

國立交通大學

應用數學系

碩士論文

開放式課程之再利用及模組化
— 以微積分課程為例

Reuse and Modulization of OpenCourseWare
— A Case of a Calculus Course

研究生：陳珈惠

指導教授：白啟光 教授

中華民國一百零二年六月

開放式課程之再利用及模組化

— 以微積分課程為例

Reuse and Modulization of OpenCourseWare

— A Case of a Calculus Course

研究生：陳珈惠

Student: Chia-Hui Chen

指導教授：白啟光

Advisor: Chi-Kaung Pai



國立交通大學

應用數學系

碩士論文

A Thesis

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

June 2013

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百零二年六月

開放式課程之再利用及模組化

— 以微積分課程為例

研究生：陳珈惠

指導老師：白啟光 教授

國立交通大學應用數學系碩士班

摘要

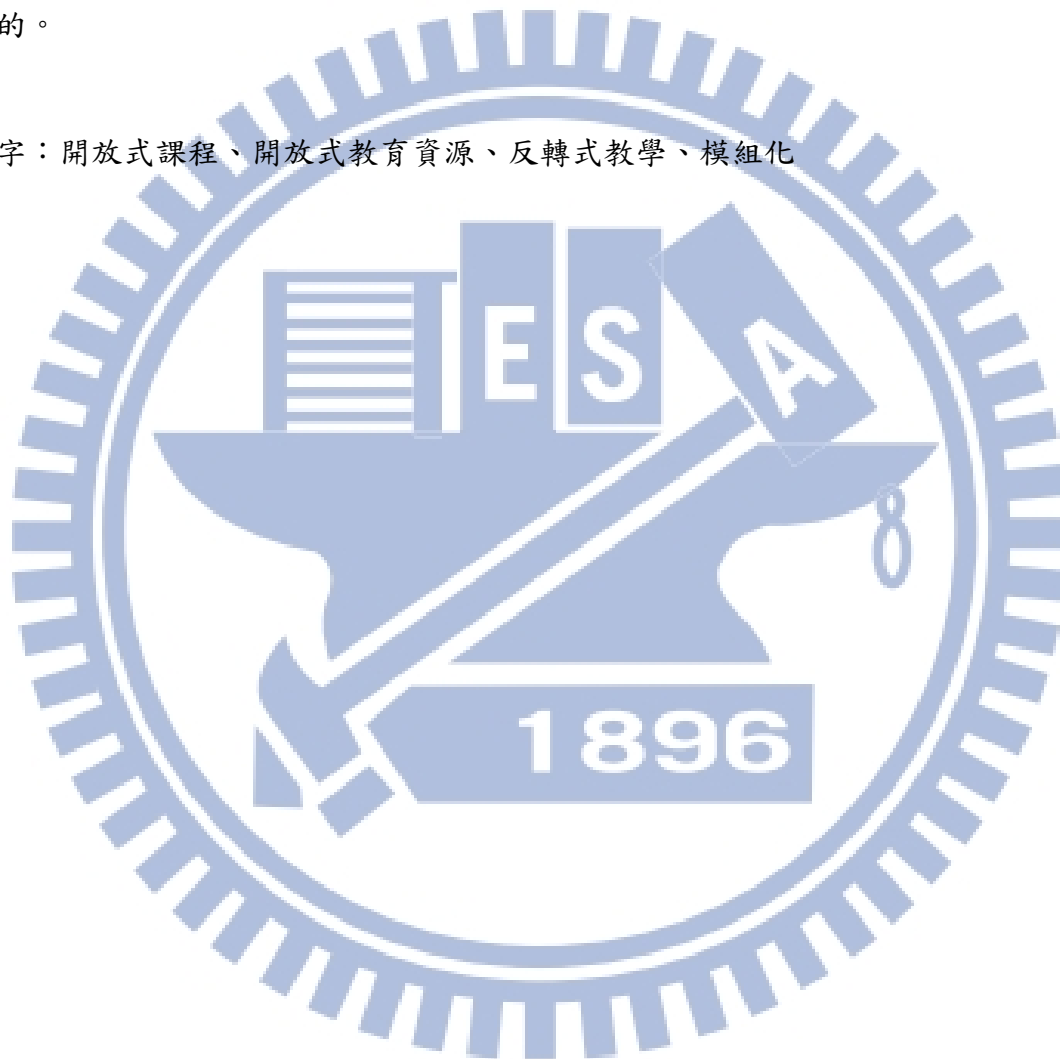
現今高科技的社會中，由於網路的蓬勃發展使得知識快速的傳播至世界各地，數位學習中開放內容(Open Content)的推廣，並透過各校所提供的開放式課程，讓來自於不同區域與不同教育背景的學習者透過網路即可取得各教育機構的學習資源。開放式課程以完全公開無償的方式，提供所有熱愛學習的學習者另一種學習模式。而本研究旨在改善現今開放式課程所提供之影音課程，並於開放式課程的再利用教學模式開始探討，藉由教學者的適當運用使原先僅置於開放式課程的影片能夠造成更大的影響力，讓更多學生能夠利用已發佈的課程影音進行學習。

本研究以微積分課程進行探究，採用微積分課程的原因為微積分是大學數學的入門課程，在銜接高中與大學數學間占有一定的重要性，另由研究中所探究不同屬性的學校及不同學院的微積分課綱，瞭解到一般大學與技職學校所講授的微積分課程內容即有不同。由於國立交通大學莊重老師的微積分(一)開放式課程為台灣開放式課程聯盟所提供之微積分開放式課程中瀏覽量最高的課程，所能影響的學習者最多，故本研究針對此門課程進行分析。

而藉由聯合大學課程套件計畫中，研究者與教學者的訪談及施測學生的問卷調查與學習成效分析，可知將開放式課程再利用的教學模式對於學生在學習上有很大的幫助。但由計畫中也得知由於教學者擷取之課程影片依舊為線性式的影音，故學生在學習上還是有部分內容無法理解。對於不同教育背景的學習者，使用同一影音課程來教學的模式對於許多學習者在學習上確實有諸多不便。此外，對於教育工作者而言，如何在短時間內適當選取合適的教學資源融入教學中並不容易。故本研究針對如何改善原先國立交通大學開放式課程所提供之莊重老師微積分(一)影音課程進行探究，並依據文獻探討中發現以課程模組化的方式能夠提供使用者一種非線性思維的模式。

故本研究依據國立交通大學開放式課程中所提供之莊重老師微積分(一)部分課程為例進行模組化程序，考慮每一單元相關性做適當性連接，並依照難易度分析及時間長度的考量下規畫出一個適合所有不同教育背景學習者及教育工作者的全新模式以提供解決策略。此也打破了原先依照每一章節循序漸進學習的觀點，提供了一種不同思維的學習方式，不僅讓教學者能以更簡易的方式選取適合該校學生的模組片段作為輔助教材，也能讓學習者在最短的時間達到最有效率並以符合個別化的方式來學習，取代了原先僅有線性組合的學習方式也讓學習者有更多的學習途徑能夠選擇，並以更彈性、更適性化的方式來學習，若有助於增強教學者利用模組化後的課程並以符合各校學生的需求進行再利用教學，提升學習者的學習動機與學習成效，進而讓學習者對於學習產生正面效應，此亦是我們所樂見的。

關鍵字：開放式課程、開放式教育資源、反轉式教學、模組化



Reuse and Modulization of OpenCourseWare

– A Case of a Calculus Course

Student : Chia-Hui Chen

Advisors : Dr. Chi-Kaung Pai

Department of Applied Mathematics
National Chiao Tung University

ABSTRACT

A procedure is in a high-tech society nowadays, knowledge spread all around the world rapidly due to the highly-developed Internet. With the promotion of E-learning and the OpenCourseWare that every schools provide, which definitely provide every education institute's teaching resources with learners come from different areas or different learning background via the internet. OpenCourseWare provides enthusiastic learners with another kind of learning pattern in a public way. Furthermore, the purpose of this study is mainly focus on improving the recent video courses that provided by OpenCourseWare. Then, start to discuss the teaching pattern of reuse of OpenCourseWare. Through the adequate use of educators, this makes great influence on today's video courses, by which students can easily learn from the video courses that had already been uploaded.

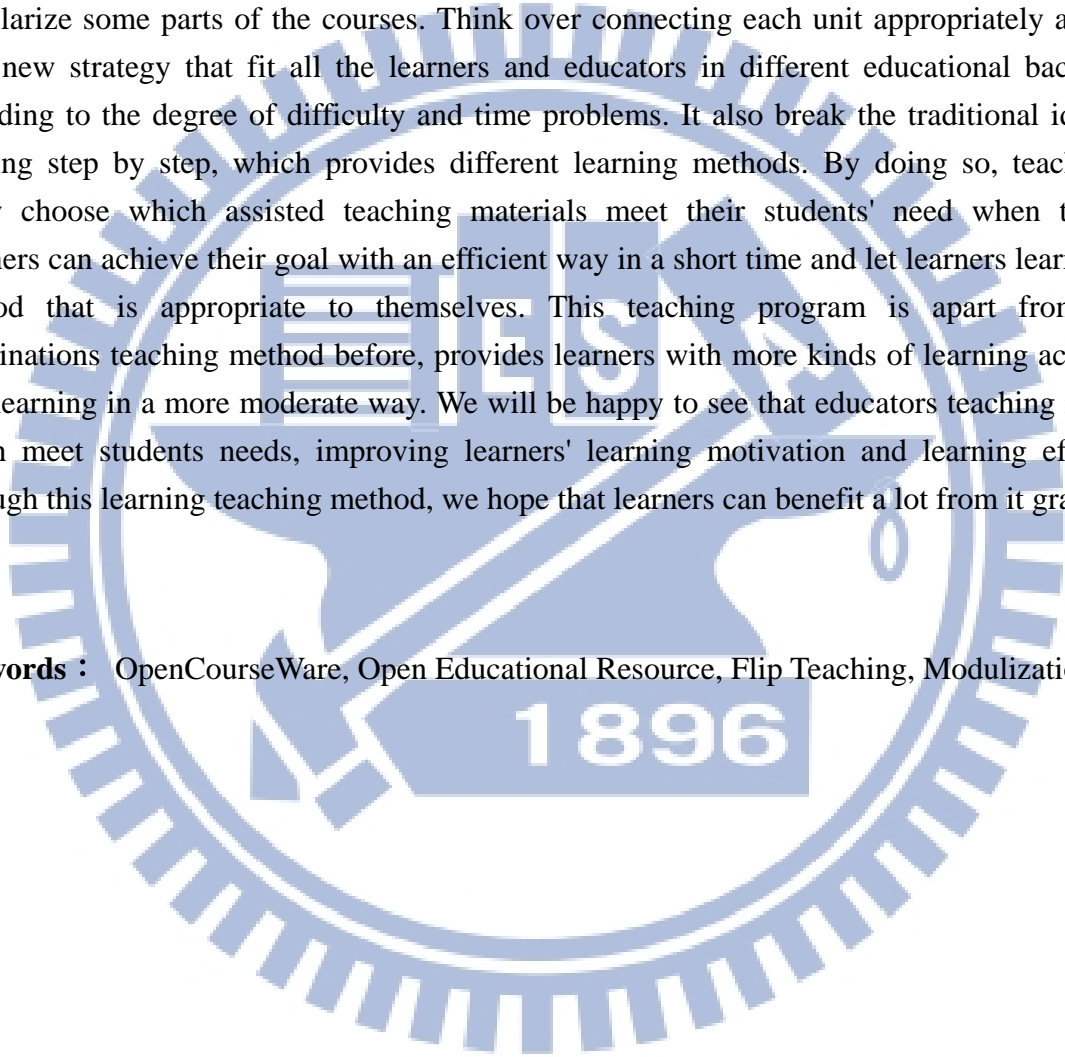
The study target aims at calculus course, the reason why we adopt it is that which is the basic course of mathematic when you entered the University. Calculus course plays an important role in connecting math when elaborated in university. Furthermore, from the difference between calculus courses of each school, we realized that the teaching contents are sometimes different. Due to National Chiao Tung University's OpenCourseWare, we learn that the calculus course provided by prof. Juang gain the most click through rate and benefits many learners. Then, it is why we choose this course as our study topic.

According to National United University's project for course suite, we can learn from the investment and questionnaire that learners profit a lot from Reuse of OpenCourseWare 's teaching method. However, from this program, we can realize that students have difficulties

understanding some of the contents, for the reason that the teaching films provided by teachers still rely on linear video. For learners under different teaching background, it is definitely that using the same video courses cause great inconvenience for learners. For educators, how to use appropriate teaching resources in a short time isn't easy at all. Therefore, this study aims at how to improve the defeat from calculus course provided by prof. Juang, and then realize that modulization can provide users with non-linear combinations pattern.

Therefore, the study is in accordance with prof. Juang's calculus course and then modularize some parts of the courses. Think over connecting each unit appropriately and draw up a new strategy that fit all the learners and educators in different educational background according to the degree of difficulty and time problems. It also break the traditional ideas that learning step by step, which provides different learning methods. By doing so, teachers can easily choose which assisted teaching materials meet their students' need when teaching. Learners can achieve their goal with an efficient way in a short time and let learners learning in a method that is appropriate to themselves. This teaching program is apart from linear combinations teaching method before, provides learners with more kinds of learning access and then learning in a more moderate way. We will be happy to see that educators teaching in a way which meet students needs, improving learners' learning motivation and learning efficiency. Through this learning teaching method, we hope that learners can benefit a lot from it gradually.

Keywords : OpenCourseWare, Open Educational Resource, Flip Teaching, Modulization



誌謝

此篇論文的完成首先要感謝我的指導教授白啟光老師的教誨，在老師的引領下，讓我學到許多研究技巧並擁有更豐富的想法，對於這篇研究，背後所蘊藏的教育意義是重大的，也希望能藉由模組化後的課程讓更多不同教育背景的學習者與教育工作者受益，在老師的建議及指導下，讓我能順利的將此研究完成，看見逐漸成形的網頁，心中有股莫名的感動，所以非常感謝老師的諄諄教誨，讓我在研究所就讀期間受益良多。謝謝台灣開放式課程聯盟的支持以及交大高等教育開放資源研究中心李威儀老師的協助，讓我在每兩週的會議中都能得到一些實質的建議與研究方向。接著要特別感謝我的兩位口試委員，一位是應數系的莊重老師，由於老師生動且淺顯易懂的講解模式，才会有影響力這麼廣泛的微積分課程影片，也才能有接下來的這篇研究，很謝謝莊老師願意撥空聽我說明關於微積分課程進行模組化前後的差異性並協助幫忙錄製簡介影片，能得到老師的肯定與支持也給了我莫大的鼓勵；另一位為教育所的孫之元老師，也很謝謝孫老師給予我一些關於教育研究上所要注意的事項與相關建議，對於研究領域上的諸多提點使我感到獲益匪淺。

在研究他校例題難易度分析時，非常感謝交大微積分小組所提供之交大微積分會考的答對率以及中央大學王千真老師(現任職於淡江大學)、聯合大學呂惠娟老師及明新科技大學辛靜宜老師的大力協助，總是能夠耐心的回覆著每一例題的難易度，由衷地感謝三位老師的幫忙。也謝謝桃竹苗區域教學資源中心的兆喻姐總是能排除萬難的給予協助並妥善安排一切事宜，以及聯合大學教學發展中心在攝影器材上的支援，另要特別感謝聯合大學課程套件計畫的教學者李中芬老師，讓我能夠順利的進行課室觀察，並在老師的協助之下能與施測班級進行問卷調查及訪談，非常謝謝老師總是鉅細靡遺的告訴我關於實施課程套件計畫的成效與學生的回饋，讓我能夠順利的完成這部份的探究。也十分謝謝教育所吳俊育老師的幫忙，讓我在教育統計的方析上更有方向。接著要感謝交大開放教育推動中心兩位助理員月嬌姐、珮俞姐的大力相挺，總是能夠細心的回答著任何問題並給予我明確的指引，在兩位姐姐的協助之下，網頁規畫上也進行的相當順利。

最後，感謝我最愛的父母親辛苦的栽培，做我最強的後盾，也謝謝弟弟妹妹的支持讓我能夠順利的完成這篇論文，當然還有 HERO 團隊以及應數所強大的同儕、師長、系辦小姐與朋友們，由於你們的支持與鼓勵，讓我最終能夠順利的完成這份研究，當寫論文感到十分苦悶時，看見一句加油心底都會暖暖的，我知道背後有好多力量在挺著我向前，並鼓勵我朝著自己的夢想前進，真的非常謝謝大家！此篇研究雖然僅完成前半部的微積分，但是我深信著以模組化的理念所能影響的力量是不可小覷的，能夠嘗試著去完成一件事情，拓展著未知的可能，是很值得的！雖然這份研究還是有許多不足之處，但若是能發揮預期的作用影響許多熱愛學習卻因為教育背景不同而感到困擾的使用者能夠更適性化的使用，達成預計完成的目標，那這樣的理念是值得被推廣的，也希望真的能藉由自己的小小力量去改變原本開放式課程所提供之教育資源，如果能夠成真，那就是最棒的事了！

目 錄

中文提要	.....	I
英文提要	.....	III
誌謝	.....	V
目錄	.....	VI
表目錄	.....	VIII
圖目錄	.....	IX
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究背景與動機	.....	1
第二節 研究目的及步驟	.....	6
第三節 研究限制	.....	6
第四節 名詞解釋	.....	7
第二章 文獻探討	.....	11
第一節 開放式課程之影響	.....	11
第二節 開放式課程之應用	.....	15
第三節 模組化	.....	17
第三章 現今微積分開放式課程探討	.....	20
第一節 研究架構與方法	.....	20
第二節 研究對象	.....	21
第三節 他校課綱分析課程之進度與排序	.....	23
第四節 莊重老師微積分(一)課程教學模式及結構分析	.....	26
第四章 聯合大學課程套件計畫	.....	29
第一節 聯合大學課程套件計畫簡介	.....	29
第二節 研究架構與方法	.....	29
第三節 研究對象	.....	30
第四節 資料分析方法	.....	30
第五節 資料分析結果	.....	31

第五章	模組化	47
第一節	研究架構與方法	47
第二節	影片單元之長度及難易度分析	48
第三節	分析單元間的關聯性	48
第四節	決定呈現模式	49
第六章	結論與建議	52
第一節	研究結果	52
第二節	後續研究建議	55
參考文獻		57
附錄一	國立交通大學開放式課程使用者回饋擷錄	60
附錄二	國立交通大學、國立中央大學及國立聯合大學微積分章節比較表	64
附錄三	國立交通大學微積分上學期課程大綱與教學時間	71
附錄四	南台科大與國立交通大學之微積分課程教學時間對比表	74
附錄五	交大與南台科大微積分教學內容比較-高階導數	79
附錄六	國立聯合大學剪輯之章節內容與四校例題難易度比對	83
附錄七	聯合大學課程套件計畫施測班級問卷	89
附錄八	聯合大學課程套件計畫之 A 班及 B 班問卷相關性分析對照表	92
附錄九	聯合大學課程套件計畫 B 班訪談問卷	95
附錄十	聯合大學課程套件施測班級會考成績迴歸模式的整體檢定結果分析及迴歸係數與複共線性分析表	99

表目錄

表 1-1	世界各地使用美國麻省理工學院開放式課程之瀏覽量統計	2
表 1-2	美國麻省理工學院開放式課程之使用者背景統計	4
表 1-3	創用 CC 六種公眾授權條款	8
表 3-1	交大莊重老師微積分課程例題分析之專家專長領域與經歷	21
表 3-2	台灣開放式課程聯盟網站提供之微積分(一)課程列表	23
表 3-3	國立交通大學、國立中央大學、國立聯合大學、崑山科技大學及南台 科技大學微積分使用書籍列表	24
表 3-4	南台科技大學與崑山科技大學之微積分(一)章節內容比對表	26
表 3-5	交大莊重老師微積分開放式課程第二章之教學時間表	27
表 4-1	聯合大學課程套件計畫教學者專長領域與經歷	29
表 4-2	聯合大學課程套件計畫擷取影片採用之例題難易度對比表	33
表 4-3	聯合大學課程套件計畫問卷調查之相關性分析變項	35
表 4-4	聯合大學課程套件計畫之受訪學生對於課程內容瞭解程度與影片觀 看情形對比表	38
表 4-5	聯合大學課程套件計畫之施測學生觀看課程影片情形圓餅圖.....	40
表 4-6	國立聯合大學電資學院之 100 學年及 101 學年微積分(一)期中、期末會 考成績對比表	42
表 4-7	聯合大學課程套件計畫 A 班於期末會考成績與期中會考成績及觀看影片 情形之迴歸係數分析摘要表.....	43
表 4-8	聯合大學課程套件計畫 B 班於期末會考成績與期中會考成績及觀看影片 情形之迴歸係數分析摘要表.....	43
表 4-9	聯合大學課程套件計畫 A 班於期中會考前與會考後觀看影片情形交叉分 析表.....	44
表 4-10	聯合大學課程套件計畫 B 班於期中會考前與會考後觀看影片情形交叉分 析表.....	44

圖目錄

圖 1-1	教育部全球資訊網統計處提供之 101 學年度大學生就讀類科比率統計資料	5
圖 1-2	國立交通大學開放教育推動中心提供之微積分(一)課程訪問人次統計資料(2009.8-2013.2)	5
圖 2-1	台灣開放式課程聯盟網站提供之所有課程類別百分比圖	12
圖 2-2	美國麻省理工學院開放式課程網站每月造訪人次圖表	12
圖 2-3	國際開放式課程聯盟於 2012 年使用者回饋報告中所分析之使用者年齡層	13
圖 3-1	本研究分析之國立交通大學開放式課程莊重老師微積分(一)課程章節一覽	22
圖 4-1	聯合大學課程套件計畫問卷之 A 班與 B 班學生對於教學者指定觀看的課程影片沒看完或完全沒有觀看的原因分析長條圖	36
圖 4-2	聯合大學課程套件計畫問卷之 A 班與 B 班學生對於此教學模式的整體評估之分析長條圖	37
圖 4-3	聯合大學課程套件計畫問卷之 A 班與 B 班學生對於「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」教學模式之滿意度分析圖	37
圖 5-1	微積分模組課程於課程網頁中以樹枝圖呈現模式	50
圖 6-1	微積分模組化課程於網頁中呈現模式	55

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

隨著個人電腦從1980年代起開始普及化，訊息之間的傳遞也逐漸變得快捷，人們能夠利用不同於以往的通訊方式相互交流與溝通，而知識的傳遞也藉由網際網路的普及傳遍了世界各地。在現今的高度資訊化社會裡，網路的發展超乎了許多以往的想像，高科技的網際網路也打破了原先地域性的限制，藉著訊息間的傳遞，拓展了我們的視野，並使我們的所見所聞變得更加多采多姿，也讓世界各地的人們能夠透過網路接觸到不同區域的思想與文化，更實現了訊息傳遞的即時性與資源共享。科技的進步及知識迅速的傳遞與分享，也使得各式各樣的數位化資源分享平台與教學網站接連興起，讓科技與學習之間變得密不可分，網際網路所提供給大眾的開放式分享空間，更讓資訊傳播與知識的傳遞變得更加緊密（陳志銘、陳勇汀、林筱芳，2010）。

1999年，美國麻省理工學院(Massachusetts Institute of Technology，以下簡稱MIT)開始推動「開放式課程」(OpenCourseWare，以下簡稱OCW)，此為MIT於教育科技會議上所提出的知識分享計畫。自2002年MIT開放式課程正式發佈以來，經過了十幾年的推廣與努力，由原先前導性階段的50門課程拓展到目前約2150門課程發佈於網路上供大眾學習，但其中僅約有100門課程為全影音課程，其餘為課程講義或其它學習資源。由麻省理工學院開放式課程網站瀏覽量與區域性統計中可知目前每個月有超過100萬人次的瀏覽量¹。亦由MIT開放式課程年度報告中得知其中自學者與學生族群約占了觀看人數的85%，顯示出開放式課程是一個實體課程輔助的有效管道，也成功被廣泛地使用。

OCW為一種免費且開放之高品質數位教育資源（Carson, 2009），本意為知識開放與分享，由學校單方向的提供數位化的教學素材與學習資源。其核心概念為知識共享，以分享學校教育資源、取之於社會用之於社會的精神，將該校課程以無償且系統性地放置於網路上與全世界共享，讓無法就讀該校的大眾依舊能夠享有這樣的學習資源。此外，OCW的著作採用創用CC(Creative Common)授權²，減少在流通性與使用上的法律障礙，並鼓勵大眾將原先提供的學習素材重製重做，讓教學資源得以不斷創新，分享給全世界更多的使用者（陳志銘等人，2010）。

¹ 麻省理工學院開放式課程網站瀏覽量與區域性統計。取自 <http://ocw.mit.edu/about/site-statistics/>

² 台灣創用 CC 計畫。取自 <http://creativecommons.tw/faq/basic>

MIT於2002年也開始組織國際開放式課程聯盟(OpenCourseWareConsortium，以下簡稱OCWC)，由於開放式課程能帶給自學者、學校及全世界三贏的局面而引起全球各地高等教育機構的廣大迴響³，自此開始有許多國家、國際組織或網站致力於分享教育資源，參與開放式課程之推動，各校所專精的課程領域也藉由開放式課程供大眾學習。而由MIT年度報告中所評估之開放式課程世界性使用率，可知華文高等教育資源有市場及需求性(如表1-1所示)，但由於MIT所提供的課程皆以英文資源為主，開放式課程之高品質的華文教育資源卻屬不足，為整合開放學術資源，OCWC開始推廣世界性的開放教育資源運動。

表 1-1
世界各地使用美國麻省理工學院開放式課程之瀏覽量統計

	北美地區	東亞地區	西歐地區	南亞地區	拉丁美洲	其他地區
2003 年	47%	12%	17%	6%	10%	8%
2004 年	36%	16%	16%	11%	11%	10%
2005 年	61%	22%	15%	6%	5%	13%
2009 年	54%	17%	11%	9%	4%	13%
2011 年	56%	18%	12%	9%	4%	14%

為響應全球開放式教育資源運動(Open Educational Resources Movement)，以及在2006年教育部於網路學習發展計畫中所提出「促進教學資源共享，與國際名校合作，建造全球化的學習環境」的理念之下⁴，國立交通大學於同年8月即由理學院開始推動開放式課程，並於2007年正式成為台灣第一所加入OCWC的頂尖學府，亦為台灣推動開放式課程的起頭者，以理學院基礎學科課程為主，成為華文領域中第一所提供完整課程影音及課程資源的大學。自2007年起，國立交通大學開放式課程首創於每年九月初定期舉行基礎科學學科科目的認證測驗(含微積分、物理、化學課程)，讓自學者可於自我修習後參與測驗以檢視學習成效，通過測驗者並可取得證書以證明之⁵；亦於96學年度起應用於全國首創的暑期霹靂優學園(Pre-University)計畫，鼓勵國立交通大學推薦甄試及申請入學的大一新生能於暑期提前接觸大學課程，以便及早銜接高中與大學課程，透過自我安排學習進度及作業、考試等學習模式，最後若能夠通過書面測試則能在入學後向系所申請學分抵免⁶。開放式課程也於學期中提供微積分、物理、化學全網路課程，讓大一新生能有多元選擇，透過非同

³ 高校技職簡訊電子報第 039 期。取自 <http://www.news.high.edu.tw/download/edm/039.pdf>

⁴ 國立交通大學第一期(95-96 年)執行成果摘要。取自 <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDkQFjAB&url=http%3A%2F%2Ftop100.nctu.edu.tw%2Fpaper%2Findex.php%3Fmode%3Dd1%26id%3D7&ei=nuLGUeKkD4irkAW2rIG4DA&usg=AFQjCNG0UWRJPW3eY1pukQ3fQST1c4sDhA&sig2=E1BuaKvAFvFpY0EjF7pdiQ>

⁵ 國立交通大學開放式課程網頁－認證問題。取自 <http://ocw.nctu.edu.tw/faq.php?gid=4>

⁶ 國立交通大學教學發展中心－霹靂優學園實施辦法。取自 http://ctld.nctu.edu.tw/intro_faq.html

步網路學習的方式彈性的規劃大學課程。此外，國立交通大學亦積極拓展其他院系的相關學科以拓展國際間校際合作的機會，將資源分享給更多學習者，根據國立交通大學開放教育推動中心所提供的資訊，至目前為止，國立交通大學已建置151門開放式課程，不同於MIT提供較少的完整影音課程，國立交通大學的開放式課程中提供128門完整的影音課程，全影音課程占開放式課程中的80%以上，並提供下載功能方便學習者使用所有的教學資源。透過不斷的與聯盟成員間的互動與分享，讓台灣各地的大學感受到OCWC在全球所造成的革命性衝擊，使得許多大學紛紛投入開放式教育運動中，並於2008年底正式成立「台灣開放式課程聯盟(TOCWC)」，目前共有29所大專校院及1個企業會員所參與。TOCWC的成立除了展現出台灣高等教育的優質教學品質，更讓知識的交流與傳遞超越了時空的受限，透過無遠弗屆的網路傳播，將知識快速的傳遞下去，不論學習者的身分背景或年齡，都擁有學習上的平等權，能夠隨時隨地透過網路上的資源進行自我學習，此舉也打破了大學的圍牆與知識的藩籬，用一種嶄新的方式，打造出一種終身學習的環境與不同型態的學習思維。

此外，由表1-1亦可得知，2009年及2011年的MIT開放式課程之各區域瀏覽量統計中，東亞地區在MIT開放式課程的瀏覽量有下降的趨勢，研究者推測2007年起台灣開始推動開放式課程，並於2008年底正式成立TOCWC，提供全球華人豐富多元的學習資源，可能是影響東亞地區使用者瀏覽MIT開放式課程的原因之一。另由部分使用者的回饋，得知原先使用MIT OCW的使用者認為現在不僅能利用MIT的OCW看世界一流學府的教學，國立交通大學也提供了開放式課程讓有心想學習大學教育的自學者能有機會能夠獲取寶貴的知識，對於國立交通大學無私的分享開放式課程也有高度的讚許，也值得作為全國的表率，所以感到十分興奮與感動！另有中國大陸的自學者認為MIT的網站上，本來在課程上就比較難，利用英語教學對於華人來說首先會有閱讀上的困惑，此外，西方國家的授課和東方的授課整體規則也不一樣，所以當國立交通大學提供了豐富的華文教學課程與相關資料時亦得到了自學者的極力讚許（詳細情形請參閱附錄一（i））。

