、Fennema 與 Lamon(1990)對 100 篇數學性別研究進行統合分析發現，在高中和大學階段，男生解題能力表現優於女生的論點。

但是因為女生在交通大學的微積分課程中，不論是學生或老師均屬人數弱勢的一方。因此，此一現象是否為常態，以及其他學校的情況如何，仍需未來其他相關的研究進行探討。

(2) 就讀不同高中地區的大一微積分學生，在微積分學習策略上無顯著差異。

本研究之假設 1-2：「就讀高中地區不同在微積分學習策略上有顯著差異」未獲得支持，與陳如敏(2009)以及黃量意(2007)的研究結果不同，可能原因為雖然學生就讀的高中地區不同，但是都是經由學測或指考的篩選進入該大學，因此在學習策略的使用上，未有顯著差別。

(3) 大學入學方式不同的大一微積分學生，在微積分學習策略上有顯著差異。

本研究之假設 1-3：「不同大學入學方式在微積分學習策略上有顯著差異」獲得部分支持，詳細描述如下：

在泛學科的學習策略中，「自我管理」層面有顯著差異，為繁星入學者優於推甄申請入學者，也優於考試分發入學者。

在認知策略中，各層面皆無顯著差異，表示不管是何種方式進入大學的學生，在「先備知識」、「了解」、「詮釋與連結」、「統整與歸納」四個層面差異不

大。

在解題能力中，「執行解題」層面有顯著差異，為推甄申請入學者優於運動績優入學者。而「檢驗工作」層面亦有顯著差異，為推甄申請以及考試分發入學者優於運動績優入學者。

(4) 學生所屬學院不同，在微積分學習策略上有顯著差異。

本研究之假設 1-4：「不同的大學學院在微積分學習策略上有顯著差異」獲得部分支持，詳細描述如下：

在泛學科的學習策略中，「學科價值」層面有顯著差異，為電機、工、理學院學生優於資訊、生科、管理學院學生。造成此結果的原因可能為，資訊、生科、管理學院學生在未來的專業領域中，比起電機、工、理學院學生來說，較少接觸與微積分相關的課程，因此在學科價值的分數上，顯著低於電機、工、理學院學生。

在認知策略中，「詮釋與連結」層面有顯著差異，為電機、工學院學生優於管理學院學生。而「統整與歸納」層面亦有顯著差異，為電機、資訊、工學院學生優於管理學院學生。

在解題能力方面，「解題策略」層面有顯著差異，為電機學院學生優於管理學院學生。「執行解題」層面亦有顯著差異，為電機、工、理學院學生優於管理學院學生。「檢驗工作」層面亦有顯著差異，為電機學院、工學院優於管理學院。

此結論與黃冠仁（2006）以及葉秋呈（2007）發現不同學院別的學習策略有顯著差異類似。但是因為本研究收集的樣本資料中，學生所屬系別與前述文獻的資料無法比較，因此無法深入各系別進行差異的探討，因此未來尚需其他微積分的研究來印證本研究的發現。

(5) 學生參與社團與否，在微積分學習策略上無顯著差異。

本研究之假設 1-5：「參加社團與否在微積分學習策略上有顯著差異」未獲得支持。即參與社團雖然可能會占用部分讀書的時間，但並不影響學生學習微積分的學習策略，此一結果與葉秋呈（2007）利用模糊理論的統計結果發現，有無交男女朋友的學生、以及有無打工學生的學習策略並無顯著差異有類似之處。

(6) 學生每天非學習的電腦使用時數不同，在微積分學習策略上有顯著差異。

本研究之假設 1-6:「每天平均非學習的電腦時使用數不同在微積分學習策略上有顯著差異」獲得部分支持，詳細描述如下：

在泛學科的學習策略部份，「自我管理」有顯著差異，為每天的非學習電腦平均使用時數在 1 小時以下、以及 1-3 小時的學生優於每天的非學習電腦平均使用時數在 5 小時以上的學生。「尋求幫助」亦有顯著差異，為每天的非學習電腦平均使用時數在 1-3 小時的學生優於每天的非學習電腦平均使用時數在 5 小時以上的學生。

在認知策略部份，「統整與歸納」層面有顯著差異，為每天的非學習電腦平均使用時數在 1-3 小時的學生優於每天的非學習電腦平均使用時數在 5 小時以上的學生。

值得注意的是，在達到差異的層面中，皆為電腦使用時數少者優於電腦使用時數多者，此與黃冠仁（2006）的研究不符。研究結果差異的原因可能為黃冠仁（2006）是針對每周平均的上網時間進行資料收集，而學生的學習方式亦包含利用網路學習，因此統計非學習的電腦使用時數時，便產生電腦使用時數少者優於電腦使用時數多者的情形。顯示電腦使用進行非學習式的活動，會影響微積分學習策略的使用。

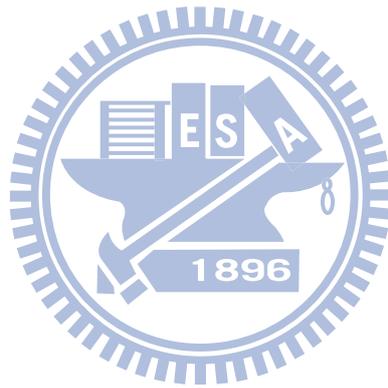
(7) 微積分學習成效高、中、低三組學生的微積分學習策略有顯著差異。

本研究之假設 1-7:「不同微積分學習成效分組在微積分學習策略上有顯著差異」獲得支持，在每一層面皆為高分組優於低分組；此一結果與辛靜宜、葉秋呈（2006）、黃冠仁（2006）、以及丁慕玉（2008）的研究結果相符。亦即微積分成就分數高者，不管是在泛學科的學習策略，亦或是微積分的認知策略、解題能力都有較好的表現。

值得注意的是，在認知策略的「先備知識」層面為高分組顯著優於低分組，但高、中分組，以及中、低分組並無顯著差異；此結果表示，雖然「先備知識」達中高程度，但是高、低分組的先備知識還是存在差異。

在泛學科的「焦慮」、「自我管理」、「尋求幫助」；認知策略的「了解」、「詮釋與連結」；解題能力的「了解題意」、「解題策略」層面，皆為高分組顯著優於中、低分組，但中、低分組無顯著差異；此結果表示，只要達到某一水準之上，其微積分學習成效就會達到高分組程度，而中、低分組學生在這些學習策略層面的運用程度並沒有明顯的差異。

而在泛學科的「學科價值」；認知策略的「統整與歸納」；解題能力的「執行解題」、「檢驗工作」層面，皆為高分組顯著優於中分組、中分組顯著優於低分組。此結果表示，相較於上述中、低分組無顯著差異的學習策略層面學習成效高、中、低分三組，在「學科價值」、「統整與歸納」、「執行解題」、「檢驗工作」等層面運用的程度明顯不同。換句話說，微積分學科價值的優劣可以明顯區分微積分成效；在認知策略方面，對於觀念的組織程度不同、全盤性了解程度不同，亦會使微積分成效有明顯的差異；在解題能力方面，能夠選擇正確的程序並確實執行，對於答案亦能作批判性的思考，也是造成微積分成效差異的原因之一。



