

國立中央大學

數學研究所
碩士論文

大一上學期各系必修課程與高中數學教育微積分課程的探討

研究生：高晟鈞
指導教授：單維彰 博士

中華民國九十八年六月



國立中央大學圖書館

碩博士論文電子檔授權書

(98 年 4 月最新修正版)

本授權書所授權之論文全文電子檔(不包含紙本、詳備註 1 說明)，為本人於國立中央大學，撰寫之碩/博士學位論文。(以下請擇一勾選)

- ()回意 (立即開放)
- ()回意 (一年後開放)，原因是：_____
- ()回意 (二年後開放)，原因是：_____
- ()回意 (三年後開放)，原因是：_____
- ()不同意，原因是：_____

以非專屬、無償授權國立中央大學圖書館與國家圖書館，基於推動「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、微縮、光碟及其它各種方法將上列論文收錄、重製、公開陳列、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用，並得將數位化之上列論文與論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

研究生簽名： 高晟鈞 學號： 93221010

論文名稱： 大一上學期各系必修與高中數學教育微積分課程的探討

指導教授姓名： 單維彰博士

系所： 數學研究 所 博士班 碩士班

日期：民國 98 年 7 月 8 日

備註：

1. 本授權書之授權範圍僅限電子檔，紙本論文部分依著作權法第 15 條第 3 款之規定，採推定原則即預設同意圖書館得公開上架閱覽，如您有申請專利或投稿等考量，不同意紙本上架陳列，須另行加填聲明書，詳細說明與紙本聲明書請至 <http://thesis.lib.ncu.edu.tw/> 下載。
2. 本授權書請填寫並親筆簽名後，裝訂於各紙本論文封面後之次頁（全文電子檔內之授權書簽名，可用電腦打字代替）。
3. 請加印一份單張之授權書，填寫並親筆簽名後，於辦理離校時交圖書館（以統一代轉寄給國家圖書館）。
4. 讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

國立中央大學碩士班研究生

論文指導教授推薦書

數學 學系/研究所 高成釗 研究生所

提之論文

大一上學期各系必修課程與高中數學教育微積分課程的探討

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授

單維朝

(簽章)

98年 6 月 26 日

國立中央大學碩士班研究生
論文口試委員審定書

數學 學系/研究所 高晟鈞 研究生

所提之論文

大一上學期各年修與高中數學教育微積分課程的探討

經本委員會審議，認定符合碩士資格標準。

學位考試委員會召集人
委員

林一峰
單維新
蕭嘉祥

中華民國 98 年 7 月 8 日

論文摘要

本論文主要研究目的在於了解現行高中數學在微積分的教材內容上，是否足以應付大一上學期與微積分相關的課程。基於此一目的，本研究主要探討台灣大專院校於大一上學期所開設之必修課程與微積分的關聯性；同時也整理各學系招生採計數學狀況與其課程的關聯性。針對與微積分相關之課程進行分析，藉此探討學生在高中階段學習的微積分課程內容的適切性。

此篇論文採用文本分析法，詳實記載大學各課程選用教科書中與微積分相關之內容，並針對現行高中數學課程綱要 (95 暫綱) 予以探討與分析；文章中亦將針對研究對象學校，詳細說明其招生入學的數學採計狀況。招生入學資訊與大一上學期之必修課程資訊均以 97 學年度入學為準。文中將針對 16 所大學、478 個學系、217 種課程進行整理。依據資料蒐集與文本分析的結果歸納出幾點結論與建議，期盼本研究對於我國數學科教育在教科書撰寫與數學課程綱要之修訂皆能提供有益之參考。

關鍵字

微積分、教科書、普通高中數學課程綱要、文本分析法。

Abstract

The purpose of this thesis is to study that whether calculus textbooks used in high school can provide sufficient knowledge for students to understand and connect to calculus or other calculus related courses which they will need to take in the first semester of freshman year. Based on this target, this thesis mainly studies the connection between calculus and university's required courses of the first semester in freshman year. Besides, I also generalize the relation between courses and which mathematic test universities choose when they enroll new students. In order to research what students learn from calculus in high school, I specifically analyze calculus related courses.

The thesis uses text analysis to elaborately record calculus related contents that are included in textbooks used in universities and to analyze current high school mathematic curriculum (temporary curriculum in 2006). Furthermore, the thesis also explains how specific universities decide which mathematic test they should use as a basis for enrollment of new students. The information of enrollment and required courses of first semester during freshman year is from 2008 academic year. The analysis in thesis includes sixteen universities, four hundred and seventy-eight departments, and two hundred and seventeen courses. According to collected information and result of text analysis, I make a few points of suggestions and conclusion. Hope that this thesis can be a beneficial reference for future mathematic textbooks and mathematic curriculum modification

keywords

Calculus, Textbook, Senior high school mathematic curriculum, and Text analysis

目錄

第 1 章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的與待答問題	3
1.3 名詞解釋	4
1.4 研究限制與範圍	5
第 2 章 文獻探討	6
2.1 高中數學 95 暫綱與 99 課綱一覽	6
2.1.1 前言	6
2.1.2 95 暫綱與 99 課綱一覽	6
2.1.3 對本研究的啟示	9
2.2 美國高中的 AP 課程	10
2.2.1 美國高中 AP 課程說明	10
2.2.2 對本研究的啟示	11
2.3 相關文獻	12
2.3.1 高中生為什麼要學微積分？	12
2.3.2 對本研究的啟示	12
2.3.3 高中數學與大學微積分課程的關連	13
2.3.4 本研究的論點	15
2.3.5 高中數學相關論文	15
2.3.6 本研究的想法	16
第 3 章 研究方法與實施步驟	17
3.1 研究架構	17
3.2 研究對象	18
3.2.1 研究對象學校	18
3.2.1.1 捨棄學院學校	18
3.2.1.2 師範體系	18
3.2.1.3 技職體系	19
3.2.1.4 國立大學	19
3.2.1.5 私立大學	23
3.2.2 研究對象學系	26
3.2.3 研究對象課程	29
3.3 實施步驟	49
3.3.1 文本分析的實施步驟	49

3.3.2 本研究實施步驟與進行過程	49
--------------------	----

第 4 章 研究結果分析 51

4.1 各校系採計數學狀況與學系於大一上必修課程關聯	51
4.1.1 群組 (i) 學系招生採計數甲，大一上必修微積分	51
4.1.2 群組 (ii) 學系招生採計數甲，大一上微積分非必修	56
4.1.3 群組 (iii) 學系招生採計數乙，大一上必修微積分	57
4.1.4 群組 (iv) 學系招生採計數乙，大一上微積分非必修	58
4.1.5 群組 (v) 學系招生不採計數學，大一上的必修課程	58
4.2 各課程文本分析結果	60
4.2.1 普通物理文本分析	61
4.2.2 統計學文本分析	79
4.2.3 經濟學文本分析	83
4.2.4 普通化學文本分析	91

第 5 章 結論與建議 101

5.1 結論	101
5.1.1 普通物理課程文本中與微積分相關的部分	102
5.1.2 統計學課程文本中與微積分相關的部分	102
5.1.3 經濟學課程文本中與微積分相關的部分	103
5.1.4 普通化學課程文本中與微積分相關的部分	104
5.1.5 必修普物，微積分並非必修之學系	105
5.1.6 必修統計，微積分並非必修之學系	105
5.1.7 必修經濟，微積分並非必修之學系	106
5.1.8 必修普化，微積分並非必修之學系	106
5.1.9 綜合論談	108
5.2 建議	110
5.3 未來努力方向	112

參考書目 114

附錄 A 119

表目

表 2.1.1	高三數學選修 II 95 暫網教材綱要	7
表 2.1.2	高三數學選修數甲 II 99 暫網教材綱要	8
表 2.1.3	高三數學選修數乙 II 99 暫網教材綱要	9
表 3.2.1	英國時報高等教育增刊,「亞洲大學排行報告」,2009	20
表 3.2.2	黃慕萱、陳達仁,「國內首份世界大學評比」,2005	20
表 3.2.3	黃慕萱,「2009 年台灣 ESI 論文統計結果」,財團法人高等教育評鑑中心基金會,2009	21
表 3.2.4	2009 年台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查 - 國立學校部分,天下 Cheers 2009 年求職指南	21
表 3.2.5	「企業最愛千里馬 - 2008 年大學生評價調查」- 國立大學部分,遠見雜誌、104 人力銀行市調中心	22
表 3.2.6	1111 人力銀行 - 「企業界最愛」- 國立大學部分	23
表 3.2.7	2009 年台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查 - 私立學校部分,天下 Cheers 2009 年求職指南	23
表 3.2.8	「企業最愛千里馬 - 2008 年大學生評價調查」- 私立大學部分,遠見雜誌、104 人力銀行市調中心	24
表 3.2.9	1111 人力銀行 - 「企業界最愛」- 私立大學部分	25
表 3.2.10	分析對象學校於 97 學年度大學考試入學分發招生簡章中之招生學校統計一覽表	26
表 3.2.11	數學系、應用數學系(組)一覽表	27
表 3.2.12	大一不分系一覽表	28
表 3.2.13	加考術科學系一覽表	28
表 3.2.14	971 必修普通物理的學系一覽表	30
表 3.2.15	971 必修與數學相關名稱課程的學系一覽表	35
表 3.2.16	971 必修與統計相關名稱課程的學系一覽表	37
表 3.2.17	971 必修與經濟相關名稱課程的學系一覽表	39
表 3.2.18	971 必修與化學相關名稱課程的學系一覽表	42
表 3.2.19	971 必修與工程、科學相關名稱課程的學系一覽表	46

圖目

圖 3.1.1	研究架構圖	17
圖 4.2.1.1	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.25	60
圖 4.2.1.2	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.28-1	61
圖 4.2.1.3	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.28-2	61
圖 4.2.1.4	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.30	62
圖 4.2.1.5	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.33	62
圖 4.2.1.6	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.44	63
圖 4.2.1.7	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.59	64
圖 4.2.1.8	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.64	65
圖 4.2.1.9	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.66	65
圖 4.2.1.10	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.189	67
圖 4.2.1.11	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.305	74
圖 4.2.1.12	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.308	75
圖 4.2.1.13	普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7 th , p.335	78
圖 4.2.3.1	經濟文本, <u>經濟學理論與實際</u> , 四版, p.103	85
圖 4.2.3.2	經濟文本, <u>經濟學理論與實際</u> , 四版, p.140	86
圖 4.2.4.1	普化文本, <u>Chemical Principles</u> , 5 th , p.142	92
圖 4.2.4.2	普化文本, <u>Chemical Principles</u> , 5 th , p.156	93
圖 4.2.4.3	普化文本, <u>Chemical Principles</u> , 5 th , p.161	94

第 1 章 緒論

本章節將對「研究動機」、「研究目的」、「名詞解釋」及「研究限制與範圍」作敘述，共分四節。

1.1 研究動機

微積分這門科目可以說是多數大學生在初入大一時聞之色變的科目，回顧本人高中時所修習之數學課本，跟大學時期修習的微積分課程來比較，著墨雖不深，但回顧自己的求學過程，在高中時簡單地認識一點微積分，對微積分有些基本的概念，對於大學一年級正式從頭修微積分課程，是有些幫助的。

現今的高中數學適用於民國九十四年一月教育部發布的普通高級中學數學課程暫行綱要（稱 95 暫綱 [1]），將高三的數學課程分為上學期修選修 I 下學期修選修 II，而指定考科的數甲即包含選修 I、II，數乙則不包含選修 II 的部分；數甲與數乙兩者差異最大的莫過於對於微積分的學習，數甲在「大學入學考試中心」頒布之指考數學科考試說明中可以見得 [2]，測驗的內容為：1. 多項式函數的極限與導數。2. 導函數的應用。3. 多項式函數的積分。現今台灣對於大學入學考試制度上採用的是學科能力測驗與指定考科考試，各個學系也都會將指定考科欲採計的科目明列考試入學招生簡章上，這讓我們想要了解：各個學系在考量招生時數學的採計狀況，選擇採計數甲或數乙，對於該學系未來大學一年級的課程是否有其關聯性？

數學教材的日新月異與改革不斷變新的步調一直沒有停歇，但是大一新生們無論是選擇理、工、商、管、醫，幾乎無不需在大一新生階段修習微積分課程，關於這點是台灣在高等教育中幾十年來沒變過的事實。由大學眾多學系設立必修微積分的現象可以見得，微積分的訓練對於許多領域皆屬受用。事實上，多數大一必修微積分之學系，在大一上學期，亦會有相當大的可能性需修習其他需要微積分知識或技巧的科目，如：普通物理、經濟學、普通化學...等。對於高中畢業生來說，在高三若是只選修 I，對於微積分訓練等於是零；即使在高中選修 I 和 II，對微積分的訓練也僅要求到大考中心頒布的指考測驗內容範疇。不禁讓我們懷疑並好奇，這樣的訓練足以應付大一上所有關於微積分的專業課程嗎？

事實上，要瞭解微分與積分的精神，極限的觀念確實相當重要，大一上學期有為數不少學系開設的課程需要使用微積分的技巧，或至少需要認識微積分。學系有要求必修微積分，當然希望學生對微積分能夠有從頭的認識，但是幾乎所有微積分的書籍在前幾章的編排都是由函數、極限作為開端，在其他課程中遇到需要微積分技巧的時候，或許

修大一微積分課程的同學還僅僅只學習到極限的定義！如此一來，我們除了希望學生在高中階段對於微積分的訓練能夠加強之外，我們同樣希望在大學教授微積分課程的老師能夠因應各不同學系對於微積分的需求。

在數學的背景與基礎不夠穩固的情況下，我們該如何要求學生能夠了解使用微分的技巧與精神甚至使用的時機？此篇論文所探討之內容並非學習微積分或數學的目的何在，而是針對現今台灣的高中學生，受到的數學教育所學習到的微積分內容與訓練，是否足以應付大一上學期所有的課程；以及對於各校系在大學考試入學招生時，對於學生選考數學的情況作分析。

1.2 研究目的與待答問題

本研究的主要目的在於：

1. 了解各學系於大學考試入學分發招生簡章中，指定考科採計數學的情況；並針對學系在數學上的採計狀況不同，來了解各學系大一上必修課程是否與數學的採計狀況有關。
2. 了解現今台灣各大學院校在大一上學期之修業規定中，有哪些學系的必修課程與微積分有直接關聯性。
3. 了解現今大學一年級上學期，各不同學系所開設之必修課程中，需使用微積分作為先備知識的科目有哪些，並且藉由文本的分析，了解課程中提到了哪些微積分的內容。
4. 了解大一上學期各個需使用微積分作為先備知識之課程後，分析所使用微積分之技巧與觀念反視高三數學選修 II 微積分內容是否足夠。
5. 歸納研究結論，提出建議，作為日後修訂高中數學課程綱要的參考資料，也可以作為大學微積分教學時的參考。

根據研究目的 1，提出以下 2 個待答問題：

1. 大學考試入學簡章中，有多少學系採計數甲、數乙或是不採計數學？
2. 採計數甲、數乙或是不採計數學的學系於 971 的必修課程有哪些？

根據研究目的 2、3，提出以下 4 個待答問題：

3. 971 的各學系必修課程中，有哪幾個科目與微積分有關，或課程內容中需要微積分的知能？
4. 課程內容中有談到微積分的學科，書本中有多少與微積分相關的內容？
5. 大學眾多學系中，有哪些學系於大一上必修微積分？
6. 是否有些學系有必修與微積分相關的課程，卻沒有將微積分列為必修課程？

根據研究目的 4，提出以下 1 個待答問題：

7. 大一上專業課程中與微積分相關的部分，是否為高三選修 II 已有教授？

依研究目的 5，將於本研究末章提出建議與未來努力方向。

1.3 名詞解釋

1. 文本分析 [3]：文本 (Text) 指經由具像化的過程所呈現的內容物，此內容可以來自文件、書籍、圖像、聲音等；文本分析是從閱讀活動中，透過對紙本、圖片、影像、錄音檔等類型的資料進行分析，針對語句、結構、符號加以探究，以歸納出現象可能意涵的歷程。
2. 97 學年度大學考試入學分發招生簡章 [4]：為避免贅述，簡稱為「簡章」。
3. 971：代表 97 學年度上學期。
4. 數學甲：簡稱「數甲」；數學乙：簡稱「數乙」。
5. 「指定考科」：簡稱「指考」。
6. A：國立台灣大學。為了不贅述校名，簡稱為「台大」。
B：國立清華大學。為了不贅述校名，簡稱為「清大」。
C：國立交通大學。為了不贅述校名，簡稱為「交大」。
D：國立成功大學。為了不贅述校名，簡稱為「成大」。
E：國立政治大學。為了不贅述校名，簡稱為「政大」。
F：國立陽明大學。為了不贅述校名，簡稱為「陽明」。
G：國立中央大學。為了不贅述校名，簡稱為「中央」。
H：國立台北大學。為了不贅述校名，簡稱為「北大」。
I：國立中山大學。為了不贅述校名，簡稱為「中山」。
J：國立台灣師範大學。為了不贅述校名，簡稱為「師大」。
K：國立彰化師範大學。為了不贅述校名，簡稱為「彰師」。
L：國立高雄師範大學。為了不贅述校名，簡稱為「高師」。
M：私立東海大學。為了不贅述校名，簡稱為「東海」。
N：私立輔仁大學。為了不贅述校名，簡稱為「輔大」。
O：私立東吳大學。為了不贅述校名，簡稱為「東吳」。
P：私立中原大學。為了不贅述校名，簡稱為「中原」。
Q：私立淡江大學。為了不贅述校名，簡稱為「淡江」。