由於開放式課程僅單向的提供課程教材，而OCW所提供的教育資源包含許多不同種類的資源，包括課程大綱及教材、教科書等，或包含學習工具如媒體視頻、軟體、多媒體應用（Butcher & Uvalic⁷，2011），與內容管理及任何用以取得知識的素材與技術（洪嘉飛，2011），這些學習資源皆置於平台上供大眾使用，然而這些教學素材皆是為特定專業領域所設計的，所以課程綱要與教學內容亦為教學者為該校某些科系學生所規畫，影音課程也以呈現出課堂實錄為主，即為該校學生實際上課情形，雖然開放式課程提供學習者能夠回顧自己的專業領域、學習更多相關背景知識，亦能夠讓自學者能有機會探索其他不同領域的學科，此舉也落實了個人的知識提升，但由於來自各種不同教育背景的學習者，需要的資訊量與接收的難易度並不一致，故各大學所提供的開放式課程不一定適性化，由研究者實際至國立聯合大學進行觀察的課程套件計畫⁷也可得知國立交通大學的微積分開放式課程對於國立聯合大學的學生而言依舊有些部份會較為困難。此外，由於OCW採用創用CC授權，鼓勵教育工作者將已發佈的教材重製重做或做為輔助教材，希望能藉由教育工作者利

⁷ 本文第四章將詳述國立聯合大學課程套件計畫

用這樣的教學模式將開放式課程教材重製後再融入教學現場，讓原先僅僅放置於網路平台的課程教材經由教學者不同的運用方式影響更多學習者。由國立交通大學開放式課程中心所提供之部分教育工作者的回饋可知，開放式課程可以讓教學者作為備課與授課之參考，更能夠讓教學者針對較難的觀念進行課程觀摩，以準備教學教材參考之用（詳細情形請參閱附錄一（ii））。但對於教育工作者而言，如何適當的在已發佈的教材中選用輔助資源是件很困難的事（Samuel & Alejandro, 2012），由MIT開放式課程之使用者背景統計中也可得知教育工作者的使用比例確實僅占少數（如表1-2所示），故研究者欲探討以一種不同思維的模式來改變原先的教學素材以增加教育工作者使用已發佈教材再利用教學的使用意願，期待有更多的教育工作者願意用既有的教學素材創造出更豐富的教育資源，讓更多學習者能經由不同學習模式進行學習。

表 1-2
美國麻省理工學院開放式課程之使用者背景統計

	學生	自學者	教育工作者	其他
2003 年	31%	52%	13%	4%
2004 年	31%	48%	15%	6%
2005 年	32%	49%	16%	3%
2009 年	42%	43%	9%	6%
2011 年	45%	42%	9%	4%

為因應各種不同教育背景的學習者以及增加教育工作者使用已發佈教材進行再教學的意願，本研究提出了使用「模組化」的概念進行課程模組化，希望藉此提供學習者一個有系統且有效率的學習鷹架，讓不同教育背景的學習者皆能適性化的依照本身程度與需求做調整；同時，也能夠讓教育工作者以更簡易、更有效率的方式選擇適當的教學素材做為輔助資源以融入教學中。

而本研究選擇微積分課程做為課程模組化的範例，其原因為微積分是大學數學的入門課程，在銜接高中與大學數學之間占有一定的重要性，同時微積分也是所有理工學科的必修科目，更是許多不同領域的基礎學科與輔助工具，根據教育部全球資訊網統計處⁸提供之101學年度各級教育統計概況及大專校院1年級學生人數預測報告中得知101學年全國162所大專校院一年級學生數(包括日夜間學士班(含四技)、二專1年級學生數以及五專4年級學生數)共為27萬7,756人，而101學年度大專院校三大類別學科-人文、社會及科技領域分別就讀比例為18.11%、39.77%及42.13%（如圖1-1所示），以大學一年級總人數乘上科技類別就讀的比例估算之，可得知微積分總修課人數約為11萬7,019人，除此之外，微積分也

⁸ 教育部全球資訊網統計處-主要統計表及重要教育統計資訊。取自
<http://www.edu.tw/Default.aspx?WID=31d75a44-efff-4c44-a075-15a9eb7aecdf>

經常為各大專院校研究所入學考的科目。由於微積分的學習者非常多也很廣泛，因此許多學校皆提供微積分開放式課程以供大眾學習，根據台灣開放式課程聯盟網站所統計，目前共有九所學校設立二十五門微積分課程供大眾學習。而在諸多的微積分開放式課程中，以國立交通大學莊重老師的微積分課程最為熱門，根據國立交通大學開放教育推動中心提供之開放式課程網站訪問人次統計結果，莊重老師微積分(一)為國立交通大學開放式課程中最受歡迎的課程，自2009年7月至2013年3月已經超越34萬人次瀏覽過此門課程，平均每月約有7,600訪問人次（如圖1-2所示），而國立交通大學開放式課程的使用者來源除了臺灣之外，亦包含中國大陸、港澳、美國、加拿大、日本、德國、馬來西亞、英國、澳洲、新加坡等地，可知此影片之瀏覽量及影響力甚大。但由於不同領域及不同教育背景的學習者對於微積分知識的理解程度又有差異性，故國立交通大學所提供之莊重老師微積分（一）開放式課程十分適合用來進行模組化的嘗試。

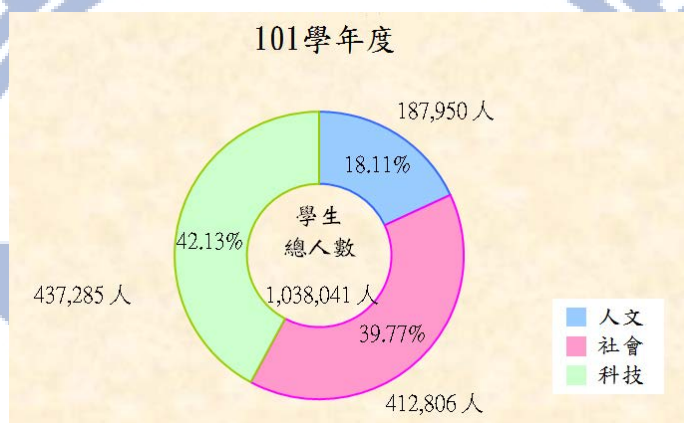


圖1-1 教育部全球資訊網統計處提供之101學年度大學生就讀類科比率統計資料

OCW課程--【微積分(一)】訪問人次統計

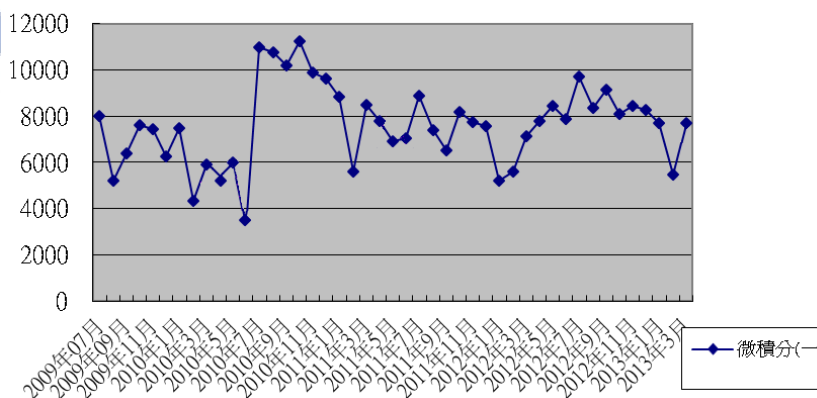


圖 1-2 國立交通大學開放教育推動中心提供之微積分(一)課程訪問人次統計資料 (2009.8-2013.3)

第二節 研究目的及步驟

本研究旨在改善現今開放式課程所提供之影音課程，並選擇國立交通大學開放式課程所提供之瀏覽量最高的莊重老師微積分(一)開放式課程作為課程模組化的範例，使學習者及教學者對於原先開放式課程提供之影音課程能有新的思維與想法，為達成此最終目的，研究者先探討以下六項課題，分別敘述如下：

- 一、探討現今開放式課程所提供之微積分課程並了解不同屬性學校及學院的微積分課綱。
- 二、分析莊重老師教學模式及課程結構。
- 三、以聯合大學課程套件計畫觀察開放式課程再利用教學模式及學生學習成效。
- 四、決定影片單元之長度及難易度。
- 五、分析單元之間的關聯性。
- 六、決定呈現模式。

現今開放式課程提供影音課程及講義課程，其中影音課程所提供的教學素材皆為呈現出課堂實錄，即為該校學生實際上課的學習模式，此為一種線性呈現模式，但由於使用者的教育背景不同確實對於許多使用者在學習上有諸多不便，因此研究者即對於此主題進行研究並試著提出較完善的想法以提供另一種學習模式。在研究此主題之前，研究者先著手蒐集相關文獻並整理成文獻分析。隨後針對研究動機發展出較為確切的研究目的及相關問題，於擬定各部份研究架構與方法之後即正式進行研究。本論文一共包含兩大部分，第一部分從聯合大學課程套件計畫談起，由研究者實際至國立聯合大學進行課室觀察，以了解教學者如何將已發佈之開放式課程融入教學中，並由資料分析與學生的回饋及學習成效得知國立交通大學的開放式課程對於國立聯合大學的學生而言依舊有些部份會較為困難，若學習者僅單從網路上觀看開放式課程所提供之課程教材（如課程影音與課程講義）在學習效果上確實有一定的限制。故第二部分即延續前一部分的概念並開始探討如何以一種適性化的方式來改變原有的教學素材，在各條件的考量之下，提出了使用「模組化」的概念進行微積分課程模組化，以符合所有不同教育背景的學習者及教育工作者的需求。

第三節 研究限制

本研究之他校微積分課綱分析僅選取國立交通大學與國立中央大學、國立聯合大學、南台科技大學以及崑山科技大學之微積分課程進行分析，在例題難易度的部分僅由國立中央大學、國立聯合大學及明新科技大學各一位教師依照個人對於該校學生答對率進行每一例題的難易度分析，故研究結果可能與各校實際狀況有所出入。關於聯合大學課程套件計畫的部分，由於施測學生觀看課程影片的多寡僅由學生自評，在影片總觀看時間與專注程度的不同，可能會與實際結果有所差異，同時，樣本數過少也會影響檢定的結果，且教學者的教學模式亦會影響學生觀看課程影片的多寡，故以施測學生觀看課程影片多寡探究學生的學習成效僅止於推論階段，而推論結果的準確度會有一定的限制。

第四節 名詞解釋

一、開放式課程

開放式課程(OCW)是由美國麻省理工學院(MIT)於1999年開始推動的知識分享計畫，此為一種免費且開放之高品質數位教育資源(Carson, 2009)，但僅由學校單方向的提供數位化的教材與學習資源。其核心概念為知識共享，以分享學校的教育資源、取之於社會用之於社會的精神，將該校課程以無償且系統性地放置於網路上。而OCW所提供的教育資源包含許多不同種類的資源，包括課程大綱及教材、教科書等，也包含學習工具如媒體視頻、軟體、多媒體應用(Butcher & Uvalic', 2011)，與內容管理以及任何用以取得知識的素材與技術(洪嘉飛, 2011)，藉由開放分享式的提供多樣化的學習素材供大眾學習各學科領域的主題。但其與遠距課程或線上課程不同之處為在於各校僅提供學習資源，但無義務性的提供學習活動、學分認證及文憑。開放式課程的著作採用創用CC(Creative Common)授權，此是2001年由美國史丹佛大學Lawrence Lessig教授所倡議下而成立之，主要提倡自由文化的分享精神，而台灣於2003年也開始實踐擴大共用資源的理念。創用CC是一種針對受著作權保護之著作所設計的公眾授權契約，並以開放、分享為主要精神，任何人皆能在著作權人設定的授權條件下自由運用創用CC授權的著作。而創用CC授權的四大授權要素包含姓名標示(Attribution)、非商業性(Noncommercial)、禁止改作(No Derivatives)及相同方式分享(Share Alike)，共可組成六種公眾授權條款⁹，列舉如表1-3

⁹ 教育部創用CC資訊網。取自 <https://isp.moe.edu.tw/ccedu/introduction.php>

所示。而開放式課程一般是採用創用CC「姓名標示-非商業性-相同方式分享」的授權條款，即為使用者所創立之衍生作品須註明原作者出處並於非商業性行為的情況下採用和原著作相同或類似的創用CC授權條款以同樣方式分享，但規範之授權條款仍可依照各校的需求進行調整¹⁰，此舉大幅減少了教育資源在流通性與使用上的法律障礙，透過「創用CC授權條款」，不但能保障著作權人的著作權利，也讓使用者清楚地了解使用與傳輸原著作的條件¹¹。主要目的是希望能藉著公眾授權的方式讓已發佈的教育素材能被廣泛的使用以促進教學資源的流通與增長，也鼓勵教師社群能利用既有的創用CC資源進行重製與整合而得以良性循環（教育部，2011），讓教學資源得以不斷創新，分享給全世界更多的使用者（陳志銘等人，2010）。

表 1-3
創用 CC 六種公眾授權條款

圖示	圖示說明	使用條件簡述
	姓名標示	使用者可重製、散布、傳輸及修改該著作(含商業性利用)，但使用時須依照著作人或授權人所指定的方式註明原作者出處。
	姓名標示-禁止改作	使用者可重製、散布及傳輸該著作(含商業性利用)，但不得修改該著作。使用時須依照著作人或授權人所指定的方式註明原作者出處。
	姓名標示-相同方式分享	使用者可重製、散布、傳輸及修改該著作(含商業性利用)。但使用者修改該著作時，僅得採用和原著作相同或類似的創用 CC 授權條款以同樣方式散布該衍生作品，並須依照著作人或授權人所指定的方式註明原作者出處。
	姓名標示-非商業性	使用者可重製、散布、傳輸及修改該著作，但用途不得為商業目的。使用時須依照著作人或授權人所指定的方式註明原作者出處。
	姓名標示-非商業性-禁止改作	使用者可重製、散布及傳輸該著作，但用途不得為商業目的，亦不得修改該著作。使用時須依照著作人或授權人所指定的方式註明原作者出處。
	姓名標示-非商業性-相同方式分享	使用者可重製、散布、傳輸及修改該著作，但用途不得為商業目的。若使用者修改該著作時，僅得採用和原著作相同或類似的創用 CC

¹⁰ 台灣開放式課程聯盟網站－智慧財產權與創用 CC 聲明與說明。取自

http://www.tocwc.org.tw/portal_gl.php?button_num=gl

¹¹ 台灣創用 CC 計畫。取自 <http://creativecommons.tw/explore>

		授權條款以同樣方式散布該衍生作品，並須依照著作人或授權人所指定的方式註明原作者出處。
--	--	--

二、模組化

模組化(Modularity)的概念最早可追溯至1930年德國的G. Schlesinger教授將模組化觀念應用在工具機上，將原有機台的主要功能與結構進行個別標準化以成為獨立模組，後再針對新機台的工作目的與功能將原先的獨立模組依其關聯性組合而成(歐芝岑, 2001)，以達到增加效率的目的。1960年代，模組化開始應用於生產設計(Production Design)上，近年來，人們漸漸將模組化的概念應用於在製造業、資訊電子業等方面，甚至應用在教育上(江明洲, 2003)。所謂「模組」(module)的定義是指「短程、完整並具有獨立性的小單元」，而每個小單元可和其他單元聯結而完成較大的工作或達成較長程的目的(李隆盛, 1996)。國外學者Finch與Crunkilton對「模組」所下的定義為：「一種教學套裝(或傳遞系統)，它包含一系列有計劃的操作學習設計，也提供學生能依其進度學習，以達成各種目標與需要」(林建仲、鄭宗文, 2001)。但由於各單元間的連結是互相關聯而非各自獨立的，所以在進行模組設計前應當思考模組規劃的所有可能性(方建良、姚如芬, 2003)。

三、TED

TED 於 1984 年成立，發起人為里查德·沃曼 (Richard Saul Wurman)，TED 為技術 (Technology)、娛樂 (Entertainment)、設計 (Design) 的首位字母縮寫，是美國的一家私有非營利機構，並以所組織的 TED 大會著稱。技術、娛樂及設計也是一開始 TED 所設定之演講分享主題，但現已不再侷限於這三個領域之內。而 TED 來自於世界各地的演說者，不一定是成功人士或名人，而是在自己的專長領域裡，有著具體想法或是實際作為的人(李欣龍, 2012)，每段 TED 演講設定在 18 分鐘內，演說者必須將研究的心得濃縮為 18 分鐘的精華與全世界分享。而目前 TED 的負責人克里斯·安德生 (Chris Anderson) 表示 18 分鐘剛好是一般人注意力的極限，它也不會短到讓人無法闡述一個複雜的觀念，比起一般動輒 40 分鐘或一小時的論壇，18 分鐘時間迫使演說者必須更精準的陳述出演講的核心，安德生也說明這樣的演說方式是以「寧可深，不要廣」的原則，將最值得分享的實例與全世界共享，此也高效率地傳遞了演說者想傳達給大眾的思想。同時，18 分鐘也足以讓人休息並觀賞一段 TED 的演講影片(方德琳, 2010)，此恰好符合了現代人較不願投入過多時間於某些僅基於好奇的陌生領域之條件，在人們有限的時間中，TED 的演講以 18 分鐘的短程影片成功的解決了這項問題，並以出色的知識結構成為現代人一個很好的新型學習工具。

TED 每年舉辦兩次年會，亦從 2006 年起，TED 的演講影片皆免費上傳至網路與大眾分享，並採用創用 CC 的方式授權，讓演講影片得以在規範的情形下進行改做改製。TED 的影片透過全球熱心志工的協助之下，將影片翻譯成各國語言並加上字幕供大眾觀看，目前已有超過 100 種以上語言的翻譯，由於題材與時間上的控制加上影片的翻譯打破了語言的隔閡，從 2006 年統計至今，瀏覽過 TED 演講影片的人次已超過 5 億（李欣龍，2012），影響力十分可觀。

自 2009 年起，TED 開始開放品牌授權(open licensing)，讓全世界有理想、有能力的人能利用 TED 的模式和準則，自行經營並策劃一個 TED 大會，取名為 TEDx，其中 x 代表著獨立運作的組織(independently organized TED event)，給予全世界有熱情與理想的人一個能夠自行組織並舉辦在地活動的機會。目前全球共有 30 多個城市共襄盛舉，包括台北、上海、東京、紐約、舊金山、巴黎等主要城市。台灣也於 2009 年 10 月在台北成立 TEDx Taipei，由一群富有理想且滿腔熱血希望藉由教育改變世界的年輕人所組成，以非營利組織的方式經營，希望藉此記錄華人智慧的軌跡，將台灣獨特且創新的一面傳遞至全世界。



第二章 文獻探討

第一節 開放式課程之影響

從前人們總是從教師或某些學者的教導之下獲取知識，但隨著科技的進步與網際網路快速的發展，學習內容與形態逐漸開始轉變，學習已經不再侷限於學校或課堂中才能夠進行。由第一章所述，開放式課程是由美國麻省理工學院(MIT)於1999年在教育科技會議上提出的推動知識分享計畫，此為一種免費且開放之高品質數位教育資源(Carson, 2009)，希望能夠將具有高品質的教學資源以數位課程的方式，免費提供給社會大眾學習。2002年，MIT的開放式課程計畫正式啟動，同時也成立國際開放式課程聯盟(OCWC)，自此開始有許多國家、國際組織認同MIT的價值觀而致力於分享教育資源，參與開放式課程之推動，讓各校所專精的課程領域藉由開放式課程供大眾學習。

而在MIT極力的推廣之下，台灣各大學也開始感受到這股全球化的革命性衝擊，許多大學也紛紛投入開放式教育運動中，並於2008年底正式成立「台灣開放式課程聯盟(TOCWC)」¹²。2010年，新媒體聯盟(New Media Consortium, 以下簡稱NMC)機構的專家社群也於地平線報告(Horizon Report)之高等教育預測報告中指出未來1年內開放內容(Open Content)會大量興起亦對全球造成很大的影響力¹³，在全世界開放教育資源運動的引領之下，此預測也在全球高等教育機構的極力參與下成真。截至目前為止，OCWC共由全球49個國家及地區參與，且由超過280個大專院校及相關機構¹⁴所組成，一共提供了超過20種語言的14000門課程供全世界的使用者學習(焦建利, 2011)，每月平均以不重覆計算使用者的情況下約有超過250萬造訪者¹⁴。以TOCWC為例，目前在台灣已有29所大專校院所參與，並提供多元類別的1084門課程供大眾學習(如圖2-1所示)。而開放式課程為首的MIT，每月更有超過平均200個國家，約150萬名使用者造訪(李雪莉, 2011)，最高並達到當月160萬人次的瀏覽量¹⁵(如圖2-2所示)，由此可知開放式課程的普及度與影響力不容小覷。

¹² NMC 地平線報告。取自 <http://www.nmc.org/horizon-project/horizon-reports>

¹³ OCWC 會員組織。取自 <http://www.ocwconsortium.org/en/members/members>

¹⁴ 國立國立交通大學高等教育開放資源研究中心。取自

http://ocw.nctu.edu.tw/speech_detail.php?gid=6&nid=163#.UcCRgP1TCS0

¹⁵ 國立國立交通大學高等教育開放資源研究中心-開放式高等教育的演變與展望/大規模開放式線上教育平台介紹。取自 http://ocw.nctu.edu.tw/speech_detail.php?gid=6&nid=163#.UcCRgP1TCS0

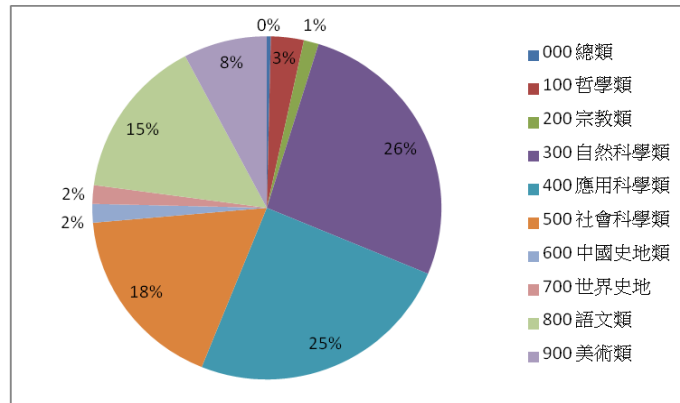


圖2-1 台灣開放式課程聯盟網站提供之所有課程類別百分比圖

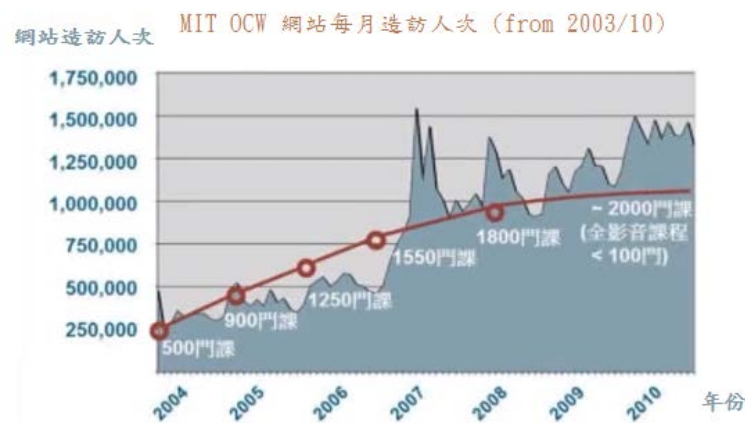


圖2-2 美國麻省理工學院開放式課程網站每月造訪人次圖表

開放式課程將高品質的教育資源及課堂講義、參考資料等相關資料組織為數位教材，以分享學校的教育資源、取之於社會用之於社會的精神，將該校課程系統性地放置於網路上，藉由開放分享的方式供大眾學習各學科領域。開放式課程打破了大學的圍牆與知識的藩籬，讓知識不再侷限於學校內，不論社會背景與教育背景的學習者皆能享有學習上的平等權，更讓弱勢族群與教育體制外的知識追求者受益。根據OCWC於2012年的使用者回饋統計報告中指出開放式課程的使用者年齡層不僅限於20~29歲的高等教育學習者，在30歲以上的學習者也占了一半以上¹⁶（如圖2-3所示），此表示終身學習的社會已迅速成形，而開

¹⁶ OCW User Feedback Report (Updated with OCWC Feedback Survey Results in August 2012)。取自 https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&src=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ocwconsortium.org%2Fen%2Fcommunity%2Fdocuments%2Fdoc_download%2F1080-ocw-user-feedback-reportupdated-august-2012&ei=p6HAUfCdBoiQkAX41oDIBQ&usg=AFQjCNFd1Z8zxN63GcefiFTMeAXyKbcQyg&sig2=i3wOT0F1ErtkhlBx8w0Kw

開放式課程顯然已成為終身學習的一種管道。同時，也完全突破時空的限制，用一種嶄新的方式讓熱愛學習的人們能夠隨時隨地進行學習，達成「處處是教室、時時有書讀」這一個理念的落實（許成之，1998）。開放式課程的興起對社會群眾造成了龐大影響力，包含學生、教育工作者、企業到國家等，知識解放後，在教育與學習產業上也多了競爭的氛圍。而開放式課程讓學習者擁有掌握學習的自主權，能利用開放式課程自行規畫並相互參照以輔助學習，此也使得學習者的學習態度轉變，比起一般傳統課程中的學習者，使用開放式課程進行學習的自學者在具有更深厚的自我學習動機下，亦能獲得更強大的學習效果（李雪莉，2011）。

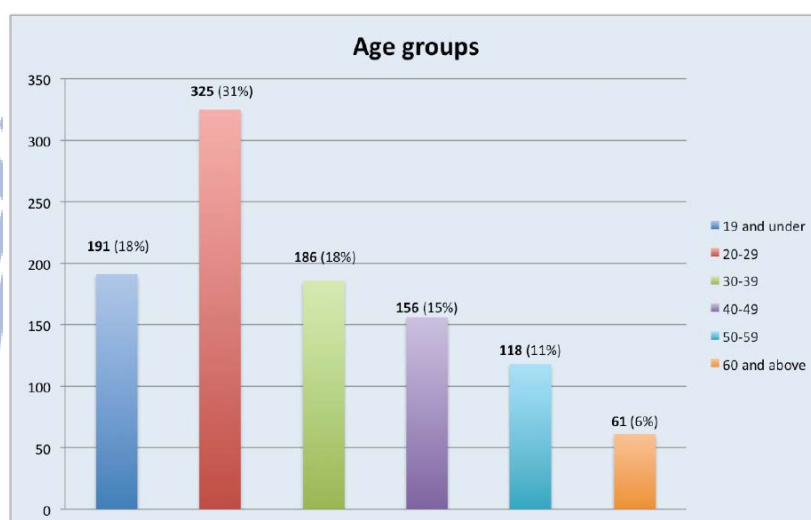


圖2-3 國際開放式課程聯盟於2012年使用者回饋報告中所分析之使用者年齡層

鑒於教育環境逐漸走向數位化，教育部也開始推動教育資源採用創用CC授權，創用CC是一種針對受著作權保護之著作所設計的公眾授權契約，並以開放、分享為主要精神，希望藉由公眾授權的方式讓已發佈之教育素材能透過教師社群的重製與整合，促進教學資源的流通與增長（教育部，2011）。世界性的開放教育資源運動讓許多高等教育機構將各校所專精的學科與大眾分享，在這股潮流的引領之下，開始出現大量的教學影音素材，因而也造就了知識傳播的蓬勃發展。

由於各校提供了大量的影音教材，使得全球最受歡迎的線上影音分享平台YouTube於2009年起開始推動YouTube EDU，此為Google所推行之線上開放式教學計畫。由於YouTube網站十分熱門，根據Alexa網站統計，YouTube為全球流量第三大的網站，排名僅次於Facebook與Google¹⁷，將各校開放式課程所提供的大量影音素材與YouTube網站結合也使得教育資源的影響力更為廣泛。YouTube EDU繼成立以來已獲得來自全球各級學校與學術機構的熱烈迴響，包括哈佛大學、史丹佛大學、麻省理工學院等高等教育機構都是YouTube EDU

¹⁷ Alexa 網站。取自 <http://www.alexa.com/topsites/global>

的合作夥伴。此外，國立交通大學、國立台灣大學、國立清華大學於2012年起陸續加入YouTube EDU教育頻道，成為YouTube EDU首批華語教學資源，涵蓋多元化的課程內容供社會大眾進行自我規劃與學習。而目前全球各知名大學於YouTube EDU教育頻道共提供超過85萬支影片（陳怡如，2013），讓全世界熱愛學習的人能夠不受時空與教育背景的限制免費瀏覽世界知名學府的開放式課程。以國立交通大學為例，目前已提供超過100門課程供使用者學習，而YouTube EDU上線首日即吸引將近2萬瀏覽人次，其中莊重老師的微積分課程更創下單天8000的觀看次數，截至目前統計，國立交通大學YouTube EDU頻道已累積超過29萬瀏覽量¹⁸，由此可知將開放式課程與YouTube結合後所帶起的影響層面十分可觀。