第三節 微積分學習成效在個人背景變項之差異分析

本節主要將受試者的性別、高中就讀地區、大學入學方式、學院別、是否參加社團、每天非學習的電腦使用時數…等與微積分學習成效進行差異分析，其結果如表 4-3-1。

表 4-3-1 不同背景變項在微積分學習成效的差異分析表

背景變項	組別	個數	平均數	標準差	t/F	事後比較
性別	男	438	46.274	13.136	5.737***	男>女
	女	183	39.732	12.510		
高中就讀地區	北部	348	44.296	12.989	0.742	
	中部	130	45.408	14.534		
	南部	128	43.914	12.844		
	東部	13	40.846	12.877		
	離島	2	34.500	12.021		
大學入學方式	推甄申請	271	43.624	13.087	1.242	
	繁星	61	46.311	14.933		
	考試分發	280	44.632	13.202		
	運動績優	5	37.400	4.775		
	四技二專	4	52.000	8.042		
學院別	電機學院	121	46.306	14.299	10.177***	電機學院>管理學院； 資訊學院>管理學院； 工學院>管理學院； 理學院>管理學院；
	資訊學院	111	45.315	13.253		
	工學院	146	45.075	12.211		
	理學院	100	48.880	13.069		
	生物科技學院	22	42.045	12.685		
	管理學院	108	36.370	10.201		
	光電學院	9	49.333	16.225		
參加社團	是	443	43.688	13.023	-1.951	
	否	178	45.983	13.815		
每天非學習的 電腦使用時數	1 小時以下	11	55.182	15.079	4.655**	1 小時以下>3~5 小時； 1 小時以下>5 小時以上
	1~3 小時	254	45.744	13.428		
	3~5 小時	257	43.058	13.382		
	5 小時以上	99	42.899	11.627		

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

以下便將表 4-3-1 所示結果進行整理，並加以討論：

(1) 不同性別的大一微積分學生，在微積分學習成效上有所不同。

在性別變項差異達顯著水準($t = 5.737, p < .001.$)，經事後考驗發現，男生的學習成效優於女生。此一結果與陳怡君(1994)、陳如敏(2009)的研究結果類似。張春興、陳李綢(1977)認為學生的數學成效會因為教師的性別不同而有所差異；若數學教師為男性，班級中的數學成績為男生優於女生；若數學教師為女性，班級中的數學成績為女生優於男生。Marx, Roman(2002)進行一項性別的刻板印象威脅研究發現，女性受試者即使純粹只是與男性夥伴一同接受數學測驗，其所獲得的分數也會比那些和其他女性夥伴一同接受測驗者的表現來得差。而女生在交通大學的微積分課程中，不論是學生或老師均屬人數弱勢的一方，此一男生優於女生的結果，是否與老師或學生男女的比例懸殊有關，仍需其他研究進一步的探討。

(2) 就讀不同高中地區的大一微積分學生，在微積分學習成效上無顯著差異。

在高中就讀地區變項差異未達顯著水準($F = 0.742, p > .05.$)，本研究之假設 2-2：「就讀高中地區不同在微積分學習成效上有顯著差異」未獲得支持。即學生不因高中就讀地區不同，而造成不同的學習成效，此與陳如敏(2009)以及黃量意(2007)的研究結果不符。推究其原因，可能為學生皆經過大學入學考試的篩選，因此學生高中的數學能力類似，又進入大學後，所有受試者的學習環境都大致相同，因此與高中所就讀地區較無關聯。

(3) 大學入學方式不同的大一微積分學生，在微積分學習成效上無顯著差異。

在大學入學方式變項差異未達顯著水準($F = 1.242, p > .05.$)，本研究之假設 2-3：「不同大學入學方式在微積分學習成效上有顯著差異」未獲得支持。即學生不因大學入學方式不同，而造成不同的學習成效，此與余秋芬(2004)，陳一如、李弘斌(2000)，李文益(2004)的研究結果不符。研究結果差異的原因可能為余秋芬(2004)所研究的學習成效是分別對理、工科學生的專業科目平均進行探討；李弘斌(2000)、李文益(2004)則是針對學期平均分數進行研究，皆與本研究的單一科目不同。因此不同的大學入學方式是否對微積分學習成效有顯著差異，未來尚需其他的相關研究來印證本研究的發現。

(4) 學生所屬學院不同，在微積分學習成效上有顯著差異。

在學院變項差異達顯著水準($F = 10.177, p < .001.$)，經事後考驗發現，電機學院、資訊學院、工學院、理學院學生的微積分學習成效優於管理學院學生。本研究之假設 2-4：「不同的大學學院在微積分學習成效上有顯著差異」獲得部分支持，此與潘尚怡(2008)的研究結果類似。但是因為本研究收集的樣本資料中，學生所屬系別與潘尚怡(2008)的資料無法比較，因此無法深入各系別進行差異的探討，因此未來尚需其他微積分的研究來印證本研究的發現。

但研究者推測造成此一結果的原因，可能為部分管理學院學生在高中屬於社會組，高三並未學習選修數學 II 的微積分課程，因此在大學第一次接觸微積分的狀況下，微積分學習成效低於高中已學過微積分課程的電機學院、資訊學院、工學院、理學院學生。

(5) 學生參與社團與否，在微積分學習成效上無顯著差異。

在社團變項差異未達顯著水準($t = -1.951, p > .05.$)，本研究之假設 2-4：「參加社團與否在微積分學習成效上有顯著差異」未獲得支持。即學生不因是否參與社團而造成學習成效的不同。未來尚需其他相關的研究來印證本研究的發現。

(6) 學生每天非學習的電腦使用時數不同，在微積分學習成效上有顯著差異。

在每天非學習的電腦使用時數變項差異達顯著水準($F = 4.655, p < .01.$)，經事後考驗發現，每天非學習的電腦使用時數在 1 小時以下的學生，其微積分學習成效優於每天非學習的電腦使用時數在 3~5 小時以及 5 小時以上的學生。本研究之假設 2-6：「每天平均非學習的電腦使用時數不同在微積分學習成效上有顯著差異」獲得部分支持。此結果顯示花費較多時間在非學習的電腦使用上會影響微積分學習成效。



第四節 微積分學習成效分組與個人背景對學習策略二因子交互作用分析

針對大一微積分學生在學習策略上的學習成效分組與性別、高中就讀地區、大學入學方式、學院別、是否參加社團、以及每天非學習的電腦使用時數等背景變項，進行二因子交互作用分析，結果摘要如表 4-4-1。

表 4-4-1 大一微積分學生學習成效分組與個人背景變項在學習策略上二因子交互作用分析摘要表

分量表	F 值						
	學習成效× 性別	學習成效× 高中地區	學習成效× 學院	學習成效× 社團	學習成效× 電腦使用時數	學習成效× 入學方式	
泛 學 科	焦慮	0.711	1.630	0.747	0.194	1.343	0.573
	學科價值	1.985	0.432	1.667	0.989	0.622	0.535
	自我管理	0.190	0.568	1.372	1.375	1.801	0.223
	尋求幫助	0.454	1.437	0.870	0.439	0.235	1.548
認 知 策 略	先備知識	1.779	1.003	0.784	0.278	1.676	1.286
	了解	0.383	1.683	1.771*	0.050	0.650	0.821
	詮釋與連結	0.037	0.498	1.244	0.067	1.509	1.248
	統整與歸納	0.030	0.662	0.753	0.322	2.574*	1.836
解 題 能 力	了解題意	0.385	1.015	0.807	0.400	2.488*	1.035
	解題策略	0.987	1.416	1.634	1.198	1.368	1.215
	執行解題	1.621	0.856	0.751	0.713	2.060	1.238
	檢驗工作	0.082	1.643	1.445	0.114	0.949	0.656

* $p < .05$.