1.4 研究範圍與限制

本研究範圍受限於時間、人力、物力以及經濟等因素，無法將全台灣所有大專院校一一分析，而以選取之大學為研究對象學校。

本研究使用各學校之課務系統或各學系網站查詢修業規定，修業規定以 97 學年度以後入學為準，查詢必修課程以校內課務系統有實際開課為準。

針對欲分析課程作教科書文本分析，由於同名稱課程的選用教科書與參考書目繁多，限於時間、人力、物力與經濟因素，本篇論文僅針對部分書籍作分析。

第 2 章 文獻探討

本研究主要目的在於分析大一上學期必修課程與微積分的關聯性，將大學考試入學招生的數學採計狀況作整理後，再將學系於 971 開設的必修課程作整理，並將所有必修課程中與微積分有關聯的科目進行文本分析，研究高中學生在高中時期所學的微積分知識，是否足以面對大一上學期的課程。在高中數學教育中，是否進行微積分的教學各個國家採取的考量與實施方法皆有所不同，本篇論文針對台灣大學教育在一年級上學期的課程來探討「高中生應該學習多少微積分？」與「大一上有哪些課程與微積分有關？其有關的內容為何？」進行文本分析。

本章節中分「高中數學 95 暫綱與 99 課綱 [5] 一覽」與「美國高中的 AP 課程」、「相關文獻」三部分分節探討。

2.1 高中數學 95 暫綱與 99 課綱一覽

2.1.1 前言

現行高中數學在高三階段的上下學期分別為選修 I 與選修 II 的課程，其中微積分的內容置於選修 II 中教授，意即學生唯有選修 II 才能夠學習到微積分。指定考科數甲的考試內容包含了選修 I 與 II，而數乙的考試內容並沒有包含選修 II。95 與 99 兩個課程綱要於 2.1.2 列表呈現，尤其特別提出 99 課綱在數乙課程中加入的微積分內容。

2.1.2 95 暫綱與 99 課綱一覽

本節將高中數學 95 暫綱與 99 課程的教材綱要分別列表如下，並於後一節中針對 99 課綱的修訂，說明對本研究的啟示。以下列出 95 暫綱微積分課程內容。

主題	主要內容	說明
的極限與導數	1. 函數及其圖形 2. 極限概念	1-1 複習一次函數與直線方程式。 1-2 複習二次函數與拋物線方程式。 2-1 引入 Δx 並以直觀說明極限的意義。

主題	主要內容	說明
	3.割線與切線	3-1 引入 Δy 及 $\Delta y/\Delta x$ 討論函數割線的斜率，並說明在運動學上的意義。 3-2 以二次函數說明割線斜率的極限是切線的斜率。 3-3 複習拋物線的光學性質。
	4.導數與切線的斜率	4-1 定義導數及切線方程式。 4-2 說明導數在運動學上的意義。 4-3 以二項式定理或分解因式求極限得出多項式的導函數，並介紹導函數常用的符號。
二、 導函數的應用	1.函數圖形的描繪 2.函數的極值 3.三次函數的圖形 4.極值的應用	1-1 函數圖形的遞增、遞減和臨界點。 1-2 函數圖形的凹性和反曲點。 2-1 函數極值的一階二階檢定。 3-1 含對三次多項式實根個數的瞭解。
三、 多項式函數的積分	1.黎曼和與面積 2.求多項式函數圖形與直線 $x=a$ ， $x=b$ ，和 $y=0$ 圍出的面積 3.定積分及其應用	1-1 直觀說明黎曼和對一再細分的分割所取的極限是面積。 1-2 在等分割時，對 $y=x^2$ 求出黎曼和的極限。 2-1 介紹定積分符號，反導函數（反微分）符號。 3-1 以求圓面積、球體體積、角錐體積、自由落體運動方程式為主。
附錄一	微積分基本定理	
附錄二	以牛頓法求整數開平方根的近似值。	

表 2.1.1 高三數學選修 II 95 暫綱教材綱要

以下列出 99 課綱微積分課程內容。

主題	子題	內容	備註
一、極限與函數	1.數列及其極限	1.1 兩數列的比較 1.2 數列的極限及極限的性質 1.3 無窮等比級數、循環小數 1.4 夾擠定理	1.2 以圖形、電腦展示的範例建立學生對於極限的直觀 1.4 可用圖形或面積意涵說明夾擠定理
	2.函數的概念	2.1 函數的定義、圖形、四則運算與合成函數	
	3.函數的極限	3.1 函數的極限 3.2 連續函數、介值定理	
二、多項式函數的微積分	1.微分	1.1 導數與切線 1.2 微分的加、減、乘運算	3.3 不涉及分部積分與變數變換法
	2.函數性質的判定	2.1 遞增、遞減、凹凸性、函數極值的一階與二階檢定法 2.2 三次多項式的繪圖	
	3.積分的意義	3.1 定積分的意義 3.2 微積分基本定理 3.3 多項式函數的定積分與不定積分的計算	
	4.積分的應用	4.1 以求圓面積、球體體積、角錐體體積、解自由落體運動方程式為主	
附錄	牛頓求根法		

表 2.1.2 高三數學選修數甲 II 99 暫綱教材綱要

在 99 課綱中，將高三的數學課程分為數甲 I、II 與數乙 I、II，微積分課程內容置於 II 的部分，即高三下供學生選修，而對課程目標而言，數甲課程提供將來要進入理、工、醫、農領域學生所需的數學基礎；數乙課程提供將來要進入工商管理領域學生所需的數學基礎。下表列出在數乙 II 的教材綱要內容。

主題	子題	內容	備註
一、 極限與函數	1.數列及其極限	1.1 兩數列的比較 1.2 數列的極限及極限的性質	1.2 以圖形、電腦展示的範例建立學生對於極限的直觀
	2.無窮等比級數	2.1 無窮等比級數 2.2 循環小數 2.3 夾擠定理	
	3.函數的概念	3.1 函數的定義、圖形、四則運算與合成函數	
	4.函數的極限	4.1 函數的極限 4.2 連續函數、介值定理	

表 2.1.3 高三數學選修數乙 II 99 暫綱教材綱要

2.1.3 對本研究的啟示

目前 95 暫綱的數乙並沒有任何微積分的課程內容，但如同前面提到，社會組學生未來進入工商管理領域後學習的專業課程並非全然與微積分無關，於高中階段將數乙課程加入微積分的內容，研究者認為確實有其必要性。本研究將於第四章文本分析結果中舉出工商管理領域於大一上必修經濟學課程中，舉列出與微積分有關的數學式。

2.2 美國高中的 AP 課程

2.2.1 美國高中 AP 課程說明

本小節針對美國的 AP 課程的三篇文獻進行說明，詳細資料參考 [6]、[7]、[8]。

美國 AP 課程並非高中課程，而是在高中開設的大學程度選修課程。雖然拿台灣高中生一體適用的課程綱要與 AP 相比並不恰當，卻值得我們的教育政策參考。

AP 是 Advanced Placement 的縮寫，直譯為「進階班」的意思；就其意義來說，是中學開設大學的「預修課程」。

為了讓修過 AP 課程的高中畢業生，在大學可以抵免學分，產生了 AP 考試，AP 課程的設計與考試的任務是委交非營利事業 College Board，而 College Board 提供美國高中生 SAT 和 AP 兩種考試，SAT 配合美國各洲 10-12 年級課程標準的範圍 (10-12 年級相當於我國的高中)，而 AP 考試考的就是 AP 課程的範圍。學生可以藉由 SAT 和 AP 的成績單，向大學提出入學申請。

AP 課程是大學的共同基礎課程，所以沒有工程、金融、管理等專業課程，而是像微積分、物理、化學、經濟等等。目前 (2008) AP 課程一共包含了 37 門課與相對的考試科目 (基於此篇論文的研究動機與目的，此小節僅針對微積分課程作說明)。在 37 個 AP 考科當中，數學類有三科，分別是微積分 AB、微積分 BC 與統計，其中兩門微積分的課程 (AB 與 BC)，都是在高中執行一整個學年的課程。它們是大學預修課程，應視為大一課程，並非高中課程。粗略的說，A、B、C 三部分內容如下：

- A. 基本函數的統整，包含有理函數、指數、對數、三角和反三角函數。
- B. 單變數微分學與積分學的核心內容。
- C. 包含參數方程式與極坐標函數，主要是無窮冪級數的相關課題。

由此可見微積分 AB 比較初級，而微積分 BC 則是假設學生已經具備 A 的知識，所以不教。但微積分 BC 的檢定考是包含微積分 AB 的內容，不像我們的指考將數甲與數乙定位為分流的測驗，99 課綱的數學科選修課程，並沒有達到微積分 AB 的程度，這並不見得是我國的數學課程進度落後，而是我們的課程內容太多了，經過適當的剪裁，學生可以更早進入微積分領域。這一點，可以參考日本的高中課程，他們的九年一貫數學課程與我們的差不多，但是從高二就開始學習微積分了。關於此，可以參考洪雅齡《台灣與日本之十二年數學課程比較》 [9]。

目前在台灣的幾所大學院校中，也有針對高中數理資優生開設基礎學科課程先修，如交通大學即有開設微積分先修課程 [10]，而政大附中與政治大學配合，開設大學預修課程 (AP)。以 97 學年度為例，其 AP 課程亦有微積分課程的開設，詳細資訊可參考政大附中實研組網站 [11]；而中央大學則是提供了「微積分先修課程」 [12] 給推甄和申請管道入學的大一新生。

99 課綱的設計上針對不同學生的需求，將選修課程分為四類：標準課程、基礎課程、統整課程與進階課程，其中進階課程中有「微積分 I」與「微積分 II」，其課程目標定位為大一微積分，順應世界潮流，提供學生提前修習大學課程的管道。而「微積分 I」涵蓋數甲 II 的內容，可取代數甲 II 的選修，「微積分 I、II」可到大學選修。

2.2.2 對本研究的啟示

隨著科學與工程的快速發展，在現今這個資訊爆炸的時代，許多學門的大學教育，都等不及到了大二才開始運用微積分，此一現象也與台灣的高等教育並未自行設計課程來銜接我國的高中課程有關。由於台灣的高等教育習慣採用美國的教科書，這使得許多科系的大一入門專業科目就已經需要微積分，而共同必修的正式微積分課程，就顯得緩不濟急。許多學科在大一上的入門課程中就有以微分方程或積分型式所描述的模式，透過本研究文本的分析，發現對於物理、機械、工程等領域如此，而對於經濟、金融等領域亦然。詳細內容將於第四章中說明分析。

從 95 暫綱到 99 課綱，高三提供的微積分教材內容都是非常淺的淺嘗即止，對於認識微分與積分互為反運算的性質，在技術上僅止於多項式的操作，這牽扯到許多現實面的考量，如授課時數的限制、師資培育等。在《美國 AP 微積分課程的啟示》[8] 文獻中有個重要的觀點支持本研究：在高中時代，建立微積分的基本認識，使得學生能夠銜接大一專業入門課程中提及的微分或積分模型，而正式專業的微積分教學，留給大一的共同必修課程。

2.3 相關文獻

2.3.1 高中生為什麼要學微積分？

在張海潮《高中生為什麼要學微積分》 [13] 文章中提供兩個答案：

1. 微積分的發現在數學及相關問題上的突破，值得高中生學習。
2. 微積分的方法對高中階段能夠解決的問題有所幫助。

而在單維彰《美國 AP 課程的啟示》 [8] 中給了第三個答案：

3. 因為大學專業課程的需要。

學生進入大學之後，有很多的學系都需要修微積分，我們假設這些需要必修微積分的學系都是因為該學系有其專門課程需要微積分的知能，但是不管這些課程需要什麼樣的微積分知能，我們都不認為這些學系應該在教授微積分課程的時候，把學生當成數學系的學生，從極限 $\varepsilon-\delta$ 教起。各系對於微積分的需要都不太一樣，數學系將微積分視為專業的課程在教授，但別的學系或許是把微積分當成工具了。高中的微積分課程並不是為了大學的微積分課程作準備，而是針對各課程作準備。這是研究者的想法，證明這個想法也是撰寫此篇論文的動力，而依據研究者的想法，對於「高中生為什麼要學微積分？」這個問題，似乎第三個答案是比較貼切的。

在 [13] 文章中提到的第二個答案亦被研究者所認同，微積分的方法確實對高中階段能解決的問題提供幫助。而從 95 暫綱到 99 課綱，微積分的內容均置於高三下教授，我們知道舉凡多項式和三角函數疊合的極值問題，圓、橢圓和其它二次曲線的切線相關問題，方程式求近似根或多項式求近似值的問題，不定型式的極限問題，都能利用微分技術而簡化或加速處理過程。但是，如果微積分的功能強大到可以處理這麼多高中時期的問題，那我們為何還要用比較初等的方法帶著學生走一趟遠路，而不直接用更有效率的方式來處理問題。因此我們看到了 99 課綱的許多修訂都將適合以微積分處理的問題刪除或調整授課次序，刪除的部分留至大一必修微積分時再予以教授。這樣的修訂相信更加地對準了大學的專業課程。

2.3.2 對本研究的啟示

在 [13] 文章中指出，民國七十三年年的統編本，微積分的份量太多，八十八年版的一綱多本，微積分的份量又太少，而到了九十五暫綱，微積分的份量比較適中，其中更以多項式函數為主體的設計，減少了許多求 $\frac{0}{0}$ 型極限的困難。然而 99 課綱雖然刪除

了部分內容留在大一微積分課程中教授，但於高三下的微積分課程內容編訂上並沒有縮減，與 95 暫綱相同地，都是以多項式函數為主體的設計。但研究者則認為高中微積分的課程內容有再加深加廣的必要。

2.3.3 高中數學與大學微積分課程的關連

數學在科學的發展上，扮演了極其重要的角色，舉凡物理、工程、金融、經濟等重要領域，它們的發展都包含了數學的應用。陳重弘、顏清章《微積分課程趨勢之報告書》[14] 從現行的高中數學 95 暫綱至即將實施的 99 暫綱著手，檢視國內各高中所含數學課程對於大一新生所需微積分概念是否足以應用於微積分課程中。報告中將國內外各大學的微積分課程作整理與探討，其中提到上海復旦大學的現況：中國將微積分學稱之為「數學分析」，復旦大學數學本科的微積分課程一共需修滿一又二分之一學年，區分為數學分析 I、II、III，總學分數多達 14 學分，分量並非國內數學系微積分課程可以比擬，主要目的為藉由嚴格的訓練培養邏輯思維能力與推理論證能力；全面掌握數學分析的基本理論知識；應用微積分這一工具解決實際應用問題的能力。數學系將微積分課程視為專業課程無可厚非，但其它學系開設的微積分課程出發點與數學系並不相同，各個學系在於微積分的應用需求皆不相同的前題下，研究者認為教授微積分的老師應配合各學系在專業領域的需求，調整微積分課程的授課內容。

在 [14] 報告中提到上海復旦大學數學科學院在大三、四開了一門四學分的選修課程「數學分析原理」，主要目的在於：1. 為轉入數學類專業的學生補高等數學和數學分析之間的缺口。2. 為有興趣進一步提升自己數學修養的非數學類專業學生提供一個學習的機會。3. 為一些感到有必要使所學的數學分析知識融合起來的數學類專業學生提供一些指導。而此作法值得我們學習與仿效。研究者認為，由於我國大學教育中，微積分課程為許多學系於大一上的必修課程，而課程的教授往往由數學系的老師負責教授，若我國大學教育能參考復旦大學做法，開設類似於「數學分析原理」的課程，開放所有有興趣的學生選修，如此一來各學系的微積分課程即可迎合各學系需求教授之外，有興趣的同學亦能藉由選修額外學習。

在 [14] 報告中將幾個以微積分作為基礎的必修課程列出，其中包含高等微積分、微分方程、數值分析、機率論、統計論、實變數函數論、物理數學、工程數學、統計學、經濟學。報告中並沒有提出這些課程與微積分的關連在哪些地方，而本篇論文將針對大一上的必修課程，藉由文本分析說明各學系的專業課程與微積分的關連在哪些地方。

民國 90 年張海潮教授曾在北一女中演講，演講題目為「中學數學與大學課程的關連」[15]，演講中提到現今我們似乎都將高中生硬擺在同一種立足點上，用同一種教材，也要求他們學太多實際上並不需要的數學，以三角函數來說，三角恆等式應適可而止的

介紹，介紹基本的和角、倍角即可，解三角形也只應以正、餘弦定理為主即可。欲知所有三角恆等式，皆可以用微積分導出，不需要於高中階段深入探討。另外，輾轉相除法在實際上並沒有什麼使用價值，純粹是在發現時引人欣賞，從教材中刪除絕不影響一個學生發展數學的能力。以上論點我們在 99 課綱的修訂中可以看出呼應，也可以發現 99 課綱比 95 暫綱更針對著大學專業課程來準備。