在全球高等教育機構提供了大量教學影音素材供社會大眾學習之後，來自世界各地的使用者所能運用的學習資源相當廣泛，但各校所提供的學習資源多數僅限於課堂筆記及課程影音，通常不另提供作業或評量讓學習者進行練習，亦無法追蹤學習者的學習情形，為了確保學習者能夠了解課程中所講述的概念，也讓教學者詳細的掌握學習者的使用狀況，近年來，許多學校開始推動一種新的線上教學課程(Massive Open Online Courses，簡稱MOOCs)，全名為「巨型開放式線上課程」¹⁹或稱為「大規模開放式線上教育平台」，即為開放式課程所造成的一大影響。但其與開放式課程最大的不同即是讓學習者能與課程有所互動，所以MOOCs不僅提供學習者豐富的學習資源，學習者也能透過檢測系統了解自己對於課程內容的理解程度，對於教育工作者而言，也能夠經由系統得知每個學習者最細微且最為完整的學習紀錄，供教育工作者瞭解學習者詳細的使用情況。2013年，NMC的專家社群也於該年度的高等教育預測報告中提出未來1年內MOOCs會於國際間蔚為風潮²⁰，此預測也在開放教育的轉變下實現。其中最成功的案例即為矽谷的新創網站Coursera，亦被譯為頂尖大學線上免費課程，此網站是由史丹佛大學電腦科學系教授柯勒（Daphne Koller）與華裔副教授吳恩達（Andrew Ng）於2012年2月所創辦，目前已與全球頂尖大學和教育組織共計83個機構²¹合作，一同提供網路課程免費供大眾學習，主要願景是想要達成讓任何人都能夠不受限的獲得世界一流的學習資源。學習模式為讓學習者能夠透過網路上課，後繳交教學者所指定的作業及考試，並於課程結束後能夠獲得修課證書。此舉獲得極大迴響，截至目前為止，全球已超過1000萬人次註冊，並有73所國際知名大學在此開設388堂網路課程，而平均每門課程可吸引3萬人註冊²²，可知影響力甚大。

在國內，教育部也推出MOOCs計畫，並譯名為「磨課師」，同樣強調完全免費且能夠無遠弗界的利用開放式整合平台²³，而所提供的課程資源是屬於半封閉式的，僅提供註冊後的學生才能看見課程完整的學習資源²⁴。MOOCs並依照教學者的課程規畫觀看小單元的課程

¹⁸ 國立交通大學 YouTube EDU。取自 <https://www.youtube.com/user/nctuocw/about>

¹⁹ 教育部電子報－認識MOOCs。取自 http://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows_sn=12344

²⁰ NMC地平線報告。取自 <http://www.nmc.org/horizon-project/horizon-reports>

²¹ coursera 官方網站。取自 <https://www.coursera.org>

²² 魔課師x酷斯拉研討會（MOOCs x Coursera Seminar）。取自 <http://registrano.com/events/ee8d87>

²³ 鼓勵線上學習 教部推磨課師。取自 <http://www.lihpao.com/?action-viewnews-itemid-126556>

²⁴ 學習MOOC的訣竅。取自 <http://itschool.rdec.gov.tw/blog/post.do?bid=4&pid=869>

影片，學習者可以依照自己的學習步調來規畫。每一堂課被分為好幾段，每一段影片長度約為5到10分鐘，隨後會在每個段落結束後以一個簡易評量測驗學生觀看課程影片的成效，以快速累積學習者的成就感。看完一堂課後學習者需再完成教學者指定的作業或測驗，並由電腦系統或教學助理進行批改，如此一來，每一課程即可教授數以千計的學習者²⁵，比起傳統教學方式，MOOCs所能帶動的影響力更為寬廣，能夠將原先教室的功用加以百倍和千倍的數量放大，也改變了師生間的教學互動情形。這種新型態的學習模式在國際間迅速的發展，並吸引了全球數百萬名學習者利用MOOCs線上教育平台進行學習，不僅為教育體制帶來新的面貌，並逐步實現了全民教育的可行性²⁶。

第二節 開放式課程之應用

在全球開放教育資源運動的推行下，使得全世界高等教育機構提供了豐富的開放式課程教學資源供大眾使用，此對於現今社會已造成了一定的影響力，但開放式課程以單一窗口的形式僅將教學資源置於開放式課程平台中所能影響的層面較少，若能適當的以創新的方式拓展現有的教學資源，勢必會對於使用者造成更大的影響。如前文所述，開放式課程著作採用創用CC (Creative Common) 授權，此為一種針對受著作權保護之著作所設計的公眾授權契約，並以開放、分享為主要精神 (教育部，2011)，此舉大幅的減少教育資源在流通性與使用上的法律障礙，以公眾授權的方式讓已發佈的教育素材能被廣泛使用或進行重製，讓教學資源得以不斷創新，以促進教學資源的流通與增長 (陳志銘等人，2010)。不論教學領域相同與否，教學者皆可利用國內外已發佈之現有教學素材進行交流與參照，此也促成了跨領域學科的合作與交流。經由不同的教學者將教材進行改製改做後成為創新的輔助教材，也讓更多熱愛學習的人能有不同的學習資源得以參考。

由於開放式課程被社會大眾所廣泛應用，此也引申出另一種教學方式—反轉式教學。不同於過往的授課方式在教室中介紹概念以及範例，並給予完整的回家作業以增進學生對於整體課程的概念，反轉式教學則是把傳統教室的教學內容延伸至課堂之外，簡言之，即是將傳統的上課方式顛倒過來，讓學習者自行觀看影片，經由既有知識以及影片內容所學，教學者在教室中利用多數的時間透過活動的方式來進行課程，進而幫助學生建立起課程的核心概念。開放式課程的迅速興起，讓使用反轉式教學的教學者能利用網路上的非同步課程進行教學，多樣化的教學素材也讓教學者在影片的挑選上有更多的選擇。反轉式教學以一種獨特的教學法改變了傳統的教學模式，互動式的學習讓學生不再仰賴教學者給予

²⁵ 高等教育紀事報(The Chronicle of Higher Education)。取自
<http://chronicle.com/article/What-You-Need-to-Know-About/133475/>

²⁶ 教育部資訊及科技教育司-迎接數位化學習時代—教育部規劃全面性的數位學習推動計畫。取自
<http://www.edu.tw/news1/detail.aspx?Node=1088&Page=18104&Index=&WID=3ee9c9ee-f44e-44f0-a431-c300341d9f77>

正確答案，亦異於傳統教育以教學者為中心，學生被動的接受知識傳授的學習方式，取而代之的是課堂上師生間的互動、同儕間的討論，讓學生能夠自主學習，並藉由活動的參與鼓勵學生發揮思考能力與創造力，激盪出無限可能。而經由反轉式教學的學生因為接觸較多合作與創新性質較高的教學方式，所以比起傳統教學方式的學生更能接受創新以及與同儕合作性的學習方式，同時，也較不被滿足於課堂上所提供的形式來學習，而是以多樣性的學習資源來思考，這些都是與傳統教育有所差異的 (Strayer, 2009)。

此外，關於開放式課程的一大應用實例即為 2006 年 9 月由孟加拉裔美國人薩爾曼·可汗 (Salman Khan) 所創立的非營利教育組織—可汗學院(Khan Academy)，Salman Khan 沒有任何辦學經驗，僅憑著一股對於教育的熱忱，而創辦了一個課程範疇涵蓋包羅萬象且完全免費的高品質教育視頻 (呂紹玉, 2013)，目的是讓所有人在任何地點皆能夠免費的使用此教育資源以改善當前的教育現況。Salman Khan 形容他的使命即是要加快不同年紀學生的學習步伐，並以因材施教的想法，使得可汗學院向大眾分享著不同層次的教學資源，讓每個人能學到自己想要學習的課程。相對於 MIT、哈佛等高等教育機構所提倡的開放式課程計畫，可汗學院的定位是提供全面性的課程，從最基礎的內容教起，並以由易至難的進階方式相互銜接著直到大學教育²⁷，由於教學方法簡單易明，且每一個視頻的影片長度僅 10 分鐘左右，除了教學影片外，網站亦開發出一套精心設計的系統，包含練習題、使用者的學習歷程記錄、樹枝圖狀的知識地圖以及鼓勵學習者使用該網站進行學習的徽章制度供學習者參考，故視頻很受大眾歡迎 (呂紹玉, 2013)。可汗學院目前已提供超過 4,200 個教學視頻，一共包含數學、科學、天文及歷史等十幾個不同領域，包括 CNN、全國公共廣播電台及公共電視網在內的多個美國傳媒皆曾作過專題報導。可汗學院也於 2009 年榮獲微軟科技教育獎，2010 年時，更獲得比爾蓋茲的慈善基金會贊助 150 萬美元及 Google 所贊助的 200 萬美元以支持可汗學院製作出更多課程，並希望能將核心內容翻譯成世界上各種廣泛使用的語言，以打破語言的隔閡為目的，讓全世界更多的學習者受惠²⁸。至目前為止，可汗學院的官方 YouTube 頻道已經吸引超過 2 億 7 千萬人次觀看²⁹，由瀏覽量即可得知可汗學院所造成的龐大影響力。也由於後台系統能夠詳細的記錄著個別學習者對於每一個問題的完整練習記錄，故在 2011 年，可汗學院已於美國的部分班級採用試辦教學，教學模式如同前文所述的反轉式教學，教學者讓學生於回家時自行觀看可汗學院的影片代替上課，後再於上課時做練習，並由同學間互相輔導，教學者亦能透過網路平台所提供給教學者的班級學生學習記錄，得知每一學習者有哪些觀念尚未釐清。相較於傳統的學校課程中，由於時間緊迫的配置之下，為了配合全班的進度，教學者僅能在多數學生達到一定的標準後(例如及格門檻)，就必須接續著教學課程內容，但若是能夠利用類似於可汗學院的智能系統，則教學者就可以試圖讓每一學習者將所有的基礎觀念釐清之後再繼續往下教學³⁰，則能夠有效避免學生前述觀念已經混淆而繼續往下教學的可能性。

²⁷ 可汗學院維基百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%AF%E6%B1%97%E5%AD%B8%E9%99%A2>

²⁸ 可汗學院官方網站。取自 <https://www.khanacademy.org/about>

²⁹ 可汗學院 官方 YouTube 頻道。取自 <http://www.youtube.com/user/khanacademy>

³⁰ 可汗學院維基百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%AF%E6%B1%97%E5%AD%B8%E9%99%A2>

在開放式課程裡眾多的自學者所運用的實例中，令人印象最深刻的實例為去年一名十七歲的印度高中學生Amol Bhave以學習者的身份開課，由於不滿意麻省理工學院所推出的MITx不開辦接續 6.002x: Circuits and Electronics(電路與電子學)的課程 6.003: Signals and Systems(信號與系統)，因而透過其他兩位 6.002x同學的協助，創造了自己的線上開放課程 6.003z，其核心內容取自於MIT所提供之OCW網站內Alan Oppenheim教授的影音教學，此外還有Bhave和朋友共同撰寫的自創教材³¹，至2012年底，全球約有800人報名參加此線上開放課程，並約有300人每週完成作業，影響力不容小覷。Bhave以「教中學」的方式自我學習，展現出學習者不僅只能使用OCW獲取知識，還能進一步將OCW所提供的教學資源進行重組和運用，並以自身的力量將創新的學習資源分享給更多同樣熱愛學習的人。此也破除了只有高等教育機構中的學者能夠開課的迷思，充份的展現出學習者也能夠運用既有的網路資源與大眾分享自己所學，達成了「教中學」的目的(鄒景平，2012)，也讓資訊的傳播以更廣泛、更多元的方式呈現。

第三節 模組化

模組化(Modularity)的概念源自於德國，1930年G. Schlesinger教授以積木構成法(Building Block System，簡稱BBS)之原理，將模組化觀念應用於工具機上(歐芝岑，2001)。積木構成法的原理是將各單元體之間屬性相同的單元體進行歸類，並建立起具系統性的層級關係(林蓮蕊，2006)，後可由所有元件中選取所需的單元組件，並依照程序以達成開放性與多樣性的變化(蔡仁宏，2000)。G. Schlesinger教授將原本工具機台的主要功能與結構進行拆解，以個別標準化的方式成為獨立模組，後再針對新機台的工作目的與功能將原先的獨立模組依其關聯性組合而成(歐芝岑，2001)，以達到增加效率的目的。1960年代起，模組化開始應用於生產設計(Production Design)上，近年來，由於客製化與多元化概念的興起，使得模組化在製造業、資訊電子業等方面皆有其應用，甚至也能夠將模組化的概念運用在教育上(江明洲，2003)。

1996年李隆盛的論文中提出「模組」(module)的定義是指「短程、完整並具有獨立性的小單元」，而每個小單元可和其他單元聯結而完成較大的工作或達成較長程的目的。其是為因應網路教學的普及和教學環境的變革所發展，模組化的教學設計也跳脫了單向式、順序性的思維，以互動式及跳躍式的學習模式順應著時代的變遷(張政亮，2001)，讓學生不再一昧的接受傳統教學中教師單方面的規畫，而是能在不同的模組單元中，依照自己的考量彈性的選擇合適的模組單元，此也促進了個別化的適性教學(施勳鈺，1997)。國外學者Finch與Crunkilton對「模組」所下的定義為：「一種教學套裝(或傳遞系統)，它包含一系列有計劃的操作學習設計，提供學生依其進度學習，以達成各種目標與需要」

³¹ 6.003z 課程網站。取自 6003z.amolbhave.in

(林建仲、鄭宗文，2001)。Baldwin 與 Clark 也認為模組化是一種很特別的架構，其特性為每個模組單元皆為獨立的，但單元間卻相互關聯，而非各自獨立的，因此能有效簡化複雜的系統 (Baldwin & Clark, 2000)。

此外，由模組化課程設計之簡介 (朱元祥、蒲介珉，2000) 中提出，模組化課程的概念其實很早即在台灣職訓單位開始使用，將職業技能與知識細分為許多單位課程 (module unit)，提供給不同背景與能力的受訓者能夠依照自己目前的職能水準與需求來選修，這樣的方式極具彈性化，讓各種技術部門人員皆能依循個別需求做適當的調整 (孫仲山等人，2005)。元智大學管理學院於民國八十六年九月也開始實施「學系學程化、學程模組化」計畫，而現今技職教育體系在課程規劃上也逐漸採用此種設計，由於技職教育體系與學術導向的普通教育有所差異，技職教育主要教學目的為就業前的準備教育，而技職體系學生相較於一般教育體制的學生在學科上學習的時間較為不足，須在短時間內學會技術及知識，因此發展出一套模組化的學習方式，僅讓技職體系的學生學習所需的技能，則學生就不需花費過多的時間學習所有概念或課程，課程設計上也以符合當前與職場生活的真實需要為主 (張真真，2006)，故若能讓學生透過一連串相近的主題學習，並強調「做中學」的教學理念，是有效的提升學生學習成效的方式 (朱元祥、蒲介珉，2000)。

由於各校開放式課程所提供之教育資源皆為針對特定專業領域的學習者所設計的，而其中廣泛被使用的影音課程皆採取一鏡到底式的實堂錄影側錄教學者的上課內容供大眾觀看，即為忠實地呈現該校此課程的上課情形。但對於非專業領域的學習者而言，要瞭解一門課程需要花上許多時間，而許多專業的課程內容也不一定合適來自各種不同教育背景的學習者。此外，對於教育工作者而言，要如何選取適合該校學生程度的課程內容以融入自身教學是一件困難的事，由第一章也能得知使用 MIT OCW 所提供之教學素材進行教學的教育工作者也占少數。在種種情況的考量之下，亦由於開放式課程的著作採用創用 CC 授權，所以教學資源皆能夠不受著作權的限制進行重製與整合讓既有的教學素材得以不斷創新，促進教學資源的流通與增長。而開放式課程若能以模組化的方式將原提供之教育素材進行改製，則對於學習者與教育工作者而言都能有效率且以更簡易的方式使用之。但由於所呈現的單元皆為完整且短程，所以要將一門學科進行模組化並非簡易的工作，在設計時需注意各單元間的連接性是否合適且相符，並且需將每個單元皆呈現出完整且精要的部分，才能使課程模組化變得完整以符合要求，故在進行模組設計前應當思考模組規劃的所有可能性 (方建良、姚如芬，2003)。而教學順序需有依據，故在單元間的優先順序設計上需有其緣由，每個學生的學習路徑可能會不同，所以也應因人而異允許多個學習路徑 (Falmagne, Cosyn, Doignon & Thiéry, 2006)。模組化後的課程也提供學習者一個有效率、有系統的學習鷹架，使不同教育背景的學習者皆能夠依照個別程度與需求做調整，使學習更具彈性及多元化，也能讓學習者看見整個概觀的架構，瞭解每一段課程脈絡及課程間的關聯性，而非僅以線性思維來學習；對於教育工作者而言，模組化後的教學資源因為已依照難易度及關聯性的小單元呈現，所以能使教育工作者更容易選用適合該校學生程度的教學素材，不需再自行擷取課程影片片段，只需專注於規畫適當的組織融入教學當中，

則這樣的方式也能促進更多教育工作者願意使用這些模組化後的素材去創用新的教學資源進而影響更多學習者。



第三章 現今微積分開放式課程探討

如同第一章所述，微積分是大學數學的入門課程，在銜接高中與大學數學間占有一定的重要性，同時微積分也是所有理工學科的必修科目，更是許多領域的基礎學科與輔助工具，並經常成為各大專院校研究所入學考的科目，所以微積分的學習者非常多也很廣泛，因此許多學校皆提供微積分開放式課程供大眾學習。根據台灣開放式課程聯盟網站的統計結果，目前共有九所學校設立二十五門微積分課程供大眾學習。以下，研究者將介紹 TOCWC 所提供之微積分開放式課程，並以微積分(一)部分課程進行探討。

第一節 研究架構與方法

本章節將探討台灣開放式課程聯盟目前所提供之微積分課程，以瞭解不同屬性的學校及不同學院的微積分課綱及教學者的教學方式。此外，在諸多的微積分開放式課程中，以國立交通大學莊重老師的微積分課程最為熱門，故研究者將分析莊重老師微積分課程的教學模式及課程結構，以瞭解莊重老師微積分課程的教學方式。

根據上述的研究架構，研究者所採用的研究方法為先調查不同屬性的學校及不同學院的微積分課綱，也藉由分析不同屬性學校提供之微積分開放式課程的影音課程內容，以便了解不同教育背景的學習者所學之微積分課程的進度與排序。後再將國立交通大學開放式課程中所提供之莊重老師微積分(一)的部分課程內容依據影片時間進行整合與分析，主要方式為採取資料分析法以分析部分章節講授內容，各段落皆擷取莊重老師所講述的課程摘要，例題部分則以題目、答案及解題重點呈現之，並藉由國立交通大學應用數學系所提供之微積分課程學習目標以對照每一例題所對應之學習目標。此外，研究者亦採用三角校正法將分析後的課程內容及教學方式實際與莊重老師進行訪談，以深入瞭解莊重老師的微積分課程講授方式，並用以校正研究者的分析與解釋。

由於分析莊重老師的微積分課程之後，瞭解到莊重老師講授微積分課程的方式為先講述大致概念與想法，讓學習者能以直觀的方式瞭解課程內容，再利用例題整理出整個章節所要呈現的概念。由於課程內容以例題解說上的比例很高，所以本研究也將每一例題進行難易度分析，例題難易度的分析方式採用專家效度，由研究者先與指導教授共同討論每一例題的難易度，以解題技巧與解題步驟的多寡決定之，並利用國立交通大學 97-100 學年度之微積分上學期會考題之答對率以校正各例題難易度，按照答對率 75%、50%、30%、15% 將每一例題對應為易、中、難及更難四等第，後再依前述方式請國立中央大學 T1 教師、

國立聯合大學 T2 教師以及明新科技大學 T3 教師（專家專長領域與經歷如表 3-1 所示），共三位師長一同協助判別每一例題對於各校學生之難易度，以瞭解不同教育背景的學習者對於使用現今國立交通大學開放式課程所提供之莊重老師微積分(一)影音課程的使用情境與影響。

表 3-1

交大莊重老師微積分課程例題分析之專家專長領域與經歷

編號	性別	專家領域	經歷背景
T1	女	數論、表現理論	國立中央大學數學系助理教授
T2	女	微積分與演算、Applied Calculus(應用微積分)、工程數學	國立聯合大學電機工程學系副教授
T3	女	微積分、泛函分析、數學教育	明新科技大學資訊工程系副教授

第二節 研究對象

本研究主要研究對象為台灣開放式課程聯盟目前所提供之部分學校微積分(一)課程內容、教學時間與課程綱要，以及眾多微積分開放式課程當中最為熱門的國立交通大學莊重老師微積分(一)部分課程，此課程為 95 學年度所拍攝，微積分用書為 Calculus (Early Transcendental), James Stewart, 5th Edition，課程提供之教學素材包含課程影音、課程講義、課程綱要、課程行事曆以及課程測驗，本文根據此課程所提供之教材進行課程內容分析，其分析章節包含第一章函數與模型、第二章極限與導數、第三章微分法則、第四章微分的應用、第五章積分以及第七章積分技巧（如圖 3-1 所示），未採取第六章積分的應用一同進行模組化的原因為第六章與第七章相比，第七章的積分技巧較能將積分的介紹做一個完整的陳述，而第六章介紹面積與體積的運算可為後續的層面，在時間的限制下，故本研究僅進行此六個章節的分析。在分析課程內容後，研究者亦與莊重老師進行訪談，以深入瞭解莊老師的微積分課程講授方式，並用以校正研究者的分析結果。

課程影音列表 Course Video List

週次	章節	影音格式
	第一章 Functions and Model	線上觀看 WMV MP4
	1.5 Exponential Functions	線上觀看 WMV MP4
	1.6 Inverse Functions and Logarithms	線上觀看 WMV MP4
	第二章 Limits and derivatives	線上觀看 WMV MP4
	2.2 The Limit of a Function	線上觀看 WMV MP4
	2.3 Calculating Limits Using the Limit Laws	線上觀看 WMV MP4
	2.4 The Precise Definition of a Limit	線上觀看 WMV MP4
	2.5 Continuity	線上觀看 WMV MP4
	2.6 Limits at Infinity; Horizontal Asymptotes	線上觀看 WMV MP4
	2.8 Derivatives	線上觀看 WMV MP4
	2.9 The Derivative as a Function	線上觀看 WMV MP4
	第三章 Differentiation Rules	線上觀看 WMV MP4
	3.1 Derivatives of Polynomials and Exponential Functions	線上觀看 WMV MP4
	3.2 The Product and Quotient Rules	線上觀看 WMV MP4
	3.4 Derivatives of Trigonometric Functions	線上觀看 WMV MP4
	3.5 The Chain Rule	線上觀看 WMV MP4
	3.6 Implicit Differentiation	線上觀看 WMV MP4
	3.7 Higher Derivatives	線上觀看 WMV MP4
	3.8 Derivatives of Logarithmic Functions	線上觀看 WMV MP4
	3.10 Related Rates	線上觀看 WMV MP4
	3.11 Linear Approximations and Differentials	線上觀看 WMV MP4
	第四章 The Properties of Gases	線上觀看 WMV MP4
	4.1 Maximum and Minimum Values	線上觀看 WMV MP4
	4.2 The Mean Value Theorem	線上觀看 WMV MP4
	4.3 How Derivatives Affect the Shape of a Graph	線上觀看 WMV MP4
	4.5 Summary of Curve Sketching	線上觀看 WMV MP4
	4.4 Indeterminate Forms and L'Hospital's Rule	線上觀看 WMV MP4
	4.7 Optimization Problems	線上觀看 WMV MP4
	4.10 Antiderivatives	線上觀看 WMV MP4
	第五章 Integrals	線上觀看 WMV MP4
	5.1 Areas and Distances	線上觀看 WMV MP4
	5.2 The Definite Integral	線上觀看 WMV MP4
	5.3 The Fundamental Theorem of Calculus	線上觀看 WMV MP4
	5.4 Indefinite Integrals and the Total Change Theorem	線上觀看 WMV MP4
	5.5 The Substitution Rule	線上觀看 WMV MP4
	5.6 The Logarithm Defined as an Integral	線上觀看 WMV MP4
	第七章 Techniques of Integration	線上觀看 WMV MP4
	7.1 Integration by Parts	線上觀看 WMV MP4
	7.2 Trigonometric Integrals	線上觀看 WMV MP4
	7.3 Trigonometric Substitution	線上觀看 WMV MP4
	7.4 Integration of Rational Functions by Partial Fractions	線上觀看 WMV MP4
	7.7 Approximate Integration	線上觀看 WMV MP4
	7.8 Improper Integrals	線上觀看 WMV MP4

圖 3-1 本研究分析之國立交通大學開放式課程莊重老師微積分(一)課程章節一覽

第三節 他校課綱分析課程之進度與排序

研究者根據台灣開放式課程聯盟目前所提供之微積分開放式課程進行探究，觀察到多數學校提供的課程皆為影音課程，教學者的教學方式也多以板書為主、簡報為輔。而影音課程皆為呈現出課堂實錄，即為忠實呈現該校學生實際上課的樣貌，此為一種線性模式。本節蒐集不同屬性的學校及不同學院的微積分課綱，以瞭解不同教育背景的學習者對於微積分的需求。並依據目前台灣開放式課程聯盟網站中提供微積分課程之學校共有九所，分別為國立中央大學、弘光科技大學、國立東華大學、崑山科技大學、國立交通大學、國立清華大學、南台科技大學、國立臺灣大學、國立中興大學，共為二十五門課程，而本研究僅探討微積分(一)開放式課程的部分，經由統計後共為十五門課程，如下表所示（依照開課年份近至遠排序）：

表 3-2
台灣開放式課程聯盟網站提供之微積分(一)課程列表

學校名稱	課程名稱	授課老師	開課年份
弘光科技大學	微積分	廖本義	2012
國立東華大學	微積分	張子貴	2012
崑山科技大學	微積分 Calculus	葉紫生	2012
國立中央大學	微積分 (i)	單維彰	2012
國立清華大學	微積分(一) Calculus I	高淑蓉	2010
國立交通大學	微積分(一)-99 學年度 Calculus (I)	白啟光	2010
南台科技大學	初等微積分(Elementary Calculus)(商管)	蕭龍生	2009
南台科技大學	初等微積分(Elementary Calculus)(商管)_非同步網路教學	林義旭	2009
國立中央大學	微積分	單維章	2009
南台科技大學	微積分一(Calculus 1)(工)_非同步網路教學	張勝麟	2009
國立交通大學	微積分(一)-英文授課 Calculus I	符麥克	2007
國立交通大學	微積分(一) Calculus I	莊重	2006
崑山科技大學	微積分 Calculus	洪家宗	2005
國立臺灣大學	微積分 Calculus	朱樺	2005
國立中興大學	微積分(大一) Essential Calculus	李林滄	2005

本研究先針對不同屬性學校的微積分課綱進行分析，如普通大學及技職學校即為不同的教育體系，研究者選擇將國立交通大學與國立中央大學、國立聯合大學、南台科技大學以及崑山科技大學五所學校進行微積分課綱分析，選取這幾所學校進行分析的原因為分析的學校包含普通大學及技職學校這兩種不同的教育體系，而且國立交通大學與國立中央大學、南台科技大學以及崑山科技大學皆有提供微積分課程於開放式課程網頁中供大眾學習，而國立聯合大學為實施微積分課程套件計畫³²之學校，故在此也一同進行分析，而其他學校以各教師自行選用微積分用書與決定講授內容為主，較無共同課綱標準予與比較，所以本研究僅以這五所學校進行課綱分析。

將這五間學校進行課綱比對後，發現各校之進度、使用書籍與教學內容皆有很大的差異性。普遍來說，微積分教學內容的難易度會因為學科領域上不同而有高低落差，大致而言，商管科類別的微積分課程內容會比理工學科所講授之微積分課程內容簡易，而普通大學所教學之內容也會比技職學校來的廣。其中，國立交通大學、國立中央大學與國立聯合大學的微積分用書皆為同一作者 James Stewart 所著，所以書籍內容較為相近，但詳細將書籍進行各章節比對時，發現不同版本的書籍還是有些許差異，例如教學章節有更動，或是部分例題已被刪減。而兩所科技大學所選用的書籍皆為中文用書，與其他三所學校亦有不同。研究者將此五校之微積分用書進行比較，詳細比對情形如表 3-3 所示。

表 3-3

國立交通大學、國立中央大學、國立聯合大學、崑山科技大學及南台科技大學微積分使用書籍列表

	微積分使用書籍	作者	出版年份
國立交通大學	Calculus (Early Transcendentals) 6th Edition	James Stewart	2008
國立中央大學	Calculus 6th Edition	James Stewart	2009
國立聯合大學	Essential Calculus (Early Transcendentals)	James Stewart	2007
崑山科技大學	微積分	李正/張淑珠	2000
南台科技大學	微積分，南台科技大學自然科學組主編	南台科技大學 自然科學組	2008

由於國立交通大學、國立中央大學與國立聯合大學皆使用同一作者 James Stewart 所著的微積分用書，故研究者先以這三本微積分書籍進行分析比較，國立交通大學選用之微

³²本文第四章將詳述國立聯合大學課程套件計畫

積分用書為 Calculus (Early Transcendentals) 6th Edition (目前已使用 Calculus (Early Transcendentals) 7th Edition) 與國立中央大學用書 Calculus 6th Edition 及國立聯合大學用書 Essential Calculus (Early Transcendentals)，比對後發現這三本微積分用書在出版年份有所不同，而超越函數(Transcendental)的講述方式亦不相同，Early Transcendentals 所指的是書籍中的章節排序為先解說超越函數(三角函數、指數函數與對數函數)再講解極限的章節，若將超越函數放到積分後再講解，這是一種嚴格性的考量。這三本微積分書籍最主要的差異性在於自然指數和對數的定義方式及編排順序不同，國立中央大學所使用的微積分書籍 Calculus 6th Edition 將超越函數的解說排序放置於第七章節講解，即為先介紹完積分的單元後才提出超越函數，而國立交通大學與國立聯合大學分別使用之微積分書籍 Calculus (Early Transcendentals) 6th Edition 及 Essential Calculus (Early Transcendentals) 皆將超越函數的部分放置於第一章節，即為一開始就先介紹超越函數的部分。書籍的排版方式各有千秋，但是對於學習者而言，使用 Early Transcendentals 的版本會比較直觀、具體一點，再加上已經介紹了自然指數後，就可以在接下來的章節中引入自然指數 e 的題型。而比對後亦發現國立交通大學與國立聯合大學的用書十分相似，只是國立聯合大學的微積分用書比起國立交通大學的微積分用書在例題上較為不同，國立聯合大學的使用書籍已將較為困難的題目刪除，而兩校所選用的書籍，在比對後發現指數與對數的部分為差異較大的地方，其中國立交通大學所採用的書籍在此部分寫得較為直觀，但國立聯合大學所採用的書籍則利用嚴謹的證明來講述之，這是兩校所採用書籍內容敘述上較為不同的地方。另與國立聯合大學的 T2 教師（專家專長領域與經歷如表 3-1 所示）進行訪談後得知原本國立聯合大學的微積分使用書籍與國立交通大學的用書相同，但由於學生的學習程度與進度上的排序，通常無法教到較難的部分，故後來採用較為簡易的版本進行教學。