摘要表結果顯示，學習成效分組與個人背景變項對其學習策略之二因子交互作用達顯著差異的部分共有 3 組，分別為學習成效分組與學院、學習成效分組與每天非學習的電腦使用時數，詳述如下：

- (1) 大一微積分學生的學習成效與學院，在認知策略的「了解」層面 ($F = 1.771, p < .05$)，其二因子有顯著交互作用。
- (2) 大一微積分學生的學習成效與每天非學習的電腦使用時數，在認知策略的「統整與歸納」層面 ($F = 2.574, p < .05$)、以及解題能力的「了解題意」層面 ($F = 2.488, p < .05$)，其二因子有顯著交互作用。

在本研究的研究假設僅假設 3-4 與假設 3-6 獲得部分支持，其它假設 3-1、3-2、3-3、3-5 皆未獲得支持。以下分別針對上述 3 組二因子交互作用達顯著差異者，進行單純主要效果分析，進一步分析其差異，其結果如表 4-4-2 至 4-4-4。

壹、學習成效分組與不同學院在認知策略「了解」層面單純主要效果分析

由表 4-4-2 可知以下結果：

- (一) 學習成效分組在學院下對認知策略的「了解」層面之單純主要效果：
- (1) 學習成效分組在電機學院($F = 12.522, p < .001.$)有顯著差異，經事後比較發現，高分組與中分組學生優於低分組學生。
 - (2) 學習成效分組在資訊學院($F = 3.307, p < .05.$)有顯著差異，經事後比較發現，高分組學生優於低分組學生。
 - (3) 學習成效分組在工學院($F = 3.643, p < .05.$)有顯著差異，經事後比較發現，高分組學生優於中分組學生。
- (二) 學院在學習成效分組下對認知策略的「了解」層面之單純主要效果：
- (1) 學院在學習成效分組為高分組($F = 2.293, p < .05.$)的 F 值雖達到顯著差異，但經事後考驗並沒有找出組別之間的差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。
 - (2) 學院在學習成效分組為中分組($F = 2.291, p < .05.$)的 F 值雖達到顯著差異，但經事後考驗並沒有找出組別之間的差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

表 4-4-2 學習成效分組與不同學院在認知策略「了解」層面之單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	事後比較
學習成效分組因子					
在電機學院下	51.264	2	25.632	10.348***	高分組>低分組； 中分組>低分組
在資訊學院下	17.682	2	8.841	3.569*	高分組>低分組
在工學院下	17.899	2	8.949	3.613*	高分組>中分組
在理學院下	6.059	2	3.029	1.223	
在生物科技學院下	2.758	2	1.379	0.557	
在管理學院下	3.261	2	1.630	0.658	
在光電學院下	8.806	2	4.403	1.778	
學院因子					
在高分組下	32.901	6	5.483	2.214*	ns
在中分組下	34.47054	6	5.74509	2.319*	ns
在低分組下	24.3881	6	4.064684	1.641	
誤差	1476.571	596	2.477		

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

ns：經 Scheffe 事後比較無任何兩組達顯著差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

貳、學習成效分組與每天非學習的電腦使用時數在認知策略「統整與歸納」

層面單純主要效果分析

由表 4-4-3 可知以下結果：

(一) 學習成效分組在每天非學習的電腦使用時數下對認知策略的「統整與歸納」層面之單純主要效果：

- (1) 學習成效分組在電腦使用時數 1~3 小時($F = 14.478, p < .001.$)有顯著差異，經事後比較發現，高分組學生優於中分組學生，中分組學生優於低分組學生。
- (2) 學習成效分組在電腦使用時數 3~5 小時($F = 3.067, p < .05.$)的 F 值雖達到顯著差異，但經事後考驗並沒有找出組別之間的差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

(二) 每天非學習的電腦使用時數在學習成效分組下對認知策略的「統整與歸納」層面之單純主要效果：

- (1) 每天非學習的電腦使用時數在學習成效分組為高分組($F = 4.785, p < .01.$)有顯著差異，經事後比較發現，每天非學習的電腦使用時數在 1~3 小時的學生優於每天非學習的電腦使用時數在 5 小時以上的學生。

表 4-4-3 學習成效分組與電腦使用時數在認知策略的「統整與歸納」層面之單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	事後比較
學習成效分組因子					
在電腦使用時數 1 小時以下	0.436	1	0.436	0.126	
在電腦使用時數 1~3 小時	103.832	2	51.916	15.018***	高分組>中分組； 中分組>低分組
在電腦使用時數 3~5 小時	20.955	2	10.478	3.031*	<i>ns</i>
在電腦使用時數 5 小時以上	6.994	2	3.497	1.012	
電腦使用時數因子					
在高分組下	53.628	3	17.876	5.171**	電腦使用 1~3 小時 >電腦使用 5 小時以上
在中分組下	6.560	3	2.187	0.633	
在低分組下	8.953	2	4.476	1.295	
誤差	2108.528	610	3.457		

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

ns：經 Scheffe 事後比較無任何兩組達顯著差異，但仍應接受 ANOVA 分析結果，即至少有一對平均數有差異。

參、學習成效分組與每天非學習的電腦使用時數在解題能力「了解題意」

層面單純主要效果分析

由表 4-4-4 可知以下結果：

(一) 學習成效分組在每天非學習的電腦使用時數下對解題能力的「了解題意」層面之單純主要效果：

- (1) 學習成效分組在電腦使用時數 1 小時以下($F = 12.442, p < .001.$)有顯著差異，但因其資料組別低於 3 組，因此未進行事後比較。
- (2) 學習成效分組在電腦使用時數 1~3 小時($F = 4.566, p < .05.$)有顯著差異，經事後比較發現，高分組學生優於中分組以及低分組學生。

(二) 每天非學習的電腦使用時數在學習成效分組下對解題能力的「了解題意」層面之單純主要效果：

- (1) 每天非學習的電腦使用時數在學習成效分組為高分組($F = 3.910, p < .01.$)有顯著差異，經事後比較發現，每天非學習的電腦使用時數在 1 小時以下優於在 5 小時以上。

表 4-4-4 學習成效分組與電腦使用時數在解題能力的「了解題意」層面之單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	事後比較
學習成效因子					
在電腦使用時數 1 小時以下	48.109	1	48.109	12.033***	<i>nr</i>
在電腦使用時數 1~3 小時	38.208	2	19.104	4.778**	高分組>中分組； 高分組>低分組
在電腦使用時數 3~5 小時	19.892	2	9.946	2.488	
在電腦使用時數 5 小時以上	6.726	2	3.363	0.841	
電腦使用時數因子					
在高分組下	43.479	3	14.493	3.625*	電腦使用 1 小時以下 >電腦使用 5 小時以上
在中分組下	14.720	3	4.907	1.227	
在低分組下	3.537	2	1.768	0.442	
誤差	2438.522	610	3.998		

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

nr：一組以上人數低於 2 人或低於 3 組，未進行事後比較。

肆、綜合討論

綜合上述二因子交互作用分析結果，在所有 12 個學習策略中，共有 3 個層面達二因子的顯著差異。分別為認知策略的「了解」、「統整與歸納」、以及解題能力的「了解題意」。茲將結果匯整如下：

- (1) 在認知策略的「了解」層面上，電機學院中，學習成效高、中分組優於學習成效低分組；資訊學院中，學習成效高分組優於學習成效低分組；工學院中，學習成效高分組優於學習成效中分組。
- (2) 在認知策略的「統整與歸納」層面上，每天非學習的電腦使用時數 1~3 小時中，學習成效高分組優於學習成效中分組，學習成效中分組優於學習成效低分組。而在學習成效高分組中，每天非學習的電腦使用時數在 1~3 小時優於每天非學習的電腦使用時數在 5 小時以上。
- (3) 在解題能力的「了解題意」層面上，每天非學習的電腦使用時數 1~3 小時中，學習成效高分組優於學習成效中、低分組。而在學習成效高分組中，每天非學習的電腦使用時數在 1 小時以下優於每天非學習的電腦使用時數在 5 小時以上。



第五節 微積分學習策略、大學入學考試分數與微積分學習

成效之相關分析

本節主要在分析受試者微積分學習策略、大學入學考試分數與微積分學習成效的相關情形，故採用皮爾森積差相關考驗，分析變項間的相關情形。以下就「微積分學習策略與微積分學習成效」、「入學考試分數與微積分學習成效」之間的相關情形一一說明。