100 多年前 (1900 年)，哥廷根大學教授 Klein 就曾指出高中課程與大學的不連接性，同時他也注意到傳統的中學數學課程，只強調形式的演算技巧，不重視概念的發展，所介紹的知識也太過於零碎，缺乏整體性的結構。研究者認為，現今台灣數學教育在中等與高等教育之間，確實缺乏溝通平台，大學的老師或許不一定了解高中數學教授的內容或是學生學習的狀況，而高中老師不一定能夠將在大學所學相關的數學與高中作聯繫，若能站在較高階的角度，知道高中的課程內容將如何發展，對於學生未來的學習將大有助益。此一問題牽扯的層面很廣，甚至牽涉到師資培育的問題，然而師資培育問題並非本研究的研究目的，但我們合理的假設，站在學生學習銜接的立場思考，建立起中、高等教育溝通的平台有其必要性。

王九達《從高中微積分到大學微積分》 [16] 中指出微積分不宜在中學講授，此一說法是因為微積分是高三的課程，對高三學生來說，這是全新的一門課，但高三要花大把時間在準備聯考上，能花在微積分上的時間非常有限，很難寄望學生了解。文章中同時提到，教極限但不教 $\epsilon-\delta$ 是給學生一些直觀但不完整的概念，從一些相關的計算，以應學習其他科學時的要求。文章中針對高中到大學微積分課程給了一個解釋：視高中微積分為大學微積分的準備。雖此篇文章於民國 82 年發表，當時高中數學的教材與現今 95 暫綱亦有所不同，但以上觀點並不被本研究贊同，本研究認為微積分課程並非為大學微積分作準備，而是為其它專業課程作準備，此一觀點於上一小節已說明過。另外，本研究認為高中階段本應教給學生較為直觀的想法，事實上，以 $\epsilon-\delta$ 來教授極限對於非數學系的學生來說，或許根本不需要學會，能夠將微積分的技巧應用在不同的專業課程中解決問題，才是本研究認同的想法。

林炎全《我們對未來高中數學課程的期待》 [17] 中指出，高中學生對於微積分的認識，主要在於意義、方法和應用。藉由這些認識引起學生深入探討的動機，避免零散的探討增加學生記憶上的負擔；對於「積分是否值得納入高中教材？」，文章結論指出：1. 積分宜列入數甲。2. 微積分部分多介紹通性與通則，避免個別函數的探討；儘量以多項函數為例。3. 多從相關學科與實際問題取材，顯示微積分的應用價值。

楊維哲教授在《對微積分教學的一些小意見》 [18] 中指出，先教 (定) 積分，再教微分，在高中已有阿基米德的拋物線求積術的介紹，不妨介紹立方，更高次方單項式的定積分。雖然本篇論文並非探討大學微積分課程的授課順序，但研究者認為，若大學微積分課程的授課進度能夠因應不同學系的不同專業課程，來決定其授課順序，以提供

學生最大的學習便利性作為出發點，或許對於某些專業課程來說，其微積分的應用僅有積分部分，或是幾乎不需要微分的部分，那麼先教積分再教微分也許是一個很不錯的想法。

2.3.4 本研究的論點

本研究贊同林炎全《我們對未來高中數學課程的期待》[17] 提出的論點：積分應納入高中教材，同時贊成微積分多介紹通性與通則和多從相關學科取材，顯示微積分的應用價值。微積分對於各學科的應用廣泛，學生於高中階段先認識微積分，不深入鑽研過於困難的理論，藉由多項函數的建構，有助於學生認識微積分基礎。因此亦同意部分高中數學可由微積分導出的內容，不需於高中階段深入探討 [15]。另外，本研究的主要目的《微積分課程趨勢之報告書》 [14] 目的類似，但 [14] 報告中並未指出微積分課程與其它課程的應用關連在哪些地方，本研究將在第四章中藉由文本分析說明大一上必修課程與微積分的關連。

2.3.5 高中數學相關論文

台灣的教育現況要修改課綱實屬不易，同時修訂課綱曠日廢時，需要全盤綜合考量，有太多的事情需要研議，除了需要兼顧其它學科的教學進度（如高中物理），更有政府法令的限制（如教育部規定的授課時數）。台灣的高中數學教育跟國際作比較，近幾年已發表幾篇論文研究，如：

1. 黃子倩《台灣與韓國三角函數課程之教科書比較》 [19]
2. 張琇涵《台灣與新加坡三角函數課程之教科書比較》 [20]
3. 鄧錦程《台灣與英國三角函數課程之教科書比較》 [21]

另外對於三角函數的學習狀況有：

1. 黃鈺芸《九十四學年度高一學生三角函數之學習狀況研究》 [22]
2. 江佳玲《九年一貫課程實施後對三角函數學習之影響》 [23]

對於各國數學課程比較有：

1. 姜志遠《台灣與中國大陸之十二年數學課程比較》 [24]
2. 洪雅齡《台灣與日本之十二年數學課程比較》 [9]
3. 翁婉珣《台灣與新加坡之十二年數學課程比較》 [25]

2.3.6 本研究的想法

在前一小節中已將美國的微積分 AP 課程作了介紹，而 [8] 文章中指出，英國體系（包含香港和新加坡）在大學預科提供微積分，日本的高中課程標準也是自高二起學習微積分（可參考 [9]）。但在此篇論文之前，於國家圖書館 - 全國碩博士論文資訊網 [26] 及行政院國家科學委員會 [27]，並沒有查詢到與本研究相關研究方向的論文，在查詢過程中找到幾篇大一微積分的論文，但是並沒有將其與高中數學教育作連結，研究者發現這一方面的研究是欠缺的。由李肖梅、楊青隆、洪飛恭、董永財《五專微積分課程內容銜接專業課程之現況調查研究》 [28]，與洪秀珍《五專微積分教學與教材之探討》 [29]，看到對於五專微積分的教材內容早已有了研究，但我們卻欠缺一些研究探討高中微積分課程應該如何拿捏，與高中微積分課程對於大一上課程的銜接關連。因本研究主要針對大一上必修課程與高中數學教育微積分課程探討，研究者認為高中微積分課程扮演的角色相當重要，未來應有更多的研究者投身於這方面的研究。

第 3 章 研究方法與實施步驟

本章旨在說明本研究所使用的研究方法與實施步驟，本研究採用文本分析法，探討台灣大專院校於大學一年級上學期所開設之必修課程與微積分的關聯性；同時也整理各學系招生採計數學與其課程的關聯性。以下就「研究架構」、「研究對象」、「實施步驟」分成三節。

3.1 研究架構

本研究針對各校系 971 開設之必修課程與微積分之關聯性進行文本分析，藉由文本分析結論，探討高中數學應該教授多少微積分的內容。另外亦將各學系於大學入學考試採計數學的狀況進行資料的蒐集與彙整。本研究架構如下圖：

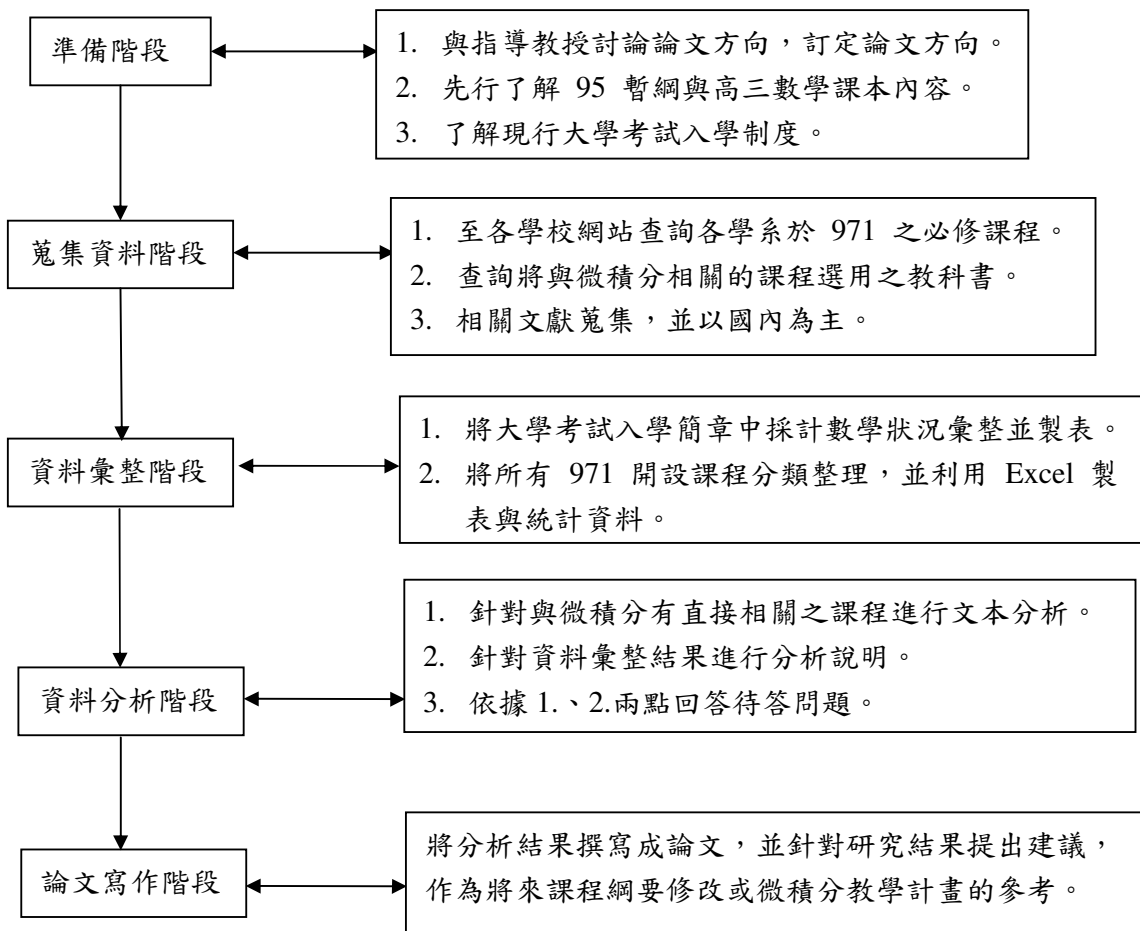


圖 3.1.1 研究架構圖

3.2 研究對象

根據研究動機與研究目的，參考客觀的國內外相關資料篩選研究對象學校。3.2.1 節將針對研究對象學校的選擇原因進行說明；3.2.2 節針對研究對象學系進行資料整理與說明；在決定了研究對象學校與學系後，3.2.3 節針對各系 971 開設之必修課程分為八類進行資料彙整與說明，同時針對與微積分相關之課程進行教科書的篩選。

3.2.1 研究對象學校

依據 97 學年度國內各大專院校校數共 156 所 [30]，撰寫此篇論文之初，將現今台灣各大專院校分作四大類。

1. 國立大學、學院
2. 師範、教育體系
3. 私立大學、學院
4. 技職體系

以下將針對此四大類分別說明選擇研究對象學校的原因，分作「捨棄學院學校」、「師範體系」、「技職體系」、「國立大學」與「私立大學」五點來一一敘述。

3.2.1.1 捨棄學院學校

依據《大學及分部設立標準》第五條規定：

第五條

大學設立之標準，除應符合前條規定外，至少應有十二個以上學系（含單獨設立之研究所），且應具備三個以上不同性質之學術研究領域 [31]。

有鑒於此，獨立以學院型態招生之學校，因系所結構、數量、規模還不足已成為大學，因此此篇論文中不將學院學校納入分析範圍。

3.2.1.2 師範體系

根據研究動機與研究目的，此篇論文朝著數學教育意義上努力，因此師範體系學校認為應納入其中，現今台灣在師範、教育體系學校計有 8 所學校，另有 3 所學校為原教育體系後改制或合併，分別是：

1. 國立台灣師範大學
2. 國立高雄師範大學
3. 國立彰化師範大學
4. 國立台北教育大學
5. 臺北市立教育大學

6. 國立新竹教育大學
7. 國立台中教育大學
8. 國立屏東教育大學

另有轉型或合併的大學：

1. 國立台南大學 (93 學年度改制，原國立台南師範學院 [32])
2. 國立嘉義大學 (89 學年度由國立嘉義師範學院與國立嘉義技術學院合併 [33])
3. 國立台東大學 (92 學年度改制，原國立台東師範學院 [34])

由於此篇論文探討內容為高中數學教育微積分內容在大一課程中的關聯性，師範大學與教育大學（師範學院）在修習教育學程上分別是中等教育與小學教育，依據本篇論文的研究目的，決定在研究對象學校中捨棄國小教育學程的學校與其改制之大學，因此決定納入國立台灣師範大學、國立高雄師範大學與國立彰化師範大學共三所學校。

3.2.1.3 技職體系

技職體系學校並未列入大學考試入學分發簡章中，其體系為職業學校學生的入學管道，並非普通高中生參加大學考試後能以入學。有鑑於此，該體系不是此篇論文分析之對象，因此予以捨棄。

3.2.1.4 國立大學

在選擇分析對象學校時參考了國內外各單位最新的各項評比，依照評比評鑑的優良程度、學系設立全面性與創校歷史發展等因素作為考量，綜合以上條件，篩選出以下九所國立大學作為分析對象學校，分別為：

1. 國立台灣大學
2. 國立清華大學
3. 國立交通大學
4. 國立成功大學
5. 國立政治大學
6. 國立陽明大學
7. 國立中央大學
8. 國立台北大學
9. 國立中山大學

在選擇國立大學的研究對象學校時，希望藉由具有客觀性與時效性的參考資料作為選擇依據，因此綜合國內外各項最新評比後作為篩選。

英國時報高等教育增刊《亞洲大學排行報告》 [35] 中顯示台灣的幾間國立大學，

均獲得優良的評比，其中國立台灣大學排名最高，獲得亞洲區第 22 名；扣除技職體系學校的國立台灣科技大學後，進入亞洲區前 100 名的學校共計有 7 所，我們將其全數納入研究對象學校中。

台灣地區	
學校	亞洲區名次
	2009 年
台灣大學	22
清華大學	40
成功大學	43
陽明大學	47
中山大學	71
台灣科技大學	72
交通大學	74
中央大學	77
台灣師範大學	105
中興大學	114
政治大學	117
輔仁大學	127
中正大學	191
高雄師範大學	191

表 3.2.1 英國時報高等教育增刊，「亞洲大學排行報告」，2009

2005 年台大圖書資訊學系教授黃慕萱與機械工程學系教授陳達仁共同完成《國內首份世界大學評比》 [36]，該篇評比報告中指出，台灣前進世界前 500 名的學校共有 6 所學校，參考此份報告後決定將此 6 所學校納入研究對象學校。

學校	世界排名
台灣大學	133
成功大學	278
清華大學	329
交通大學	368

陽明大學	453
中央大學	485

表 3.2.2 黃慕萱、陳達仁，「國內首份世界大學評比」，2005

財團法人高等教育評鑑中心基金會於 2009 年五月第 19 期，發表了台灣 ESI 論文統計結果 [37]。該統計報告集結論文數、被引次數、平均被引次數、高被引論文數、教師平均論文數、學門活躍性指數與相對影響力指數等資料建立資料庫予以統計。而該評比指出台灣進入世界前 500 名的學校共有 7 所學校，資料如下表。

ESI 論文數

校名	論文數	世界排名	進退步名次
台灣大學	28384	65	+7
成功大學	16237	195	+13
清華大學	10963	311	+2
交通大學	10876	315	+4
陽明大學	7170	469	+9
中山大學	6760	487	+26
中央大學	6741	490	+17

表 3.2.3 黃慕萱，「2009 年台灣 ESI 論文統計結果」，財團法人高等教育評鑑中心基金會，2009

在企業界愛用大學生人才的調查裡，蒐集了最常見的「天下 cheers 雜誌」、「遠見雜誌」與「1111 人力銀行」三個單位最新報告作為選擇參考。其中天下 cheers 雜誌在 2009 年作了一份「台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查」[38]，該調查顯示，此篇論文選擇的國立大學研究對象有 8 所學校列入其中，另外在下一節中「私立大學」部分，該篇調查亦有 4 所學校列入排名內。

學校	加權分數
台灣大學	595
成功大學	549
交通大學	313
清華大學	275
政治大學	219

中山大學	139
台灣科技大學	128
淡江大學	126
台北科技大學	95
逢甲大學	93
中央大學	80
中原大學	76
輔仁大學	72
東吳大學	61
台北大學	60

表 3.2.4 2009 年台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查 - 國立學校部分，天下 Cheers 2009 年求職指南

遠見雜誌在 2008 年與 104 人力銀行市調中心共同作了一份「企業最愛千里馬 - 2008 年大學生評價調查」 [39]，此份調查報告將國內大學分作國立與私立大學畢業生在職場上的表現作為排名，其中國立大學前 10 名，扣除國立台灣師範大學在本篇論文列為師範體系外，共有 8 所學校列入其中；私立大學排名將於下小節中呈列。

國立大學畢業生職場表現排名

排名	學校
1	國立成功大學
2	國立台灣大學
3	國立清華大學
4	國立交通大學
5	國立政治大學
6	國立中山大學
7	國立中興大學
8	國立台北大學
9	國立中央大學
10	國立台灣師範大學