除了分析用書之外，研究者將國立交通大學、國立中央大學以及國立聯合大學的書籍章節進行比對，採用此三個學校微積分用書進行比對之原因為以上三所學校皆有微積分大會考的機制，並且全校微積分課程皆使用同一書籍並規畫微積分會考的內容，故各校學生學習之微積分課程內容與排序上較為統一。本文依照微積分的主題性將書籍章節進行整理，其中國立聯合大學分為理工學院及電資學院兩部分進行比對，其原因為國立聯合大學理工學院所教授之微積分為三學分課程，電資學院教授之微積分課程為四學分，講授之內容多寡亦有不同。本研究僅比對微積分課程模組化之章節(包含函數與模型、極限與導數、微分法則、微分的應用、積分以及積分技巧)，比對後發現各校選用之微積分用書的章節在排序上並不相同(詳細情形請參閱附錄二)。由此可知微積分課程的單元排序上並不一定相同，如在超越函數以及極限與導數的部分，即可明顯的看出書籍間單元排序方式的不同，對於學習者而言，若僅為線性思維的排序方式較無法看出微積分課程的全貌以及單元之間的關聯性，這也是進行微積分課程模組化的原因。

本節並將五間學校中的兩所技職體系學校—南台科技大學與崑山科技大學的微積分課程講授章節與國立交通大學課程內容進行比對，其中南台科技大學所提供之微積分開放

式課程為三門課程，崑山科技大學提供之微積分開放式課程為兩門課程，研究者將南台科技大學與崑山科技大學所提供之微積分開放式課程之內容比對國立交通大學微積分教學小組所提供之微積分上學期課程大綱（詳細情形請參閱附錄三），進行課程章節約略比對後，得知科技大學所講授的章節內容較普通大學為少，且相同主題所講授之內容深淺也不相同，如下表所示：

表 3-4

南台科技大學與崑山科技大學之微積分(一)章節內容比對表

學校名稱	課程名稱	他校與交大微積分(一)課程 講授內容約略比對章節
南台科大	初等微積分	交大 CH1-CH4
	初等微積分_非同步網路教學	交大 CH1-CH4
	微積分一_非同步網路教學	交大 CH1-CH4
崑山科大	光電工程系-微積分	交大 CH1-CH3
	工程學院-微積分	交大 CH1-CH5, CH7

註：國立交通大學微積分課程第一學期所講授章節為 CH1-CH8, CH10

本研究並加以分析南台科技大學管資系蕭龍生老師所提供之上學期的初等微積分開放式課程，將各單元教學影音時間與國立交通大學莊重老師的微積分開放式課程進行比對，發現在講授同一單元的影片長度中，南台科大的教學時間大致上皆較國立交通大學所教學的時間為長，甚至在比對中發現高階導數的課程教學時間差至八倍之多（詳細情形請參閱附錄四及附錄五）。

由他校微積分課綱、選用書籍與教學時間分析後，可見得由於各校學生的教育背景、先備知識不同，一般大學與技職學校所講授之內容難易度及課程安排上又有很大的差異性，所以各校所教學的微積分課程內容、深淺度及教學時間都不盡相同。故針對不同教育背景的學生而言，對於微積分課程的理解程度與需求也不相同。

第四節 莊重老師微積分(一)課程教學模式及結構分析

本研究分析國立交通大學開放式課程於 95 學年度所提供之莊重老師微積分(一)部分課程內容，此課程用書為 Calculus (Early Transcendental), James Stewart, 5th

Edition，課程提供之教學素材包含課程影音、課程講義、課程綱要、課程行事曆以及課程測驗，本研究根據此課程所提供之教材進行課程內容分析，但僅分析第一章函數與模型、第二章極限與導數、第三章微分法則、第四章微分的應用、第五章積分以及第七章積分技巧，而此影音課程所提供的教學素材皆為呈現出課堂實錄，即為國立交通大學學生實際上課的學習模式。本章節將莊重老師的微積分(一)課程教材進行分析並實際與莊重老師進行訪談以瞭解老師的教學模式及課程結構。

研究者先針對此門微積分課程進行分析時發現莊重老師的教學模式先以講述整堂課的大致概念與想法，讓學習者能先直觀的瞭解課程內容，再透過例子理解定義及定理背後所要傳達的涵義，後再利用例題解說的方式整理出各個章節所要呈現的概念，藉此讓學生能夠掌握微積分各章節的觀念與解題技巧，故在例題解說的影片長度比例上很高。以第二章極限與導數為例，教學總時數約為三個半小時，而例題解說時間約佔二小時，例題講解的比例約占影片總時間的 56.22%，詳細比較如下表所示：

表 3-5
交大莊重老師微積分開放式課程第二章之教學時間表

章節	教學時間	例題解說時間	例題解說時間比例
2-2~2-3	01:00:05	00:41:44	69.46%
2-4	00:24:07	00:11:08	46.16%
2-5	00:43:45	00:16:43	38.21%
2-6	00:14:24	00:07:44	53.70%
2-8	00:58:33	00:33:10	56.65%
2-9	00:11:40	00:09:01	77.29%
Total (Ch2)	教學總時數 03:32:34	例題解說時間 01:59:30	56.22%

註：2-1 和 2-7 章節並無進行教學

研究者將莊重老師的微積分(一)部分課程進行分析後，也實際與莊老師進行訪談，以瞭解莊重老師對於此門微積分課程的教學模式及課程結構。莊重老師表示當初設計微積分課程時的教學構想是希望在每一堂課中都能先將這堂課所要講授的內容陳述出來，讓學習者能先直觀的瞭解課程內容，故會在課堂一開始講述整堂課的大致概念與想法，讓學習者對於這堂課中所呈現的內容能有全貌性的瞭解，這樣的教學方式也能讓學生比較容易瞭解內容並將課程連貫起來，而先有直觀的看法後，再透過例子讓學生理解定義與定理背後所要傳達的涵義，之後再利用例題做解題上的訓練，讓學生經由不同的題目掌握微積分的概念以及解題技巧。

莊重老師也說明微積分課程能夠採取這樣的教學設計主要原因有二，其一與課程本質有關，由於微積分課程是相對於大學數學的科目中較接近高中數學的一門學科，不同於線性代數與高等微積分，微積分課程的本質較為基礎，在深度上也沒有這麼難，微積分課程中所提及之定義與定理都較其他學科更接近高中所學。另一因素來自學生所接觸的信念，由於高中數學多以解說例題的方式讓學生較容易理解整個觀念與學習概要，透過例子也能夠讓學生對於定理及公式更加理解，故講述觀念後再透過例題學習有一定實質上的學習效果，莊重老師的微積分課程教學設計亦採用這樣的教學模式，所以在例題解說的時間上占有很高的比例。而莊重老師亦表示所講解的例題以課本例題為主，並參考國立交通大學微積分會考題目，希望學生能夠透過題目掌握住微積分的概要及某些解題技巧，以瞭解定理與定義背後想要傳達的涵義。

本研究亦根據使用國立交通大學開放式課程中心提供之使用莊重老師微積分(一)課程的學習者給予之回饋中發現多數學習者認為莊重老師的教學方式淺顯易懂，解說方式也十分有趣，讓學習者受益良多，也釐清了許多觀念。其中一位30歲的自學者也表明莊重老師有幾次上課舉的例子非常的經典、巧妙，讓人在學習微積分時能與定理產生共鳴。亦有來自中國大陸的學生表示莊老師所講解的很多觀念都沒有在學校課堂上見過，所以聽著莊老師的解說也有了很大的啟發(詳細情形請參閱附錄一(iii))。由此可知，莊老師的微積分開放式課程對於許多自學者都有著深厚的影響力，開放式課程也使得教育無遠弗屆的傳播，讓更多熱愛學習的自學者能有豐富的學習資源參考之。

第四章 聯合大學課程套件計畫

第一節 聯合大學課程套件計畫簡介

國立聯合大學的課程套件計畫，此為桃竹苗區域教學資源中心所推動的開放式課程融入教學內容的計畫，主要目的是將已發佈的開放式課程，經由夥伴學校的教學者依照各校學生的需求以及特殊課程的性質將既有教材按教學先後順序進行重製與重組，形成各校的客製化課程。本研究以此微積分課程套件計畫談起，以瞭解國立聯合大學 T4 教師（專家專長領域與經歷如表 4-1 所示）利用國立交通大學開放式課程中所提供之莊重老師的微積分(一)部分課程再教學的教學模式，並加以瞭解不同學校的學生對於使用國立交通大學開放式課程所提供之影音課程所造成的影響。

表 4-1
聯合大學課程套件計畫教學者專長領域與經歷

編號	性別	專家領域	經歷背景
T4	女	微分方程、邊界值問題	國立聯合大學光電工程學系副教授

第二節 研究架構與方法

本章節主要探討聯合大學課程套件計畫實際教學模式與學生對於此教學方式的學習成效與回饋，首先，研究者需了解教學者利用已發佈之國立交通大學開放式課程中所提供的莊重老師微積分(一)部分課程進行再教學的模式及比對擷取之課程影音內容難易度。同時，也與施測班級進行問卷調查並藉由分析後的課程內容及教學方式實際與教學者及施測班級學生進行訪談，以深入瞭解教學者的教學模式及學生的建議與回饋，後並藉由微積分會考機制分析國立聯合大學施測班級學生經由此開放式課程再利用的教學模式觀看不同學校之微積分課程之學習成效。

根據以上的研究架構，首先所採用的研究方法為透過實際的課室觀察，即為研究者前往聯合大學施測班級，並將教學者上課情形進行隨堂錄影，以瞭解聯合大學課程套件計畫

的教學模式，再將教學者所擷取的莊重老師微積分(一)部分課程影片內容進行分析，每一擷取影片片段所含例題，經由前一章所提之專家效度的評鑑，用以判別教學者所擷取的課程影片內容之難易度。針對擷取影片內容進行分析後，研究者再採取問卷調查法，將聯合大學課程套件計畫之問卷調查所取得的有效問卷採用電腦軟體 Minitab 程式進行分析，後再採用三角校正法將分析後的課程內容及教學方式實際與教學者及施測班級學生進行訪談，以深入瞭解教學者的微積分課程講授方式及學生學習成效，並用以校正研究者的分析與解釋，並由微積分會考機制分析國立聯合大學學生經由此開放式課程再利用的教學模式觀看不同學校之微積分課程影片的成效與回饋。

第三節 研究對象

國立聯合大學微積分課程套件計畫的教學者為國立聯合大學 T4 教師（專家專長領域與經歷如表 4-1 所示），施測時間為 101 學年度上學期，共有兩個班級進行施測，而兩班皆為電機資訊學院的學生，其教育背景分別為大學部與四技部，本文中以 A 班及 B 班代表之，A 班學生學歷背景為高中升大學部者為多，而 B 班學生皆為高職升上四技部者，故兩個班級的學生本在教育背景上即有不同，但 T4 教師表示於兩班所講授之微積分課程內容有 90% 以上相似度。而教學者所採取之教學素材為擷取國立交通大學開放式課程中的莊重老師微積分(一)部分課程影片融入本身教學，將已發佈之開放式課程進行再利用教學。

第四節 資料分析方法

教學者所擷取之莊重老師微積分(一)部分課程影片，每一剪輯片段所擷取之例題難易度，皆經由前一章所提之專家效度的例題難易度來分析，用以判別教學者所擷取的課程影片內容之難易度。此外，本研究經由聯合大學課程套件計畫之問卷調查所取得的有效問卷則採用電腦軟體 Minitab 程式進行分析，其有效問卷的定義為通過反向題之問卷，並利用統計軟體 SPSS 及 Minitab 分析施測學生觀看課程影片情形並比對會考成績與觀看影片情形，運用之統計方法列舉如下：

一、敘述性統計

主要分析對象為問卷樣本背景、學習者觀看影片情形及學習者對於此課程設計上的學習成效與滿意度。透過次數分配、百分比以了解樣本特性與學習者的學習情況。

二、相關性分析

變項之間的相關度 (correlations) 在統計上常用 P 值 (P -value) 來表示檢定結果，而 P 值法是依據樣本觀察值作成拒絕域，進而求出的機率值。統計上通常以 $P=0.05$ 作為篩選，若 $P<0.05$ 就說有顯著差異， $P>0.05$ 就說沒有顯著差異，而 $P<0.01$ 則稱為非常顯著。而本研究採取相關性分析針對觀看影片時間、影片內容了解程度、與接下來老師上課所教學內容的幫助、課程影片的難易度合適性及回答小考問題的正確性共計五個變項進行相關性分析，以瞭解兩個不同教育背景的施測班級對於教學者使用 OCW 輔以教學的情形。

三、卡方分析

利用卡方分析能針對非連續變項 (如類別或次序變數) 之差異進行分析。在本研究即將施測學生自評觀看課程影片的多寡分為三大類別，再利用卡方分析檢測期中會考後觀看課程影片的多寡是否會受到期中會考前觀看影片多寡之影響。

四、迴歸分析

利用迴歸分析可了解兩個或多個變數間是否相關，進而從一群變數中預測資料趨勢並建立起數學模型，若變數間的關係屬於線性相關，則可用直線方程式來表達。本研究中將施測學生的期末會考成績視為依變數，並以迴歸分析測其與自變數 (含期中會考成績及期中會考前後觀看課程影片情形) 之間的相關性。

第五節 資料分析結果

一、聯合大學課程套件計畫課室觀察與教學模式分析

研究者前往聯合大學施測班級進行課室觀察，由於教學者於兩班所講授之微積分課程內容有 90% 以上相似度，並於教室空間設置攝影設備與學生回應情形的考量之下，研究者以分析 B 班授課內容為主，一共拍攝五次課程，講授之課程內容分別為指數與對數的導函數、定積分與不定積分、微積分基本定理、代換積分法及瑕積分。其主要目的為了解聯合

大學微積分課程套件計畫中，教學者如何使用國立交通大學莊重老師的微積分(一)開放式課程影片穿插教學的部分，以整理出較清楚的教學模式，並將課程內容與莊重老師的微積分(一)課程影片內容進行比對。研究者依據課堂觀察分析“指數與對數的導函數”及“定積分與不定積分及微積分基本定理”這兩堂課程，比對後發現教學者的教學模式為依循自己的脈絡，雖有指定莊重老師的微積分課程影片讓學生做為預習以瞭解課程內容，但上課時依舊會重新解說整個章節。課堂觀察中也發現教學者會在課程中讓學生練習部分例題，並讓學生有機會能上台解題，在講解過程中也會講述部分擷取之莊重老師的微積分課程內容，讓學生能夠充分瞭解影片內容所陳述的概念或例題。但教學者在敘述與解說的順序上和莊重老師的微積分課程影片有許多的不同，大致上教學者的教學模式還是以自己的教學脈絡為主，並適時以課本及以前的教學經驗來補充及加強課程內容。

教學者的教學模式為教學者先觀看完國立交通大學莊重老師的微積分(一)開放式課程影片，並擷取出教學者認為較完整且合適的影片片段讓兩班學生於課前自行觀看課程影片內容作為預習，並於下次上課時以小考方式測驗學生的學習成效。共計為 11 次小考(含期中會考前 6 次小考及期中會考後 5 次小考)，每次小考分別配合一支教學者所擷取之莊重老師微積分(一)部分開放式課程影片內容。而教學者將剪輯的影片放置於 YouTube，另提供國立交通大學 OCW 的完整影片連結供學生自行選擇，而每支剪輯影片平均影片長度約為 47 分 41 秒，最長的剪輯影片長度約為 1 小時 20 分鐘。教學者並於每次小考試卷後詢問學生觀看影片情形，分為沒有看(完全沒有觀看課程影片)、看部分(觀看教學者所剪輯的課程影片)、全部看完(觀看莊重老師的完整課程影片)供學生勾選，教學者亦事先說明觀看影片情形不納入成績評斷，於小考後教學者會再講解過該單元。

但由於學生反應僅由學生自己先行觀看微積分影片作為預習後即小考的教學模式，在未經教學者講解課程時，對於完全理解課程內容有一定的困難，故在實行兩次此教學模式後即更改為教學者依舊先讓學生自行觀看擷取之莊重老師的部分微積分影片作為預習，但於下次上課時先由教學者講解過該單元後再進行小考，調整後的教學模式也較被學生認同，並於學習成效上有一定的進步。這樣的教學模式為其中一種開放式課程再利用的教學模式，將已經發佈的課程重新再利用，能讓原先僅置於網路平台的課程教材經由教學者不同的運用方式，使更多學習者能依指引式的方式學習。

二、 擷取之課程影片內容分析

為了更清楚教學者採用莊重老師的影片融入教學的教學模式，並了解 T4 教師對於開放式課程再利用的教學方式對學生和教學者本身所造成的影響，除了進行課室觀察之外，研究者也於民國 101 年 12 月 6 日與 T4 教師進行訪談。據訪談內容得知教學者所選取莊重老師的微積分課程影片片段的標準是以有完整概念講述，會涵蓋到整個主題，清楚詳述的

片段為主，而教學者表示將莊老師的課程影片先讓學生觀看想要達到的效果是讓學生對於課程有概括的認識及預習的效果，並希望透過上課的講解加深學生對於課程內容的印象。但是基本上教學者還是依照自己的脈絡進行教學，並根據課本以及以前的經驗來補充及加強，還是會透過上課把概念都教給學生，也不會減少教學內容，教學者也會適時的依據學生的意見與學習成效做調整。對於部分小考題目會挑選影片中偏難的例題做為考題的目的，T4 教師表示會挑選較難的例題讓學生作答的主要目的是為了分出有無觀看影片的差別，較難的例題若沒有觀看影片來作答還是會有些許差異能夠比較出來。此外，訪談中 T4 教師也認為基本上國立交通大學所教學的課程內容都比較多，但聯合大學的學生沒辦法以跳步驟的方式教學，所以都會一步驟一步驟慢慢教，在教學時間上就比較趕，但是有一些基本的章節是國立交通大學並無教學的部分，教學者表示此部分會再講述，例如第一章介紹函數以及定義域和值域的部分都會教，因為在高中時，高中的學生是有教的，但是高職的學生就沒教過，所以對於 B 班學生而言，幾乎沒有這部分的先備知識，故較為基本的課程內容還是會進行教學。此外，教學者也認為事先需要觀看莊老師的課程影片決定擷取的影片片段，也會對自己的教學產生正面影響，教學者覺得莊老師的微積分課程影片中有一些特殊的解法是有趣的、以前沒有想過的，就會剪輯成影片檔讓學生觀看影片內容，例如：第五章證明圓面積的方式是將圓形分割為許多的小三角形，從內接三角形與外接三角形的逼近再利用夾擠定理求出圓面積的例子就很特別。但教學者覺得莊老師的講述方式與自己教學內容的設計上還是有一些差異性，所以教學上還是會依循自己的脈絡進行教學。

藉由這樣的學習模式，本節將分析國立聯合大學 T4 教師所擷取的國立交通大學莊重老師部分微積分開放式課程影片內容，並採用如第三章所述的專家效度，將擷取影片內容的例題部分與四校(國立交通大學、國立中央大學、國立聯合大學及明新科技大學)教學者所評定之每一例題按照各校學生答對率 75%、50%、30%、15%將各例題對應為易、中、難及更難四等第進行比對(詳細情形請參閱附錄六)。研究中發現由於擷取的影片依舊為線性式的課程影片，由國立聯合大學 T2 教師(專家專長領域與經歷如表 3-1 所示)所判別之例題對於國立聯合大學學生的難易度可知聯合大學課程套件計畫中教學者所擷取之莊重老師的微積分(一)課程影片所採用之難易度以分佈在難易度為中等的題目為多，但依舊有 1/4 的題目為難易度判別較難的題型，如下表所示：

表 4-2

聯合大學課程套件計畫擷取影片採用之例題難易度對比表

影片次目	影片時間	例題難易度				採用例題總數
		易	中	難	更難	
影片 1	00:26:17		1	1		共 2 題
影片 2	00:23:45					共 0 題
影片 3	01:09:25	2	6	3		共 11 題
影片 4	00:24:50		2	1		共 3 題

影片 5	00:42:37	1	2	1		共 4 題
影片 6	00:50:13	3	3	2		共 8 題
影片 7	00:54:08	2	3	2		共 7 題
影片 8	01:14:06	5	5	3		共 13 題
影片 9	01:04:54		7			共 7 題
影片 10	00:33:59		1	2		共 3 題
影片 11	01:20:20	1	1	1		共 3 題
共計	09:04:34	14	31	16		共 61 題

由例題難易度對比表中，可知聯合大學課程套件計畫中教學者所擷取之課程影片片段所採用之例題難易度以分別在中等的題目為多，約略為聯合大學學生答對率 50% 左右之例題，但依舊有 1/4 的題目為判別結果較難的題型，而這些較難的部分是否會對於聯合大學的學生有一定程度的學習負擔，以下研究者將藉由聯合大學課程套件計畫之問卷調查、訪談結果與學生學習成效等詳細探究之。而聯合大學課程套件計畫所擷取之影片內容難易度於其他四校教師所評斷的難易度分析，可知各校學生對於每一例題的難易度皆不同，同樣的擷取影片內容於國立交通大學所評斷之難易度共計 37 題為易、23 題為中等及 1 題較難，於國立中央大學所評斷之難易度共計 22 題為易、33 為中等、5 題較難及 1 題為更難的題型，而相同的影片內容於明新科技大學所評斷之難易度共計 19 題為易、17 題為中等、17 題較難及 8 題為更難的題型，可知各校教學者以該校學生對於每一例題的答對率評斷後得知相同的課程影片對不同教育背景的學習者會有不同的難易度，明新科技大學的 T3 教師所評斷之難易度更可看出由聯合大學課程套件計畫的教學者所擷取之課程影片中，對於明新科技大學的學生而言，難易度判別為中等以上的題目占有超過 2/3 的比例，故不同教育背景的學習者對於同一課程內容的理解程度有所差異，莊重老師的微積分(一)開放式課程影片內容，對於技職學校而言，多數的例題在該校難易度的評斷上都較難，所以這也是用來考量同一課程影片對於不同教育背景學習者合適性與否的依據。

三、施測班級之問卷調查結果

本研究亦針對微積分課程套件計畫之測試班級 A 班及 B 班進行問卷調查（問卷如附錄七所示），調查時間為民國 101 年 11 月 1 日。主要調查內容為學習者的背景資料，包含 YouTube 觀看影片的習慣以及指定觀看的課程影片於下次上課前所觀看之情形，並針對微積分課程影片使用情形進行調查，其包含上課之前所觀看影片的情況、觀看影片與否與小考的關聯性，並瞭解學生上課後的狀況以及整體課程之設計與安排。研究者並於問卷中設計一題反向題，避免受測者亂填與僵性思考。問卷填答人數 A 班及 B 班分別為 49 人與 57 人，而藉由反向題的評斷，最後採取之有效問卷份數為 A 班 44 份及 B 班 53 份。針對有效

問卷，本研究採用電腦軟體 Minitab 程式進行分析，並以 P 值 (P -value) 來表示檢定結果瞭解其相關性。

依據五個問卷變項 (如表 4-3 所示) 進行相關性分析，經分析後得知只要時間為其一變項，則相關係數部分於 A 班皆為正相關，而於 B 班皆為負相關，即表示對於 A 班學生而言看剪輯影片做為預習的時間越多就會對於課程內容越瞭解，但 B 班的學生卻反映出看剪輯影片的時間越多並不會對課程內容更瞭解，且 C1 與 C2 所分析出的 P 值皆小於 0.05，代表觀看課程影片時間與課程內容瞭解程度有顯著相關性。由分析結果所推論，對 A 班學生而言，雖然觀看影片的時間不比 B 班學生來的長，但是學習成效(觀看影片的了解程度、以影片當作預習會對於接下來老師上課的教學內容有所幫助、影片的難易度以及正確的回答小考的問題)皆為正相關，即表示觀看課程影片時間的多寡會影響學習成效高與低，但對 B 班學生而言，看影片的時間越長反而會是一種學習負擔，由問卷分析結果得知此教學模式對於兩班學生有極大差異性，亦得知課程影片時間長度為學生學習時的一大考量。

表 4-3
聯合大學課程套件計畫問卷調查之相關性分析變項

-
- C1 通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容
 - C2 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都能夠充分了解
 - C3 我覺得課前觀看老師指定的課程影片做為預習，對於接下來老師上課時要教學的內容有所幫助
 - C4 老師指定觀看課程影片的難易度，對我來說是適合的
 - C5 看完指定觀看的課程影片之後，我通常可以正確的回答小考的問題

另也由分析可知，兩班學生對於以下兩點之學習成效評估皆為低度相關性(即為 $P > 0.05$ ，此表示相關性不顯著)，一為觀看影片的時間與將課程影片做為預習對於接下來老師上課所教學的內容幫助性，二為觀看影片時間與指定觀看課程影片的難易度合適性，故由分析結果可知觀看影片的時間長度並不會與之後上課所教學的內容有顯著相關性，亦不會與課程影片內容的難易度是否合適有關。其他相關性分析項目由兩班學生評估的成效皆為極高度相關($P < 0.01$ ：非常顯著)，例如指定觀看影片內容的了解程度與將課程影片做為預習對於接下來老師上課所教學的內容幫助性就呈現非常顯著的相關性，此表示若學生已瞭解課程影片的內容，則對於接下來教學者所要教學的內容就會有一定的瞭解程度；此外，由分析結果也得知指定觀看課程影片的難易度合適性與正確回答小考問題率也呈現非常顯著的相關性，這也表示教學者所擷取之課程影片的難易度若適合測試班級學生自行觀看所能理解的程度，則在答題上能夠正確回答的比例也會比較高；反之，若教學者所擷取之課程影片難易度不適合測試班級學生自行觀看的理解程度，則在答題上能夠正確回答的比例也會下降 (詳細情形請參閱附錄八)。

此外，問卷結果也顯示出 A 班與 B 班學生對於通常會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片時間上也不同，A 班學生平均觀看原影片一半時間至原影片相同時間；而 B 班學生平均觀看原影片相同時間至原影片 1.5 倍時間，但兩班觀看課程影片的時間皆較為接近原影片相同時間。對於老師指定觀看的課程影片沒看完或完全沒有觀看的原因也有很大的差別，兩個班級的學生皆表示時間的因素會是考量能不能將影片看完的一個依據，其他原因分別為 A 班較多的同學比較不願意額外花時間在家中觀看微積分課程影片，但 B 班的同學則對於影片內容看不太懂的比例較多，如圖 4-1 所示。在兩班的問卷自評中，對於看完指定觀看的課程影片後，通常可以正確回答小考問題的同意度也不同，其中，又以 B 班學生的同意度較低，由此可推測對於兩個不同教育背景的班級而言，學生對於同一課程的理解程度也有些許差異。

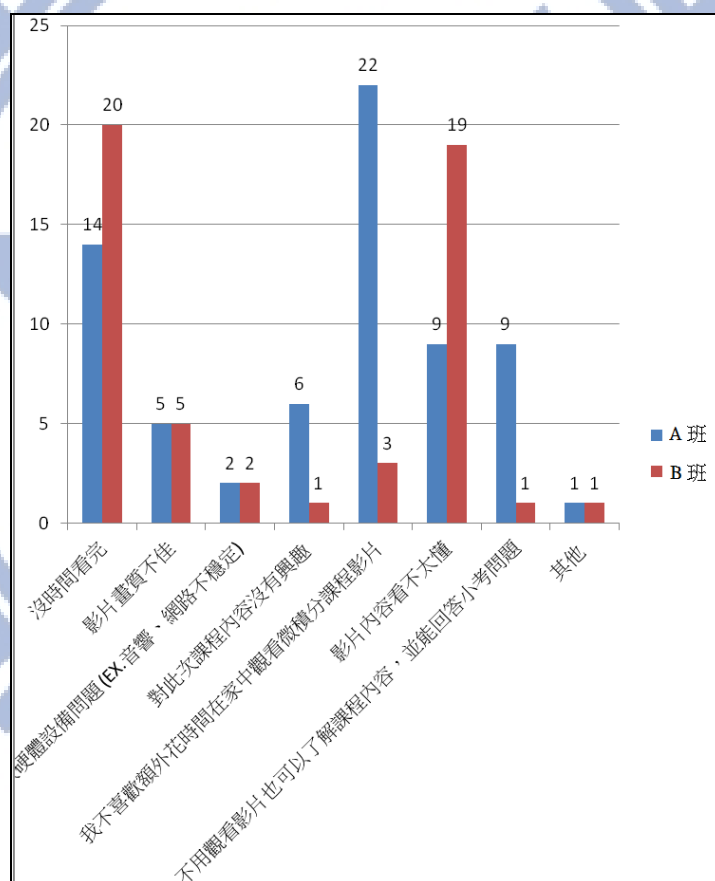


圖 4-1 聯合大學課程套件計畫問卷之 A 班與 B 班學生對於教學者指定觀看的課程影片沒看完或完全沒有觀看的原因分析長條圖

調查分析後發現若是課前沒看完或完全沒看老師所指定觀看的微積分課程影片，課後以 B 班能夠補看完課程內容的比例較高，而主要會補看影片原因以小考答題情況不佳者為多。而問卷調查中也發現學生對於此教學模式的整體評估前三項目為：這樣的教學方式能

夠多方面學習並不侷限在課堂中、小考題目出自於老師指定觀看的課程影片可以增強我面對此門科目的信心以及這種教學模式的安排可以讓我彈性的運用時間觀看課程影片（如圖 4-2 所示）。整體而言，對於兩個班級學生來說，教學者所採取的教學模式「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」，對兩班的學生皆偏向同意此種教學方式，即認為此教學模式對於學習微積分課程上是有幫助的（如圖 4-3 所示）。