壹、微積分學習策略與微積分學習成效之相關分析

本部份探討微積分學習策略與微積分學習成效之相關情形，分別以每個學習成效分組與 12 個學習策略各自進行皮爾森積差相關考驗，其研究結果如表 4-5-1。

表 4-5-1 微積分學習策略與微積分學習成效之積差相關摘要表

	學習策略	微積分學習成效
泛學科	焦慮	0.168***
	學科價值	0.184***
	自我管理	0.265***
	尋求幫助	0.137***
認知策略	先備知識	0.142***
	了解	0.185***
	詮釋與連結	0.164***
	統整與歸納	0.214***
解題能力	了解題意	0.170***
	解題策略	0.124**
	執行解題	0.269***
	檢驗工作	0.212***

** $p < .01$. , *** $p < .001$.

從表 4-5-1 的結果可知：

- (1) 泛學科學習策略的「焦慮」($r = .168, p < .001$)、「學科價值」($r = .184, p < .001$)、「自我管理」($r = .265, p < .001$)、「尋求幫助」($r = .137, p < .001$)與學習成效皆達顯著正相關，但屬低度正相關。其中「自我管理」與學習成效相關性最高，顯示自我學習的安排與時間的管理是學習策略的重點。
- (2) 認知策略的「先備知識」($r = .142, p < .001$)、「了解」($r = .185, p < .001$)、「詮釋與連結」($r = .164, p < .001$)、「統整與歸納」($r = .214, p < .001$)與學習成效

皆達顯著正相關，但屬低度正相關。其中「統整與歸納」與學習成效相關性最高，顯示學生統整與歸納的能力是認知策略的重點。

- (3) 解題能力的「了解題意」($r = .170, p < .001.$)、「解題策略」($r = .124, p < .01.$)、「執行解題」($r = .269, p < .001.$)、「檢驗工作」($r = .212, p < .001.$)與學習成效皆達顯著正相關，但屬低度正相關。其中「執行解題」與學習成效相關性最高，顯示執行解題的能力是解題能力的重點。

由上述結果可知，各個層面的學習策略皆與學習成效達正相關，即學習策略運用的能力越好，則學習成效的分數也會越高；相反而言，學習策略運用的能力越差，則學習成效的分數也會越低；本研究之假設 4：「微積分學習策略與微積分學習成效有顯著正相關」獲得支持。此一結果與國內的研究結果相符（陳如敏，2009；黃量意，2007；林宛瑩，2008）。

貳、大學入學考試分數與微積分學習成效之相關分析

本部份探討入學考試分數與微積分學習成效之相關情形，分別以學測數學級分、學測英文級分與微積分學習成效進行 Spearman's rho 相關考驗；指考數學甲成績、指考數學乙成績、指考英文成績與微積分學習成效進行皮爾森積差相關考驗，其研究結果如表 4-5-2。

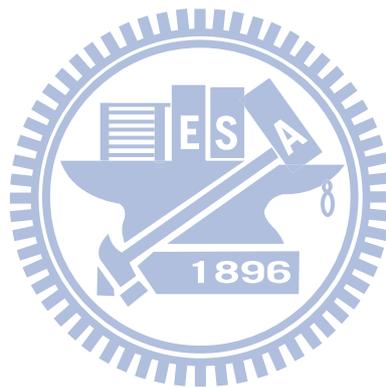
表 4-5-2 大學入學考試分數與微積分學習成效之積差相關摘要表

大學入學考試分數	微積分學習成效
學測數學	0.226***
學測英文	0.076
指考數甲	0.179**
指考數乙	0.037
指考英文	0.029

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

從表 4-5-2 的結果可知，在大學入學考試分數中，「學測數學」($r = .226, p < .001.$)、「指考數甲」($r = .179, p < .01.$)與微積分學習成效皆達顯著正相關，屬低度正相關，此一結果與柳賢（1993）相似。但指考數乙的分數與微積分學習成效未達顯著相關，研究者推測，可能是因為指考數學乙主要為高中社會組學生所報考，而在交通大學修習微積分的學生大部分為高中就讀自然組者，因此造成指考數學乙與微積分學習成效無顯著相關。而不論是「學測英文」($r = .076, p > .05.$)或「指考英文」($r = .029, p > .05.$)與

微積分學習成效未達顯著相關，此與梁仁馨（2009）的研究結果不符，研究者推測，雖然微積分的課本與考題皆為英文，但因為老師上課以中文講解，學生考試時也可向監考者詢問不懂的英文單字，因此英文能力較不影響微積分學習成效。本研究之假設 5：「微積分學習策略與大學入學的英、數成績有顯著正相關」獲得部分支持。



第五章 結論與建議

本研究主要目的在探討大一學生的微積分學習策略與學習成效之關係，並比較兩者之差異情形。

研究者運用問卷調查法，以自編之「大學生微積分學習策略量表」為研究工具。本研究之問卷調查對象為一百學年度上學期就讀於國立交通大學，修習微積分的大一學生，共計 626 人為研究對象。

問卷調查所得資料，以描述性統計分析的平均數、標準差、單一樣本 t 檢定、獨立樣本 t 檢定、單因子變異數分析、雙因子變異數分析、皮爾森積差相關分析等統計方法加以處理分析。

本章將根據研究假設與研究結果，歸納出主要的結論，並依據研究發現，提出具體建議，以作為教學和未來研究之參考。



本節根據文獻探討與主要研究發現，本研究可歸納出以下結論。

壹、大一學生的微積分學習策略以「學科價值」、「尋求幫助」、「先備知識」表現最佳；以「焦慮」、「自我管理」、「了解題意」表現最差

在各學習策略層面中，以「學科價值」為微積分學習策略中得分最高的層面，其次是「尋求幫助」、「先備知識」層面；得分最低的是「焦慮」層面，次低的是「自我管理」、「了解題意」層面。

本研究運用標準分數的單一樣本 t 檢定，發現大一微積分學生的學習策略運用情形，在全部 12 個層面均達到中等程度。而達到中高程度的亦有 4 個層面，分別為泛學科的「學科價值」、「尋求幫助」；認知策略的「先備知識」、「詮釋與連結」。

貳、個人背景變項在微積分學習策略上有顯著差異

個人背景的 7 個變項中，共有 5 個變項在微積分學習策略上有顯著差異，分別為「性別」、「大學入學方式」、「學院」、「平均非學習的電腦使用時數」、「微積分學習成效分組」。而各背景變項在不同的微積分學習策略層面上有顯著差異，分別描述如下：

在性別方面，12 個學習策略中，有 9 個學習策略均為男生優於女生，分別為泛學科的「焦慮」、「學科價值」、「尋求幫助」；認知策略的「先備知識」、「詮釋與連結」、「統整與歸納」；解題能力的「解題策略」、「執行解題」、「檢驗工作」。

在大學入學方式方面，繁星入學者泛學科的「自我管理」層面優於推甄申請者、以及考試分發入學者。推甄申請者在解題能力的「執行解題」、「檢驗工作」層面優於運動績優入學者。考試分發入學者在解題能力的「檢驗工作」層面優於運動績優入學者。

在學院方面，在泛學科的「學科價值」層面，電機、工、理學院學生優於資訊、生科、管理學院學生。而認知策略的「詮釋與連結」、「統整與歸納」層面與解題能力的「執行解題」、「檢驗工作」層面，為電機、工學院學生優於管理學院學生。

在平均非學習的電腦使用時數方面，每天非學習電腦使用時數 1-3 小時的學生在泛學科的「自我管理」、「尋求幫助」以及認知策略的「統整與歸納」層面優於每天非學習電腦使用時數 5 小時以上的學生。

在微積分學習成效分組方面，微積分學習策略的所有層面皆為高分組學生優於中分組與低分組學生。

參、個人背景變項在微積分學習成效上有顯著差異

共有 3 個變項在微積分學習成效上有顯著差異，分別為「性別」，男生優於女生、「學院」，電機、資訊、工、理學院優於管理學院、「平均非學習的電腦使用時數」，1 小時以下優於 3~5 小時以及 5 小時以上。