表 3.2.5 「企業最愛千里馬 - 2008 年大學生評價調查」 - 國立大學部分，遠見雜誌、104 人力銀行市調中心

1111 人力銀行於 2008 年提出調查企業界最愛排名報告，該份報告中將國立大學與

私立大學分別呈現，其中國立大學的前 6 名皆列入本篇論文的研究對象學校 [40]；私立大學部分留下小節呈列。

排名	公立大學
1	成功大學
2	台灣大學
3	交通大學
4	清華大學
5	政治大學
6	台北大學

表 3.2.6 1111 人力銀行 - 企業界最愛 - 國立大學部分

3.2.1.5 私立大學

依教育部《私立大學校院整體發展獎助及補助審核作業原則》中，依學校性質，將學校區分為綜合大學類、醫學類、新設及獨立學院等三個類組 [41]；此篇論文分析對象學校以各項評比評鑑優良程度、學系設立全面性與創校歷史發展等因素作為考量，綜合以上條件，篩選出以下五所私立大學作為分析對象學校，分別為：

1. 私立東海大學 民國 44 年創校 [42]
2. 私立輔仁大學 民國 14 年創校 [43]
3. 私立東吳大學 民國前 11 年創校 [44]
4. 私立中原大學 民國 44 年創校 [45]
5. 私立淡江大學 民國 39 年創校 [46]

除依據學校設立全面性與創校歷史發展等因素之外，在選擇私立大學的研究對象學校時，還採用了企業界愛用大學生人才的調查作為篩選依據，蒐集了最常見的「天下 cheers 雜誌」、「遠見雜誌」與「1111 人力銀行」三個單位最新報告作為選擇參考。

台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查 [38] 中顯示，此篇論文選擇的私立大學研究對象全數列入前 7 名其中以私立淡江大學排名最高獲得第一。

2009 企業最愛私校排名	
排名	學校
1	淡江大學
2	逢甲大學

3	中原大學
4	輔仁大學
5	東吳大學
6	元智大學
7	東海大學
8	文化大學
9	銘傳大學
10	大同大學

表 3.2.7 2009 年台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查 - 私立學校部分，天下 Cheers 2009 年求職指南

「企業最愛千里馬 - 2008 年大學生評價調查」 [39]，此份調查報告將國內大學分作國立與私立大學畢業生在職場上的表現作為排名，其中國立大學部分已於上節中列出，本節列出私立大學排名，而本篇論文選擇的 5 所私立大學更全數列入前 6 名。

私立大學畢業生職場表現排名

排名	學校
1	淡江大學
2	輔仁大學
3	逢甲大學
4	東海大學
5	中原大學
6	東吳大學
7	元智大學
8	中國文化大學
9	銘傳大學
10	實踐大學

表 3.2.8 「企業最愛千里馬 - 2008 年大學生評價調查」 - 私立大學部分，遠見雜誌、104 人力銀行市調中心

1111 人力銀行於 2008 年提出的企業界最愛排名報告 [40]，該份報告中將國立大學與私立大學分別呈現，其中國立大學部分已於上節中列出，本節列出私立大學排名，在排名前五的學校中本篇論文選擇的學校占其中 4 所。

排名 私立大學

1	淡江大學
2	輔仁大學
3	逢甲大學
4	中原大學
5	東吳大學

表 3.2.9 1111 人力銀行 - 企業界最愛 - 私立大學部分

綜合以上 5 節資料說明，本篇論文共篩選出 17 所學校作為研究對象學校，並將 17 所學校作英文編號 A~Q 取代學校名稱，方便論文中表格製作。

逢甲大學、元智大學等學校，在各項排行或平比皆名列前茅，本研究未能將所有優良的學校都列為研究對象學校，實為受到時間與人力上的限制，研究者在此致歉。

3.2.2 研究對象學系

分析對象學校於 97 學年度大學考試入學分發招生簡章中之招生學校統計一覽表

	編號	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
	校名	台大	清大	交大	成大	政大	陽明	中央	北大	中山	師大	嘉師	高師	東海	輔大	東吳	中原	淡江	總計
(1)	指考招生學系	60	26	26	42	41	8	24	18	22	31	22	21	42	52	23	30	45	533
(2)	數學系與不分系	1	8	4	2	2	0	2	0	5	1	1	2	1	2	1	2	3	37
(3)	加考術科系數	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	2	4	2	2	1	0	0	18
(4)	扣除後	59	18	22	40	39	8	22	18	16	24	19	15	39	48	21	28	42	478
(5)	採計數甲	32	13	17	28	4	5	16	1	10	9	7	5	13	8	5	15	14	202
(6)	百分比	54.24%	72.22%	77.27%	70.00%	10.26%	62.50%	72.73%	5.56%	62.50%	37.50%	36.84%	33.33%	33.33%	16.67%	23.81%	53.57%	33.33%	42.26%
(7)	採計數乙	6	2	2	3	10	0	3	6	2	0	2	0	8	6	5	0	11	66
(8)	百分比	10.17%	11.11%	9.09%	7.50%	25.64%	0.00%	13.64%	33.33%	12.50%	0.00%	10.53%	0.00%	20.51%	12.50%	23.81%	0.00%	26.19%	13.81%
(9)	採計數甲無微積分	4	0	0	3	1	3	0	0	0	1	1	3	4	7	1	1	1	30
(10)	百分比	6.78%	0.00%	0.00%	7.50%	2.56%	37.50%	0.00%	0.00%	0.00%	4.17%	5.26%	20.00%	10.26%	14.58%	4.76%	3.57%	2.38%	6.28%
(11)	採計數乙無微積分	17	3	3	5	24	0	0	11	0	13	6	7	6	17	10	10	9	141
(12)	百分比	28.81%	16.67%	13.64%	12.50%	61.54%	0.00%	0.00%	61.11%	0.00%	54.17%	31.58%	46.67%	15.38%	35.42%	47.62%	35.71%	21.43%	29.50%
(13)	無採計數學之學系	0	0	0	1	0	0	3	0	4	1	3	0	8	10	0	2	7	39
(14)	採計數甲乙佔分析學系百分比	64.41%	83.33%	86.36%	77.50%	35.90%	62.50%	86.36%	38.89%	75.00%	37.50%	47.37%	33.33%	53.85%	29.17%	47.62%	53.57%	59.52%	56.07%

表 3.2.10 分析對象學校於 97 學年度大學考試入學分發招生簡章中之招生學校統計一覽表

此表格製作為參閱大學招生委員會聯合會，大學考試入學分發委員會頒布「97學年度大學考試入學分發招生簡章」[4]。

各欄位分析與解釋：

- (1) 指考招生學系：此欄位為 97 學年度簡章中分析對象學校招生之所有學系總數。
- (2) (i) 數學系：經由統計，簡章中有 19 個學系名稱為數學系（組）或應用數學系；由於數學系（應用數學系）必修微積分，且大學四年專業課程均針對數學學識的培養，故此篇論文作文本分析的課程不納入數學系（應用數學系）。

數學系、應用數學系（組）一覽表：

	台灣大學 A		彰化師大 K
1	數學系	10	數學系
	清華大學 B		高雄師大 L
2	數學系純粹數學組	11	數學系數學組
3	數學系應用數學組	12	數學系應用數學組
	交通大學 C		東海大學 M
4	應用數學系	13	數學系
	成功大學 D		輔仁大學 N
5	數學系	14	數學系純數學組
	政治大學 E	15	數學系應用數學組
6	應用數學系		東吳大學 O
	中央大學 G	16	數學系
7	數學系		中原大學 P
	中山大學 I	17	應用數學系
8	應用數學系		淡江大學 Q
	台灣師大 J	18	數學學系數學組
9	數學系	19	數學學系資料科學與數理統計組

表 3.2.11 數學系、應用數學系（組）一覽表

(ii) 不分系：經由統計發現，簡章中有 18 個學系採取「院進系出」的方式招生，即大學一年級不分系，二年級後分流至該學院各學系，如清大－人文社會學院學士班。因無法得知學生在大二的選擇學系，而且，學院不分系的修課是附在其它學系裡面，並沒有自己的必修課程，故此篇論文並不針對此種招生型態作分析。

大一不分系一覽表：

	清華大學 B		政治大學 E
1	科技管理學院學士學位學程	11	傳播學院傳播學士學位學程
2	理學院學士學位學程		中央大學 G
3	人文社會學院院招生	12	理學院學士班
4	工學院院招生		中山大學 I
5	生命科學院學士學位學程	13	管理學院 (管理組)
6	電機資訊學院學士班	14	管理學院 (財金組)
	交通大學 C	15	理學院
7	電機資訊學士班	16	工學院
8	奈米科學及工程學士學位學程		中原大學 P
9	理學院科學學士學位學程	17	商學院不分系
	成功大學 D		淡江大學 Q
10	成功大學學士學位學程	18	理學院

表 3.2.12 大一不分系一覽表

- (3) 加考術科學系：簡章中共計有 18 個學系需加考術科，其學系一覽於下表中呈現，需加考術科的學系分別為「音樂學系」、「美術學系」、「體育學系」與「視覺設計學系」，其中「視覺設計學系」加考的術科科目為美術；因以上四個學系於大學四年中的專業課程均與微積分無關，因此並非此篇論文欲分析的對象，故不納入分析。

加考術科學系一覽表：

I- 中山 J- 師大 K- 彰師 L- 高師 M- 東海 N- 輔大
O- 東吳

編號	序號	系名	編號	序號	系名
1	I03	音樂學系	10	L08	美術學系
2	J19	美術學系西畫組	11	L09	音樂學系
3	J20	美術學系國畫組	12	L10	視覺設計學系
4	J21	美術學系設計組	13	L11	體育學系
5	J22	音樂學系	14	M35	美術學系
6	J27	體育學系	15	M36	音樂學系
7	J30	視覺設計學系	16	N04	體育學系體育學組
8	K07	體育學系	17	N10	音樂學系

9	K08	美術學系	18	O07	音樂學系
---	-----	------	----	-----	------

表 3.2.13 加考術科學系一覽表

- (4) 扣除後：由於數學系、大一不分系、加考術科之學系，均非此篇論文的分析對象，因此將其扣除，此一欄位為扣除不分析學系後的學系總數，意即此篇論文欲分析之學系總數，其計算方式為 $(4) = (1) - (2) - (3)$
- (5) 採計數甲：欲分析之學系中，於簡章中明列採計指考數甲且必修微積分的學系總數。
- (6) 百分比：計算指考採計數甲且必修微積分之學系佔欲分析學系總數的百分比率，其計算方式為 $(6) = \frac{(5)}{(4)} \times 100\%$
- (7) 採計數乙：欲分析之學系中，於簡章中明列採計指考數乙且必修微積分的學系總數。
- (8) 百分比：計算採計指考數乙切必修微積分之學系佔欲分析學系總數的百分比率，其計算方式為 $(8) = \frac{(7)}{(4)} \times 100\%$
- (9) 採計數甲無微積分：在簡章中採計指考數甲，971 必修課程中不需修微積分的學系總數。
- (10) 百分比：計算採計指考數甲且不須修微積分的學系佔欲分析學系總數的百分比率，其計算方式為 $(10) = \frac{(9)}{(4)} \times 100\%$
- (11) 採計數乙無微積分：在簡章中採計指考數乙，971 必修課程中不需修微積分的學系總數。
- (12) 百分比：計算採計指考數乙且不須修微積分的學系佔欲分析學系總數的百分比率，其計算方式為 $(12) = \frac{(11)}{(4)} \times 100\%$
- (13) 無採計數學之學系：在簡章中並未採計指考數甲或數乙的學系總數。
- (14) 採計數甲乙且必修微積分的學系佔分析學系百分比：計算採計指考數甲或數乙且必修微積分的學系佔欲分析學系總數的百分比率，其計算方式為 $(14) = \frac{(5) + (7)}{(4)} \times 100\%$

3.2.3 研究對象課程

此節我們將研究對象課程分 (1) 普通物理 (表 3.2.14)，(2) 數學 (表 3.2.15)，(3) 統計 (表 3.2.16)，(4) 經濟 (表 3.2.17)，(5) 化學 (表 3.2.18)，(6) 工程、科學 (表

3.2.19) (7) 與微積分無關 (附錄 A.1), (8) 導論、概論類 (附錄 A.2)。一共八點舉列, 各校於 971 開課課程資訊來源自各校課程查詢網站查詢 [47] ~ [64]。

(1) 普通物理

「普通物理」是多數學校在大一上學期的必修課程, 在所有分析的學系中, 有 144 個學系 (組) 將「普通物理」列為 971 必修課程, 在這 144 個學系 (組) 中, 幾乎全部採計數甲, 共有 143 個學系 (組); 有 1 個學系不採計數學; 這 144 個學系 (組) 幾乎全部於 971 必修微積分, 共有 142 個學系 (組), 只有 2 個學系於 971 不需必修微積分。

唯一沒有採計數甲的學系為 I15 國立中山大學 - 海洋生物科技暨資源學系, 該系於簡章中採計科目並沒有數學。兩個於 971 不需必修微積分的學系分別為: D36 國立成功大學 - 職能治療學系, 與 N18 私立輔仁大學 - 呼吸治療學系。

在眾多學系中挑選教科書或參考書籍來作文本分析, 高達 62 個學系選 Halliday, Resnick and Walker 《Fundamentals of Physics》 [65]。此本書的不同版本作為指定教科書或參考書籍, 超過所有必修「普通物理」學系的四成, 下表中用灰底標示之學系即為選用此書的學系。

971 必修科目一覽表 - 物理

A- 台大 B- 清大 C- 交大 D- 成大 E- 政大 F- 陽明 G- 中央 H- 北大 I- 中山 J- 師大 K- 彰師 L- 高師 M- 東海 N- 輔大 O- 東吳 P- 中原 Q- 淡江

科目別	編號	序號	系名	採計	修微積分
普通物理	A09	1	物理學系	甲	○
	A10	2	化學學系	甲	○
	A11	3	地質科學學系	甲	○
	A12	4	心理學系	甲	○
	A15	5	大氣科學學系	甲	○
	A29	6	土木工程學系	甲	○
	A30	7	機械工程學系	甲	○
	A31	8	化學工程學系	甲	○
	A32	9	工程科學及海洋工程學系	甲	○
	A33	10	材料科學與工程學系	甲	○
	A35	11	生物環境系統工程學系	甲	○

	A36	12	農業化學系	甲	○
	A37	13	森林環境暨資源學系	甲	○
	A40	14	園藝學系	甲	○
	A43	15	生物產業機電工程學系	甲	○
	A52	16	公共衛生學系	甲	○
	A53	17	電機工程學系	甲	○
	A54	18	資訊工程學系	甲	○
	A59	19	生化科技學系	甲	○
	B01	20	物理學系物理組	甲	○
	B02	21	物理學系光電物理組	甲	○
	B03	22	化學系	甲	○
	B04	23	生醫工程與環境科學系	甲	○
	B05	24	工程與系統科學系	甲	○
	B06	25	化學工程學系	甲	○
	B07	26	動力機械工程學系	甲	○
	B08	27	材料科學工程學系	甲	○
	B09	28	工業工程與工程管理學系	甲	○
	B10	29	電機工程學系	甲	○
	B11	30	資訊工程學系	甲	○
	B12	31	生命科學系	甲	○
	C01	32	電機工程學系甲組	甲	○
	C02	33	電機工程學系乙組	甲	○
	C03	34	電機與控制工程學系	甲	○
	C04	35	電信工程學系	甲	○
	C05	36	光電工程學系	甲	○
	C06	37	資訊工程學系資電工程組	甲	○
	C07	38	資訊工程學系資訊工程組	甲	○
	C08	39	資訊工程學系網路與多媒體工程組	甲	○
	C09	40	材料科學與工程學系	甲	○
	C10	41	機械工程學系	甲	○
	C11	42	土木工程學系	甲	○
	C12	43	電子物理學系光電與奈米科學組	甲	○
	C13	44	電子物理學系電子物理組	甲	○
	C14	45	應用化學系	甲	○
	C15	46	生物科技學系	甲	○
	D05	47	物理學系物理組	甲	○
	D06	48	物理學系光電科學組	甲	○

	D07	49	化學系	甲	○
	D08	50	地球科學系	甲	○
	D09	51	機械工程學系	甲	○
	D10	52	化學工程學系	甲	○
	D11	53	資源工程學系	甲	○
	D12	54	材料科學及工程學系	甲	○
	D13	55	土木工程學系	甲	○
	D14	56	水利及海洋工程學系	甲	○
	D15	57	工程科學系	甲	○
	D16	58	系統及船舶機電工程學系	甲	○
	D18	59	環境工程學系	甲	○
	D19	60	測量及空間資訊學系	甲	○
	D20	61	電機工程學系	甲	○
	D21	62	資訊工程學系	甲	○
	D22	63	光電工程學系	甲	○
	D25	64	工業設計學系	甲	○
	D36	65	職能治療學系	甲	X
	E39	66	資訊科學系	甲	○
	F04	67	生物醫學影像暨放射科學系	甲	○
	F05	68	物理治療暨輔助科技學系	甲	○
	F07	69	生命科學系暨基因體科學研究所	甲	○
	G07	70	物理學系	甲	○
	G08	71	化學學系	甲	○
	G10	72	光電科學與工程學系	甲	○
	G11	73	大氣科學學系大氣組	甲	○
	G12	74	大氣科學學系太空組	甲	○
	G13	75	地球科學學系	甲	○
	G20	76	電機工程學系	甲	○
	G21	77	資訊工程學系	甲	○
	G22	78	通訊工程學系	甲	○
	I 06	79	化學系	甲	○
	I 07	80	物理學系	甲	○
	I 08	81	電機工程學系	甲	○
	I 11	82	材料與光電科技學系	甲	○
	I 12	83	光電工程學系	甲	○
	I 15	84	海洋生物科技暨資源學系		○
	I 16	85	海洋環境及工程學系	甲	○