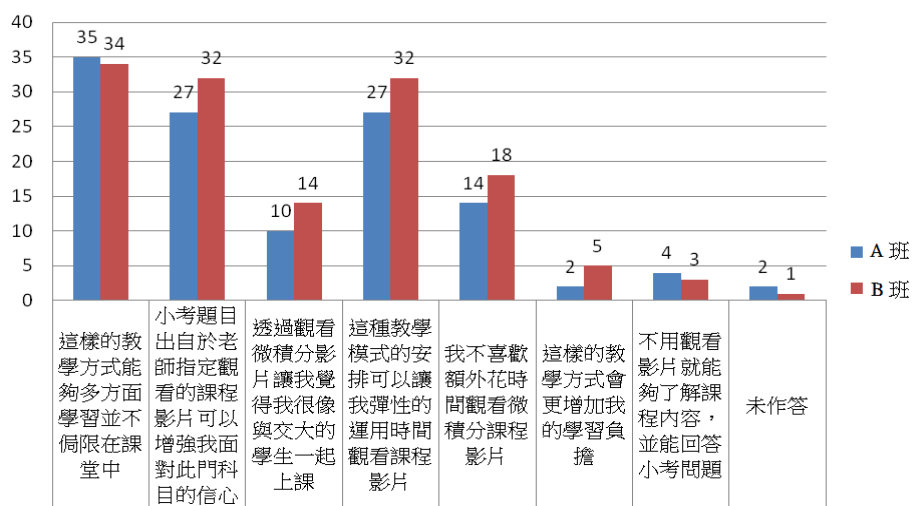


圖 4-2 聯合大學課程套件計畫問卷之 A 班與 B 班學生對於此教學模式的整體評估之分析長條圖

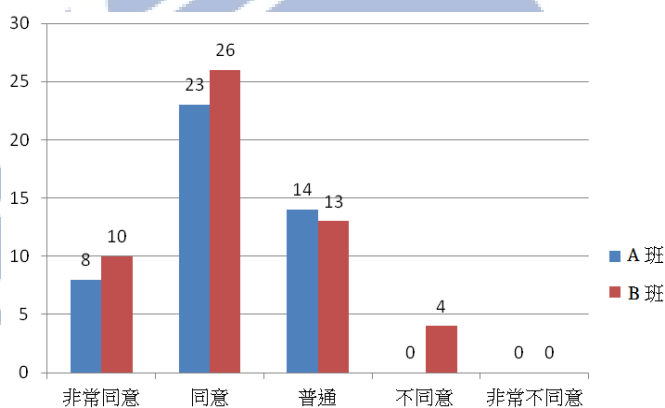


圖 4-3 聯合大學課程套件計畫問卷之 A 班與 B 班學生對於「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」教學模式之滿意度分析圖

四、與施測班級學生訪談結果

研究者於民國 101 年 12 月 20 日與部分施測班級學生進行訪談（訪談問卷請參閱附錄九），由於 B 班的學生對於問卷上的填寫以及發問比例上皆較 A 班為多，故本研究於國立聯合大學的微積分課程套件計畫之訪談對象以 B 班學生為主，並依據教學者所提供之微積分成績，採取依照學習成績（含平常小考、期中考及期中會考）來評斷，與 B 班微積分學習成績前段、中段及後段共十位學生進行訪談，而受訪學生之小考成績於 B 班小考成績的排序與期中會考成績於 B 班期中會考成績排序的差異和受訪學生對於課程內容瞭解與影片觀看程度對比表如表 4-4 所示。訪談的主要目的是了解學習程度不同的學生對於觀看影片與否的差異性及對於整體課程設計上的建議與回饋。

表 4-4

聯合大學課程套件計畫之受訪學生對於課程內容瞭解程度與影片觀看情形對比表

受訪學生之小考成績於 B 班成績排序及期中會考成績於 B 班成績排序	課前自行觀看老師指定之微積分影片瞭解程度	經由李老師上課講解後對於課程瞭解程度	老師指定觀看的微積分課程影片，通常在下次上課前可看完之百分比
小考:後段 - 會考:後段	不懂(30%)	---> 不懂(50%)	25%以下
小考:後段 - 會考:後段	懂(60%)	---> 懂(70%)	25-50%
小考:後段 - 會考:後段	不懂(50%)	---> 懂(75%)	75%以上，但未全部看完
小考:後段 - 會考:前段	不懂(50%)	---> 懂(70%)	50-75%
小考:中段 - 會考:後段	不懂(50%)	---> 懂	50-75%
小考:中段 - 會考:中段	不懂(30%)	---> 懂(80%)	75%以上，但未全部看完
小考:中段 - 會考:前段	不懂(50%)	---> 懂(70%)	50-75%
小考:前段 - 會考:後段	不懂(50-70%)	---> 懂	75%以上，但未全部看完
小考:前段 - 會考:前段	不懂(20-25%)	---> 懂(70-80%)	25-50%
小考:前段 - 會考:前段	懂(80%)	---> 懂(100%)	全部都看完

依據訪談內容進行比對後，發現不同學習程度的學生對於訪談主要目的之差異性並不大，學生表示班上多數同學都花較多的時間觀看課程影片，反而有部分同學在每次小考時只看完老師指定觀看之微積分課程影片，而沒有經由自己做例題的情況下即小考，前幾次考試模式為直接以影片作為預習即進行小考，學習成效更為顯著的不足，若部分內容經由老師講解後再進行小考則在成績上會有所提升，經由分析後可知剪輯影片長度過長的確對於學習者有所負擔。此外，部分受訪學生也表示，若當次剪輯的影片長度過長，則觀看課程影片的意願就會下降，故研究者認為影片的剪輯長度也需進行考量，而學生亦需有充足的時間能夠自行練習例題的部分，推測若教學者能以反轉式教學的方式，以學生先行觀看影片後，教師在課堂中以多數的時間進行銜接預習課程影片內容的活動，讓學生能夠加以反思並吸收課程影片的內容，也許在教學上會更為適合，教師也能藉此觀察學生學習的狀況，並適時的進行調整。

而受訪學生皆表示莊重老師的微積分課程影片中，關於課程觀念和公式推導的部分比較能夠理解，若在高職階段已講述過，則以既有先備知識再觀看影片就更能理解，但是證明部分會比較困難，而受訪學生也提到在課前事先觀看影片作為預習與否，對於教學者之後上課會有明顯的差別，學生表示課前預習有助於了解上課內容，部分同學更指出自己於課前觀看莊老師的影片時，不能夠很清楚的掌握課程內容，但是經由教學者上課時將課程內容再講述一次後就能夠理解許多原本沒有釐清的課程內容。

多數的受訪學生認為教學者上課的講解模式與莊老師的課程影片大約有 70%的關聯性，而學生認為這樣的學習模式可以聽到兩位老師以不同方式來解釋，更能夠幫助課程內容的理解與記憶，透過觀看影片來預習的話也能加深自己的印象。而訪談中，成績位於中段及前段的受訪學生建議課程的重複性與延伸性應由重複性 50%到延伸性 50%，但也有部分學習成績位於後段的同學建議應由重複性 60%至延伸性 40%為佳，但多數的受訪學生皆認為延伸題不宜太難，因為這樣不但能夠加深印象也能夠學到新知識，也有部分學生認為題目應進行分類教學，由於這樣的教學方式能夠了解題目的多樣性並熟悉題型，故學習的效果較佳。

受訪學生也皆認同「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」這樣的教學模式對自己的學習是有幫助的，學生表示因為這樣的教學模式可以縮短課後複習時間，而先看完指定課程影片做為預習時，在教學者上課時就會比較容易吸收，同時對於之後基礎觀念的底子也會比較扎實。而兩個老師授課的方式不同，也有著不同的教學風格，此讓學生有不一樣的想法，所以有加成的效果。整體而言，受訪學生對於教學者採用此開放式課程輔以教學的模式皆給予很高的評價。

五、學生學習成效分析

由於教學者將剪輯的影片放置在 YouTube 上，另提供國立交通大學 OCW 的莊重老師微積分(一)完整課程影片連結供學生自己選擇，研究者將國立聯合大學教學者所提供之兩班觀看課程影片情形進行比對後發現，以各班的人數比例上分析觀看課程影片的資料結果得知，B 班雖然在老師指定觀看的課程影片的觀看比例上較高，但看完整部莊重老師的微積分(一)完整課程影片的比例卻較 A 班為低，而兩個施測班級在期中會考後（即為影片 7 之後）觀看課程影片的情形皆有逐漸下降的趨勢，如下表所示：

表 4-5

聯合大學課程套件計畫之施測學生觀看課程影片情形圓餅圖

影片次目	A 班	B 班	兩班合併
影片 1	<p>全部 28% 否 28% 部分 40% 缺考 4%</p>	<p>全部 7% 否 10% 部分 81% 缺考 2%</p>	<p>全部 17% 否 19% 部分 61% 缺考 3%</p>
影片 2	<p>全部 17% 否 40% 部分 43% 缺考 0%</p>	<p>全部 2% 否 12% 部分 68% 缺考 18%</p>	<p>全部 18% 否 25% 部分 56% 缺考 1%</p>
影片 3	<p>全部 19% 否 39% 部分 38% 缺考 2% 未填答 2%</p>	<p>全部 12% 否 21% 部分 62% 缺考 5%</p>	<p>全部 15% 否 30% 部分 50% 缺考 1% 未填答 4%</p>
影片 4	<p>全部 30% 否 47% 部分 23% 缺考 0%</p>	<p>全部 17% 否 17% 部分 64% 缺考 2%</p>	<p>全部 23% 否 32% 部分 44% 缺考 1%</p>
影片 5	<p>全部 13% 否 36% 部分 49% 缺考 2%</p>	<p>全部 10% 否 23% 部分 67% 缺考 0%</p>	<p>全部 12% 否 29% 部分 58% 缺考 1%</p>
影片 6	<p>全部 7% 否 53% 部分 40% 缺考 0%</p>	<p>全部 9% 否 47% 部分 41% 缺考 3%</p>	<p>全部 8% 否 50% 部分 40% 缺考 2%</p>

影片 7			
影片 8			
影片 9			
影片 10			
影片 11			

此外，研究者亦將聯合大學 100 學年度未實施微積分課程套件計畫的電資學院整體微積分(一)會考成績與 101 學年度實施微積分課程套件計畫之兩個班級的會考成績進行比對，探究教學者輔以此開放式課程再教學的方式對於施測班級學生是否會造成影響。此僅針對電資學院進行比較，並可由期中與期末會考成績中得知 A 班比起去年的成績有顯著的進步，A 班於微積分期中會考的班級平均成績比院平均分數高約 10.4 分，比起去年的院平均增加約 2.92 分，並於微積分期末會考班級平均成績院比平均分數高約 13.68 分，比去年的院平均分數約增加高達 9 分，故有十分顯著的正向學習成效；而 B 班雖然在微積分期中會考時並無進步的趨勢，甚至比起去年的院平均分數退步了一些，但在微積分期末會考的成績比起期中會考的成績上仍有小幅度的提升，詳細的比對情形如表 4-6 所示。

表 4-6

國立聯合大學電資學院之100學年及101學年微積分(一)期中、期末會考成績對比表

班級代碼	電資學院微積分期中會考		電資學院微積分期末會考	
	100 學年	101 學年	100 學年	101 學年
A 班	76.67	73.1	61.63	52.87
B 班	67.42	56.1	53.62	35.96
C 班	73.15	62.7	55.15	40.02
D 班	60.11	65.7	54	40.15
E 班	52.2	46.7	46.12	28.28
F 班	68.9	55.4	54.48	29.98
G 班	80.86	70.7	72.92	48.38
H 班	77.67	72.6	70.44	46.97
I 班	70.98	58.0	54.14	30.35
J 班	60.5	59.9	47.33	30.68
K 班	75.05	68.8	56.64	45.02
院平均分數	69.19	62.7	56.95	39.19
註：				
100 學年度 (未施測課程套 件計畫班級)	期中會考 A 班 比院平均高約 7.48 分 B 班 比院平均低約 1.77 分	期末會考 A 班 比院平均高約 4.68 分 B 班 比院平均低約 3.33 分		
101 學年度 (施測課程套 件計畫班級)	期中會考 A 班 比院平均高約 10.4 分 B 班 比院平均低約 6.6 分	期末會考 A 班 比院平均高約 13.68 分 B 班 比院平均低約 3.23 分		

而研究者針對每位學生觀看課程影片情形比對期中及期末微積分會考成績，採用統計軟體 SPSS 進行分析，以迴歸分析建立數學模型並檢測 P 值 (P -value) 來表示檢定結果以瞭解其相關性。研究者先以相關度 (correlations) 檢測期中會考與期末會考的相關性，得其 P 值為 0.002，表示每個學生期中會考成績與期末會考成績有顯著相關性。後研究者將所有施測學生觀看課程影片多寡的自評設定為以下三種，即為設定 2 分為觀看莊重老師完整課程影片檔、1 分為觀看教學者擷取之課程影片檔及 0 分為未觀看課程影片檔，並依照期中會考前 6 次觀看影片記錄 (即為影片 1 至影片 6) 及期中會考後 5 次觀看影片記錄 (即為影片 7 至影片 11) 各別取其平均值 (缺考或未填寫情形不納入平均值計算)，並將施測學生的期末會考成績視為依變數，測其與自變數 (含期中會考成績、期中會考前觀看課程影片情形的平均值及期中會考後觀看課程影片情形的平均值) 之間的相關性。經由迴歸分析

後，可得知 A 班學生僅有期中會考成績對期末會考成績的影響達到顯著，得到的 P 值為 0.000 小於常用的 α 水準 0.05(由信賴區間設定為 95%)，但其他變數並無顯著的相關性，即表示影片觀看的多寡與期末會考成績沒有顯著相關，如表 4-7 所示；而 B 班學生的期末會考成績則與期中會考成績有顯著相關，得到的 P 值為 0.000，此外期末會考成績也與期中會考後觀看影片情形有顯著相關，得到的 P 值為 0.0495 其小於常用的 α 水準 0.05，如表 4-8 所示（詳細情形請參閱附錄十）。另由期中會考前與期中會考後觀看課程影片的情形各別取其眾數，則可利用卡方分析求得期中會考前觀看課程影片的情形會影響期中會考後觀看課程影片的情形，且兩個施測班級所求得之 P 值皆小於常用的 α 水準 0.05，表示兩個施測班級學生對於期中會考前觀看課程影片的多寡與期中會考後所選擇的觀看情形有顯著相關性，而兩個班級的學生也皆以選擇觀看教學者所擷取之影片內容為多，選擇觀看交通大學莊重老師所提供之完整的微積分開放式課程影片者為少，觀看課程影片的多寡皆有偏向越來越少的情形，分析結果如表 4-9 及表 4-10 所示，此亦同於表 4-5 施測學生觀看課程影片情形圓餅圖所陳述的狀況。

表 4-7
聯合大學課程套件計畫A班於期末會考成績與期中會考成績及觀看影片情形之迴歸係數分析摘要表

模式	未標準化係數		標準化係數	t值	顯著性	共線性統計量	
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配			容忍度	VIF
1 (常數)	25.972	7.483		3.471	0.001		
期中會考成績	0.384	0.102	0.484	3.779	0.000	0.938	1.066
期中會考前觀看影片情形	-7.119	5.278	-0.259	-1.349	0.184	0.417	2.396
期中會考後觀看影片情形	8.762	5.970	0.279	1.468	0.149	0.427	2.344

註：依變數為期末會考成績

表 4-8
聯合大學課程套件計畫B班於期末會考成績與期中會考成績及觀看影片情形之迴歸係數分析摘要表

模式	未標準化係數		標準化係數	t值	顯著性	共線性統計量	
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配			容忍度	VIF
1 (常數)	13.372	6.966		1.920	0.060		
期中會考成績	0.419	0.097	0.510	4.336	0.000	0.967	1.034
期中會考前觀看影片情形	-9.810	7.191	-0.223	-1.364	0.178	0.498	2.006
期中會考後觀看影片情形	11.373	5.661	0.328	2.009	0.0495	0.501	1.996

註：依變數為期末會考成績

表 4-9

聯合大學課程套件計畫A班於期中會考前與會考後觀看影片情形交叉分析表

			A班期中後觀看影片情形			合計
			完全沒觀看影片	觀看擷取影片	觀看完整影片	
A班期中前觀看影片情形	完全沒觀看影片	人數	18	2	0	20
		占觀看情形 %	90.0%	10.0%	.0%	100.0%
	觀看擷取影片	人數	13	9	0	22
		占觀看情形 %	59.1%	40.9%	.0%	100.0%
	觀看完整影片	人數	1	7	2	10
		占觀看情形 %	10.0%	70.0%	20.0%	100.0%
合計		人數	32	18	2	52
		占觀看情形 %	61.5%	34.6%	3.8%	100.0%

註：卡方值 22.740，P 值 0.000

表 4-10

聯合大學課程套件計畫B班於期中會考前與會考後觀看影片情形交叉分析表

			B班期中後觀看影片情形			合計
			完全沒觀看影片	觀看擷取影片	觀看完整影片	

B班期中前觀看影片情形	完全沒觀看影片	人數	6	1	0	7
		占觀看情形 %	85.7%	14.3%	.0%	100.0%
	觀看擷取影片	人數	20	26	0	46
		占觀看情形 %	43.5%	56.5%	.0%	100.0%
	觀看完整影片	人數	1	2	2	5
		占觀看情形 %	20.0%	40.0%	40.0%	100.0%
合計		人數	27	29	2	58
		占觀看情形 %	46.6%	50.0%	3.4%	100.0%

註：卡方值 26.634， P 值 0.000

此外，根據教學者所提供的資訊顯示，由於 B 班學生認為在微積分期中會考的成績不佳，故在期中會考後變得更加認真，因此在微積分期末會考成績上有小幅度的提升，研究者亦猜測應是 B 班學生原先不適應課程套件計畫中的教學模式，後已能逐漸適應此開放式課程再利用的教學模式，讀書方式也因而改變，所以在期末會考的成績上有進步的趨勢，故研究者推測此微積分課程套件計畫對於兩個不同施測班級學生的學習成效上有著一定的影響力。

六、小結

由以上五點分析後得知聯合大學課程套件計畫施測學生包含大學部(A 班)與四技部(B 班)兩種不同的教育體系，對於教學者使用國立交通大學莊重老師的微積分開放式課程進行再利用教學時，兩班的學生在學習成效上也有所差異。但整體而言，在 A 班學生的微積分會考成績中能夠看出顯著的學習成效，並由兩個施測班級的問卷分析結果以及與 B 班部分學生進行訪談後得知兩班學生皆認為「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」這樣的教學模式對於自己的學習是有幫助的，其原因為這樣的教學模式可以縮短課後複習時間，而先看完教師所指定的課程影片做為預習後，在教學者上課時就會較容易吸收，同時對於基礎觀念的理解也較為扎實，而兩個老師所講課的方式不同，更能讓學生學到不一樣的方法，所以兩個施測班級的學生對於此開放式課程再利用的教學模式皆給予很高的評價。此外，對於教學者而言，藉由將已發佈的開放式課程融入自身教學中，也能夠觀摩他校教師之教學模式及課程設計上的差異性，進行教法交流與參照作為教學參考，亦能促進教學增長。

但由於聯合大學課程套件計畫中教學者所擷取的影片內容難易度分析以及施測班級學生的回饋中得知，國立交通大學開放式課程中所提供之莊重老師的微積分(一)課程內容

對於施測班級學生而言依舊占有較難的部分，即會有一定的學習負擔，且由分析後可知大學部與四技部的學生對於課程難易度的評斷皆不同。依照現行開放式課程中所提供之影音課程，若經由教學者依照各校學生程度與需求在難易度及時間長度的分配下能夠適當選取合適的輔助教材，則相信能讓更多學習者及教學者有正面的影響力。同時，研究者也認為學生需有充足的時間能夠自行練習例題，推測若教學者能以反轉式教學的方式，以學生再觀看影片做為預習之後，教師在課堂中應以多數的時間進行銜接預習課程影片內容的活動，讓學生能夠加以反思並吸收課程影片的內容，或許在教學上會更加適合，教學者也能透過學習活動中觀察學生的學習情況，並適時的進行調整以符合學生需求。

藉由聯合大學的課程套件計畫分析，得知在許多方面皆顯示出教學者將已發佈之開放式課程進行再利用教學的模式是值得被推廣的，也讓研究者更加瞭解不同教育背景的學習者對於使用同一影音課程進行學習的困難與不便，更確信開放式課程原先提供之影音課程有進行影片切割與區分難易度類別的必要性。對於學習者而言，能在短時間內迅速找到想要學習的單元，並能夠依據自己的程度與所需來選擇，對於學生在學習成效上與信心的建立皆是重要的；對於教學者而言，也能夠更容易選擇合適的影片片段並規畫適當的課程供該校學生學習。故研究者認為若能將原有的影音課程進行模組化，將會利於不同領域及不同教育背景的學習者依照個別程度與需求規畫出符合個別化學習的課程，模組化的課程也能讓教學者以更簡易的方式選用適當的模組課程，以增加教學者使用已發佈之開放式課程進行再教學的意願，則能夠對更多的學習者造成正面影響。

第五章 模組化

本研究旨在改善現今開放式課程所提供之影音課程，並選擇國立交通大學開放式課程所提供之瀏覽量最高的莊重老師微積分(一)影音課程作為課程模組化的範例，而藉由前一章聯合大學課程套件計畫得知國立交通大學開放式課程所提供之莊重老師微積分(一)影音課程對於不同學校的學生的使用情況與回饋，另也依據第三章所提及之他校課綱的對比下所得知不同學校講授的微積分課程內容及深淺度都不盡相同，所以本章將評估影片長度，並依照前文所提的各例題難易度及他校課綱等不同變因來進行模組化程序，希望提供一種不同於原先的線性思維，而是一種創新、更多可塑性的學習模式。在本章中將詳述研究中所使用之研究方法、程序與研究對象。

第一節 研究架構與方法

本文第三章中已探究現今開放式課程所提供之微積分影音課程，並由調查他校課綱以瞭解不同屬性的學校及不同學院的微積分課綱，並加以分析微積分開放式課程中瀏覽量最高的國立交通大學莊重老師微積分(一)課程之教學模式與課程結構，以瞭解莊重老師的教學方式。此外，本文也於前一章藉由聯合大學課程套件計畫的課室觀察與學生學習成效分析深入了解不同教育體系的學習者對於使用現今國立交通大學開放式課程提供之莊重老師微積分(一)影音課程的使用情境與影響，同時，也瞭解到對於教學者而言，若能提供一個簡易的方式供教學者選擇合適的影片片段讓學生學習，則也能夠增加教學者使用已發佈之開放式課程融入教學的意願，故本章將提出一種不同於先前影音課程的方式供使用者參考。要將國立交通大學開放式課程中所提供之莊重老師微積分(一)課程進行模組化程序，則研究者首先需透過已分析之莊重老師微積分(一)課程內容與專家評定之難易度分析決定各影片單元之長度與難易度畫分進行影片切割。之後，應分析各單元間的關聯性，提出一種不同於原先線性思維的模式，並於最後考量各單元間的因素決定出開放式課程網頁中的呈現模式。

根據以上的研究架構，研究者首先採用的研究方法為將國立交通大學莊重老師的微積分(一)開放式課程影片依照影片長度、內容完整性與採用專家效度所分析之例題難易度進行單元性的分類及影片切割，各單元皆呈現出完整且精要的部分，並給定各單元一個明確的名稱。後再經由各單元內容的呈現進行排序，並將各單元依據其相關性做適當連結。單元間的關聯性以他校微積分課綱、課程內容及莊重老師的講授方式與課程連貫性為依據，並經由研究者與指導教授一同討論，最後呈現出一個系統性的模組結構。

第二節 影片單元之長度及難易度分析

隨著行動時代來臨，近年來行動載具快速興起也使得學習的方式逐漸變得多元化，滿足了隨時隨地皆能學習的需求。研究者將原先國立交通大學莊重老師的微積分(一)開放式課程影片依照內容完整性，將各單元影片長度以短程影片為主規畫於 20 分鐘內，呈現出完整且精要的學習資源供使用者學習。而研究者選擇將各單元影片以 20 分鐘為限的因素參考至 TED 的演講，由前文所述，每段 TED 演講設定在 18 分鐘內，在時間的限制之下，所以演說者必須將研究的心得濃縮為 18 分鐘的精華與全世界分享。而目前 TED 的負責人克里斯·安德生 (Chris Anderson) 表示 18 分鐘剛好是一般人注意力的極限，它也不會短到讓人無法闡述一個複雜的觀念，此也高效率地傳遞了演說者想傳達給大眾的思想。

由上述的考量，故研究者將每單元規畫於 20 分鐘之內，並呈現出完整且精要的部分，也給定各單元一個明確的名稱，讓使用者能夠有效率的運用之。此亦符合了行動學習 (Mobile Learning) 之要，實現隨時隨地都能學習的機動性，並讓使用者能在短時間內迅速找到想要學習的單元。另由第三章所述，莊重老師的教學模式在例題解說的影片長度比例上很高，因此研究者也加以考量專家效度所分析之各例題難易度。例題剪接方式以一例題完整解說，並依照例題間的相關性與難易度的考量放至同一單元中，取代原先將所有例題寫出後再全部解說的模式。此外，研究者也將所有例題做歸納整理，採取的方式為依照四校所評定之難易度利用平均分數制將影片過長的例題部分做切割並重組，並依照莊重老師的解說方式將例題重新分為簡易、進階及挑戰三部分，方便使用者能練習同一題型及同一層次難易度的例題，後再由研究者及指導教授依據各影片時間的限制與難易度分析對比下進行影片切割。

第三節 分析單元間的關聯性

本研究依照國立交通大學開放式課程所提供之莊重老師微積分(一)的部分課程影片作為模組化的範例，由於模組化的課程為將原有的課程細分化，而根據上節所決定影片各單元皆以短程且完整概要為主，並以適合行動學習且參照 TED 演講模式的緣由將各單元影片長度以 20 分鐘內來呈現，在決定影片長度及難易度畫分之下以呈現出短程且完整內容

的各單元後，本節將分析各單元間的關聯性，依照單元之間的相關性進行重組與排序。研究者先將莊重老師微積分(一)課程影片內容進行分析後瞭解各單元內容的概要，並經由他校課綱及莊重老師所講授的方式做對照，再由研究者及指導教授依照單元難易度及上述不同變因來進行排序，並考量各單元的相關度與連貫性將各單元做適當的配置與連結，而非各自獨立的單元。主要目的為方便使用者能在短時間內吸收想要學習的課程單元概要，並依照學習地圖找到其上層及下層單元的關聯性，以了解整個微積分的脈絡，此與原先所提供之影音課程有很大的差異，而這樣的學習模式也讓使用者清楚各單元間的關聯性，更能以立體式的觀點看見前半部微積分課程的全貌。

第四節 決定呈現模式

經由前文所述，為因應各個不同教育背景的學習者，亦方便教學者選用合適的教學素材，故研究者依據影片長度、他校課綱及難易度分析等不同變因進行課程模組化，讓使用者能夠依據本身需求做適當的調整，並瞭解到單元間皆有其關聯性而並非都是獨立的。利用這套嶄新的平台，使微積分課程變得更有系統、有規劃性的整理，所涵蓋的內容由一開始的函數與反函數到連續、微分與應用的層面以及積分，甚至是兩者連接著微積分基本定理及後續的積分技巧都包含其中，雖然含蓋的教學內容相當龐大，卻能夠利用簡易的概念圖來表達彼此間的關聯性與銜接性。

本文中所探討國立交通大學開放式課程提供之莊重老師微積分(一)的部分課程影音作為模組化的範例將於國立交通大學開放式課程網頁與高中生課程專區中呈現，而呈現方式也將原先概念圖轉化為樹枝圖的模式來呈現，主要表達出微積分的蓬勃發展與應用之廣泛，但其根本也是像樹一般由小豆芽開始往上生長的概念，故在最底層所介紹的是函數與反函數的定義與概念，而後再由此概念往後續的主題作探討。這樣的呈現模式，將原本課堂實錄的微積分課程變得不同，也能夠讓使用者對於整個前半部的微積分課程能夠有圖形化的認知，取代原先依循線性思維的模式。其呈現的樹枝圖如下圖所示：

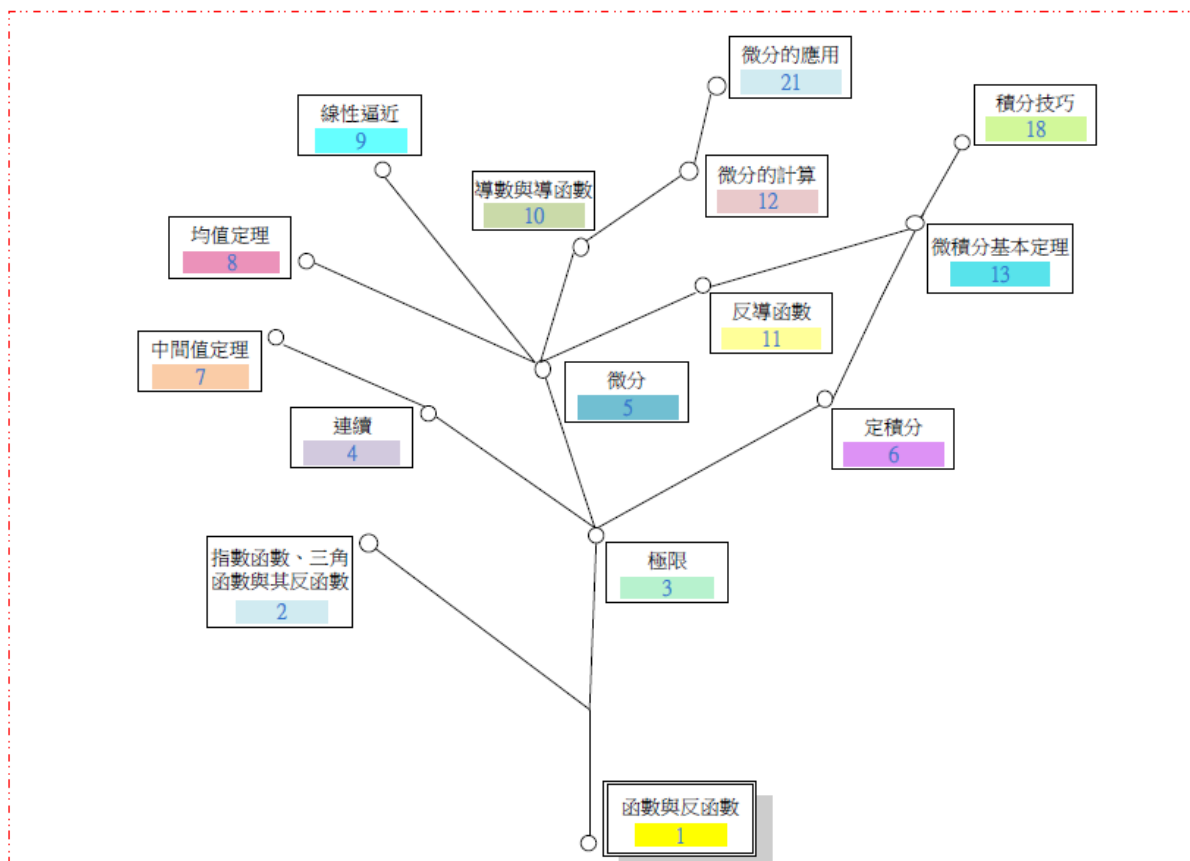


圖 5-1 微積分模組課程於課程網頁中以樹枝圖呈現模式

利用模組化的方式設計後，目前共有 143 個小單元的影片檔，而平均各單元的影片時間長度約為 7 分 50 秒。其操作方式十分簡易，只要使用者點擊任何一個單元，畫面中即會出現下一單元的分支，而每一項目皆有連結頁面，所以使用者可以依此順序觀看，也能依照自己的需求做調整，若單元中有相關性概念影音則會提供相關概念影片連結置於網頁中供使用者參考。詳細連結頁面之呈現內容為：