肆、個人背景變項與微積分學習成效在微積分學習策略上有交互作用

就其二因子的比較上，電機學院、資訊學院學生在認知策略的「了解」層面，高分組優於低分組。電腦使用 1~3 小時學生在認知策略的「統整與歸納」、解題能力的「了解題意」層面，高分組優於低分組。而微積分學習成效高分組學生在認知策略的「統整與歸納」、解題能力的「了解題意」層面，電腦使用時數低者優於電腦使用時數高者。

伍、微積分學習策略與微積分學習成效有顯著正相關

微積分學習策略的各個層面皆與微積分學習成效達顯著正相關，其中相關性最高為解題能力的「執行解題」，其次為泛學科的「自我管理」，以及認知策略的「統整與歸納」。

陸、大學入學考試數學分數與微積分學習成效有顯著正相關

學測數學級分、以及指考數學甲分數皆與微積分學習成效達顯著正相關，但指考數學乙分數與微積分學習成效無顯著相關。而英文方面，不論學測或指考皆與微積分學習成效無顯著相關。



第二節 建議

根據上述的研究結果，研究者針對微積分學生、教師、以及未來研究者，提出以下的具體建議，以利教育工作發展及提供未來從事研究者之經驗。

壹、對學生學習的建議

一. 調整自我管理的策略

本研究發現，微積分學習策略各個層面中，表現最差的學習策略層面為「焦慮」，顯示學生準備考試期間充滿壓力，並擔心考試的結果；次差的學習策略層面為「自我管理」，顯示學生對於學習微積分的時間管控以及安排讀書計畫、練習題目的能力不佳。本研究亦發現，每天平均非學習的電腦使用時數較低者，在微積分學習策略多個層面、以及微積分學習成效上，優於每天平均非學習的電腦使用時數較高者。且差異比較部分，微積分學習成效高分組學生的部分微積分學習策略層面，亦顯示電腦使用時數低者優於電腦使用時數高者。因此，建議大一學生在屬於較開放的大學學習環境中，把握住學習的機會，避免因為非學習的電腦使用時數過高，而影響微積分的學習，並用心的規畫自我的學習步調，妥適安排微積分的學習計畫，避免考試前的臨時抱佛腳，造成心情上不必要的恐懼與焦慮。

二. 靈活運用學習策略

本研究發現，微積分學習策略各個層面與微積分學習成效皆達顯著正相關，顯示若有良好的微積分學習策略，其微積分學習成效亦較優，因此導正微積分的學科價值、適時的尋求老師或助教的幫助、改善自我的認知策略與解題能力，是提升學習成效的重要條件。此外，在泛學科的「學科價值」；認知策略的「統整與歸納」；解題能力的「執行解題」、「檢驗工作」，是微積分學習成效高、中、低分組學生具有顯著差異的層面，因此針對這些學習策略進行改善，有助於微積分學習成效的提升。

貳、對教師教學的建議

一. 提供考試中，適時的題意解釋

本研究發現，交通大學大一微積分學生在解題能力的「了解題意」層面雖達中等程度，但為四個層面表現最差者；又本研究所作的相關性研究發現，學測與指考英文分數與微積分學習成效無顯著相關，因此研究者推論學生的英文能力應與了解題意的關係不大。此一結果顯示有必要針對學生「了解題意」的能力作加強，除了可以訓練學生將應用問題的解題關鍵轉成可以計算的數學式子之外，也可以提供學生了解題目背後所要檢測的問題核心之方法。

二. 注重學生個別差異，提供適時輔導

本研究發現，12 個微積分學習策略層面中，有 9 個層面均為男生優於女生，顯示大一女生在微積分的學習上，可能有較多的學習困難，因此注重性別的學習差異，適時給予協助，並且避免性別的刻板印象威脅，使女生在男生比例佔多數的學習環境下，能順利改善其學習策略。而 12 個微積分學習策略層面中，有 6 個層面為部分學院優於管理學院，顯示管理學院學生在微積分的學習上，亦需要給予協助，而且相較於其他學院，管理學院部份學生高中時期為社會組，並沒有學習過微積分，因此提供額外的助教諮詢，或者對於管理學院學生的微積分課程作適切的安排，以及考量其專業領域作適度的教學重點取舍，都是可以幫助管理學院學生學好微積分的方法。而學科價值方面，為電機、工、理學院學生優於資訊、生科、管理學院學生；因此，教學者有必要在課堂上多提及微積分對於資訊、生科、管理學院學生在未來專業領域的幫助，並試圖導正其學習微積分的學科價值。在大學入學方式方面，運動績優入學的學生特別在解題能力的 2 個層面低於其他入學方式的學生，因此有必要針對運動績優入學的學生提供解題能力的訓練。

參、對未來研究的建議

一. 擴大研究對象的範圍

本研究的研究對象，僅限於國立交通大學大一學生，未能擴大取樣範圍，如將取樣之範圍擴大，以比較各地區之差異性，將可使所得資料更具代表或完整性。另外可將研究對象延伸至各個年級的學生，以了解第一次修習微積分的學生與修習多次的學生，在微積分學習策略上的差異。

二. 增加背景變項的研究

本研究僅探討大一學生微積分學習策略在不同的性別、就讀高中地區等 6 個背景變項下對學業成就的差異情形，但影響學業成就的因素尚有很多，因此建議未來之研究可考慮納入其他變項進行研究，將本研究所探討之變項再予以擴充，以更多元的角度來了解此一議題。

三. 利用其他研究方法

本研究主要採問卷調查法，學生依照自身的經驗在問卷上圈選合適的代號，研究者再將收集到的結果加以分析。但自陳式工具易受環境或個人認知等主客觀因素影響，而未必完全正確。故建議日後的研究者，除了自陳量表以外，建議增加質的研究，如進行觀察法、訪談法、放聲思考法，可增加課室觀察、晤談學生、分析學生解題過程等質性研究方法，還可以採用長時間追蹤觀察，將研究問題深入學生的心理層面，探討微積分學習策略的心理運作歷程，進一步瞭解各變項之間的關係，再與量的研究配合印證，將使研究更具價值。

參考文獻

一. 中文部分

丁慕玉 (2008)。「暑修微積分學生之背景與學業成就的探討」。虎尾科技大學學報，27(4)，65-74。

白啓光 (2005)。使用 CAS 之微積分實驗教學之成效研究。國科會專題研究計畫成果報告。

汪榮才 (1990)。國小六年級資優生與普通生在數學解題中之後設認知行爲。台南師範學院初等教育學報，3，199-243。

李文益 (2004)。文化資本、多元入學管道與學生學習表現—以台東師院爲例。台東大學教育學報，15(1)，1~32。

李鵬 (2005)。新課程標準下數學學習策略的研究與教學。山東師範大學課程與教學論碩士論文。

辛靜宜，林珊如，葉秋呈 (2005)。五年制專科學生爲績分學習動機與策略之初期研究。南大學報，39(2)，65-82。

辛靜宜，葉秋呈 (2006)。微積分學習動機、策略與成就之研究分析。明新通識學報，2，1-20。

余秋芬 (2004)。高中學科能力測驗成績與大學入學後學科學習績效之相關性研究-以中國文化大學爲例。中國文化大學國際企業管理研究所，未出版，台北。

林宛瑩 (2008)。國中生數學學習動機、數學學習策略與數學學業成就之相關研究。慈濟大學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

林清山 (1997)。有效學習的方法。台北：教育部訓育委員會。

吳和堂 (2011)。教育論文寫作與實用技巧。台北：高等教育。

柳賢 (1993)。大學聯考數學成績與大一微積分學習成就之相關研究。高雄師大學報，4，231-251。

姚如芬(1993)。高雄地區高中一年級學生數學學習態度與其數學學習成就之相關研究。國立高雄師範大學數學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。