	J 14	86	物理學系	甲	○
	J 15	87	化學系	甲	○
	J 16	88	生命科學系	甲	○
	J 17	89	地球科學系	甲	○
	J 18	90	資訊工程學系	甲	○
	J 24	91	圖文傳播學系	甲	○
	J 25	92	機電科技學系	甲	○
	J 26	93	應用電子科技學系	甲	○
	K01	94	電子工程學系	甲	○
	K02	95	機電工程學系	甲	○
	K13	96	物理學系物理組	甲	○
	K14	97	物理學系光電組	甲	○
	K17	98	化學系	甲	○
	K18	99	電機工程學系	甲	○
	L12	100	物理學系	甲	○
	L13	101	化學系	甲	○
	L16	102	光電與通訊工程學系	甲	○
	L18	103	電子工程學系	甲	○
	M06	104	物理學系(物理組)	甲	○
	M07	105	物理學系(應用物理組)	甲	○
	M08	106	化學系(化學組)	甲	○
	M09	107	化學系(化學生物組)	甲	○
	M12	108	化學工程與材料工程學系	甲	○
	M13	109	工業工程與經營資訊學系	甲	○
	M14	110	環境科學與工程學系	甲	○
	M15	111	資訊工程與科學系	甲	○
	M16	112	電機工程學系	甲	○
	N18	113	呼吸治療學系	甲	X
	N19	114	物理學系物理組	甲	○
	N20	115	物理學系光電物理組	甲	○
	N21	116	化學系	甲	○
	N24	117	電子工程學系	甲	○
	O11	118	物理學系	甲	○
	O12	119	化學系	甲	○
	O13	120	微生物學系	甲	○
	P01	121	物理學系物理組	甲	○
	P02	122	物理學系光電與材料科學組	甲	○

	P03	123	化學系化學組	甲	○
	P04	124	化學系材料化學組	甲	○
	P07	125	化學工程學系	甲	○
	P08	126	土木工程學系	甲	○
	P09	127	機械工程學系	甲	○
	P10	128	生物醫學工程學系	甲	○
	P11	129	生物環境工程學系	甲	○
	P12	130	工業與系統工程學系	甲	○
	P13	131	電子工程學系	甲	○
	P14	132	資訊工程學系	甲	○
	P15	133	電機工程學系	甲	○
	Q25	134	化學學系化學與生物化學組	甲	○
	Q26	135	化學學系材料化學組	甲	○
	Q27	136	物理學系光電物理組	甲	○
	Q28	137	物理學系應用物理組	甲	○
	Q30	138	土木工程學系工程設施組	甲	○
	Q31	139	土木工程學系營建企管組	甲	○
	Q32	140	資訊工程學系	甲	○
	Q33	141	機械與機電工程學系	甲	○
	Q35	142	化學工程與材料工程學系	甲	○
	Q36	143	航空太空工程學系	甲	○
	Q37	144	水資源及環境工程學系	甲	○

表 3.2.14 971 必修普通物理的學系一覽表

備註：

1. 文本分析選擇版本為第七版，選用《Fundamentals of Physics》 [65]。此本書相關版本的最多數，此本書目前出到第八版，而 971 開設的課程中，第五版至第八版均有學系選用。
2. 各學系選用教科書與參考書籍資料由各校課程網站查詢，或 Email 詢問各校授課老師，及各校系網路 BBS 站台獲取資訊，由於資料查詢不易，實際選用此本書的學系可能比本人得知的數量多。
3. 此本書共有 39 章，且多數開設「普通物理」為必修課程的學系均設為全學年課程，於各校系公佈有限的授課大綱中得知，971 授課進度大多至第 21 章左右。

(2) 數學相關名稱的課程

在課程名稱或性質與「數學」有相關的調查中發現，共計有 43 個學系 (組)，13 個

課程科目列入其中。當中共有 28 個學系採計數甲，14 個學系採計數乙，1 個學系無採計數學；另外，在 43 個學系中有 26 個學系 971 必修微積分 (22 個學系採計數甲，4 個學系採計數乙)，17 個學系不需必修微積分 (6 個學系採計數甲，10 個學系採計數乙，1 個學系無採計數學)。

在 13 種課程中重複性最高的是線性代數一門課，該課程共有 18 個學系開設必修，且全數必修微積分 (數甲 14，數乙 4)，由 99 課綱中可以看到，線性代數為高二下的數學教材內容。事實上，線性代數課程討論的是離散型，而微積分課程則主要討論連續型的數學，線性代數與微積分本無關聯性，因此文本不分析。而除線性代數之外，本類別其餘課程皆屬少數學系開設之課程，因此文本不分析。

971 必修科目一覽表 - 數學

A- 台大 B- 清大 C- 交大 D- 成大 E- 政大 F- 陽明 G- 中央 H- 北大 I- 中山 J- 師大 K- 彰師 L- 高師 M- 東海 N- 輔大 O- 東吳 P- 中原 Q- 淡江

科目別	編號	序號	系名	採計	修微積分
線性代數	B11	1	資訊工程學系	甲	○
	B13	2	計量財務金融學系甲組	甲	○
	B14	3	計量財務金融學系乙組	乙	○
	C01	4	電子工程學系甲組	甲	○
	C02	5	電子工程學系乙組	甲	○
	C06	6	資訊工程學系資電工程組	甲	○
	C07	7	資訊工程學系資訊工程組	甲	○
	C08	8	資訊工程學系網路與多媒體工程組	甲	○
	D30	9	統計學系	甲	○
	E19	10	統計學系自然組	甲	○
	E18	11	統計學系社會組	乙	○
	H07	12	統計學系	乙	○
	M20	13	統計學系社會組	乙	○
	M21	14	統計學系自然組	甲	○
	O20	15	財務工程與精算學系	甲	○
	P14	16	資訊工程學系	甲	○
	Q34	17	電機工程學系	甲	○
	Q38	18	資訊軟體學系	甲	○
離散數學	H18	1	資訊工程學系	甲	○
	I10	2	資訊工程學系	甲	○

	L19	3	軟體工程學系	甲	X
	N25	4	資訊工程學系	甲	○
管理數學	A51	1	資訊管理學系	甲	○
	P18	2	會計學系	乙	X
	P19	3	資訊管理學系	乙	X
	Q24	4	經營決策學系	甲	○
基本邏輯	A04	1	哲學系	乙	X
邏輯	E03	2	哲學系	乙	X
	O03	3	哲學系	乙	X
	O04	4	政治學系	乙	X
	Q23	5	公共行政學系		X
商用數學	P16	1	企業管理學系	乙	X
	P17	2	國際貿易學系	乙	X
	P20	3	財務金融學系	乙	X
設計數學	M39	1	景觀學系(社會組)	乙	X
	M40	2	景觀學系(自然 A 組)	甲	X
初級應用數學	M06	1	物理學系(物理組)	甲	○
	M07	2	物理學系(應用物理組)	甲	○
工程數學	A11	1	地質科學學系	甲	○
醫用數學	F02	1	牙醫學系	甲	X
建築基礎數理	Q29	1	建築學系	甲	X
普通數學	O14	1	心理學系	甲	X
基礎數學	E38	1	心理學系	甲	X

表 3.2.15 971 必修與數學相關名稱課程的學系一覽表

備註：

1. F02 國立陽明大學 - 牙醫學系開設的「醫用數學」，經與授課老師確認後，該課程授課內容即是微積分，選用教科書為 Howard Anton 《Brief Calculus》 [66]。
2. 依 Q23 私立淡江大學 - 公共行政學系開設「邏輯」課程大綱的內容進度，「邏輯」課程介紹的內容大致為〈命題〉、〈推理〉、〈真值表〉與〈集合〉，因此斷定「邏輯」、「基本邏輯」與微積分並無關聯。
3. 「管理數學」與「商用數學」的授課重點是放在微積分的理論與運用的探討

(3) 統計相關課程

在課程名稱或性質與「統計」有相關的調查中發現，共計有 37 個學系(組)，6 個課程科目列入其中。當中共有 13 個學系採計數甲，24 個學系採計數乙；另外，在 37 個

學系中有 20 個學系 971 必修微積分，17 個學系不需必修微積分。

下表中可以看到共計有 21 個學系開設「統計學」一門課程，由於統計學書籍眾多，在調查個學系選用教科書後發現個系選用的教科書重複比率並不高，為了藉由客觀條件選擇分析的文本，研究者於 Amazon 網路書店的銷售排行中查到，McClave, Benson, Sincich 《Statistics For Business & Economics》 [67] 為所有書籍中最高者，經過與指導教授單維彰博士討論過後，決定選擇此本書籍作分析，其分析結果將置於第四章 4.2.2。

971 必修科目一覽表 - 統計

A- 台大 B- 清大 C- 交大 D- 成大 E- 政大 F- 陽明 G- 中央 H- 北大 I- 中山 J- 師大 K- 彰師 L- 高師 M- 東海 N- 輔大 O- 東吳 P- 中原 Q- 淡江

科目別	編號	序號	系名	採計	修微積分
統計學	A11	1	地質科學學系	甲	○
	D24	2	都市計畫學系	甲	○
	D30	3	統計學系	甲	○
	D38	4	經濟學系	乙	○
	E09	5	地政學系土地資源規劃組	乙	X
	E19	6	統計學系自然組	甲	○
	E18	7	統計學系社會組	乙	○
	H07	8	統計學系	乙	○
	H10	9	財政學系	乙	○
	H11	10	不動產與城鄉環境學系	乙	X
	M19	11	會計學系	乙	○
	M20	12	統計學系社會組	乙	○
	M21	13	統計學系自然組	甲	○
	N16	14	臨床心理學系	甲	X
	N23	15	心理學系	甲	○
	N32	16	兒童與家庭學系	乙	X
	N44	17	統計資訊學系	乙	○
	Q13	18	財務金融學系	乙	○
	Q15	19	國際貿易學系	乙	○
	Q20	20	統計學系	乙	○
Q22	21	運輸管理學系	乙	○	
心理及教育統計學	A12	1	心理學系	甲	○
	E38	2	心理學系	甲	X

	J02	3	教育心理與輔導學系	乙	X
	J09	4	特殊教育學系	乙	X
	K16	5	特殊教育學系	乙	X
	O14	6	心理學系	甲	X
	P05	7	心理學系	甲	○
社會統計	A20	1	社會學系	乙	X
	E06	2	社會學系	乙	X
	H14	3	社會工作學系	乙	X
	N48	4	社會工作學系	乙	X
	O05	5	社會學系	乙	X
教育統計學	J01	1	教育學系	乙	X
	L05	2	教育學系	乙	X
醫學統計學	A26	1	護理學系	甲	X
生物統計學	N14	1	公共衛生學系	甲	○

表 3.2.16 971 必修與統計相關名稱課程的學系一覽表

備註：

1. 「心理及教育統計學」選擇林清山《心理及教育統計學》 [68]。一書作為文本分析書籍。
2. 「社會統計」、「教育統計學」、「醫學統計學」、「生物統計學」皆屬少數學系開設之課程，故文本不分析。

(4) 經濟相關課程

「經濟學」（部分學系課程名稱為「經濟學原理」）是多數學校在大一上學期的必修課程，在所有分析的學系中，有 102 個學系（組）將「經濟學」列為 971 必修課程。在這 102 個學系（組）中，大多數學系採計數乙，共有 81 個學系（組），20 個學系採計數甲，另外只有 2 個學系無採計數學；另外，在這 102 個學系中，971 必修微積分的學系共有 81 個，21 個學系不需必修微積分。

在所有「經濟學」課程中挑選教科書或參考書籍來作文本分析，本研究選擇張清溪、許嘉棟、劉鶯釗、吳聰敏《經濟學理論與實際》 [69]，選用這本書作為指定教科書的學系達 32 個學系，超過所有必修「經濟學」學系的三成，下表中灰底標示之學系即為選用此書的學系。

971 必修科目一覽表 - 經濟

A- 台大 B- 清大 C- 交大 D- 成大 E- 政大 F- 陽明 G- 中央
H- 北大 I- 中山 J- 師大 K- 彰師 L- 高師 M- 東海
N- 輔大 O- 東吳 P- 中原 Q- 淡江

科目別	編號	序號	系名	採計	修微積分
經濟學	A13	1	地理環境資源學系 A 組	甲	○
	A39	2	農業經濟學系	甲	○
	A47	3	工商管理學系科技管理組	甲	○
	A14	4	地理環境資源學系 B 組	乙	○
	A19	5	經濟學系	乙	○
	A46	6	工商管理學系企業管理組	乙	○
	A48	7	會計學系	乙	○
	A49	8	財務金融學系	乙	○
	A50	9	國際企業學系	乙	○
	A42	10	生物產業傳播暨發展學系	乙	X
	B09	11	工業工程與工程管理學系	甲	○
	B13	12	計量財務金融學系甲組	甲	○
	B14	13	計量財務金融學系乙組	乙	○
	B15	14	經濟學系	乙	○
	C18	15	運輸科技與管理學系	甲	○
	C19	16	工業工程與管理學系	甲	○
	C16	17	資訊與財金管理學系	乙	○
	C17	18	管理科學系	乙	○
	D24	19	都市計畫學系	甲	○
	D26	20	工業與資訊管理學系	甲	○
	D27	21	交通管理科學系	甲	○
	D30	22	統計學系	甲	○
	D28	23	企業管理學系	乙	○
	D29	24	會計學系	乙	○
	D37	25	政治學系	乙	X
	D38	26	經濟學系	乙	○
	E07	27	財政學系	乙	○
	E08	28	公共行政學系	乙	X
	E09	29	地政學系土地資源規劃組	乙	X
	E10	30	地政學系土地管理組	乙	X
	E11	31	地政學系土地測量與資訊組	甲	○
	E12	32	經濟學系	乙	○

	E14	33	外交學系	乙	X
	E15	34	國際經貿與貿易學系	乙	○
	E16	35	金融學系	乙	○
	E17	36	會計學系	乙	○
	E18	37	統計學系社會組	乙	○
	E19	38	統計學系自然組	甲	○
	E20	39	企業管理學系	乙	○
	E21	40	資訊管理學系社會組	乙	○
	E22	41	資訊管理學系自然組	甲	○
	E23	42	財務管理學系	乙	○
	E24	43	風險管理與保險學系	乙	○
	E37	44	法律學系	乙	X
	G04	45	企業管理學系	乙	○
	G05	46	財務金融學系	乙	○
	G06	47	經濟學系	乙	○
	H04	48	企業管理學系	乙	○
	H05	49	合作經濟學系	乙	○
	H06	50	會計學系	乙	○
	H07	51	統計學系	乙	○
	H08	52	休閒運動與管理學系	乙	X
	H10	53	財政學系	乙	○
	H11	54	不動產與城鄉環境學系	乙	X
	H12	55	經濟學系	乙	○
	I17	56	政治經濟學系	乙	○
	K04	57	企業管理學系	乙	○
	K05	58	會計學系	乙	X
	K06	59	資訊管理學系	乙	○
	L07	60	事業經營學系	乙	X
	M13	61	工業工程與經營資訊學系	甲	○
	M18	62	國際貿易學系	乙	○
	M19	63	會計學系	乙	○
	M20	64	統計學系社會組	乙	○
	M21	65	統計學系自然組	甲	○
	M22	66	財務金融學系	乙	○
	M23	67	資訊管理學系	乙	○
	M24	68	法律學系	乙	X
	M25	69	經濟學系(一般經濟組)	乙	○

	M26	70	經濟學系(產業經濟組)	乙	○
	M29	71	行政管理暨政策學系		X
	N08	72	廣告傳播學系	乙	X
	N38	73	織品服裝學系織品服飾行銷組	乙	X
	N42	74	企業管理學系	乙	○
	N43	75	會計學系	乙	○
	N44	76	統計資訊學系	乙	○
	N45	77	國際貿易與金融學系	乙	○
	N49	78	經濟學系	乙	○
	O20	79	財務工程與精算學系	甲	○
	O21	80	資訊管理學系自然組	甲	○
	O22	81	資訊管理學系社會組	乙	○
	O16	82	經濟學系	乙	○
	O17	83	會計學系	乙	○
	O18	84	企業管理學系	乙	○
	O19	85	國際經營與貿易學系	乙	○
	P16	86	企業管理學系	乙	X
	P17	87	國際貿易學系	乙	X
	P18	88	會計學系	乙	X
	P20	89	財務金融學系	乙	X
	P21	90	財經法律學系	乙	X
	Q13	91	財務金融學系	乙	○
	Q14	92	產業經濟學系	乙	○
	Q15	93	國際貿易學系	乙	○
	Q16	94	保險學系	乙	○
	Q17	95	經濟學系	乙	○
	Q18	96	會計學系	乙	○
	Q19	97	企業管理學系	乙	○
	Q20	98	統計學系	乙	○
	Q24	99	經營決策學系	甲	○
	Q31	100	土木工程學系營建企管組	甲	○
	Q39	101	資訊通訊科技管理學系(蘭陽校區)	乙	○
	Q41	102	全球化政治與經濟學系(蘭陽校區)		X
合作經濟學	H05	1	合作經濟學系	乙	○