- (一) 影片路徑—方便使用者了解由何處進到此頁面，而每一路徑皆有連結能到路徑中的任一單元
- (二) 影片標題—使用者點選之單元
- (三) 單元影片—每支影片約 10~20 分鐘長，以短程而完整呈現的小單元來呈現
- (四) 影片概要—簡短敘述此單元影片內容
- (五) 影片內容—提供影片之完整內容，若為例題的部分，則有例題解說、相關學習目標對照以及難易度分析供使用者參照
- (六) 相關影音—提供影片內容中的相關影音連結供使用者參考

這樣不同於以往的線性思維模式也提供給學習者及教學者一種不同的學習與教學觀點，即為微積分課程中的先後順序並不盡然一定如此(例如：微分與積分即是一種平行思維的概念，學習者能夠先學習微分亦能夠先學習積分，這兩者是不相衝的，但這兩個觀念卻會由微積分基本定理連結在一起)，不同的呈現方式能提高原先開放式課程中所提供課程的再利用性。經課程模組化後所提供的完整單元以及組織概念圖可以讓各校的老師依照各校學生的程度挑選合適的模組片段供學生學習，讓教學者能在教材的選用上變得更方便、更有系統，以簡易的方式選擇適當的模組，並將模組化的教學模式融入教學現場，經由再利用的方式進行改做改製重新組合成為自己的教材，以符合該校學習者的需求，使得原先僅置於網路上的影音課程增加了再利用教學的可能。此不僅讓教學者能夠方便的使用，也提供了另一種可能是讓學習者自行使用此模組化後的組織圖，讓原先僅僅放置於開放式課程網頁上的微積分課程影片有著另一種不同的角度去詮釋。由於學習者的教育背景各不相同，課程模組化有助於學習者依循個人進度決定出最適性化的安排，亦藉由模組間的連結自行調節，此也異於傳統教學僅讓學習者一味的接受知識，而是由學習者主動學習，使每個不同領域及不同教育背景的使用者能夠依據個別需求規畫出符合個別化學習的課程。

本文依照各單元間的關聯做適當連結，並在最後決定呈現模式，在反覆修正與調整之下，將模組化的學習模式變得更有條理，也提供使用者一種不同於以往線性思維的模式，希冀能藉此增加開放式課程再利用的可能與更多學習上的可塑性，讓更多教學者與學習者皆能夠利用此微積分模組化課程進行最有效率的運用，最後並依據內容分析結果提出研究結論與建議。

第六章 結論與建議

本章節將根據研究分析結果進行整理，首先探討現今開放式課程中所提供之微積分課程，並瞭解不同屬性的學校及不同學院的微積分課綱後再加以分析開放式課程中最為熱門的微積分課程—國立交通大學莊重老師微積分開放式課程，藉由內容分析與實際訪談了解莊重老師的教學模式及課程結構，並以聯合大學課程套件計畫觀察開放式課程再利用的教學模式以及學生學習成效探討開放式課程的再利用性，能使原先僅置於開放式課程平台的教學素材經由教學者的適當運用而造成更大的影響力。其次，由於開放式課程的使用者來自於各種不同的教育背景，也藉由聯合大學課程套件計畫得知他校學生使用原先開放式課程平台所提供之影音課程學習時會面臨一些問題，由文獻探討得知，對於教育工作者而言，如何適當的選用已發佈之開放式課程中教學素材輔以教學是件困難的事，由 MIT 開放式課程之使用者背景統計中也可得知教育工作者的使用比例確實僅占少數。本研究旨在探討如何改善原先開放式課程所提供之影音課程，並選擇國立交通大學開放式課程所提供之瀏覽量最高的莊重老師微積分(一)影音課程作為課程模組化的範例，接著針對研究結果提出一種非線性思維的方式—課程模組化，並以符合行動學習之要及參照 TED 的演講時間下決定出各單元的影片長度，並依照例題難易度進行影片剪輯與重組，亦根據各單元間的關聯做適當連結，於反覆修正與調整之下，將模組化的呈現模式變得更有條理，最後決定出適當的模式供教學者及學習者使用之。本研究歸納出以下結論，並提出幾點建議，以供相關人員及後續研究做為參考。

第一節 研究結果

本節所探討之研究結果，根據研究目的共可分為六個部分，分別為探討現今開放式課程所提供之微積分課程並了解不同屬性學校及學院的微積分課綱、分析莊重老師教學模式及課程結構、藉由聯合大學課程套件計畫觀察開放式課程再利用教學模式及學生學習成效，在分析影片內容後並決定出每一影片單元之長度及難易度、分析單元之間的關聯性及決定呈現模式。其中，前兩項為根據他校課綱以瞭解不同教育背景的使用者對於微積分課程的需求並不相同，此外，對於現今開放式課程所提供之教學資源及莊重老師的教學模式及課程的結構也不一定符合所有不同教育背景的使用者。第三項則根據研究者至國立聯合大學進行課室觀察，並由課程套件計畫的問卷分析與訪談中得知不同教育背景的學習者在學習原先開放式課程提供之影音課程可能會面臨的困難與不便，也瞭解到教育工作者在選擇已發佈之教學素材會遇到的問題，如何在短時間內適當選取合適的教學資源融入教學中並不容易，所以將開放式課程原先提供之影音課程進行影片切割並進行難易度分類有其必

要性。後兩項則利用上述變因提出一種非線性的模式以提供解決策略，首先需分析各單元的關聯性並依其相關性做適當連接，最後提供學習者一個有效率、有組織的鷹架，也能夠以立體式的學習思維來學習微積分這門學科，此外，教育工作者也可以更容易地選取適當的模組片段，再經由改做改製後融入教學中以符合各校學生需求。其分別詳述如下：

一、開放式課程提供之影音課程對於不同教育背景學習者所面臨的問題

現今開放式課程所提供之教育資源皆為針對各校特定專業領域的學習者所設計的，而其中廣泛被使用的影音課程多數採取一鏡到底式的課堂實錄，但根據本研究調查他校課綱後發現每個學校所講授之微積分課程進度與排序並不相同，此外，一般大學與技職學校所講授之內容難易度及課程安排上又有很大的差異性，所以各校本身在課程設計上就有所不同。例如普通大學會將基礎的課程循序漸進的加深至一定的程度以供後續課程所需，而技職學校則是專為學習者未來的工作及能力培養而設計之；不同學院在同一門科目上也會講授不同的深淺度，故由現今的開放式課程中所提供之微積分課程能夠大致得知不同教育背景的學習者對於同一門學科所瞭解的程度與學習者本身的需求及各校所講授的內容與教學時間都不同，所以對於不同教育背景的學習者在使用同一開放式課程所提供之教學資源進行學習的模式對於多數學習者在使用此影音課程進行學習時都會面臨到一些問題，在學習上確實有諸多不便，也不一定適性化。

二、開放式課程之再利用教學對於學習者及教育工作者的影響

開放式課程中所提供之教學素材皆為無償的置於網路上供所有使用者學習，但若教學資源能透過教育工作者重新再利用，並融入教學現場中，則所能影響的學習者將會倍增，跨院校的開放課程知識，更能讓各校原先教學上較為不足之處進行互補，以利課程的規劃與安排。經由不同的教育工作者將教材進行改製改做後成為創新的輔助教材能讓熱愛學習的人有更多的學習資源得以參考之，也能有不同的學習途徑與模式可以參照，教學資源亦能不斷地創新以促進學習資源的流通與增長。透過開放式課程再利用的教學模式，讓更多學習者有機會接觸到不一樣的學習方式，聽到不同教師講解的方法，猶如本文中所分析的聯合大學課程套件計畫，教學者所使用的教學模式即為將原先僅置於國立交通大學開放式課程中的莊重老師微積分(一)的影音課程進行再利用教學，透過擷取部分課程影片片段讓聯合大學施測班級的學生能對於微積分課程有初步瞭解，再經由老師上課時的解說並以小考的方式觀察學生學習成效，讓學生對於課程的概念能夠更清晰。由兩班學生的問卷調查以及與教學者、B班學生的訪談和國立聯合大學微積分會考的學習成效所分析的結果，皆能顯示出兩個不同施測班級對於教學者利用莊重老師的微積分(一)開放式課程輔以教學

的模式皆給予很高的評價，同時，也認為這樣的學習模式對於學習上有很大的幫助。對於教師而言，也能透過已發佈課程進行再利用教學促進教學增長，藉由其他教師的講授方式與課程內容激盪出更多的火花。

但研究者亦由聯合大學課程套件計畫中發現教學者所擷取的影片片段中依舊有部分內容是由四校(國立交通大學、國立中央大學、國立聯合大學及明新科技大學)的教學者所判別之難易度為較難的部分，所以對於國立聯合大學施測班級的學生而言在學習上就會較為困難，經由問卷與訪談的分析結果皆能得知對於每一不同學習程度的學生而言應以適性化的方式調整影片的難易度，若能改善原先的線性影音模式以滿足不同使用者的學習需求，則對於開放式課程而言也能使更多學習者在學習上有正面的影響力，故將開放式課程原先提供之影音課程以符合學習者的認知負荷及在滿足行動學習的條件之下進行影片切割並進行難易度的分類有其存在的必要性。

三、立體式的學習思維－課程模組化以提供解決策略

依照前文中的探究中發現，由於使用者的教育背景不同，若能以課程模組化的方式提供學生一種非線性思維的模式，則不同教育背景的學生都能夠依照自己的程度與需求進行調整。根據文獻探討也可得知模組化的模式也讓學生不再一昧的接受傳統教學中教師單方面的規畫，而是能在不同的模組單元中，依照自己的考量彈性的選擇合適的模組單元，此促進了個別化的適性教學，也有效的簡化複雜的系統。由於模組化的課程為將原有的課程細分化，而各單元所呈現的課程內容皆以短程且為完整概要為主，所以每一單元的剪輯皆為完整且清楚的呈現出各單元的重點，而研究者選擇將各單元影片以 20 分鐘為限的因素參考至 TED 的演講，目前的負責人指出 18 分鐘剛好是一般人注意力的極限，它也不會短到讓人無法闡述一個複雜的觀念，此也高效率地傳遞了演說者想傳達給大眾的思想，並也恰好能以適合行動學習的方式以 10~20 分鐘左右來規畫每個單元。而模組化的程序為經由他校課綱的比較、各單元內容的概要及莊老師所講授的方式以進行模組化排序，並將各單元依據其相關性做適當的連結，讓使用者能夠清楚的了解各單元間的關聯性。此微積分模組化課程將於國立交通大學開放式課程網頁與高中生課程專區中呈現，主畫面如圖 6-1 所示。如此一來，模組化後的課程不僅讓教育工作者能以更簡易的方式選取合適的模組片段供該校學生學習，在學習者方面也能夠對於微積分的組織上有初步了解，而立體式的學習模式也提供學習者更多元化、更彈性的選擇以取代原先提供之線性式的影音課程，學習者能夠依據自己的程度與需求適性化的學習，也打破了依照每一章節循序漸進學習的觀點，提供了一種不同思維的學習方法，讓使用者能夠達到最有效率且個別化的學習，並讓學習者有更多的學習途徑能夠選擇，如此彈性且多元化的學習模式也有助於增強學習者的學習動機，若能夠讓學習者對學習產生正面的成效，此亦是我們所樂見的。

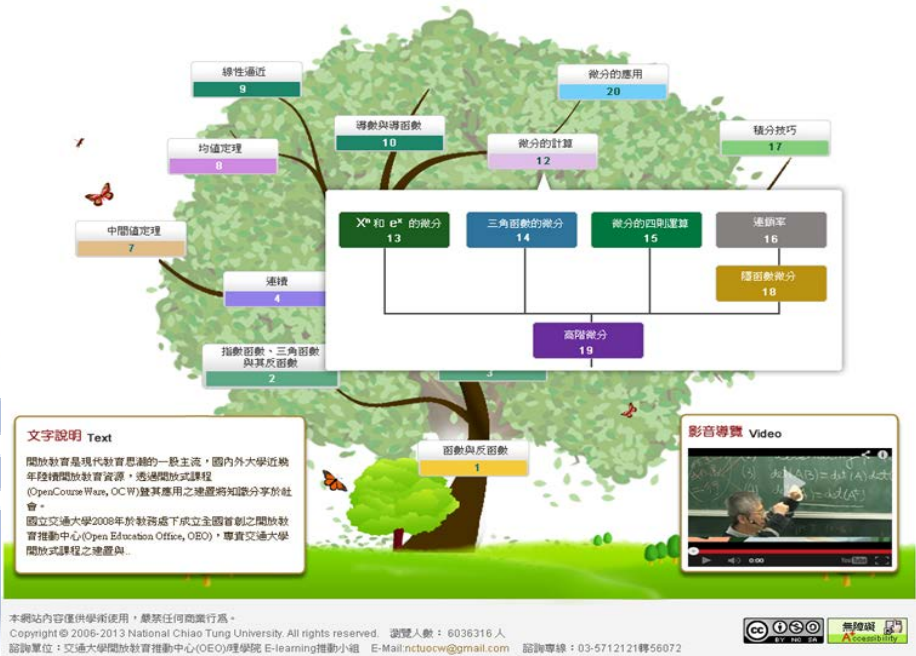


圖 6-1 微積分模組化課程於網頁中呈現模式

第二節 後續研究建議

一、以模組化後課程提高教學者利用已發佈之課程進行再利用教學的可能性

由本文所分析的聯合大學課程套件計畫中可得知教學者利用 OCW 輔以教學的教學模式，能成功的提高學生的學習成效，教學者將原先僅置於國立交通大學開放式課程中的莊重老師微積分(一)課程影片融入教學現場中，透過擷取莊老師微積分課程中的部分影片片段讓聯合大學施測班級的學生以預習的方式，能對於微積分課程有初步的瞭解，再經由老師上課時的解說並以小考測驗的方式觀察學生學習成效。前文中也由兩個施測班級學生的問卷調查及與教學者、B 班學生的訪談和微積分會考的學習成效所分析的結果，皆顯示出

兩個不同施測班級的學生對於這樣的學習模式皆給予很高的評價。但由於剪輯之微積分課程影音檔依舊為線性式的影音課程，對於聯合大學的學生而言還是有較為困難的部分，若教學者能夠使用經由模組化後的微積分課程進行教學，規畫適合各校學生難易度的學習途徑供學生學習，也讓學生依照自行程度與需求進行調整，應會使得學習者對於學習微積分有著更大的成效，亦能讓學習者不再侷限於以線性思維來學習微積分這門學科。課程模組化的方式能讓學習者依照本身需求以更適性的方式來學習，此符合個別化需求也能增強學習的動機，故研究者提出若能提高教學者使用模組化後的微積分課程進行教學的意願，將使得更多學習者有正面的影響力；對於教學者而言，也能經由觀摩其他教師的課程影片促進教學增長，而模組化後課程簡易的使用方式也易於增加教學者的使用意願，所以利用模組化後進行教學的教育理念應被推廣至各院校，能讓更多熱愛學習的學習者能以更彈性且適性的方式安排適合自己的學習模式。

二、後續研究方向建議

由於本研究旨在探討給定一種不同的方式來改善原先開放式課程中所提供之影音課程，故在本文分析各項因素後，提出以課程模組化的方式能夠讓不同教育背景的學習者以個別化的方式做最適性化、最有效率的學習。但由於本研究僅以微積分(一)為例進行課程分析，且僅探討第一章函數與模型、第二章極限與導數、第三章微分法則、第四章微分的應用、第五章積分以及第七章積分技巧，對於微積分這門學科而言，還有許多課程尚未進行分析，建議未來可將微積分的後續章節再以課程模組化的方式進行分析，使原先分析之課程能有更完整的呈現。而針對例題難易度的部分，由於本研究僅由國立交通大學、國立中央大學、國立聯合大學及明新科技大學的師長進行評斷，日後若能夠由幾位學生實際進行評斷，再取高分組與低分組答對率的平均值，則每一例題難易度的判別可能會更為精確。此外，本研究中針對聯合大學課程套件計畫施測班級學生所評定之觀看課程影片的情況僅為學生自評，所以在分析的成效上有一定的限制，若能改為教學者利用影片上傳至平台後能經由後台系統自動偵測每一學生實際觀看課程影片的情形，再由後台資料統計進行分析，則分析結果將更為準確。對於未來使用模組課程進行實地教學，亦可加入電腦互動式的學習評量系統以軟體評估學習者所適合的難易度及評斷每一單元瞭解程度以供學習者及教育工作者參考，並應適時評估成效及回饋即時修正模組設計。此外，研究者也建議後續應探討學習者的點擊路徑以了解不同學習者使用該模組化後課程進行學習的學習路徑是否有所差異，亦或是能由後台資料蒐集分析使用者的使用情形，另也能對於使用該模組化後課程的使用者之後改回使用原先開放式課程中所提供之莊重老師的微積分(一)影音課程進行學習的比例進行探討以了解研究者設計之微積分模組化課程的合適性，並能依循使用者的建議即時修正模組設計，使呈現模式更為完備。

參考文獻

中文部分

方建良、姚如芬 (2003)。數學領域模組化網頁課程之初探。科學教育研究與發展季刊，31，78-94。

方德琳 (2010 年 6 月)。TED 18 分鐘改變世界—全球瘋「風格演說」。《30》雜誌，70。取自 http://www.30.com.tw/article_content_16172.html

朱元祥、蒲介珉 (2000)。模組化課程設計之簡介。技術與職業教育，57，43-46。

江明洲 (2003)。模組化理論與實務之研究—以資訊電子業 B 公司為例 (碩士論文)。國立政治大學，台北市。

李隆盛 (1996)。科技與職業教育的課題。台北：師大書苑。

李雪莉 (2011)。淘課潮，襲捲全球。天下雜誌，467。取自 <http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5012820&page=1>

李欣龍 (2012)。產業觀點 | 關鍵 18 分鐘的 TED - 跳脫守株教育，突破待兔學習。工商時報，A6 版。

呂紹玉 (2013)。獨家專訪可汗學院創辦人 Salman Khan：實踐因材施教，不再需要「放牛班」(上)。科技報橘。取自 <http://techorange.com/2013/01/18/exclusive-khan-academy-part1/>

林建仲、鄭宗文 (2001)。合作式學習與問題解決—培養以問題解決為中心的網路合作學習。資訊與教育雜誌，85，55-62。

林蓮蕊 (2006)。積木理論在開放式住宅系統之運用 (碩士論文)。國立臺灣科技大學，台北市。

施勳鈺 (1997)。生活科技課程模組化教學。中學工藝教育月刊，第 30 卷第 7 期，16-20。

洪嘉飛 (2011)。臺師大與交大開放式課程使用評估之研究 (碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。

孫仲山、吳思達、張勝茂、呂書榮、盧仁傑、徐又瑋、單亦幹、王雅俞、李蕙年 (2005)。職訓中心以類群實施多能工模式之研究。高雄市：國立高雄師範大學科技學院。行政院勞工委員會職業訓練局泰山職業訓練中心委託研究報告。

許成之 (1998)。論我國遠距教育的發展空間。隔空教育論叢，第十輯，31-52。

張政亮 (2001)。模組式教材在網路教學上的設計與應用。國教新知，第 48 卷 1 期，44-58。

張真真 (2006)。高職餐旅群觀光科日語會話模組課程規劃研究 (碩士論文)。國立雲林科技大學，雲林縣。

焦建利 (2011)。從開放教育資源到參與式學習文化。中國教育網路。取自 http://big5.qstheory.cn/special/2011dd/zgxxgkk/zgxxgkk_d/201112/t20111205_127975.htm

歐芝岑 (2001)。模組產品創新策略類型之研究—台灣機械業的實證研究 (碩士論文)。私立東海大學，台中市。

教育部 (2011)。認識創用CC授權。第一版第三刷。臺北市：教育部。

教育部 (2011)。創用CC授權實務參考手冊：教育行政機關篇。第一版第三刷。臺北市：教育部。

陳志銘、陳勇汀、林筱芳 (2010)。通識教育開放式課程數位典藏建置之研究。大學圖書館，第 14 卷 2 期，83-112。

陳怡如 (2013)。YouTube 首批華語教學影片上線！台清交三校拔頭籌。數位時代網站。取自 <http://www.bnext.com.tw/article/view/cid/145/id/27197>

蔡仁宏 (2000)。積木在建築立體形構運用上之探索 (碩士論文)。私立東海大學，台中市。

鄒景平 (2012)。線上學習—小蝦米對大鯨魚的教中學 MOOC。總裁學苑。取自 http://www.ceolearning.org/admin/epaper/20121120/epaper_s.htm

英文部分

Baldwin C. Y. & Clark K. B. (2000). *Design Rules : The Power of Modularity*, Massachusetts London England, The MIT Press Cambridge (pp. 65).

Butcher, N., Kanwar, A. & Uvalic´-Trumbic´, S. (2011). *A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)*. Vancouver, Canada, Commonwealth of Learning, and Paris, France: UNESCO.

Carson, S. (2009). The unwallied garden: Growth of the OpenCourseWare Consortium, 2001-2008. *Open Learning*, 24(1) (pp. 23-29).

Falmagne, J.-C., E. Cosyn, J.-P. Doignon, and N. Thi´ery (2006). The Assessment of Knowledge, in Theory and in Practice. In: R. Missaoui and J. Schmid (eds.):ICFCA, Vol. 3874 of *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 61 - 79).

Samuel Nikoi & Alejandro Armellini (2012). The OER mix in higher education: purpose, process, product, and policy. *Distance Education*, Vol. 33, Special Issue: OERs and Social Inclusion (pp. 165-184).

Strayer, J. (2009). *Inverting the classroom: A study of the learning environment when an intelligent tutoring system is used to help students learn*. Saarbrücken, Germany: VDM Verlag.

附錄一 國立交通大學開放式課程使用者回饋擷錄

意見或建議	日期	身分	所在地區
(i)			
之前常到 MIT OCW 看世界一流學府的教學，並且受了朱學恆先生為了 OCW 中文化的義行所感動。現在看到交大也有 OCW，感到十分興奮與感動！我覺得 OCW 除了發揮知識開放的效用外，也對該校的名聲是一種非常好的宣傳。在此感謝交大對 OCW 的支持，也能讓我們自學者有機會能夠獲取寶貴的知識，謝謝你們，辛苦了。	2007-06-03	自學者	台灣
無意間發現了貴校開放式課程網站這種無私的分享讓有心想學習大學教育的學習者獲得國內一流學府的上課教學影音內容值得作為全國的表率 and 同樣有 OCW 美國 MIT 有同等高度的讚許當然也讓我受益無窮非常感謝^^	2007-11-01	其他學校學生	台灣
平常有看 MIT 的 OCW 但是後來才發現原來交大也有 OCW 在國外唸書 能看到交大的課程 感覺相當親切 不過 有一點就是 攝影機有的時候可以不時的 轉向學生 可能 教授跟學生的互動不是很大 但是看 MIT 的 有許多都會發現 鏡頭不時會轉向 學生 當然啦 就算交大學生跟教授課堂上的互動不是很大 其實也沒啥關係總之 不錯啦 希望交大的 OCW 繼續下去喔!! 加油	2007-12-31	Student	America
这个课程很难，我上课一节课很多东西不能一节课消化，网上在中国大陆的许多高校课程主页上都没找到这个课程的相关主页内容，实在没办法了去 MIT 的网站上，本来这么课程就很难如果才用英语的话不说首先阅读上面的困惑，西方国家的授课和我们东方的授课总体规划也不一样，然后发现了贵校的网站有相关的资料欣喜若狂，但是进来遗憾的是没有相关的视频，我希望这门课程有相关的视频，因为作为公式上的推导，还是希望在有老师的带领下细细去琢磨下公式的推导细节，而这一节 45 分钟的为赶课时的课堂上是无法完成的，如果有相关的视频的话可以对这视频自己仔细的去推导和老师的对比推导，更何况我们都	2008-12-02	其他學校學生	中國大陸

是同一母语系，这个应该更方便，呵呵，谢谢，不知道我的表述清楚没有			
(ii)			
於上學期備課時經常會參考開放式課程微積分影音，了解如何引導學生並促長學習動機，也會針對較難的觀念觀摩莊老師的影音知道該如何切入較容易讓學生吸收。		本校教師	台灣
教學時通常會牽涉到跨領域教學，對於量子力學部分由於非本科專業，多會參考開放式課程之物理影片內容，作為教學教材準備參考之用		本校教師	台灣
(iii)			
微積分的在各學科的影響性極大，很謝謝交大提供線上微積分課程，對於我們一些自學者而言，真是一件福音，也希冀未來有更多的線上課程能呈現，讓開放式課程一直推廣下去。	2007-06-01	自學者	台灣
您好：1. 我是南部一名大一新生<某私立院校>. 說來與交大結緣也真有趣. 半夜1~2 點一時睡不著. 剛好看到某大學收到 15X 億捐贈新聞. 在瀏覽過程看到了關於交大的採訪. 就跟著點入交大首頁. 而意外發掘了這個寶藏===<開放式課程>. 讓我足足看了1 個多小時的微積分. 2. 對於開放式課程. 雖然我本身非交大人亦非名校出身. 但真的覺得這個課程對其他師資不足的學校或是有心向上的學生. 真的是一個<善舉>. 記得之前在知名管理大師<大前先生>的書中曾看到關於網路教學認證的想法. 想不到今天在交大看過. 重點是交大整體的錄製的過程還不錯. 而且還可採考試制度. 心裡滿佩服的. 也希望交大能持續這個<善行>. 謝謝!	2007-07-05	其他學校學生	台灣
你好感謝貴校提供如此豐富完整的教材供大家自行研讀我目前都有持續在看微積分的影音及講義，受益良多也釐清了許多觀念！目前對於學校所教授的線性代數有許多地方不太了解不曉得貴校什麼時候會推出線性代數以及高等微積分等進階的課程可供研讀呢？	2007-07-14	其他學校學生	台灣
很棒！今天第一次來瀏覽，就迷住了，微積分老師教的很有趣不會想睡覺~ 以後會常來報到吧，而且是免費免註冊的，對自學的人來講是天大的禮物！我很少看到非本課程學生還能看課程的教學網，只能說你們真的很慷慨。而且網路速度也夠快，2M 頻寬就能看的	2007-08-03	其他學校學生	台灣

很開心了。真的非常感謝!			
研讀 觀看 莊老師的微積分課程 非常感動 感謝交大如此用心 讓一流的 教學 能無私地分想 讓想學好數學的人能有絕佳的資源 再次感謝 期待能有更多的課程以饗學子 如 高等微積分 微分方程 或數值分析等	2007-08-22	自學者	台灣
西元 2000 年從大學畢業，離開學校。30 歲的我，在解決了很多簡單的數學問題之後，卻發現有更多的數學問題是目前的我解決不了的。於是我重拾書本，想把以前大學的微積分課程再溫習一次。偶然發現國立交通大學有 OOPS 課程，看了第一堂莊教授的微積分課程後，就發現我應該好好的把微積分再 K 一次，因為比起我大學時代的老師，莊教授的課比較能夠讓人覺得微積分不是那麼的天馬行空，而且我覺得莊教授有幾次上課舉的例子非常的經典巧妙，讓人在微積分學習上能夠與定理產生共鳴，特此感謝。本人才疏學淺，不過也仔細的把每一份講義瀏覽過濾，覺得可能有筆誤之處也記錄整理下來，待告一段落之後，會寄回給貴處做個稍微修正的參考。	2007-09-27	其他	台灣
我是微積分的自學者，本來有在考試取向的補習班補習，正當我被各種模糊的觀念打敗時，剛好遇見了你們的開放式課程，老師的學養豐富，教學清晰，教學完整按步就班，有很多平常死背的題目現在都豁然開朗，我想感謝你們，感謝交大，真的是無私的知識分享，有你們真好 T_T	2007-10-03	自學者	台灣
我是今年申請上中山電機的學生，在網路上無意間看到交大的 OCW 課程，感覺到無比感謝，貴校能無私的將優秀的教學課程開放給想學這些課程的學生或社會大眾。莊重老師的微積分深入淺出，用心良苦；李威儀老師的普物讓我對擴大了我對物理的認知，想信我會繼續看其他與電機相關的課程下去，也相信對我一定有很大幫助。在此建議如微分方程、線性代數、電磁學、電路學、電子學の影音課程也能陸續上網，相信對台灣工科同學或業界的水準一定有提昇的作用，工科同學也不會有時對課程的無助感。在此再次感謝交大無私的奉獻!	2008-06-08	其他學校學生	台灣
我是一名自學者，畢業於大學企管所，當初在朋友介紹下，無意中接觸到交大的開放式課程，讓我得到了許多驚喜。而我本身對於微積分頗有興趣，大學唸的	2009-04-23	自學者	台灣