洪茂原(2007)。校外數學補習對屏東縣國小高年級學童數學態度與數學學習策略影響之研究。國立屏東教育大學應用數學所碩士論文，未出版，屏東。

洪寶蓮(1990)。大學生學習與讀書策略量表之修訂及調查研究。國立彰化師範大學輔導研究所碩士論文，未出版，彰化。

洪寶蓮(1993)。學習策略之研究。彰化：國立彰化師範大學成人教育中心。

郭宜君(1996)。嘉義市成人學習策略及其相關因素之研究。中正大學成人及繼續教育研究所碩士論文，未出版，嘉義。

郭郁智(2000)。國民中學學生學習策略、批判思考能力與學業成就之相關研究。國立高雄師範大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。

陳一如、李弘斌(2000)。入學方式對學生入學後成績表現之影響。技術學刊，15(3)，423-430。

陳李綢(1988)。學習策略的研究與教學。資優教育，29，15-24。

陳李綢(1999)。認知發展與輔導。台北：心理。

陳如敏(2009)。馬祖地區國小高年級學童數學學習策略與學業成就之研究。銘傳大學教育研究所碩士論文，未出版，台北。

陳怡君(1994)。台北區公立高中學生學習策略、學業興趣及性向與英、數兩科學業成就之關係。國立政治大學教育研究所碩士論文，未出版，台北。

陳品華(2000)。二專生自我調整學習之理論建構與實證研究。國立政治大學教育研究所博士論文，未出版，台北。

陳淑均(2007)。合作學習結合學習檔案教學法對學生數學解題成就影響之研究。慈濟大學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

陳鳳如(2003)。不同寫作能力的國中生在寫作歷程與讀者覺察能力之研究。國立台北師院學報，16(1)，63-68。

梁仁馨（2009）。學測成績分群結果與微積分學習表現之間的關係。國立中央大學數學研究所碩士論文，未出版，桃園。

梁麗珍（2005）。技術學院學生數學學習策略之建構—以嶺東技術學院學生為樣本。學習、教學與評量國際研討會論文。台北：國立台灣師範大學。

葉秋呈（2007）。以模糊理論建構微積分學習之異同分析。測驗學刊，54(1)，175-196。

楊瑞智（1994）。國民小學數學科課程改革的趨勢與特色。臺北市立師範學院承辦，國小四科課程改革與實施研討會，大會手冊暨論文集，49-66。臺北市立師範學院。

黃冠仁（2006）。台灣地區大學生微積分學習態度的研究。國立交通大學應用數學所碩士論文，未出版，新竹。

黃量意（2007）。國小學童數學學習策略、數學焦慮與數學學業成就相關之研究。國立臺南大學數學教育學系教學班碩士論文，未出版，台南。

黃銀波（1998）。專科生對微分解題之反思。嘉義技術學院學報，59，143-161。

黃敏晃（1991）。淺談數學解題。教與學，23 期，2-15。

張春興（2008）。教育心理學--三化取向的理論與實踐。台北：東華。

張春興，陳李綢（1977）。國小男女生學業成績的性別差異與其教師性別差異的關係。教育心理學報，10，21-34。

張新仁（2006）。學習策略的知識管理。教育研究與發展期刊，2(2)，19-42。

程炳林（2002）。大學生學習工作、動機問題與自我調整學習策略之關係。國立台灣師範大學教育心理學報，33(2)，79-102。

潘尚怡（2008）。大一微積分的平時表現與總結性評量之間的關係。國立中央大學數學研究所碩士論文，未出版，桃園。

繆龍驥（1981）。大學微積分課程的一些問題。科學發展，19(5)，614-617。

鄭百恩(2007)。Excel 輔助微積分學習之教學實驗研究。國立彰化師範大學數學研究所碩士論文，未出版，彰化。

鄭秀真（1998）。學習策略訓練課程對國小四年級兒童學習適應、數學學習動機與數學成就之影響研究。國立高雄師範大學教育學類研究所碩士論文，未出版，高雄。

鄭昭明（2006）。認知心理學：理論與實踐。台北：桂冠。

謝哲仁（2002）。可操作微積分基本概念教學之設計。翰林數學天地，30，21-34。

魏慧美，黃家濠（2009）。大一新生學習策略與學習成就關係之研究。高雄師大學報，26，1-27。

Anastansi, E. & Urbina, S.(2005). 心理測驗（危芷芬，譯）。台北：雙葉。

Skemp, R. R. (1987). 數學學習心理學（陳澤民，譯）。台北：九章。

Grant W. & Jay M. (2008). 重理解的課程設計（賴麗珍，譯）。台北：心理。

Mayer, R. E. (1987). 教育心理學：認知取向（林清山，譯）。台北：遠流。

Polya, G. (1993). 怎樣解題（蔡坤憲，譯）。台北：天下文化。



二. 英文部分

Brownell, M. (1979). Cognitive development and the learning of mathematics. *Cognitive Development in the school year*. London: Croom Helm.

Charles, R. I. & Lester, F. K. (1984). An evaluation of a process-oriented instructional program in mathematical problem solving in grades 5 and 7. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15, 15-34.

Chase, C. I. (1978), *Measurement for educational evaluation* (2nd ed.), Reading, MA: Addison-Wesley.

Chi, M. T. H. & Glaser, R. (1985). Problem-solving ability. In Robert J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information-processing approach* (pp. 227-250). New York: W. H. Freeman and Company.

Dansereau, D. F. (1985). Learning strategy research. In J.W. Segal, S. F. Chipman, & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills: Relating learning to basic research* 209-240. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991), *Essentials of educational measurement* (5th ed.), Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Ferrell, B. G. (1983). A factor analysis comparison of for learning-styles instruments. *Journal of Educational Psychology*, 75(1), 33-39.

Gagne, R. M. (1985). *The condition of learning and theory of instruction*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Gagne, E. D. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston, M.A.: Little, Brown and Company.

Gagne, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive psychology of school learning*. New York: Longman.

Haynes, N. M. (1986). Review of the perspectives underlying study skills research with special emphasis on the motivational dimensions : Self-esteem, performance sttribution and anxiety. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 283 909)

Hilton, T. L., & Berglund, G. W. (1974). Sex differences in mathematics achievement longitudinal study. *The Journal of Educational Research*, 67, 232-237.

Hinton, A. L. (1998). *Teaching and learning strategies: A comparison of teachers' and students' perceptions*.(Dissertation Abstracts International 60/02 A).

Hoeksema, L. H. (1995). *Learning strategy as a guide to career success in ganizations*. Leiden University, The Netherlands: DSWO Press.

Holman, D., Epitropaki, O., & Fernie, S.(2001). Understanding learning strategies in the workplace: A factor analytic investigation. *Journal of Occupational & Organizational Psychology*, 74(5), 675.

Hougham, P. (2002). Improving student teachers' strategies for asking a range of both high and low level questions through math evaluation. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 349 309)

Hyde, J., Fennema, E., & Lamon, S. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107(2), 139-155.

Kardash, C. M., & Amlund, J. T. (1991). Self reported learning strategies and learning from expository text. *Contemporary Educational Psychology*, 16, 117-138.

Marx, D. M., & Roman, J. S. (2002). Female role models: Protecting women's math test performance. *Personality and social psychology bulletin*, 28(9), 1183-1193

McKeachie, W. J. (1987). *Teaching and learning in the college classroom: A review of the research literature*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Supervisors of Mathematics.

Oxford, R.L., & Nyikos, M., (1989). Variables affecting choice language learning strategies by University students, *Modern Language Journal*, 73(3), 291.

Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *Four manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire*. Ann Arbor: School of Education, University of Michigan.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics*, 334-370. New York: Macmillan.