表 3.2.17 971 必修與經濟相關名稱課程的學系一覽表

備註：

1. 《經濟學理論與實際》[69] 一書分為上下兩冊。將「經濟學」一門課程安排為全學年課程的學系，於 971 之授課進度多僅為上冊。
2. 《經濟學理論與實際》[69] 目前最新為第五版，在 971 開設的課程中，第二版至第五版均有學系選用。
3. 文本分析 [69] 書籍由於作者為四人合著，因此有四人幫之稱。另《基礎經濟學》[70] 一書為毛慶生、朱敬一、林全、許松根、陳昭南、陳添枝、黃朝熙合著，有七人幫之稱，該書亦為多數校系指定教科書。
4. Gregory Mankiw 《Principles of Economics》 [71]，此書亦為多數校系指定教科書，但由於此書內容以經濟實務中的例子出發居多，書本中極少運用數學式推導，因此不以 [71] 作分析。
5. H05 國立台北大學 - 合作經濟學系開設「合作經濟學」 [72]，同時 H05 亦必修經濟學。

(5) 化學相關課程

「普通化學」是多數學校在大一上學期的必修課程，在所有分析的學系中，有 108 個學系（組）將「普通化學」列為 971 必修課程，在這 108 個學系（組）中，幾乎全數採計數甲，共有 106 個學系（組），其中有 102 個學系同時必修微積分，僅有 4 個學系未將微積分課程列為必修，且均為台大的學系。分別是：A26 - 生命科學系、A38 - 動物科學技術學系、A41 - 獸醫學系與 A45 - 植物病理與微生物學系。沒有學系是採計數乙，另有 2 個學系為無採計數學；分別是：I15 國立中山大學 - 海洋生物科技暨資源學系，M32 - 畜產與生物科技學系，其中 I15 必修微積分，而 M32 未將微積分列為必修課程。

在眾多學系中挑選教科書或參考書籍來作文本分析，高達 36 個學系選 Steven S. Zumdahl 《Chemical Principles》 [73]。此本書的不同版本作為指定教科書或參考書籍，約佔所有必修「普通化學」學系的 34%，下表中灰底標示之學系即為選用此書的學系。

如下表中所示，與化學相關的課程除「普通化學」以外，另有「化學原理」、「有機化學」、「基礎化學」、「基礎食品分析化學」、「應用化學」、「物理化學」與「無機化學」等課程；除「普通化學」課程之外，其餘相關課程皆屬少數學系開設。

971 必修科目一覽表 - 化學

A - 台大 B - 清大 C - 交大 D - 成大 E - 政大 F - 陽明 G - 中央
H - 北大 I - 中山 J - 師大 K - 彰師 L - 高師 M - 東海
N - 輔大 O - 東吳 P - 中原 Q - 淡江

科目別	編號	序號	系名	採計	修微積分
普通化學	A09	1	☆物理學系	甲	○
	A10	2	化學學系	甲	○
	A11	3	地質科學學系	甲	○
	A12	4	心理學系	甲	○
	A15	5	大氣科學學系	甲	○
	A22	6	醫學系	甲	○
	A23	7	牙醫學系	甲	○
	A24	8	藥學系	甲	○
	A25	9	醫學檢驗暨生物技術學系	甲	○
	A26	10	護理學系	甲	X
	A27	11	物理治療學系	甲	○
	A28	12	職能治療學系	甲	○
	A29	13	土木工程學系	甲	○
	A31	14	化學工程學系	甲	○
	A33	15	材料科學與工程學系	甲	○
	A34	16	農藝學系	甲	○
	A36	17	農業化學系	甲	○
	A37	18	森林環境暨資源學系	甲	○
	A38	19	動物科學技術學系	甲	X
	A41	20	獸醫學系	甲	X
	A44	21	昆蟲學系	甲	○
	A45	22	植物病理與微生物學系	甲	X
	A52	23	公共衛生學系	甲	○
	A53	24	電機工程學系	甲	○
	A58	25	生命科學系	甲	○
	A59	26	生化科技學系	甲	○
	B01	27	物理學系物理組	甲	○
	B02	28	物理學系光電物理組	甲	○
	B03	29	化學系	甲	○
	B04	30	生醫工程與環境科學系	甲	○
	B05	31	工程與系統科學系	甲	○
	B06	32	化學工程學系	甲	○
	B07	33	動力機械工程學系	甲	○
	B08	34	材料科學工程學系	甲	○
	B10	35	電機工程學系	甲	○

	B12	36	生命科學系	甲	○
	C05	37	光電工程學系	甲	○
	C06	38	資訊工程學系資電工程組	甲	○
	C07	39	資訊工程學系資訊工程組	甲	○
	C08	40	資訊工程學系網路與多媒體工程組	甲	○
	C09	41	材料科學與工程學系	甲	○
	C10	42	機械工程學系	甲	○
	C12	43	電子物理學系光電與奈米科學組	甲	○
	C13	44	電子物理學系電子物理組	甲	○
	C14	45	應用化學系	甲	○
	C15	46	生物科技學系	甲	○
	D05	47	物理學系物理組	甲	○
	D06	48	物理學系光電科學組	甲	○
	D07	49	化學系	甲	○
	D08	50	地球科學系	甲	○
	D09	51	機械工程學系	甲	○
	D10	52	化學工程學系	甲	○
	D11	53	資源工程學系	甲	○
	D12	54	材料科學及工程學系	甲	○
	D13	55	土木工程學系	甲	○
	D18	56	環境工程學系	甲	○
	D31	57	生命科學系	甲	○
	D32	58	醫學系	甲	○
	D33	59	醫學檢驗生物技術學系	甲	○
	F05	60	物理治療暨輔助科技學系	甲	○
	G07	61	物理學系	甲	○
	G08	62	化學學系	甲	○
	G09	63	生命科學系	甲	○
	G10	64	光電科學與工程學系	甲	○
	G14	65	化學工程與材料工程學系	甲	○
	I05	66	生物科學系	甲	○
	I06	67	化學系	甲	○
	I07	68	物理學系	甲	○
	I11	69	材料與光電科技學系	甲	○
	I15	70	海洋生物科技暨資源學系	無	○
	I16	71	海洋環境及工程學系	甲	○
	J14	72	物理學系	甲	○

	J 15	73	化學系	甲	○
	J 16	74	生命科學系	甲	○
	K17	75	化學系	甲	○
	L12	76	物理學系	甲	○
	L13	77	化學系	甲	○
	L14	78	生物科技系	甲	○
	M06	79	物理學系(物理組)	甲	○
	M07	80	物理學系(應用物理組)	甲	○
	M08	81	化學系(化學組)	甲	○
	M09	82	化學系(化學生物組)	甲	○
	M10	83	生命科學系(生物醫學組)	甲	○
	M11	84	生命科學系(生態暨生物多樣性組)	甲	○
	M12	85	化學工程與材料工程學系	甲	○
	M14	86	環境科學與工程學系	甲	○
	M32	87	畜產與生物科技學系		X
	N15	88	醫學系	甲	○
	N19	89	物理學系物理組	甲	○
	N20	90	物理學系光電物理組	甲	○
	N21	91	化學系	甲	○
	O11	92	物理學系	甲	○
	O12	93	化學系	甲	○
	O13	94	微生物學系	甲	○
	P01	95	物理學系物理組	甲	○
	P02	96	物理學系光電與材料科學組	甲	○
	P03	97	化學系化學組	甲	○
	P04	98	化學系材料化學組	甲	○
	P06	99	生物科技學系	甲	○
	P07	100	化學工程學系	甲	○
	P10	101	生物醫學工程學系	甲	○
	P11	102	生物環境工程學系	甲	○
	Q25	103	化學學系化學與生物化學組	甲	○
	Q26	104	化學學系材料化學組	甲	○
	Q27	105	物理學系光電物理組	甲	○
	Q28	106	物理學系應用物理組	甲	○
	Q35	107	化學工程與材料工程學系	甲	○
	Q37	108	水資源及環境工程學系	甲	○
化學原理	F01	1	醫學系	甲	○

	F02	2	牙醫學系	甲	X
	F03	3	醫學生物技術暨檢驗學系	甲	X
	F07	4	生命科學系暨基因體科學研究所	甲	○
	F08	5	生物醫學工程學系	甲	○
有機化學	A11	1	地質科學學系	甲	○
	F02	2	牙醫學系	甲	X
	F06	3	護理學系暨研究所	甲	X
	N18	4	呼吸治療學系	甲	X
	N35	5	營養科學系	甲	X
基礎化學	N34	1	食品科學系	甲	X
	N35	2	營養科學系	甲	X
基礎食品分析化學	N34	1	食品科學系	甲	X
應用化學	J25	1	機電科技學系	甲	○
物理化學	A11	1	地質科學學系	甲	○
無機化學	A11	1	地質科學學系	甲	○

表 3.2.18 971 必修與化學相關名稱課程的學系一覽表

備註：

1. 文本分析選擇版本為第五版，在尋找文本過程中比較過第五版與第七版的差異，除章節順序之外，其內容相去無幾。而 971 開設的課程中，第五版至第七版均有學系選用。
2. 各學系選用教科書與參考書籍資料由各校課程網站查詢，或 Email 詢問各校授課老師，及各校系網路 BBS 站台獲取資訊。由於資料查詢不易，實際選用此本書的學系可能比本人得知的數量多。
3. 多數開設「普通化學」為必修課程的學系均設為全學年課程，於各校系公佈有限的授課大綱中得知，971 授課進度大多至第 11 章左右。

(6) 工程、科學相關課程

在「工程、科學」類別中的相關課程，皆為少數學系於 971 所開設的必修課程，共有 17 個相關課程、30 個學系(組)。

971 必修科目一覽表 - 工程、科學

A- 台大 B- 清大 C- 交大 D- 成大 E- 政大 F- 陽明 G- 中央
H- 北大 I- 中山 J- 師大 K- 彰師 L- 高師 M- 東海
N- 輔大 O- 東吳 P- 中原 Q- 淡江

科目別	編號	序號	系名	採計	修微積分
靜力學	A30	1	機械工程學系	甲	○
	D17	2	航空太空工程學系	甲	○
	P09	3	機械工程學系	甲	○
運輸學	C18	1	運輸科技與管理學系	甲	○
	D27	2	交通管理科學系	甲	○
	Q22	3	運輸管理學系	乙	○
製造工程實習	G16	1	機械工程學系光機電工程組	甲	○
	G17	2	機械工程學系先進材料與精密製造組	甲	○
	G18	3	機械工程學系設計與分析組	甲	○
機械基礎技術	J 25	1	機電科技學系	甲	○
	G17	2	機械工程學系先進材料與精密製造組	甲	○
	G18	3	機械工程學系設計與分析組	甲	○
織品科學	N36	1	織品服裝學系織品設計組	乙	X
	N37	2	織品服裝學系服飾設計組	乙	X
	N38	3	織品服裝學系織品服飾行銷組	乙	X
應用力學	D09	1	機械工程學系	甲	○
	Q30	2	土木工程學系工程設施組	甲	○
基本電學	K02	1	機電工程學系	甲	○
	L18	2	電子工程學系	甲	○
工程力學	A11	1	地質科學學系	甲	○
	D15	2	工程科學系	甲	○
工程材料學	C11	1	土木工程學系	甲	○
電磁學	A11	1	地質科學學系	甲	○
電路學	L16	1	光電與通訊工程學系	甲	○
基礎電子學	J 18	1	資訊工程學系	甲	○
電工	L15	1	工業科技教育學系	甲	X
基礎電學	Q34	1	電機工程學系	甲	○
機電工程基礎	Q33	1	機械與機電工程學系	甲	○
營建科技	J 23	1	科技應用與人力資源發展學系	甲	○
材料科學	J 25	1	機電科技學系	甲	○

表 3.2.19 971 必修與工程、科學相關名稱課程的學系一覽表

(7) 與微積分無關的課程

由於與微積分無關的課程並非本研究文本分析的研究對象，因此此類課程的表格置

於附錄 A.1。表格中列出 971 必修課程當中與微積分無關的部分，共計有 63 個不同的課程，且大多課程為少數學系所開設。

「會計學」經文本分析查詢 Horngren and Harrison 《Accounting》 [74] 後，確定此一門課程與微積分無關聯性。「政治學」與「工程圖學」兩門學科在調查各校系必修課程過程中認定其與微積分無關聯性，因此僅代表性刊出。

(8) 導論、概論類課程

在查詢各學系開設課程與必修規定的過程中，發現有相當多的學系在大一上學期開設「導論」或是「概論」此類課程。研究者在大學數學系的求學過程中，修習過「計算機概論」與「數學概論」，此類課程名稱為「XX 概論」的課程多是該學系針對其系名所開設，其開設目的多是針對該學系的課程作初步的簡介，讓大一新生能夠更加認識該學系，並且了解該學系未來所需面對的專業課程。據了解，「概論」與「導論」類課程開課教授的授課方式多利用口述講授、分組討論等方式授課，且多數此類課程均無選用教科書，其教科書多為講義形式，更有部分學系於課程大綱中並未列出教科書，因此經與指導老師討論後決定，不將「概論」與「導論」類課程作為此篇論文文本分析之對象。

在查詢各學系修業規定之初發現，課程名稱為「計算機概論」或相關名稱的課程（如「資訊概論」等），為「概論」類課程之大宗。本人的指導教授，單維彰教授為國立中央大學「計算機概論」授課老師，藉由其教學經驗了解「計算機概論」課程與微積分並無關聯，經過討論過後決定不將「計算機概論」或相關名稱課程納入統計。

附錄 A.2 中將呈現各學系於 971 開設「導論」與「概論」類課程一覽表，表格內並未納入「計算機概論」等相關課程。附錄 A.2 表格製作乃藉由網路查詢各學系 971 修業規定與 971 開課資訊後完成，並由重複性高至低作為排序。共計有 107 個課程，156 個學系（組）。

3.3 實施步驟

經過與指導教授單維彰博士的討論及溝通，訂定出整個研究題目與架構。本節將針對本研究的實施步驟作闡述。

3.3.1 文本分析的實施步驟

此篇論文主要採用文本分析法，此小節將文本分析的實施步驟說明如下：

- 一、選擇研究主題。規則為：逐步進行，選擇、分析、再選擇。
 - 二、決定資料的來源。
 - 三、訂定分析單位和類別。
 - ◎ 物理單位：如書籍、信件等。
 - ◎ 句法學單位：書本的章節、文章或句子等。
 - 四、決定分析方式。
 - ◎ 人工分析。
 - ◎ 半自動分析：不使用專用性分析軟體，運用現在的電腦文書處理 (如 word、excel)
 - 五、搜集及分析資料：類屬型，將研究結果按照一定主題進行歸類。
 - ◎ 研究對象 (人、社會機構、事件)。
 - ◎ 研究結果中主題較鮮明。
 - ◎ 資料本身呈現出分類的傾向，研究者在搜集資料使用的分類方式。
- (參考資料來源：趙志揚《文本分析》 [3])

3.3.2 本研究實施步驟與進行過程

在訂定研究題目與方向之後，研究者先進行資料查詢與整理，內容如下：

1. 至大學考試入學分發委員會官方網站，下載 97 學年度招生入學簡章 [4]。
2. 進行文獻探討，依據研究目的參考多篇文獻。如張海潮《高中生為什麼要學微積分？》 [13]、單維彰《美國 AP 微積分課程的啟示》 [8] ...，詳細參考文獻列於本篇論文末。
3. 參考各社會機構與學術單位製作的台灣各大學評鑑報告 [75]，並與指導教授單維彰博士討論，決定研究對象學校。
4. 決定研究對象學校後，對照 97 學年度招生入學簡章，記載所有學系的採計數學狀況並製表，同時將不符研究目的之學系刪除。
5. 至各大學網站查詢所有學系於 971 的必修課程修業規定，並至各校網站查詢 971

之開課課程，將有開設的必修課程記錄、彙整並製表。

6. 將所有查詢到的必修課程與學系的數學採計狀況作分類整理、分析。
7. 依據課程名稱並與指導教授討論，判斷課程內容是否與微積分具有相關性，決定進行文本分析的科目。
8. 查詢各課程選用教科書，途徑有：至各校課程查詢網站查詢科目授課大綱與選用教科書；至各校系 BBS 站台詢問文本分析科目選用教科書資訊；透過 Email 詢問各科目開課教授教科書資訊。
9. 經與指導教授討論後決定進行文本分析的科目有普通物理、經濟學、統計學、普通化學四門科目，在查詢到的所有選用教科書中選擇進行文本分析的書籍，選擇方式有：挑選重複率最高的教科用書；教科書重複比率不明顯（統計學）的課程，經過與指導教授討論，並且藉由 Amazon 網路書城 [76] 的銷售排行決定進行文本分析的書籍。
10. 決定進行文本分析的書籍後，借閱或購買該書籍，途徑有：(i) 查詢各大圖書館是否有館藏，共造訪：國家圖書館 [77]、市立圖書館總館 [78]、市立圖書館西湖分館、中央大學圖書館 [79]、國立師範大學圖書館 [80]、國立台灣大學圖書館 [81]、國立交通大學圖書館 [82]、國立政治大學圖書館 [83]、國立台北大學圖書館 [84]、私立東吳大學圖書館 [85]、私立淡江大學圖書館 [86]。(ii) 藉由各校系 BBS 站台詢問是否有學生願意借閱書籍。(iii) 至各書局或原文書代理商網站與實體店面查找書籍，共造訪：巨擘書局 [87]、愛因斯坦書局 [88]、台灣西書網站 [89]、華通書坊 [90]、滄海圖書 [91]、老爹原文書專賣網 [92]、泰宇出版社 [93]、Rapid Library 電子書網站 [94]。(iv) 直接購買書籍。
11. 借閱或購買書籍後，進行文本分析，進行文本分析途中同時檢閱高中數學綱要與課本，對照文本中之內容是否為高中學習範疇，高中數學課本檢閱版本計有：選修數學 II 龍騰版 [95]、南一版 [96]、康熹版 [97]。
12. 針對研究結果提出結論與建議，供作未來高中數學課綱修訂之參考。