<p>就是普通數學系，日前再上了莊重老師、白啟光老師的影音課程，更是覺得有如醍醐灌頂，只恨當初沒有拜於兩位門下，這真的很感謝貴單位跟國立交通大學，補足了我當初沒繼續讀數學系的缺憾。今天無意中看到了聯合報的文教新聞版面，提到了近來youtube成立了YouTube.Edu 頻道資訊，在上面彙集了柏克萊、史丹佛、哈佛、麻省等校的開放課程，可以說是一個教育的寶庫。以一個使用者的觀點我會在想，如果貴校也能把課程開放上去，會不會有更多使用者去使用呢？可以有更多人因此發掘到這樣好的寶藏，更可將交大的美意宣達出去，得到更豐厚的收穫與迴響。這只是我的一點小建議而已！期待交大能製作出更多更優秀的好課程，造福更多像我這樣的人。謝謝！蘇岫文敬上。</p>			
<p>謝謝交大提供這麼好的課程！讓我們這些外校的學生得以聽到交大老師的課程，令人感激！我很喜歡李威儀教授的物理，以及莊重老師的微積分，內容生動活潑，講法也讓易學好懂！而演講中心裡的一些課程也頗有特色，我們幾位中央的同學還組成了共學會，非常謝謝你們提供這樣的課程，謝謝！</p>	2009/08/27	其他大專院校學生	台灣
<p>一次考试让我重新复习微积分，让我搜索到国立交通大学的开放式课程。非常感谢庄重老师的由浅入深的讲解，回想在国内的大学教育，我们相差的太多，真希望国内的大学不要再急功近利，走慢一点，踏实一点。我希望课程题目后标明这是适合几年级学习，并对已有的目录按学习的时间先后顺序分类。</p>	2011/11/13	其他大專院校學生	中國大陸
<p>您好，在这我首先非常感谢贵校提供的这套微积分教程，讲的非常好。让我理解了很多以前理解不透的概念。其次，我想问下，这个课程为什么直接从1.5节开始，前面的课程没上还是什么？</p>	2012/2/25	其他	中國大陸

附錄二 國立交通大學、國立中央大學及國立聯合大學微積分章節比較表

主題	國立交通大學	國立中央大學	國立聯合大學	
			理工學院	電資學院
Functions and Models				
Exponential Functions	ch1-5	ch7-2*	ch3-1★	ch3-1★
Applications of exponential functions	ch1-5	ch7-2*	ch1-1★	ch1-1★
The number e	ch1-5		ch3-1★	ch3-1★
Inverse Functions and Logarithms	ch1-6	ch7-1	ch3-2★	ch3-2★
Logarithms functions	ch1-6	ch7-3*	ch3-2★	ch3-2★
Natural logarithms	ch1-6	ch7-3*	ch3-2★	ch3-2★
Inverse trigonometric functions	ch1-6	ch7-6	ch3-5	ch3-5
Limits and derivatives				
The Limit of a Function (聯合: Intuitive definition of a limit)	ch2-2	ch2-2	ch1-3	ch1-3
One-sided limits	ch2-2	ch2-2	ch1-3	ch1-3
Infinite limits	ch2-2	ch2-2	ch1-6	ch1-6
Calculating Limits Using the Limit Laws	ch2-3	ch2-3	ch1-4	ch1-4
The Precise Definition of a Limit	ch2-4	ch2-4	ch1-3★	ch1-3★
Infinite limits (聯合: precise definitions)	ch2-4	ch2-4	ch1-6	ch1-6
Continuity	ch2-5	ch2-5	ch1-5	ch1-5
<u>The intermediate theorem</u>	ch2-5	ch2-5	ch1-5	ch1-5

Limits at Infinity; Horizontal Asymptotes	ch2-6	ch4-4	ch1-6	ch1-6
Infinite limits at Infinity	ch2-6	ch4-4	ch1-6	ch1-6
Precise definitions	ch2-6	ch4-4	ch1-6★	ch1-6★
Derivatives and Rates of Change	ch2-7	ch3-1	ch2-1	ch2-1
Tangents	ch2-7	ch3-1	ch2-1	ch2-1
Velocities	ch2-7	ch3-1	ch2-1	ch2-1
Derivatives	ch2-7	ch3-1	ch2-1	ch2-1
Rates of change	ch2-7	ch3-1	ch2-1	ch2-1
The Derivative as a Function	ch2-8	ch3-2	ch2-2	ch2-2
Other notations	ch2-8	ch3-2	ch2-2	ch2-2
Differentiable functions	ch2-8	ch3-2	ch2-2	ch2-2
How can a function fail to be differentiable?	ch2-8	ch3-2	ch2-2	ch2-2
Higher derivatives	ch2-8	ch3-2	ch2-2	ch2-2
Differentiation Rules				
Derivatives of Polynomials and Exponential Functions	ch3-1	ch3-3(Differentia tion Formulas)	ch2-3	ch2-3
Power Functions	ch3-1	ch3-3	ch2-3	ch2-3
New Derivatives From Old	ch3-1	ch3-3	ch2-3	ch2-3
Exponential Functions	ch3-1	ch7-2* (Derivatives of Exponential Functions)	ch3-1 ★ ch3-3(Derivativ es of Exponential Functions)	ch3-1 ★ ch3-3(Derivativ es of Exponential Functions)
The Product and Quotient Rules	ch3-2	ch3-3	ch2-4	ch2-4

The Product Rule	ch3-2	ch3-3	ch2-4	ch2-4
The Quotient Rule	ch3-2	ch3-3	ch2-4	ch2-4
Derivatives of Trigonometric Functions	ch3-3	ch3-4	ch2-3 ch2-4(Trigonometric Functions)	ch2-3 ch2-4(Trigonometric Functions)
The Chain Rule	ch3-4	ch3-5	ch2-5	ch2-5
How to prove the chain rule	ch3-4	ch3-5	ch2-5★	ch2-5★
Implicit Differentiation	ch3-5	ch3-6	ch2-6	ch2-6
Derivatives of inverse trigonometric functions	ch3-5	ch7-6	ch3-5	ch3-5
Derivatives of Logarithmic Functions	ch3-6	ch7-4*	ch3-3	ch3-3
Logarithmic differentiation	ch3-6	ch7-4*	ch3-3	ch3-3
The number e as a limit	ch3-6	ch7-4*	ch3-1★	ch3-1★
Rates of Change in the Natural and Social Sciences	ch3-7★	ch3-7★	ch2-1	ch2-1
Physics	ch3-7★	ch3-7★	ch2-3★ (Applications to Rates of Change)	ch2-3★ (Applications to Rates of Change)
Chemistry	ch3-7★	ch3-7★		
Biology	ch3-7★	ch3-7★		
Economics	ch3-7★	ch3-7★	ch2-3★ (Applications to Rates of Change)	ch2-3★ (Applications to Rates of Change)
Other sciences	ch3-7★	ch3-7★		
A single idea, many interpretations	ch3-7★	ch3-7★		
Exponential Growth	ch3-8★	ch7-5	ch3-4★	ch3-4★

and Decay				
Population growth	ch3-8★	ch7-5	ch3-4★	ch3-4★
Radioactive decay	ch3-8★	ch7-5	ch3-4★	ch3-4★
Newton' s law of cooling	ch3-8★	ch7-5	ch3-4★	ch3-4★
Continuously compounded interest	ch3-8★	ch7-5	ch3-4★	ch3-4★
Related Rates	ch3-9	ch3-8	ch2-7	ch2-7
Linear Approximations and Differentials	ch3-10	ch3-9	ch2-8	ch2-8
Applications to physics	ch3-10	ch3-9	ch2-8	ch2-8
Differentials	ch3-10	ch3-9	ch2-8	ch2-8
Hyperbolic Functions	ch3-11★	ch7-7★	ch3-6★	ch3-6★
Inverse hyperbolic functions	ch3-11★	ch7-7★	ch3-6★	ch3-6★
Applications of Differentiation				
Maximum and Minimum Values	ch4-1	ch4-1	ch4-1	ch4-1
The Mean Value Theorem	ch4-2	ch4-2	ch4-2★	ch4-2★
How Derivatives Affect The Shape of a Graph	ch4-3	ch4-3	ch4-3	ch4-3
What Does f' Say About f ?	ch4-3	ch4-3	ch4-3	ch4-3
What Does f'' Say About f ?	ch4-3	ch4-3	ch4-3	ch4-3
Indeterminate Forms and L' Hospital' s Rule	ch4-4	ch7-8	ch3-7	ch3-7
Indeterminate Products	ch4-4	ch7-8	ch3-7	ch3-7

Indeterminate Differences	ch4-4	ch7-8	ch3-7	ch3-7
Indeterminate Powers	ch4-4	ch7-8	ch3-7	ch3-7
Summary of Curve Sketching	ch4-5	ch4-5	ch4-4★	ch4-4★
Guidelines for Sketching a Curve	ch4-5	ch4-5	ch4-4★	ch4-4★
Slant Asymptotes	ch4-5	ch4-5		
Graphing with Calculus and Calculators	ch4-6	ch4-6★	ch4-4★ (Graphing with Technology)	ch4-4★ (Graphing with Technology)
Optimization Problems	ch4-7	ch4-7	ch4-5★	ch4-5★
Applications to Business and Economics	ch4-7	ch4-7	ch4-5★	ch4-5★
Newton's Method	ch4-8★	ch4-8★	ch4-6★	ch4-6★
Antiderivatives	ch4-9	ch4-9	ch4-7★	ch4-7★
Rectilinear Motion	ch4-9	ch4-9	ch4-7★	ch4-7★
Integrals				
Areas and Distances	ch5-1	ch5-1	ch5-1★	ch5-1★
The Area Problem	ch5-1	ch5-1	ch5-1★	ch5-1★
The Distance Problem	ch5-1	ch5-1	ch5-1★	ch5-1★
The Definite Integral	ch5-2	ch5-2	ch5-2	ch5-2
Evaluating Integrals	ch5-2	ch5-2	ch5-2	ch5-2
The Midpoint Rule	ch5-2	ch5-2	ch5-2	ch5-2
Properties of the Definite Integral	ch5-2	ch5-2	ch5-2	ch5-2
The Fundamental Theorem of Calculus	ch5-3	ch5-3	ch5-4	ch5-4
Differentiation and Integration as Inverse Processes	ch5-3	ch5-3	ch5-4	ch5-4
Indefinite Integrals and the Net Change Theorem	ch5-4	ch5-4	ch5-3	ch5-3
Indefinite Integrals	ch5-4	ch5-4	ch5-3	ch5-3

Applications	ch5-4	ch5-4	ch5-3	ch5-3
The Substitution Rule	ch5-5	ch5-5	ch5-5	ch5-5
Definite Integrals	ch5-5	ch5-5	ch5-5	ch5-5
Symmetry	ch5-5	ch5-5	ch5-5	ch5-5
Applications of Integration				
Areas Between Curves	ch6-1	ch6-1	ch7-1	ch7-1
Volumes	ch6-2	ch6-2	ch7-2	ch7-2
Volumes by Cylindrical shells	ch6-3	ch6-3	ch7-3★	ch7-3
Work	ch6-4	ch6-4★	ch7-5★	ch7-5★
Average Value of a Function	ch6-5	ch6-5	ch5-4	ch5-4
Techniques of Integration				
Integration by Parts	ch7-1	ch8-1	ch6-1	ch6-1
Trigonometric Integrals	ch7-2	ch8-2	ch6-2	ch6-2
Trigonometric Substitution	ch7-3	ch8-3	ch6-2	ch6-2
Integration of Rational Functions by Partial Fractions	ch7-4	ch8-4	ch6-3 (Partial Fractions)	ch6-3 (Partial Fractions)
Rationalizing Substitutions	ch7-5	ch8-5	ch7-4★	ch7-4
Can we Integrate all Continuous Functions?	ch7-5	ch8-5	ch6-4★	ch6-4★
Integration using Tables and Computer Algebra Systems	ch7-6	ch8-6★	ch6-4★	ch6-4★
Tables of Integrals	ch7-6	ch8-6★	ch6-4★	ch6-4★
Computer Algebra Systems	ch7-6	ch8-6★	ch6-4★	ch6-4★
Approximate Integration	ch7-7	ch8-7★	ch6-5★	ch6-5★
Simpson' s Rule	ch7-7	ch8-7★	ch6-5★	ch6-5★

Improper Integrals	ch7-8	ch8-8	ch6-6	ch6-6
Type 1 : Infinite Intervals	ch7-8	ch8-8	ch6-6	ch6-6
Type 2 : Discontinuous Integrands	ch7-8	ch8-8	ch6-6★	ch6-6★
A comparison Test For Improper Integrals	ch7-8	ch8-8	ch6-6★	ch6-6★

註解： ★表示由老師決定是否講授，非會考範圍 *為國立中央大學用書之章節



附錄三 國立交通大學微積分上學期課程大綱與教學時間

CH1 Functions and Models -- 3 hours

- 1.5 Exponential Functions
- 1.6 Inverse Functions and Logarithms

CH2 Limits and derivatives -- 7 hours

- 2.2 The Limit of a Function
- 2.3 Calculating Limits Using the Limit Laws
- 2.4 The Precise Definition of a Limit
- 2.5 Continuity
- 2.6 Limits at Infinity; Horizontal Asymptotes
- 2.7 Derivatives and Rates of Change
- 2.8 The Derivative as a Function

CH3 Differentiation Rules -- 6 hours

- 3.1 Derivatives of Polynomials and Exponential Functions
- 3.2 The Product and Quotient Rules
- 3.3 Derivatives of Trigonometric Functions
- 3.4 The Chain Rule
- 3.5 Implicit Differentiation
- 3.6 Derivatives of Logarithmic Functions
- ◆ 3.7 Rates of Change in the Natural and Social Sciences
- ◆ 3.8 Exponential Growth and Decay
- 3.9 Related Rates
- 3.10 Linear Approximations and Differentials
- ◆ 3.11 Hyperbolic Functions

CH4 Applications of Differentiation -- 8 hours

- 4.1 Maximum and Minimum Values
- 4.2 The Mean Value Theorem
- 4.3 How Derivatives Affect the Shape of a Graph
- 4.4 Indeterminate Forms and L' Hospital' s Rule

- 4.5 Summary of Curve Sketching
- 4.7 Optimization Problems
- ◆ 4.8 Newton's Method
- 4.9 Antiderivatives

CH5 Integrals -- 6 hours

- 5.1 Areas and Distances
- 5.2 The Definite Integral
- 5.3 The Fundamental Theorem of Calculus
- 5.4 Indefinite Integrals and the Net Change Theorem
- 5.5 The Substitution Rule

CH6 Applications of Integration -- 3 hours

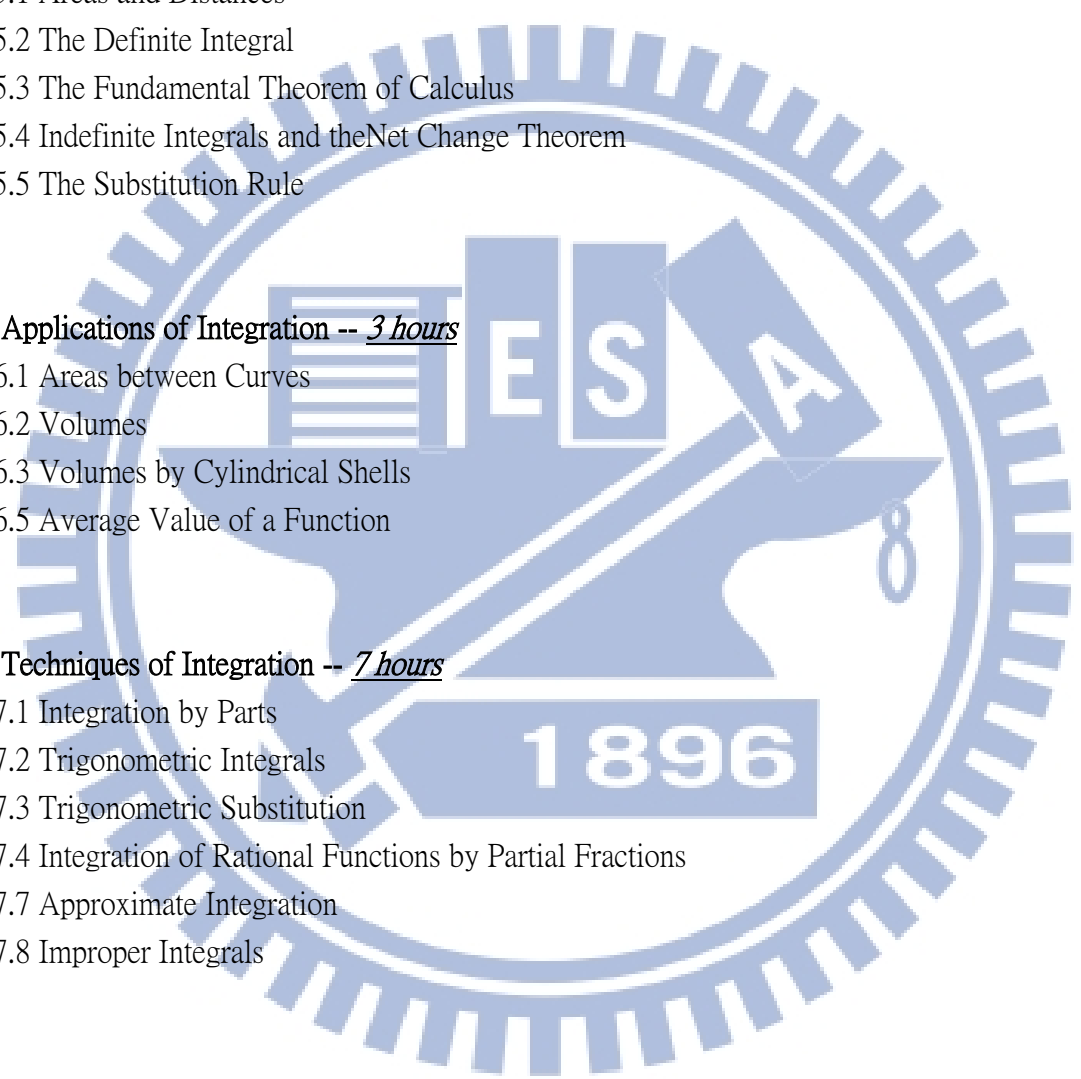
- 6.1 Areas between Curves
- 6.2 Volumes
- 6.3 Volumes by Cylindrical Shells
- 6.5 Average Value of a Function

CH7 Techniques of Integration -- 7 hours

- 7.1 Integration by Parts
- 7.2 Trigonometric Integrals
- 7.3 Trigonometric Substitution
- 7.4 Integration of Rational Functions by Partial Fractions
- 7.7 Approximate Integration
- 7.8 Improper Integrals

CH8 Further Applications of Integration -- 3 hours

- 8.1 Arc Length
- 8.2 Area of a Surface of Revolution
- ◆ 8.3 Applications to Physics and Engineering
- ◆ 8.4 Applications to Economics and Biology
- ◆ 8.5 Probability



CH10 Parametric Equations and Polar Coordinates -- *6 hours*

10.1 Curves Defined by Parametric Equations

10.2 Calculus with Parametric Curves

10.3 Polar Coordinates

10.4 Areas and Lengths in Polar Coordinates

(註：◆ 標示之章節，由老師決定是否講授，不列入微積分會考範圍)



附錄四 南台科技大學與國立交通大學之微積分課程教學時間對比表

【第一學期】	
Ch1 預備知識	
註：此單元為配合交大課程 ch1-1 不含 symmetry 和 increasing and decreasing functions & 1-3 僅 combinations of functions	
南台科大	影片長度 01:45:35 (6335s)
國立交通大學	未講述
Ch2 極限	
註：此單元為配合交大課程 ch2-1~2-3	
南台科大	影片長度 02:41:44 (9740s)
國立交通大學	影片長度 01:00:05 (3605s)
教學時間：2.69 倍	
Ch3 函數的連續性	
註：此單元為配合交大課程 ch2-5	
南台科大	影片長度 02:22:32 (8552s)
國立交通大學	影片長度 00:43:45 (2625s)
教學時間：3.26 倍	
Ch4 導數	
ch4-1 導數的概念	
註：此單元為配合交大課程 ch2-7、2-8 不含 Higher derivatives	
南台科大	影片長度 02:04:55 (7495s)
國立交通大學	影片長度 00:59:43 (3583s)
教學時間：2.09 倍	

ch4-2 可微與連續

註：此單元為配合交大課程 ch2-8 How can a function fail to be differentiable

南台科大	影片長度 00:48:28 (2908s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:10:30 (630s)
--------	----------------------

教學時間：4.62 倍

ch4-3 微分的基本規則

註：此單元為配合交大課程 ch3-1-3-2 不含 Derivatives of exponential functions

南台科大	影片長度 01:43:38 (6218s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:44:50 (2690s)
--------	-----------------------

教學時間：2.31 倍

ch4-4 連鎖率

註：此單元為配合交大課程 ch3-4

南台科大	影片長度 00:43:03 (2583s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:36:09 (2169s)
--------	-----------------------

教學時間：1.19 倍

ch4-5 邊際分析與利用增量求近似值

註：此單元為配合交大課程 ch3-7 Economics & ch3-10 Linear approximations

南台科大	影片長度 01:55:02 (6902s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:28:34 (1714s)
--------	-----------------------

教學時間：4.03 倍

ch4-6 隱函數的微分及相關的變化率

註：此單元為配合交大課程 ch3-5 不含 Derivatives of inverse trigonometric functions & ch3-9

南台科大	影片長度 01:51:07 (6667s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:55:42 (3342s)
--------	-----------------------

教學時間：1.99 倍

ch4-7 高階導數

註：此單元為配合交大課程 ch2-8 Higher derivatives & 交大影片 3-7

南台科大	影片長度 01:11:30 (4290s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:08:31 (511s)
--------	----------------------

教學時間：8.40 倍

Ch5 導數的應用

ch5-1 遞增函數與遞減函數

註：此單元為配合交大課程 ch1-1 Increasing and decreasing functions

南台科大	影片長度 00:40:03 (2403s)
------	-----------------------

國立交通大學	未講述
--------	-----

ch5-2 相對極值

註：此單元為配合交大課程 ch4-1 & ch4-3 The first derivative test

南台科大	影片長度 01:12:53 (4373s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:13:28 (808s)
--------	----------------------

教學時間：5.41 倍

ch5-3 凹性與反曲點

註：此單元為配合交大課程 ch4-3 What does f'' say about f'

南台科大	影片長度 02:39:56 (9596s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:30:15 (1815s)
--------	-----------------------

教學時間：5.29 倍

ch5-4 繪圖

註：此單元為配合交大課程 ch2-6 & ch4-5 Slant Asymptotes

南台科大	影片長度 00:36:41 (2201s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:14:24 (864s)
--------	----------------------

教學時間：2.55 倍

【第二學期】

ch5-4 繪圖

註：此單元為配合交大課程 ch2-6 & ch4-5

南台科大	影片長度 02:39:56 (9596s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:29:47 (1787s)
--------	-----------------------

教學時間：5.37 倍

ch5-5 最佳化

註：此單元為配合交大課程 ch4-1 極值定理 & ch4-7

南台科大	影片長度 04:08:46 (14926s)
------	------------------------

國立交通大學	影片長度 01:02:30 (3750s)
--------	-----------------------

教學時間：3.98 倍

Ch6 指數與對數函數

ch6-1 指數函數

註：此單元為配合交大課程 ch1-5

南台科大	影片長度 01:12:20 (4340s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:46:40 (2800s)
--------	-----------------------

教學時間：1.55 倍

ch6-2 對數函數

註：此單元為配合交大課程 ch1-6 Logarithmic function

南台科大	影片長度 01:08:06 (4086s)
------	-----------------------

國立交通大學	影片長度 00:39:42 (2382s)
--------	-----------------------

教學時間：1.72 倍

ch 6-3 對數函數與指數函數的微分

註：此單元為配合交大課程 ch3-1 Derivatives of exponential functions & ch3-6

南台科大	影片長度 00:59:00 (3540s)
國立交通大學	影片長度 00:18:28 (1108s)
教學時間：3.19 倍	
ch 6-4 指數型成長與衰退	
註：此單元為配合交大課程 ch1-5	
南台科大	影片長度 00:06:57 (417s)
國立交通大學	影片長度 00:18:27 (1107s)
教學時間：0.38 倍	
Ch 7 積分	
ch 7-1 反導數和不定積分	
註：此單元為配合交大課程 ch4-9 & ch5-4	
南台科大	影片長度 02:03:44 (7424s)
國立交通大學	影片長度 00:34:52 (2092s)
教學時間：3.55 倍	
ch 7-2 面積和定積分	
註：此單元為配合交大課程 ch5-1 & ch5-2	
南台科大	影片長度 01:22:21 (4941s)
國立交通大學	影片長度 01:00:30 (3630s)
教學時間：1.36 倍	
ch 7-3 微積分基本定理	
註：此單元為配合交大課程 ch5-3	
南台科大	影片長度 02:02:03 (7323s)
國立交通大學	影片長度 00:52:52 (3172s)
教學時間：2.31 倍	

註解：南台科技大學第一學期課程中 ch5-4 繪圖只大致介紹垂直漸近線及水平漸近線與例子，第二學期商用微積分又從 ch5-4 開始教學。

附錄五 交大與南台科大微積分教學內容比較-高階導數

國立交通大學 (教學時間 00:08:31)

微分的符號：一次微分 f' ，兩次微分 f'' ，三次微分 f''' ，但是不能夠一直撇下去，所以之後會用

Notation : $\frac{d^n y}{dx^n} = f^{(n)} = D^n f$

來表示對函數 y 做 n 次微分。

$\frac{d^n y}{dx^n}$ 是很傳神的，因為可以知道獨立變數為 x ，雖然 $f^{(n)}$ 和 $D^n f$ 更簡單的，但是卻看不出

獨立變數是什麼，所以 $\frac{d^n y}{dx^n}$ 有時候是常用的，因為很清楚可以知道什麼是獨立變數、什麼是被動變數。

Example 1 : $D^{2007} \cos x = \sin x$.

$$\begin{aligned} n=0, & \quad \cos x \\ n=1, & \quad -\sin x \\ n=2, & \quad -\cos x \\ n=3, & \quad \sin x \\ n=4, & \quad \cos x. \end{aligned}$$

解題重點 :

表示要算出把 $\cos x$ 微了 2006 次是多少，微了幾次之後會發現 $\cos x$ 的微分會循環，所以只要找出循環節是 4，再看 2006 除以 4 的餘數是 2 就可以知道是 $-\cos x$ 。

學習目標 3-1-4

理解三角函數的微分公式並能加以運用。

Example 2 : $y = h(x) = f(g(x))$, find $\frac{d^2 g}{dx^2}$.

Solution : $h'(x) = f'(g(x))g'(x)$

$$h''(x) = f''(g(x))(g'(x))^2 + f'(g(x))g''(x)$$

解題重點 :

沒有給定函數的長相就要微兩次是較為困難的，像是工數常常會碰到此種問題（未講解，直接將解答公佈於網路上）

學習目標 3-2-1

理解兩函數經過四則運算後的微分公式。

Example 3 : $f(x) = xg(x^2)$, find f' , f'' .