Schunk, D. H. (2000). *Learning theories: An educational perspective (3rd ed.)*. Columbus, OH: Merrill/Prentice-Hall.

Singer, R.N., & Gerson, R.F. (1979). Learning strategies, cognitive processes, and motor learning. In H. F. O'Neil & C.D. Spielberger (Eds.), *Cognitive and affective learning strategies* (pp. 215-247). N.Y.: Academic Press.

Skemp, R. R. (1989). *Mathematics in the primary school*. London: Routledge. Thomas, J. W., & Rohwer, W. D. Jr. (1986). Academic studying : The role of learning strategies. *Education Psychology*, 21(1 & 2), 19-41.

Symons, S., Snyder, B., & Cariglia-Bull, T., Pressley, M. (1989). Strategy instruction research comes of age. *Learning Disability Quarterly*, 12, 16-30.

Tall,D.(1992). The transition to advanced mathematical thinking: function , infinity , and proof. In D.A. Grouws,(ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning, a project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 495-511). New York:Macmillan.

Tall,D.(1993). Students' difficulties in calculus. *Plenary presentation in Working Group 3, ICME,7*, 13-28.

Wadsworth, J. H., Husman, J., Duggan, M. A., & Pennington, M. N. (2007, Spring). Online mathematics achievement: Effects of learning strategies and self-efficacy. *Journal of Developmental Education*, 30(2), 6-14.

Warr, P. B., & Allan, C. (1998). Learning strategies and occupational training. In C. L. Cooper & I. T. Robertson (Eds.), *International review of industrial and organizational psychology*, 83-121. Chichester: Wiley.

Weinstein, C. E. (1982). Training students to use elaboration learning strategies. *Contemporary Educational Psychology*, 7, 301-311.

Weinstein, C. E., & Mayer, R. E.(1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp.305-327). New York: Macmillan.

Wolter, C. (1998). Self-regulated learning and college students' regulation of motivation. *Journal of Education Psychology*, 90(2), 224-225.

Zimmermann,W.(1991). Visual thinking in calculus. In Zimmermann,W. and Cunningham (Eds.) *Visualization in teaching and learning mathematics*. (pp.127-138). MAA

附錄 大學微積分學習策略量表

同學您好：

此份問卷是針對修習微積分的學生，研究其學習狀況。因為每個人的學習策略有所不同，所以沒有標準答案。請各位依照自身的實際情況作答即可。

為了研究的有效性，請您確實填答所有問題。您的一切回答，包括個人資料，都僅供學術研究之用，絕不會對外公開，請您放心填答。衷心感謝您的合作！

祝您 身體健康 修課愉快

交通大學 數學研究所

研究生： 楊嘉勝 敬上

中華民國九十九年十二月

一. 基本資料

您所回答的資料僅供本研究統計分析之用，絕不對外公開，亦不會影響您修課的分數與權益，請您放心填寫；並在適當的方格「」內打 \checkmark 。謝謝！

1. 學號：_____。

2. 年級：_____。

3. 性別： 男 女

4. 就讀高中地區：

北部 中部 南部 東部 離島 外籍生

5. 所屬學院： 電機學院 資訊學院 工學院
 理學院 生物科技學院 管理學院
 光電學院 人文社會學院 客家文化學院

6. 是否有參加學校或系上的社團： 是 否。

7. 每天平均非學習的使用電腦時數大約為：

1小時以下 1~3小時 3~5小時 5小時以上。

二. 學習策略

每一題後面有五個數字，請就您大學學習微積分的狀況，圈選最適合的數字。

題 目 內 容	符合程度				
	非常 不符合	不 符合	部分 符合	符合	非常 符合
1. 我認為微積分的學習對我是有用處的。	1	2	3	4	5
2. 我覺得微積分的學習，有助於提升我解決問題的能力。	1	2	3	4	5
3. 我覺得我的專業領域會用到微積分，所以應該學好微積分。	1	2	3	4	5
4. 每次微積分考試時，我都會擔心考不好。	1	2	3	4	5
5. 即使我已經把微積分考試的內容都準備好了，但是我仍感到非常焦慮。	1	2	3	4	5
6. 面對微積分考試時，我會覺得非常慌張。	1	2	3	4	5
7. 我很少利用做練習題，來幫助自己學習。	1	2	3	4	5
8. 準備微積分的考試時，我常常臨時抱佛腳。	1	2	3	4	5
9. 我會在我自己安排的時間內，複習完我所設定的範圍。	1	2	3	4	5
10. 學習微積分，遇到有不懂的地方，我會請教別人。	1	2	3	4	5
11. 我遇到不懂的微積分內容時，我常常放著不管。	1	2	3	4	5
12. 我會與同學討論不會作的習題。	1	2	3	4	5
13. 因為我的計算能力不好，而影響了微積分的學習。	1	2	3	4	5
14. 因為我高中數學某些單元(如：三角函數)沒有學好，而影響了微積分的學習。	1	2	3	4	5
15. 因為我的空間概念不好，而影響了微積分的學習。	1	2	3	4	5
16. 我會因為教課書是英文的，而造成學習上的困難。	1	2	3	4	5
17. 我常常無法理解微積分課本或筆記的內容。	1	2	3	4	5
18. 我會把難懂的數學概念(如：極限、微分)，轉成自己可以理解的話。	1	2	3	4	5
19. 我會把微積分的定理轉換成我自己可以理解的語句。	1	2	3	4	5
20. 我會統整較為複雜的微積分觀念。(如：統整 $f'(x) = 0$ 與極值、反曲點的複雜關係。)	1	2	3	4	5

題 目 內 容	符合程度				
	非常 不符合	不 符合	部分 符合	符合	非常 符合
21. 當微積分學習到一個段落時，我會整理並歸納這個段落的內容。	1	2	3	4	5
22. 每當練習完一個章節的微積分題目後，我會試著整理出這些題目的解題程序。	1	2	3	4	5
23. 我會因為題目是英文的，而影響我對題目的了解。	1	2	3	4	5
24. 我常常無法把微積分的應用問題轉成可以計算的數學式子。	1	2	3	4	5
25. 我常常不清楚題目所要問的問題是什麼。	1	2	3	4	5
26. 每次解題時，我會先試著思考是否有做過類似的題目。	1	2	3	4	5
27. 每次解題時，我會先試著思考題目本身所要考的觀念是什麼。	1	2	3	4	5
28. 當我遇到沒有看過的題型，我會不知道如何去下手。	1	2	3	4	5
29. 我常常把微積分題目的解題過程背起來，而沒有確實了解。	1	2	3	4	5
30. 已經會了的題目，如果用不同的方式呈現，我可能就不會做了。	1	2	3	4	5
31. 我常常算題目算到一半就不知道怎麼繼續做下去。	1	2	3	4	5
32. 發現自己算的答案與解答不同，我有能力判斷是哪裡出了問題。	1	2	3	4	5
33. 我有辦法指出同學解題錯誤的地方。	1	2	3	4	5
34. 當求出的答案有多個的時候，我有能力判斷哪些是不合的。	1	2	3	4	5

本問卷到此結束，感謝各位的填答。煩請您重新檢視是否所有選項皆已填答，謝謝！

附錄 九十九學年度第一學期微積分會考試題

說明：

- (1) 答題之前請先檢查所取得之試卷與答案卷是否正確。
- (2) 測驗時間 110 分鐘。試卷加答案卷共計 6 頁。
- (3) 試卷包括選擇題與填充題，總分共計 100 分，占學期成績之 30%。考卷成績將做為微積分獎給獎依據。
- (4) 請先確實在答案卡與答案卷填入相關個人資料。答題時請依題號作答，否則不予計分。

◎ 單選擇題 (單選十題，每題五分，共五十分，答錯不倒扣)

1. How many points of intersection are there between $y = x^2$ and $y = 2^x$?
(A) 0; (B) 1; (C) 2; (D) 3.

2. Consider $f(x) = \begin{cases} -5x+2 & \text{if } x \geq 0, \\ \frac{-(x+1)^2}{4} & \text{if } x < 0. \end{cases}$

When using the $\varepsilon - \delta$ definition to prove that $\lim_{x \rightarrow -1} f(x) = 0$, the largest δ for $\varepsilon = 1$ is

- (A) 2; (B) 1; (C) $1\frac{2}{5}$; (D) $1\frac{3}{5}$.