第 4 章 研究結果分析

依據 1.2 提出的待答問題：

1. 大學考試入學簡章中，有多少學系採計數甲、數乙或是不採計數學？
2. 採計數甲、數乙或是不採計數學的學系於 971 的必修課程有哪些？
3. 971 的各學系必修課程中，有哪幾個科目與微積分有關，或課程內容中需要微積分的知能？
4. 課程內容中有談到微積分的學科，書本中有多少與微積分相關的內容？
5. 大學眾多學系中，有哪些學系於大一上必修微積分？
6. 是否有必修與微積分相關的課程，但是該學系卻沒有將微積分列為必修課程？
7. 大一上專業課程中與微積分相關的部分，是否為高三選修 II 已有教授？

本章節分「各校系採計數學狀況與學系於大一上必修課程關聯」與「各課程文本分析結果」兩小節。根據研究結果分析，說明並回答以上之待答問題，並於下章節中藉由本章研究結果整理並答覆待答問題。

4.1 各校系採計數學狀況與學系於大一上必修課程關聯

表 3.2.10 為分析對象學校於 97 學年度大學考試入學分發招生簡章中之招生學校統計一覽表，其中欄位 (1) 為 97 學年度簡章中分析對象學校招生之所有學系總數，欄位 (2)、(3) 分別為數學系與大一不分系、加考術科學系，此二欄位不納入此篇論文分析對象的原因已於 3.2.2 中說明。在此我們分析其他欄位。

從表 3.2.10 中的 (4)~(14) 欄位可以看到，本篇論文共分析了 478 個學系的課程，其中有 232 個學系採計指考數甲，在採計數甲的學系中，有 202 個學系大一上學期必修微積分，我們將其分類為群組 (i)，另有 30 個學系大一上學期微積分不是必修課程，我們將其分類為群組 (ii)；207 個學系採計指考數乙，其中有 66 個學系大一上學期必修微積分，我們將其分類為群組 (iii)，另有 141 個學系大一上學期微積分不是必修課程，我們將其分類為群組 (iv)；最後，有 39 個學系不採記指考數學，我們將其分類為群組 (v)。在 4.1 節當中，我們將針對群組 (i)~(v) 來討論這些學系在大一上學期的必修課程。

4.1.1 群組 (i)：學系招生採計數甲，大一上必修微積分

由表 3.2.10 知，此群組共有 202 個學系，佔所有分析學系 (478 個) 裡的 42.26%，為五個群組裡的最大族群；其中比例最高的學校為交大 77.27%，比例最低的是北

大 5.56% ，同時我們也發現，在國立大學當中除北大與政大比例偏低之外，師範大學的三所學校比例皆不到 40%，私立大學當中除中原大學過半數之外，其餘四間學校也都頂多三成左右。而如此的現象合理的猜測是與學校設立的學系有關。

在大學考試入學指定考科的考試採計上採計數甲，我們相信各校系希望可以招收到自然組的學生，應是極大的可能是考量該學系在大學四年專業課程發展當中，較適合高中自然組的學生選讀；在採計數學上選擇採計數甲而不選擇採計數乙，合理的判斷是該學系認為學生在未來專業科目中，需要高三數學選修 II 的先備知識，意即期望學生具備微積分的基本知能。

為探討此群組的大一上學期必修課程，將 202 個學系的必修課全數列表，由於「導論、概論類」課程在 3.2.3 研究對象課程中已說明不納入此篇論文分析對象，因此表格中將不列出該類課程，並且以各校系 971 有開課之課程為限。

對於各學系必修課程於下方表格 4.1.1，我們將結合以下七類作綜合說明：(1) 普通物理 (表 3.2.14)，(2) 數學 (表 3.2.15)，(3) 統計 (表 3.2.16)，(4) 經濟 (表 3.2.17)，(5) 化學 (表 3.2.18)，(6) 工程、科學 (表 3.2.19)，(7) 與微積分無關 (附錄 A.1)。

(1) 普通物理：對照附錄 A.3 與表 3.2.14，可以看到必修普物的學系共有 144 個，其中有 141 個是採計數甲同時必修微積分，所占比例極高也讓我們認定普通物理與微積分的知能有極高的相連性。對於剩下的這三個學系，分別是：I15 國立中山大學 – 海洋生物科技暨資源學系，該學系不採計數學；而另有兩個大一上不需修微積分的學系為：D36 國立成功大學 – 職能治療學系，與 N18 私立輔仁大學 – 呼吸治療學系。我們特別地來看一下這三個學系大一上的必修課程。

I15	海洋生物科技暨資源學系	普通物理 普通化學 普通生物學
-----	-------------	-----------------------

節錄自表 4.1.5

在查詢 I15 的必修課程後發現，雖然該系並不採計數學，但是在大一上學期卻是必修微積分的，雖然這是一個很奇特的案例，但該學系還是規定必修微積分，驗證了普通物理與微積分有極高相連性的想法。或許該學系認為學生數學的重要性不需著眼在指考採計上。

D36	職能治療學系	普通生物 普通物理
-----	--------	--------------

節錄自表 4.1.2

在查詢 D 36 的必修課程後發現，該系採計的是數甲，但是微積分並未列為必修，而是列為建議選修，我們並不知道該學系這樣的制度對於學生來說，選修微積分的意願會有多高，但由普物與微積分的高度關聯，加上普物文本分析中發現該門學科有許多觀念並非僅學過數甲的學生可以理解，因此建議該學系應將微積分列為必修課程。

N18	呼吸治療學系	有機化學 普通生物學 普通物理學
-----	--------	------------------------

節錄自表 4.1.2

在查詢 N18 的必修課程後發現，該系採計的是數甲，但是微積分並未列為必修，而是列為建議選修，與 D36 的案例類似，而 D36 與 N18 也有同屬醫學院的共同點，此篇論文並非探討各學院的課程規劃是否恰當，但考量到普物與微積分的高度關聯，加上普物文本分析中發現該門學科有許多觀念並非僅學過數甲的學生可以理解，因此建議該學系與 D 36 相同，應將微積分列為必修課程。

(2) 數學：此類別共有 13 個課程。對照附錄 A.3 與表 3.2.15，可以看到必修課程名稱與數學直接相關的學系共有 43 個，其中有 22 個是採計數甲同時必修微積分，4 個採計數乙同時必修微積分，6 個採計數甲微積分非必修，10 個採計數乙微積分非必修，1 個無採計數學微積分非必修。

- (2.1) 線性代數：在 13 種課程中重複性最高的是線性代數一門課，該課程共有 18 個學系開設必修，且全數必修微積分（數甲 14，數乙 4），由 99 課綱中可以看到，線性代數為高二下的數學教材內容，事實上，線性代數討論的是離散型，而微積分討論的是連續型數學，其與微積分本無關聯性，因此文本不分析。
- (2.2) 離散數學：H18、I10、L19、N25 四系開設，均採計數甲，微積分僅 L19 未列為必修，其中三個將微積分列為必修的學系名稱均為資訊工程學系，與 L19 – 軟體工程學系為同屬性學系，故文本不分析。
- (2.3) 管理數學：A51、P18、P19、Q24 四系開設，採計數甲且必修微積分有 2 系，採計數乙且微積分非必修也有 2 系，判定與微積分關聯性不高，故文本不分析。
- (2.4) 邏輯：A04、E03、O03、O04、Q23 五系開設，四個採計數乙，一個無採計數學，微積分均非必修。因此判定該課程與微積分無關聯，故文本不分析。

- (2.5) 商用數學：P16、P17、P20 三系開設，皆採計數乙，微積分均非必修。因此判定該課程與微積分無關聯，故文本不分析。
- (2.6) 設計數學：M39、M40 開設，M39、M40 同為東海景觀系不同組別，採計數甲乙各一，微積分均非必修。但因屬單一學系，因此文本不分析。
- (2.7) 初級應用數學：M06、M07 開設，M06、M07 同為東海物理系不同組別，採計數甲，微積分必修。但因屬單一學系，因此文本不分析。
- (2.8) 工程數學：單一學系開設，A11。採計數甲，微積分必修。因單一學系，文本不分析。
- (2.9) 醫用數學：單一學系開設，F02。此課程授課內容即為微積分。
- (2.10) 建築基礎數理：單一學系開設，Q29。採計數甲，微積分非必修。因單一學系，文本不分析。
- (2.11) 普通數學：單一學系開設，O14。採計數甲，微積分非必修。因單一學系，文本不分析。
- (2.12) 基礎數學：單一學系開設，E38。採計數甲，微積分非必修。因單一學系，文本不分析。

綜合以上，在 (2) 數學相關課名的這類課程方面，學系的採計情況與必修微積分與否具有合理的邏輯。

(3) 統計：此類別共有 6 個課程。對照附錄 A.3 與表 3.2.16，可以看到必修課程名稱與統計相關的學系共有 37 個，其中有 9 個是採計數甲同時必修微積分，12 個採計數乙同時必修微積分，4 個採計數甲微積分非必修，12 個採計數乙微積分非必修。

- (3.1) 統計學：在 6 種課程中重複性最高的是統計學一門課，該課程共有 21 個學系開設必修，其中 6 個採計數甲同時必修微積分，12 個採計數乙同時必修微積分，1 個採計數甲微積分非必修，2 個採計數乙微積分非必修，判定此課程與微積分有關聯性，將「統計學」文本分析結果列於下節說明。
- (3.2) 心理及教育統計學：七系開設，其中 A12、E38、O14、P05 系名皆為心理學系，皆採計數甲，微積分必修與非必修各 2 系；另 J02、J09、K16 皆採計數乙且微積分非必修，判定與微積分關聯性不高，故文本不分析。
- (3.3) 社會統計：A20、E06、H14、N48、O05 五系開設，皆採計數乙且微積分皆非必修。判定與微積分關聯性不高，故文本不分析。
- (3.4) 教育統計學：J01、L05 兩學系開設，皆採計數乙且微積分皆非必修。判定與微積分關聯性不高，故文本不分析。
- (3.5) 醫學統計學：A26 單一學系開設，採計數甲，微積分非必修。但因屬單一學系，因此文本不分析。
- (3.6) 生物統計學：N14 單一學系開設，採計數甲，必修微積分。但因屬單一學系，因此文本不分析。

(4) 經濟：此類別共有 2 個課程。對照附錄 A.3 與表 3.2.17，可以看到必修課程名稱與經濟相關的學系共有 102 個，其中有 20 個是採計數甲同時必修微積分，62 個採計數乙同時必修微積分，19 個採計數乙微積分非必修，1 個未採計數學且微積分非必修。

(4.1) 經濟學：在 2 種課程中重複性最高的是經濟學一門課，該課程共有 101 個學系開設必修，其中 20 個採計數甲同時必修微積分，62 個採計數乙同時必修微積分，19 個採計數乙微積分非必修，1 個未採計數學且微積分非必修。考量多數必修此門課程的學系都將微積分列為必修，可見微積分與其應有高度關聯性，而多數學系在採計科目上選擇數乙，應是認為此課程無需具備高三數學選修 II 的知能，留作大一修習微積分時學習即可，在下一小節的經濟學文本分析中發現，經濟學文本中使用微積分的觀念並不多，且運用的技巧難度亦不高，可說是沒有難度高的計算或證明，但考量經濟學與微積分仍屬高度關聯，建議必修經濟學的同學無論高中是自然組或社會組，大一上仍應修習微積分。

(4.2) 合作經濟學：H05 單一學系開設，採計數乙且必修微積分。但因單一學系開設，故文本不分析。

(5) 化學：此類別共有 8 個課程。對照附錄 A.3 與表 3.2.18，可以看到必修課程名稱與化學直接相關的學系共有 123 個，其中有 109 個是採計數甲同時必修微積分，13 個採計數甲微積分非必修，1 個無採計數學必修微積分。

(5.1) 普通化學：在 8 種課程中重複性最高的是普通化學一門課，該課程共有 107 個學系開設必修，其中除 I15 之外全數採計數甲，I15 的必修課程已於表 4.1.2 中說明；另外，在 106 個採計數甲的學系中僅有 4 個學系微積分非必修，其餘皆必修微積分。普通化學在下一小節中的文本分析指出，普化與微積分的高度關聯，且文本分析中發現該門學科有許多觀念並非僅學過數甲的學生可以理解，因此建議為將微積分列為必修的四個學系應將微積分列為必修課程。

(5.2) 化學原理：F01、F02、F03、F07、F08 五系開設，且全為陽明大學開設，其中全數採計數甲，微積分必修與非必修分別有 3 個、2 個學系。考量其課程名稱與授課大綱後，判定該課程與普通化學極為類似，而文本已分析普化，故不額外分析此課程文本。

(5.3) 有機化學：A11、F02、F06、N18、N35 五系開設，其中 A11 將此課程列為必選修，另 4 學系微積分皆非必修，判定該課程與微積分不高，故文本不分析。

(5.4) 基礎化學：N34、N35 兩系開設，皆採計數甲，微積分均非必修。因此判定該課程與微積分不高，又屬少數學系開設之課程，故文本不分析。

- (5.5) 基礎食品分析化學：N34 單一學系開設，採計數甲，微積分均非必修。但因單一學系，故文本不分析。
- (5.6) 應用化學：單一學系開設，J 25。採計數甲，微積分必修。但因單一學系，故文本不分析。
- (5.7) 物理化學：單一學系開設，A11。採計數甲，微積分必修。雖物化課程談比較多物理上的內容，與微積分的關聯性也理應比普通化學高，但因單一學系，故文本不分析。
- (5.8) 無機化學：單一學系開設，A11。採計數甲，微積分必修。但因單一學系，故文本不分析。

(6) 工程、科學：(6.1) 靜力學、(6.2) 運輸學、(6.3) 製造工程實習、(6.4) 機械基礎技術、(6.5) 基本電學、(6.6) 應用力學、(6.7) 基本電學、(6.8) 工程力學、(6.9) 工程材料學、(6.10) 電磁學、(6.11) 電路學、(6.12) 基礎電子學、(6.13) 電工、(6.14) 基礎電學、(6.15) 機電工程基礎、(6.16) 營建科技、(6.17) 材料科學。

在此類別當中共有 17 個課程，對照附錄 A.3 與表 3.2.19 可以看到此類別每一課程至多三個學系開設，意即均為少數學系開設之課程；此外，(6.1)、(6.5)、(6.6)、(6.7)、(6.8)、(6.10)、(6.11)、(6.12)、(6.13)、(6.14) 皆偏向物理學門，下小節中文本已分析普物，故不額外分析此課程文本。

(7) 與微積分無關：對照附錄 A.3 與附錄 A.1 可以看到此類別共有 63 個課程，其中多數為少於五個學系開設之課程，超過六個學系開設的課程有「測量學」、「社會學」、「普通心理學 (部分學系課程名稱為心理學)」、「普通生物學 (部分學系課程名稱為生物學)」、「會計學」。

此一類別的課程繁多，但多數課程皆為少數的學系開設。另外在與指導教授單維彰討論課程與微積分的關聯性後，判定此類課程與微積分無關。

在確認「會計學」與微積分關聯性方面，參考文本：Horngren、Harrison《Accounting》[74] 後確認無關聯性。

4.1.2 群組 (ii)：學系招生採計數甲，大一上微積分非必修

由表 3.2.10 知，此群組共有 30 個學系，占有分析學系 (478 個) 裡的 6.28%，為五個群組裡的最小族群；其中比例最高的學校為陽明 37.50%，比例最低的是清大、交大、中央、北大與中山皆為 0%。比較表 3.2.10 中欄位 (5) 與 (9) 可以發現，(5) 的比例遠大於 (9)，唯有輔大在這兩個欄位的數據比較接近而已，其餘學校都將差甚遠。

在上一段中提到了我們相信各校系希望可以招收到自然組的學生，應是極大的可能是考量該學系在大學四年專業課程發展當中，較適合高中自然組的學生選讀；但這一節中討論的這 30 個學系是採計數甲卻不是必修微積分，那這些學系到底修了些什麼課，又是何故希望招收到自然組的學生？為了回答這問題我們製作了附錄 A.4。

從附錄 A.4 表格中發現，這 30 個學系彼此之間有些共同點，不難看出這些學系多數是醫學院的學系，另外如食品科學、營養科學系也都是比較注重生物科的學系，回頭對照考試分發入學簡章後也發現，這些學系確實在採計生物科上比較重視；觀察心理學系的必修課程後發現，在心理學系大學四年的專業訓練過程中，大概唯有統計課程會與微積分比較有關聯一些，大學四年的專業課程中，我們不認為一定要修微積分課程才可以勝任；另外，如建築學系、工業設計學系、景觀學系等，都是比較偏重設計的學系，而這些學系也有一個共同點就是都必修圖學，然而，工程圖學與微積分並無關聯，若要說與數學的關聯，我想三角函數的關聯性應該遠比微積分大的多。