Solution : $f'(x) = g(x^2) + xg'(x^2)(2x)$
 $= g(x^2) + 2x^2g'(x^2).$

$$f''(x) = 2xg'(x^2) + 4xg'(x^2) + 4x^3g''(x^2).$$

解題重點 :

要先將 $xg(x^2)$ 看成不同的函數相乘，先用 product rule，微分時利用 $(f \cdot g)' = f' \cdot g + f \cdot g'$ ，而 $g(x^2)$ 再用 chain rule 來做，可以把 $g(x^2)$ 中的 x^2 看成 u ， $g(x^2)$ 整個看成 y ，所以此項的微分為 $\frac{dy}{du}$ 乘上 $\frac{du}{dx}$ 。二次微分也是一樣的道理，直接將 $f'(x)$ 做微分，所以一樣將 $2xg'(x^2)$ 看為兩項相乘來做。

學習目標 3-2-1

理解兩函數經過四則運算後的微分公式。

學習目標 3-3-1

理解連鎖律 (Chain Rule) 的意義並利用連鎖律求合成函數的微分。

南台科技大學 (教學時間 01:11:30)

4.7

高階導數

速度是位置函數對時間的變化率，而加速度又是速度對時間的變化率。因此加速度就是位置函數的變化率的變化率。函數的變化率的變化率在經濟學上也常用到。例如，有時通貨膨脹在上升，但通貨膨脹率卻下降，這意味著物價仍在上漲，但漲得沒有先前快。

一個函數 $f(x)$ 的導數 $f'(x)$ 仍為一函數。若函數 $f'(x)$ 的導數 $(f'(x))' = f''(x)$ 存在，我們稱 $f'(x)$ 為 $f(x)$ 的一階導數 (first derivative of f)，稱 $f''(x)$ 為 $f(x)$ 的二階導數 (second derivative of f)。只要導數存在，可以繼續求出三階、四階等 $f(x)$ 的高階導數。若 $y=f(x)$ ，我們可以把函數 $f(x)$ 在點 x 的一階、二階，甚至於 n 階導數分別表成下列符號

$$f'(x), f''(x), f'''(x), f^{(4)}(x), \dots, f^{(n)}(x)$$

$$y', y'', y''', y^{(4)}, \dots, y^{(n)}(x)$$

或

$$\frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}, \frac{d^3y}{dx^3}, \dots, \frac{d^ny}{dx^n}$$

例 3.5

試求 $f(x) = 7x^5 + 6x^4 - 3x^3 - 8x^2 + x - 11$ 的二階導數。

隨堂練習

求 $y = x^3(2x^2 - 1)$ 的二階導數。

例 3.6

某物體沿一直線運動，其位置函數為 $s(t) = 2t^3 - 3t^2 + 7t - 98$ ， t 代表經過的時間，求該物體的速度和加速度。

隨堂練習

若 $s = f(t) = 5t^2$ ， $0 \leq t \leq 30$ 為高鐵火車在直線上運動 t 秒時的位置 (公尺)，求在 $t=30$ 秒時的加速度為何？

▶ 例 3 7

若 $y = (x^3 + 2x + 1)(7x - 6)$ ，求 y''' 。

隨堂練習

若 $y = x^{\frac{7}{2}}$ ，求 $y^{(4)}$ 。

▶ 例 3 8

某製造工廠生產效率的研究顯示，員工上午 8 點到班，工廠產量為

$$Q(t) = -t^3 + 6t^2 + 24t \quad (\text{件})$$

t 為到班後的工作時數。

- (a) 試求員工在上午 11 點的生產率為何？
- (b) 試求員工在上午 11 點時生產率的變化率為何？

隨堂練習

某股票有一天的股價可用下列函數描述

$$p(t) = -8t^2 + 40t + 150 \quad (\text{元})$$

其中 t 代表開盤後的小時數，試問：

- (a) 開盤後 2 小時股價的變化率為何？
- (b) 開盤後 2 小時股價變化率的變化如何？

▶ 例 3 9

若 $x^3 + 3xy + y^3 = 100$ ，求 $\frac{d^2y}{dx^2}$ 。

隨堂練習

若 $y^2 + y + x = 1$ ，求 $\frac{d^2y}{dx^2}$ 。

南台科大	影片長度 01:11:30 (4290s)
國立交通大學	影片長度 00:08:31 (511s)

※教學時間南台科技大學為國立交通大學的 8.40 倍

附錄六 聯合大學剪輯之章節內容與四校例題難易度比對

影片 1 (影片總長為 00:26:17) — (配合 Test 1)

- 2-2 The Limit of a Function (00:35 ~ 07:19)
(聯合儲存檔名: 1-3 極限性質(交大 2-2))
- 2-4 The Precise Definition of a Limit (01:03:25 ~ 01:20:16)
(聯合儲存檔名: 1-3 極限的嚴密定義(交大 2-4))

採用例題難易度:

交大:(易) 聯合:(中) 明新:(更難) 中央:(難)

- 2-3 Calculating Limits Using the Limit Laws (06:25 ~ 09:07)
(聯合儲存檔名: 1-4 三明治定理(交大 2-3))

採用例題難易度:

交大:(中) 聯合:(難) 明新:(難) 中央:(難)

影片 2 (影片總長為 00:23:45) — (配合 Test 2)

- 2-5 Continuity (00:10 ~17:04)
(聯合儲存檔名: 1-5 連續函數(交大 2-5))
- 2-6 Limits at Infinity; Horizontal Asymptotes (43:56 ~50:37)
(聯合儲存檔名: 1-6 無窮極限(交大 2-6))

影片中無擷取任何例題

影片 3 (影片總長為 01:09:25) — (配合 Test 3)

- 3-2 The Product and Quotient Rules (57:25 ~ 01:22:20)
(聯合儲存檔案: 2-4 微分公式二(交大 3-2))

採用例題難易度:

EX1 交大:(易) 聯合:(中) 明新:(中) 中央:(中)

EX2 交大：(易) 聯合：(中) 明新：(易) 中央：(中)
 EX3 交大：(易) 聯合：(易) 明新：(中) 中央：(中)

- 3-5 The Chain Rule (39:28 ~ 01:23:58)
 (聯合儲存檔案：2-5 連鎖率(交大 3-5))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易) 聯合：(易) 明新：(易) 中央：(易)
 EX2 交大：(中) 聯合：(中) 明新：(中) 中央：(中)
 EX3 交大：(中) 聯合：(難) 明新：(中) 中央：(中)
 EX4 交大：(中) 聯合：(難) 明新：(中) 中央：(中)
 EX5 交大：(中) 聯合：(中) 明新：(中) 中央：(中)
 EX6 交大：(中) 聯合：(中) 明新：(難) 中央：(中)
 EX7 交大：(中) 聯合：(中) 明新：(難) 中央：(更難)
 EX8 交大：(難) 聯合：(難) 明新：(更難) 中央：(難)

影片 4 (影片總長為 00:24:50) — (配合 Test 4)

- 3-6 Implicit Differentiation (00:18 ~ 25:08)
 (聯合儲存檔案：2-6 隱微分法(交大 3-6))

採用例題難易度：

EX1 交大：(中) 聯合：(中) 明新：(難) 中央：(中)
 EX2 交大：(易) 聯合：(中) 明新：(易) 中央：(易)
 EX3 交大：(中) 聯合：(難) 明新：(中) 中央：(中)

影片 5 (影片總長為 00:42:37) — (配合 Test 5)

- 1-6 Inverse Functions and Logarithms (00:53 ~ 18:31, 30:09 ~ 39:32)
 (聯合儲存檔名：3-2 反函數(交大 1-6))
- 3-8 Derivatives of Logarithmic Functions (55:31 ~ 01:11:07)
 (聯合儲存檔案：3-3 對數函數導函數(交大 3-8))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易) 聯合：(易) 明新：(易) 中央：(中)

EX2 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX3 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX4 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(中)

影片 6 (影片總長為 00:50:13) – (配合 Test 6)

- 3-6 Implicit Differentiation (29:52 ~ 41:44)
(聯合儲存檔案：3-5 反三角函數導函數(交大 3-6))
- 4-4 Indeterminate Forms and L' Hospital' s Rule(44:45 ~01:23:06)
(聯合儲存檔案：3-7 羅必達法則(交大 4-4))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX3 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX4 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(中)
EX5 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(難)	中央：(中)
EX6 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX7 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX8 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(中)

影片 7 (影片總長為 00:54:08) – (配合 Test 7)

- 5-1 Areas and Distance 全片 (00:10 ~ 42:33)
(聯合儲存檔案：5-1 面積與距離(交大 5-1))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(更難)	中央：(中)
EX3 交大：(易)	聯合：(難)	明新：(更難)	中央：(中)

- 5-2 The Definite Integral (01:04:26 ~ 01:16:11)
(聯合儲存檔案：5-2 定積分(交大 5-2))

採用例題難易度：

EX2 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(更難)	中央：(中)
EX3 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(易)	中央：(易)
EX4 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(中)
EX5 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)

影片 8 (影片總長為 01:14:06) – (配合 Test8)

- 5-3 The Fundamental Theorem of Calculus 全片 (00:10 ~ 57:30)
(聯合儲存檔案：5-4 微積分基本定理(交大 5-3))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX3 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX4 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(中)
EX5 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX6 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(更難)	中央：(難)
EX7 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(難)
EX8 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(更難)	中央：(中)
EX9 交大：(中)	聯合：(難)	明新：(更難)	中央：(中)

- 5-4 Indefinite Integrals and the Net Change Theorem 全片 (58:17 ~ 01:15:03)
(聯合儲存檔案：5-3 不定積分計算(交大 5-4))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(易)	中央：(易)
EX3 交大：(易)	聯合：(易)	明新：(易)	中央：(易)
EX4 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)

影片 9 (影片總長為 01:04:54) – (配合 Test 9)

- 5-5 The Substitution Rule (00:19 ~ 27:08)
(聯合儲存檔案：5-5 代換積分法(交大 5-5))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(易)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(易)	中央：(易)
EX3 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(易)
EX4 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(難)	中央：(中)
EX5 交大：(中)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(中)
EX6 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(中)	中央：(易)

- 7-1 Integration by Parts (00:16 ~ 38:21)
(聯合儲存檔案：6-1 部分積分法(交大 7-1))

採用例題難易度：

EX2 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(難)	中央：(中)
------------	--------	--------	--------

影片 10 (影片總長為 00:33:59) – (配合 Test 10)

- 7-2 Trigonometric Integrals (00:10 ~ 15:30)
(聯合儲存檔案：6-2 三角函數的積分與代換(交大 7-2))
- 7-3 Trigonometric Substitution (00:11 ~ 18:50)
(聯合儲存檔案：6-2 三角函數的積分與代換(交大 7-3))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(中)
EX3 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(易)	中央：(易)

影片 11 (影片總長為 01:20:20) – (配合 Test 11)

- 7-4 Integration of Rational Functions by Partial Fractions (00:10 ~ 36:40)
(聯合儲存檔案：6-3 部分分式積分法(交大 7-4))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易)	聯合：(難)	明新：(難)	中央：(易)
EX2 交大：(易)	聯合：(中)	明新：(難)	中央：(易)

- 7-8 Improper Integrals (00:10 ~ 44:00)

(聯合儲存檔案：6-6 瑕積分(交大 7-8))

採用例題難易度：

EX1 交大：(易) 聯合：(易) 明新：(難) 中央：(易)



附錄七 聯合大學課程套件計畫施測班級問卷

系所：_____ 年級：_____ 性別：_____

同學您好：這份問卷是想要瞭解「先行觀看課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」的教學模式對您學習上的影響，請您以個人的經驗勾選適當的選項。問卷內容僅供學術研究之用，不會影響您的學期成績，敬請安心作答。謝謝您的協助！

國立交通大學應用數學所 陳珈惠

I. 基本資料 (請您在適當的中打「V」)

- 一、除了課程之外，我有使用 YouTube 觀看影片的習慣？ 時常使用 偶爾使用 很少使用
- 二、呈上題，通常我會使用 YouTube 觀看哪一種類型的影片？(可複選) 音樂/MV 時事新聞
電影與動畫 教學影片 體育活動 遊戲娛樂 其他：
- 三、老師指定觀看的微積分課程影片，我通常在下一天上課前可以看完多少百分比？
完全沒看 (若勾選此選項，則不必回答第六題)
25%以下 25-50% 50-75% 75%以上，但未全部看完
全部都看完 (若勾選此選項，請直接回答第六題。)
- 四、呈上題，老師指定觀看的課程影片沒看完或完全沒有觀看的原因為何？(可複選)
沒時間看完 影片畫質不佳 軟硬體設備問題 (EX. 音響、網路不穩定)
對此次課程內容沒有興趣 我不喜歡額外花時間在家中觀看微積分課程影片
影片內容看不太懂 不用觀看影片也可以了解課程內容，並能回答小考問題
其他：_____
- 五、如果上課前沒看完或沒看老師指定觀看的課程影片，課後我會不會找時間將影片看完？
- 會，理由是(可複選)：再觀看一次課程影片能夠弄懂自己原本不太了解的部分
將課程影片觀看完是好的複習方式
小考答題情況不理想
只是當時時間無妥善安排，所以還是會找時間將影片看完
此影片範圍仍是期中考試的範圍，所以還是要將影片看完
其他：_____
- 不會，理由是(可複選)：沒有時間
影片內容偏難，再看也看不懂
影片內容偏易，不需要觀看影片也可以了解課程內容
沒有將影片看完，並不會對我的學習造成影響
其他：_____
- 不一定，理由是(可複選)：根據影片長度來決定，如果影片時間太長就不會將影片全部看完
依照影片內容難易度決定，如果內容太難就不會再將影片看完
看有沒有時間
其他：_____

六、我通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容？

(以影片長度 30 分鐘的微積分影片為例，若觀看 45 分鐘則為 1.5 倍)

- 原影片一半以下時間 原影片一半時間 原影片相同時間
原影片 1.5 倍時間 原影片 2 倍時間 原影片 2 倍以上時間

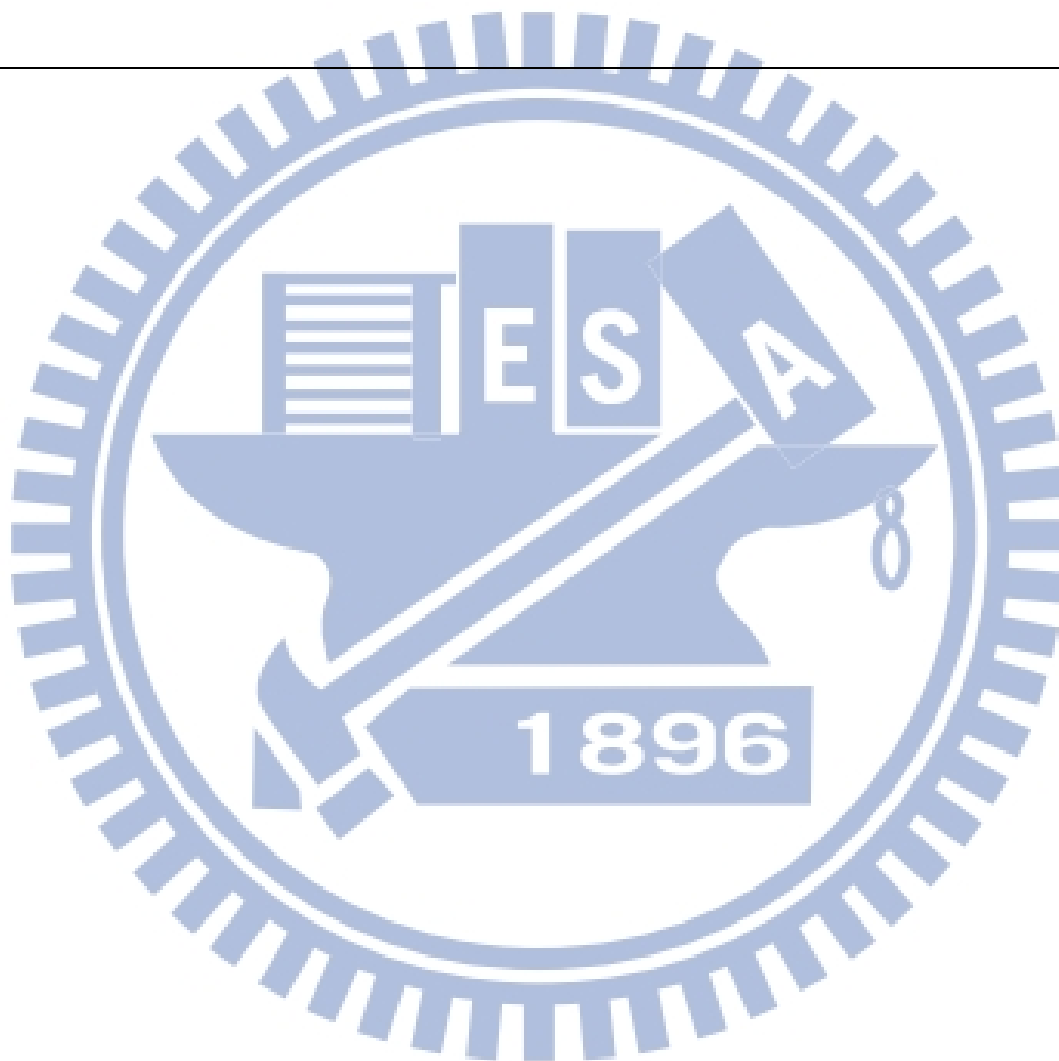
II. 微積分課程影片使用調查

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都能夠充分了解。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 我覺得老師指定觀看的微積分課程影片與老師授課的內容相關性非常高。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 老師指定觀看課程影片的難易度，對我來說是適合的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 我覺得老師指定觀看課程影片的時間長度能夠符合我的認知負荷。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 我覺得課前觀看老師指定的課程影片做為預習，對於接下來老師上課時要教學的內容有所幫助。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 看完指定觀看的課程影片之後，我通常可以正確的回答小考的問題。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 小考題目可以幫助我檢測是否了解我看過的影片的內容。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 若小考後依舊不瞭解課程內容或是小考答題情況不理想我會再觀看一次老師指定觀看的課程影片。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 上課之後，我會再觀看一次微積分課程影片作為複習。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都無法充分的了解。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 除了老師指定觀看的影片之外，我曾經看過莊重老師微積分課程之未剪輯的整部影片。	<input type="checkbox"/> 有，共____部影片 <input type="checkbox"/> 無				
12. 呈上題(僅請回答「有」的同學作答)，這些影片可以幫忙我更了解微積分的內容，也對我現在的學習情況有幫助。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 整體而言，我認為「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」這樣的教學模式對我的學習是有幫助的。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 呈上題，我認為(可複選)	<input type="checkbox"/> 這樣的教學方式能夠多方面學習並不侷限在課堂中 <input type="checkbox"/> 小考題目出自於老師指定觀看的課程影片可以增強我面對此門科目的信心 <input type="checkbox"/> 透過觀看微積分影片讓我覺得我很像與交大的學生一起上課 <input type="checkbox"/> 這種教學模式的安排可以讓我彈性的運用時間觀看課程影片 <input type="checkbox"/> 我不喜歡額外花時間觀看微積分課程影片 <input type="checkbox"/> 這樣的教學方式會更增加我的學習負擔				

不用觀看影片就能夠了解課程內容，並能回答小考問題

其他：_____

對於本微積分課程的建議：



附錄八 聯合大學課程套件計畫之 A 班及 B 班問卷相關性分析對照表

A 班	B 班
C1 通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容 C2 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都能夠充分了解	
Correlations: C1, C2 Pearson correlation of C1 and C2 = 0.303 P-Value = 0.046 <div style="text-align: center; background-color: #90EE90; padding: 2px;">P < 0.05 : 顯著</div> ※看影片的時間與學習成效了解程度成正相關(看的時間越多就會對於影片內容越瞭解)	Correlations: C1, C2 Pearson correlation of C1 and C2 = -0.275 P-Value = 0.046 <div style="text-align: center; background-color: #90EE90; padding: 2px;">P < 0.05 : 顯著</div> ※看影片的時間與學習成效了解程度成負相關(看的時間越多並不會對於影片內容更瞭解)
C1 通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容 C3 我覺得課前觀看老師指定的課程影片做為預習，對於接下來老師上課時要教學的內容有所幫助	
Correlations: C1, C3 Pearson correlation of C1 and C3 = 0.201 P-Value = 0.192	Correlations: C1, C3 Pearson correlation of C1 and C3 = -0.024 P-Value = 0.866
C1 通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容 C4 老師指定觀看課程影片的難易度，對我來說是適合的	
Correlations: C1, C4 Pearson correlation of C1 and C4 = 0.220 P-Value = 0.152	Correlations: C1, C4 Pearson correlation of C1 and C4 = -0.217 P-Value = 0.119
C1 通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容 C5 看完指定觀看的課程影片之後，我通常可以正確的回答小考的問題	

<p>Correlations: C1, C5</p> <p>Pearson correlation of C1 and C5 = 0.139 P-Value = 0.367</p>	<p>Correlations: C1, C5</p> <p>Pearson correlation of C1 and C5 = -0.286 P-Value = 0.038</p> <p style="text-align: right;">P < 0.05 : 顯著</p>
<p>C2 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都能夠充分了解</p> <p>C3 我覺得課前觀看老師指定的課程影片做為預習，對於接下來老師上課時要教學的內容有所幫助</p>	
<p>Correlations: C2, C3</p> <p>Pearson correlation of C2 and C3 = 0.512 P-Value = 0.000</p> <p style="text-align: right;">P < 0.01 : 非常顯著</p>	<p>Correlations: C2, C3</p> <p>Pearson correlation of C2 and C3 = 0.520 P-Value = 0.000</p> <p style="text-align: right;">P < 0.01 : 非常顯著</p>
<p>C2 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都能夠充分了解</p> <p>C4 老師指定觀看課程影片的難易度，對我來說是適合的</p>	
<p>Correlations: C2, C4</p> <p>Pearson correlation of C2 and C4 = 0.797 P-Value = 0.000</p> <p style="text-align: right;">P < 0.01 : 非常顯著</p>	<p>Correlations: C2, C4</p> <p>Pearson correlation of C2 and C4 = 0.717 P-Value = 0.000</p> <p style="text-align: right;">P < 0.01 : 非常顯著</p>
<p>C2 對於老師指定觀看的微積分課程影片內容我都能夠充分了解</p> <p>C5 看完指定觀看的課程影片之後，我通常可以正確的回答小考的問題</p>	
<p>Correlations: C2, C5</p> <p>Pearson correlation of C2 and C5 = 0.642 P-Value = 0.000</p> <p style="text-align: right;">P < 0.01 : 非常顯著</p>	<p>Correlations: C2, C5</p> <p>Pearson correlation of C2 and C5 = 0.723 P-Value = 0.000</p> <p style="text-align: right;">P < 0.01 : 非常顯著</p>
<p>C3 我覺得課前觀看老師指定的課程影片做為預習，對於接下來老師上課時要教學的內容有所幫助</p> <p>C4 老師指定觀看課程影片的難易度，對我來說是適合的</p>	

<p>Correlations: C3, C4</p> <p>Pearson correlation of C3 and C4 = 0.659 P-Value = 0.000</p> <p>P < 0.01 : 非常顯著</p>	<p>Correlations: C3, C4</p> <p>Pearson correlation of C3 and C4 = 0.495 P-Value = 0.000</p> <p>P < 0.01 : 非常顯著</p>
<p>C3 我覺得課前觀看老師指定的課程影片做為預習，對於接下來老師上課時要教學的內容有所幫助</p> <p>C5 看完指定觀看的課程影片之後，我通常可以正確的回答小考的問題</p>	
<p>Correlations: C3, C5</p> <p>Pearson correlation of C3 and C5 = 0.682 P-Value = 0.000</p> <p>P < 0.01 : 非常顯著</p>	<p>Correlations: C3, C5</p> <p>Pearson correlation of C3 and C5 = 0.417 P-Value = 0.002</p> <p>P < 0.01 : 非常顯著</p>
<p>C4 老師指定觀看課程影片的難易度，對我來說是適合的</p> <p>C5 看完指定觀看的課程影片之後，我通常可以正確的回答小考的問題</p>	
<p>Correlations: C4, C5</p> <p>Pearson correlation of C4 and C5 = 0.736 P-Value = 0.000</p> <p>P < 0.01 : 非常顯著</p>	<p>Correlations: C4, C5</p> <p>Pearson correlation of C4 and C5 = 0.496 P-Value = 0.000</p> <p>P < 0.01 : 非常顯著</p>

附錄九 聯合大學課程套件計畫 B 班訪談問卷

I. 基本資料

- 一、除了課程之外，我有使用 YouTube 觀看影片的習慣？ 時常使用 偶爾使用 很少使用
- 二、呈上題，通常我會使用 YouTube 觀看哪一種類型的影片？(可複選) 音樂/MV 時事新聞
 電影與動畫 教學影片 體育活動 遊戲娛樂 其他：
- 三、老師指定觀看的微積分課程影片，我通常在下一一次上課前可以看完多少百分比？
 完全沒看 (若勾選此選項，則不必回答第六題)
 25%以下 25-50% 50-75% 75%以上，但未全部看完
 全部都看完 (若勾選此選項，請直接回答第六題。)

※ 在上課前，單看網路影片就可以了解多少？

- 四、老師指定觀看的課程影片沒看完或完全沒有觀看的原因為何？
 沒時間看完 影片畫質不佳 軟硬體設備問題 (EX. 音響、網路不穩定)
 對此次課程內容沒有興趣 我不喜歡額外花時間在家中觀看微積分課程影片
 影片內容看不太懂 不用觀看影片也可以了解課程內容，並能回答小考問題
 其他：_____

五、如果上課前沒看完或沒看老師指定觀看的課程影片，課後我會不會找時間將影片看完？

- 會，理由是(可複選)： 再觀看一次課程影片能夠弄懂自己原本不太了解的部分
 將課程影片觀看完是好的複習方式
 小考答題情況不理想
 只是當時時間無妥善安排，所以還是會找時間將影片看完
 此影片範圍仍是期中考試的範圍，所以還是要將影片看完
 其他：_____
- 不會，理由是(可複選)： 沒有時間
 影片內容偏難，再看也看不懂
 影片內容偏易，不需要觀看影片也可以了解課程內容
 沒有將影片看完，並不會對我的學習造成影響
 其他：_____
- 不一定，理由是(可複選)： 根據影片長度來決定，如果影片時間太長就不會將影片全部看完
 依照影片內容難易度決定，如果內容太難就不會再將影片看完
 看有沒有時間
 其他：_____

六、我通常總共會花多少時間觀看老師指定觀看的微積分影片內容？

(以影片長度 30 分鐘的微積分影片為例，若觀看 45 分鐘則為 1.5 倍)

- 原影片一半以下時間 原影片一半時間 原影片相同時間
原影片 1.5 倍時間 原影片 2 倍時間 原影片 2 倍以上時間

※ 為什麼需要用到這些時間？觀看時間長度上會不會造成自己的學習負擔？

II. 微積分課程影片使用調查

課前觀看微積分預習影片與老師上課講述

1. 大致來說，微積分課程影片在課前我所觀看的情況為

- 全部觀看（觀看莊重老師完整課程影片） 部份觀看（剪輯檔） 都沒看

每次課前自己看影片我大概都看不看的懂？ 懂 不懂 大約聽的懂 _____%

如果上課經由老師講述之後會聽的懂嗎？ 懂 不懂 大約聽的懂 _____%

我覺得有沒有在課前看過影片，對於老師之後上課會不會有差別？而課前要觀看影片，之後老師上課再講述，我的感覺是？

2. 課前看了老師指定的課程影片做為預習，對於瞭解接下來老師上課時所教的內容有幫助嗎？請具體描述。

3. 上課前已經要看影片，覺得老師怎麼設計課程會對自己比較有幫助？如果老師上課時所舉的例子是與影片完全一樣或類似的是好還不好，看法是什麼？如果老師講的是影片裡沒講過的延伸題，覺得自己會比較容易懂或不容易懂？覺得老師在課堂上要多講類似的題目或延伸性的題目？對自己的影響性是什麼？

4. 我覺得老師指定觀看的微積分課程影片與老師授課的內容相關性與延續性高還低？這樣的安排對學習上有幫助嗎？

小考測驗

5. 看完指定觀看的課程影片之後，通常可以正確的回答小考的問題嗎？小考題目可不可以幫助自己檢測是否已經了解看過的影片內容？

6. 若小考後依舊不瞭解課程內容或是小考答題情況不理想會不會再看一次老師指定觀看的課程影片？ 會 不會 視情況而定

我的原因是：

課後與整體評估

7. 上課之後，會不會再觀看一次微積分課程影片作為複習？

會 不會 視情況而定

我的原因是：

8. 覺得莊老師的影片對自己最大的影響在哪裡？除了老師指定觀看的影片之外，曾經看過莊重老師微積分課程之未剪輯的整部影片嗎？有的話，共有 部影片，這些影片可不可以幫忙自己更了解微積分的內容，或是對現在的學習情況有幫助？

9. 整體而言，認為「先行觀看微積分課程影片，以小考做為檢測之後老師再講解」這樣的教學模式對自己的學習是有幫助的嗎？對自己的影響是好還是不好，為什麼？

10. 總共花了多少時間讀微積分？每次觀看影片時間約 小時，課後念書的時間約 小時來準備每次的考試，通常怎麼複習？（例如：做例題、再看一次影片）

11. 整體而言，我認為(可複選)

- 這樣的教學方式能夠多方面學習並不侷限在課堂中
- 小考題目出自於老師指定觀看的課程影片可以增強我面對此門科目的信心
- 透過觀看微積分影片讓我覺得我很像與交大的學生一起上課
- 這種教學模式的安排可以讓我彈性的運用時間觀看課程影片
- 我不喜歡額外花時間觀看微積分課程影片
- 這樣的教學方式會更增加我的學習負擔
- 不用觀看影片就能夠了解課程內容，並能回答小考問題
- 其他： _____

其他建議：



附錄十 聯合大學課程套件施測班級會考成績迴歸模式的整體檢定結果分析及迴歸係數與複共線性分析表

A 班 會考成績迴歸模式的整體檢定結果分析表

Model	R	R ²	調整後 R ²	F 值	顯著值	DW 值
強行進入法(a)	0.512	0.262	0.216	5.675	0.002	2.550
逐步迴歸法(b)	0.476	0.226	0.211	14.636	0.000	2.411

註 a：期末會考成績＝常數，期中會考成績，期中會考前觀看影片情形，期中會考後觀看影片情形

註 b：期末會考成績＝常數，期中會考成績

A 班 會考成績迴歸係數與複共線性分析表

模式	自變數	迴歸係數		t 值	顯著性	容忍度	VIF
		未標準化	標準化				
強行進入	(常數)	25.972		3.471	0.001		
	期中會考成績	0.384	0.484	3.779	0.000	0.938	1.066
	期中會考前觀看影片情形	-7.119	-0.259	-1.349	0.184	0.417	2.396
	期中會考後觀看影片情形	8.762	0.279	1.468	0.149	0.427	2.344
逐步迴歸	(常數)	25.273		3.396	0.001		
	期中會考成績	0.378	0.476	3.826	0.000	1.000	1.000

註：逐步迴歸分析法僅選入「期中會考成績」，其餘變數因未達選入標準(選入的機率 ≤ 0.05 ，刪除的機率 ≥ 0.1)，故予以去除。即對於迴歸模型而言，當期中會考成績被選入迴歸模式後，其它變數並無顯著的統計意義，故予以去除。

B 班 會考成績迴歸模式的整體檢定結果分析表

Model	R	R ²	調整後 R ²	F 值	顯著值	DW 值
強行進入法(a)	0.527	0.278	0.238	6.929	0.000	2.085
逐步迴歸法(b)	0.473	0.224	0.210	16.157	0.000	2.001

註 a：期末會考成績＝常數，期中會考成績，期中會考後觀看影片情形，期中會考前觀看影片情形

註 b：期末會考成績＝常數，期中會考成績

B 班 會考成績迴歸係數與複共線性分析表

模式	自變數	迴歸係數		t 值	顯著性	容忍度	VIF
		未標準化	標準化				
強行進入	(常數)	13.372		1.920	0.060		
	期中會考成績	0.419	0.510	4.336	0.000	0.967	1.034
	期中會考前觀看影片情形	-9.810	-0.223	-1.364	0.178	0.498	2.006
	期中會考後觀看影片情形	11.373	0.328	2.009	0.0495	0.501	1.996
逐步迴歸	(常數)	13.530		2.360	0.022		
	期中會考成績	0.389	0.473	4.020	0.000	1.000	1.000

註：逐步迴歸分析法僅選入「期中會考成績」，其餘變數因未達選入標準(選入的機率 ≤ 0.05 ，刪除的機率 ≥ 0.1)，故予以去除。即對於迴歸模型而言，當期中會考成績被選入迴歸模式後，其它變數並無顯著的統計意義，故予以去除。