3. Evaluate the limit of $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1}{\ln(x+1)} - \frac{x+1}{x} \right)^2$.

- (A) 0; (B) $\frac{1}{4}$; (C) 1; (D) nonexistent.

4. Evaluate the limit $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{e^{\frac{4+\frac{6}{i}}{n}}}{3+\frac{3}{i}} \right)$ as a definite integral.

- (A) $\int_2^5 \frac{e^{2x}}{6(1+x)} dx$; (B) $\int_0^3 \frac{e^{4+2x}}{2(3+x)} dx$;
(C) $\int_0^1 \frac{e^{4+x^6}}{2(3+x^3)} dx$; (D) $\int_3^6 \frac{e^{1+2x}}{6x} dx$.

5. Which one of the following statements is TRUE for $\int_0^1 e^{-x^2} dx = L$?

- (A) $\frac{1}{2}(1+e^{-\frac{1}{4}}) < L < 1$; (B) $L = 1$; (C) $\frac{1}{2}(e^{-\frac{1}{4}} + e^{-1}) < L < 1$; (D) $L > 1$.

6. Evaluate the integral $\int_0^1 \frac{x^2 + x + 2}{x^2 + 1} dx$.

- (A) $2 - 2\ln 2$; (B) $\frac{4\ln 2 - \pi}{6}$; (C) $\frac{\pi + 4 + 2\ln 2}{4}$; (D) $\frac{\pi + 8 - \ln 2}{8}$.

7. Find the surface area of the solid of revolution formed by rotating $y = x^4$ over $[0, 3]$ about the x -axis.

- (A) $\int_0^3 2\pi x \sqrt{1+16x^6} dx$; (B) $\int_0^3 2\pi x \sqrt{1+x^3} dx$;
(C) $\int_0^3 2\pi x^4 \sqrt{1+16x^6} dx$; (D) $\int_0^3 2\pi x^4 \sqrt{1+x^3} dx$.

8. Evaluate the integral $\int_e^\infty \frac{1+e^{-x^2}}{x} dx$.

- (A) $\frac{1}{e}$; (B) 1; (C) e^{-e^2} ; (D) divergent.

9. Find the area of the region bounded by the x -axis, $x = \pi r$ and the half arch of the cycloid $x = r(\theta - \sin \theta)$, $y = r(1 - \cos \theta)$ with $r > 0$ and $0 \leq \theta \leq \pi$.

- (A) πr^2 ; (B) $\frac{3}{2}\pi r^2$; (C) $3\pi r^2$; (D) $3\pi r^3$.

10. Find the area outside the circle $r = 3$ and inside the polar curve $r = 2 + 2\cos \theta$.

- (A) π ; (B) $4 + \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\pi}{2}$;
(C) $\frac{9}{2}\sqrt{3} - \pi$; (D) $2 + 7\sqrt{2} - \pi$.

◎ 多選擇題 (多選五題，每題五分，共二十五分。答錯一個選項扣兩分，錯兩個選項以上不給分，分數不倒扣)

1. Which of the following statements are TRUE for $f(x) = \frac{\ln x^2}{2x^2}$?

- (A) f is increasing on $(-1, 0)$.
- (B) f is concave downward on $(-1, 0)$.
- (C) The graph of f has only one inflection point.
- (D) f has the absolute maximum value $\frac{1}{2e}$.

2. Which of the following statements are WRONG for the real function $f(x)$ on (a, b) ?

- (A) If $f'(c) = 0$ for some point $c \in (a, b)$, then $f(x)$ has a local extrema at $x = c$.
- (B) If $f(x)$ is continuous on (a, b) , then $f(x)$ must have an absolute minimum on (a, b) .
- (C) If $f''(x)$ exists on (a, b) , then $f'(x)$ is continuous on (a, b) .
- (D) If $f^2(x)$ is differentiable on (a, b) , then $f(x)$ must be differentiable on (a, b) .

3. Consider

$$g(x) = \begin{cases} \frac{1}{x} \int_0^{\sqrt{x}} \frac{1}{t^2 + \sqrt{t} + 1} dt & , x > 0, \\ 1 & , x \leq 0. \end{cases}$$

Which of the following statements are TRUE ?

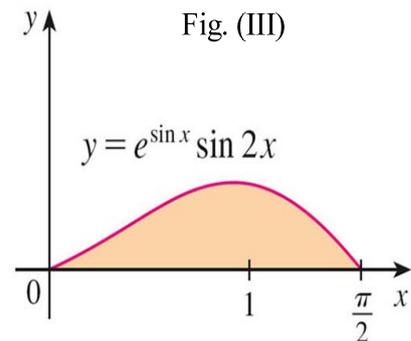
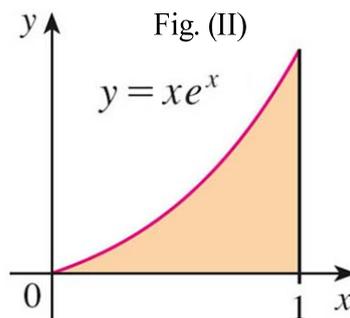
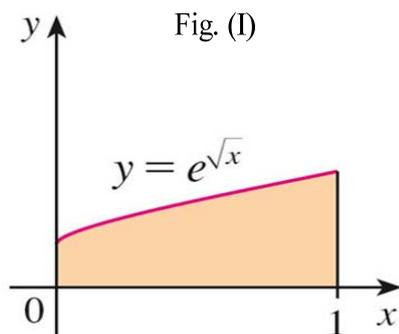
- (A) $\lim_{x \rightarrow 0} g(x) = 1$;
- (B) $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = 0$;
- (C) $\lim_{x \rightarrow 0} (\sin x)g(x) = 0$;
- (D) $\lim_{x \rightarrow 1} g'(x) > 0$.

4. Consider $f(x) = \begin{cases} x^2 \sin \frac{1}{x^3} & \text{if } x > 0, \\ 0 & \text{if } x \leq 0. \end{cases}$

Which of the following statements are TRUE ?

- (A) f is continuous on \mathbb{R} ; (B) f is differentiable on \mathbb{R} ;
 (C) $f'(0) = 0$; (D) f' is continuous on \mathbb{R} .

5. Which of the following statements are TRUE?



- (A) The shaded areas in Fig. (I) and Fig. (II) are equal.
 (B) The shaded areas in Fig. (II) and Fig. (III) are equal.
 (C) The shaded areas in Fig. (I) and Fig. (III) are equal.
 (D) The shaded areas in Fig. (I), Fig. (II) and Fig. (III) are distinct.

◎ 填空题 (五题, 每题五分, 共二十五分, 答错不倒扣)

1. Evaluate the limit $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{2^x + 5^x}{2} \right)^{\frac{1}{x}}$. _____ (1)

2. Evaluate the integral $\int \frac{x}{\sqrt{x^2 + x + 1}} dx$. _____ (2)

3. A wedge is cut out of a circular cylinder of radius 6 by two planes. One plane is perpendicular to the axis of the cylinder. The other intersects the first at an angle of 45° along a diameter of the cylinder. Find the volume of the wedge. _____ (3)

4. Find the length of the curve $y = \int_e^x \sqrt{(\ln t)^2 - 1} dt$ from $x = e$ to $x = e^2$. _____ (4)

5. Find the length of the polar curve $r = 1 + \sin \theta$ with $0 \leq \theta \leq \pi$. _____ (5)