4.1.3 群組 (iii)：學系招生採計數乙，大一上必修微積分

由表 3.2.10 知，此群組共有 66 個學系，占有分析學系 (478 個) 裡的 13.81%，其中比例最高的學校為北大 33.33%，比例最低的是陽明、師大、高師與中原皆為 0%。

一般來說指考考選考數乙未選考數甲的同學，是在高中階段的社會組學生，當然，現階段的考試制度有不少學生同時選考數甲與數乙，更有為數不少的自然組學生報名跨考了數乙，反之社會組學生跨考數甲的人數則是極為少數，此篇論文並非探討學生在指考中選擇跨考數甲乙的考量，而是針對學系招生採計狀況的不同，來審視各學系大一上必修課程與微積分課程的關聯。

我們相信各校系在指考的採計上選擇採計數乙，是希望可以招收到社會組的學生，也認為社會組的學生比較適合於該學系發展；修習高中數乙內容在微積分課程上是毫無涉獵，也就是學生如果在大學過程中面對需要微積分的知能的課程時，只能指望學生在大學過程中修習微積分了。因此，我們對於群組 (iii) 的這些學系在大一上學期究竟必修些什麼課程，而這些課程與微積分有沒有關聯，群組 (iii) 在修業規定上是否應必修微積分等問題很感興趣。基於此，製作了附錄 A.5。

從附錄 A.5 中發現，這 66 個學系有一個最大的共同點，就是全部都是商學院或管理學院的學系；細看這些學系必修的課程後發現，66 個學系當中，只有 I13、N46、Q21、Q22 四個學系 (其中前三個學系都是資訊管理學系) 沒有必修經濟學，這呼應了 4.1.1 小節中建議必修經濟學的學生應修習微積分，也呼應了下一節中對於經濟學的文

本分析後，發現經濟學課程與微積分的關聯。

4.1.4 群組 (iv)：學系招生採計數乙，大一上微積分非必修

由表 3.2.10 知，此群組共有 141 個學系，佔所有分析學系 (478 個) 裡的 29.80%，其中比例最高的學校為政大與北大 (61.54%、61.11%)，比例最低的是陽明、中央與中山皆為 0%。

比較表 3.2.10 欄位 (8) 與 (12) 後發現，(12) 幾乎是普遍的大過 (8)，整體來說 (12) 也超過 (8) 的兩倍，這讓我想提出一個疑問：採計數乙的學系，其實在大學的專業課程中都不需要微積分的知能嗎？

上一小節中提到了建議必修經濟學的學生應修習微積分，這一小節中為了回答上面的問題，製作了附錄 A.6，也藉由下表審視一下這些學系的大一上必修課程是否都真的與微積分無關。

從附錄 A.6 中發現，這 141 個學系當中，文學院與法學院的學系占了很大的比重，然而，對於文學院與法學院的學系來說，我們應該合理的相信這些學系在整個大學四年專業課程當中，確實不會要求學生學會微積分才可以勝任其專業課程；但我們還是看到了少數學系是必修經濟學的，如 A42、D37、E08、E09、E10、E14、E37、H08、H11、K05、M24、N08、N38、P21，這讓我不禁想提出一個疑問，這些學系並沒有要求學生必修微積分，也不需要招收高中時就具備數甲背景的學生，真的期望這些學生可以讀的懂如經濟學這種與微積分有關聯的課程嗎？在這些必修經濟學的學系當中，P16、P17、P18 與 P20 這四個中原大學的學系雖然沒有必修微積分，但是必修商用學或管理數學，在查詢中原大學各學系課程綱要後發現，其實商用數學或管理數學的選用教科書或授課內容，其實就是教授微積分。確實，藉由此篇論文我們得到的結論正是建議這些學系的學生應修習微積分，而中原大學的這些學系應證了這個想法。

另外，社會系、社工系與教育相關學系也是一個族群，這個族群有一個共同點就是都必修社會統計或心理與教育統計學，為此參考了林清山《心裡與教育統計學》[68] 後發現，該本書中確實可說是不需要任何關於微積分的知能即可讀懂。

4.1.5 群組 (v)：學系招生不採計數學，大一上的必修課程

由表 3.2.10 知，此群組共有 39 個學系，佔所有分析學系 (478 個) 裡的 8.16%，其中比例最高的學校為中山 25%，比例最低的是台大、清大、交大、政大、陽明、北

大、高師與東吳皆為 0%。

呈前面四小節的分析，我們相信校系在採計數學上有一定的考量因素，而此節中討論的是不採計數學的學系，在還沒分析之前先針對此一群組作一個預測：這 39 個學系不採計數學的原因是因為考量在大學專業課程中，並不需要數學的背景即可勝任。

為了審視此一群組的必修課程以便回答上面作的預測，製作了附錄 A.7。

從附錄 A.7 發現，這 39 個學系當中，文學院、法學院與社會工作的學系占了很大的比重，而關於文學院、法學院與社會工作的學系的課程我們在前一節已經說明過，其中我們探討幾個例外學系：(1) I 15：該學系於 4.1.1 已討論過，不在此重複說明；(2) M29：必修經濟學；(3) M32：必修普化；(4) Q41：必修經濟學。

配合下一節的文本分析說明結果，經濟學與普通化學兩門科目皆與微積分具有一定的關聯性，而 I 15、M29、Q41 這三系不但將這兩門科目列為必修且不需修習微積分，在指考的採計上也並不採計數學，因此建議學系可考慮在指考上採計數學，或鼓勵學生修習微積分。

4.2 各課程文本分析結果

此一小節由 4.1 針對「普通物理」、「統計學」、「經濟學」與「普通化學」，分成四小節說明課程文本分析的結果。

4.2.1 普通物理文本分析

文本資料：David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker 《Fundamentals of Physics》 [65]

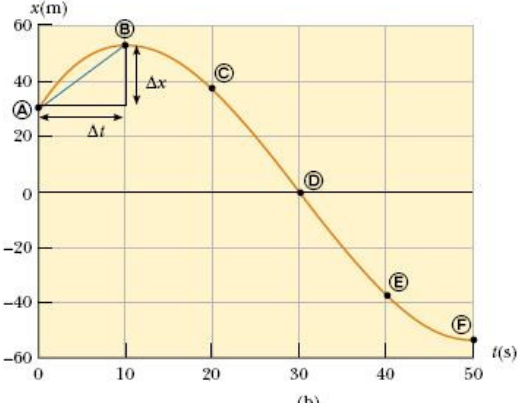
共有 62 個學系選用本書，分別是：

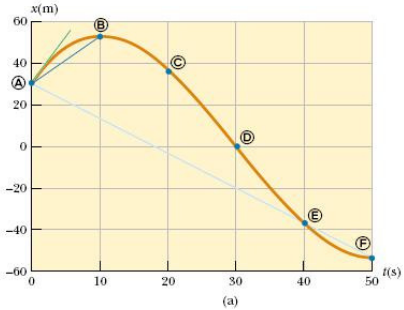
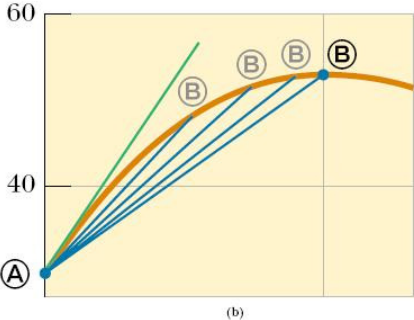
A10、A11、A30、A31、A33、A35、A43、A53、A59、B01、B02、B03、B04、B05、B06、B07、B08、B09、B10、B11、B12、C06、C07、C08、C09、C10、C11、C12、D18、E39、G07、G08、G10、G20、G21、I 07、I 08、I 11、I 12、I 16、J 26、K02、K13、K14、K17、L13、N19、N20、O11、O12、P07、P11、P12、P14、P15、Q25、Q26、Q27、Q28、Q30、Q35、Q36

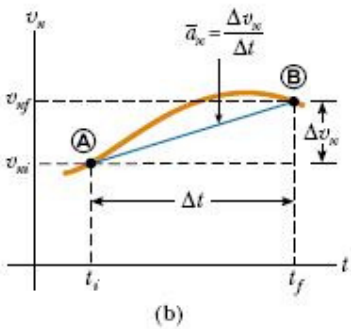
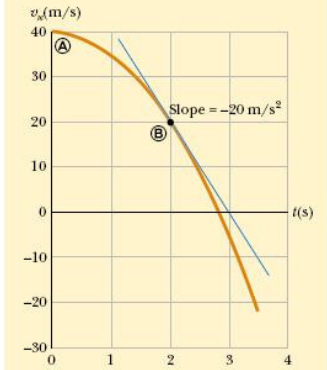
詳細校系編號對照請見表 3.2.18

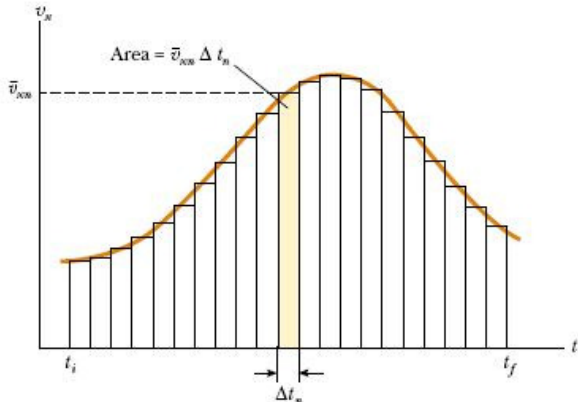
在整本書中，盡可能的將與微積分有關的數學式記載下來，其中並不包含課本每章後的 Exercise 也不包含過多的文字敘述；數學式子以高三數學選修 II 的微積分教材內容作為記載重點，能運用高中以下數學教材內容即可理解的數學式不記載或簡述；並詳實記載出處頁碼。

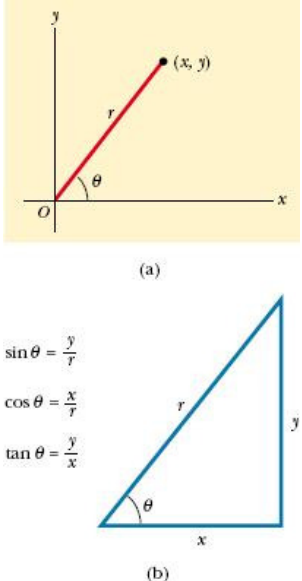
以下是文本中數學式的整理與分析：

算式、式子	使用微積分觀念說明	頁碼
 <p>(b)</p> <p>圖 4.2.1.1 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>,</p>	<p>Chapter 2 Motion one Dimension 2.1 Displacement, Velocity, And Speed 從此一圖中可以看到介紹到了曲線的割線斜率。</p>	<p>p.25</p>

7 th , p.25		
$\bar{v}_x \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.2)$	Chapter 2 Motion one Dimension 2.1 Displacement, Velocity, And Speed 此式介紹的是平均速度為位移除以時間變化量。	p.26
 <p>圖 4.2.1.2 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.28-1</p>  <p>圖 4.2.1.3 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.28-2</p>	Chapter 2 Motion one Dimension 2.2 Instantaneous Velocity And Speed 從上圖中可以看到介紹到了曲線的切線斜率。而下圖則是切線與割線斜率。	p.28
$v_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (2.4)$	Chapter 2 Motion one Dimension 2.2 Instantaneous Velocity And Speed 這裡等於正式的定義了速度為位移對時間的一階導數。此一微分的觀念為高三數學選修 II 已有教授。	p.29, p.48
$\bar{a}_x \equiv \frac{\Delta v_{xf}}{\Delta t} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} \quad (2.5)$	Chapter 2 Motion one Dimension 2.3 Acceleration	p.30

 <p>圖 4.2.1.4 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.30</p>	<p>此式說明了平均加速度為速度變化量除以時間變化量。在圖形裡，可以看到其平均加速度即為 A 點到 B 點的斜率。</p>	
$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2.7)$	<p>Chapter 2 Motion one Dimension 2.3 Acceleration 由加速度為速度對時間的一階導數可以推導得到，加速度亦為位移對時間的二階導數。這裡的微分觀念為高三數學選修 II 已有教授的內容。</p>	p.31
 <p>圖 4.2.1.5 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.33</p>	<p>Chapter 2 Motion one Dimension 2.3 Acceleration 從上圖中可以看到介紹到了曲線的切線斜率。</p>	p.33
$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (-10t - 5\Delta t) = -10t \text{ m/s}^2$ $\frac{dx}{dt} = nAt^{n-1}$ <p>In which $v_x = 40 - 5t^2$, we find that</p> $a_x = dv_x / dt = -10t$	<p>Chapter 2 Motion one Dimension 2.3 Acceleration 在以下的算式裡，使用的微積分計算技巧皆為簡單的極限計算，或簡單的一階導數計算。擁有高三數學選修 II 的知能即可勝</p>	p.33

	任。	
$v_{xf} = \frac{dx_f}{dt} = \frac{d}{dt} \left(x_i + v_{xi}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \right) = v_{xi} + a_x t$	Chapter 2 Motion one Dimension 2.6 One-Dimensional Motion With Constant Acceleration 一階導數計算。	p.36
 <p>圖 4.2.1.6 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.44</p> $\Delta x = \lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \Delta t_n \quad (2.13)$ $\lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \Delta t_n = \int_{t_i}^{t_f} v_x(t) dt \quad (2.14)$	Chapter 2 Motion one Dimension 2.7 Kinematic Equations Derived From Calculus 此一小節主要討論的是利用微積分導出運動方程式。圖中可以看到黎曼分割的概念。	p.44
$a_x = \frac{dv_x}{dt}$ <p>May be written as $dv_x = a_x dt$ or, in terms of an integral (or antiderivative), as</p> $v_x = \int a_x dt + C_1$ $v_x = a_x \int dt + C_1 = a_x t + C_1 \quad (2.15)$	Chapter 2 Motion one Dimension 2.7 Kinematic Equations Derived From Calculus 這裡看到了不定積分的觀念，而不定積分並非高三數學選修 II 的教授內容。	p.45
$v_x = \frac{dx}{dt}$ <p>we can write this as $dx = v_x dt$ or integral form as</p> $x = \int v_x dt + C_2$ <p>Where C_2 is another constant of integration .</p>	Chapter 2 Motion one Dimension 2.7 Kinematic Equations Derived From Calculus 這裡看到了不定積分的觀念，而不定積分並非高三	p.46

<p>Because $v_x = v_{xf} = v_{xi} + a_x t$, this expression becomes</p> $x = \int (v_{xi} + a_x t) dt + C_2$ $x = \int v_{xi} dt + a_x \int t dt + C_2$ $x = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2 + C_2$	<p>數學選修 II 的教授內容。</p>	
 <p>Figure 3.2 (a) The plane polar coordinates of a point are represented by the distance r and the angle θ, where θ is measured counter-clockwise from the positive x axis. (b) The right triangle used to relate (x, y) to (r, θ).</p> <p>圖 4.2.1.7 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.59</p> $x = r \cos \theta \quad (3.1)$ $y = r \sin \theta \quad (3.2)$ $\tan \theta = \frac{y}{x} \quad (3.3)$ $r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3.4)$ $\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} \quad (3.12)$ $\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j} \quad (3.13)$	<p>Chapter 3 Vectors</p> <p>3.1 Coordinate Systems</p> <p>這裡除了複習三角函數之外，也說明了極坐標的觀念，以往在 95 暫綱中，並沒有在課程內容中正式納入極坐標，到了 99 課綱將極坐標正式編訂在三角函數的章節中，對於極坐標的重要性，我們於物理上看到了應用，也了解到了其學習的必要。關於極坐標於 99 課綱的編訂，於本小節末列表。</p>	<p>p.59</p>

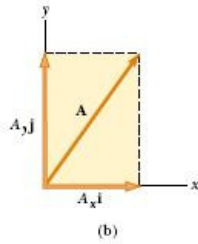


Figure 3.16 (a) The unit vectors \mathbf{i} , \mathbf{j} , and \mathbf{k} are directed along the x , y , and z axes, respectively. (b) Vector $\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j}$ lying in the xy plane has components A_x and A_y .

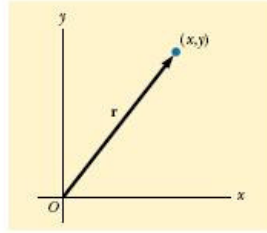


Figure 3.17 The point whose cartesian coordinates are (x, y) can be represented by the position vector $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$.

出不窮，然而無論高中 95 暫綱或是 99 課綱，單位向量的教學內容都相當缺乏。

圖 4.2.1.8 普物文本 Fundamentals of Physics , 7th , p.64

$$\mathbf{R} = (A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j}) + (B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j})$$

$$\mathbf{R} = (A_x + B_x) \mathbf{i} + (A_y + B_y) \mathbf{j} \quad (3.14)$$

Because $\mathbf{R} = R_x \mathbf{i} + R_y \mathbf{j}$, we see that the components

of the resultant vector are

$$\begin{aligned} R_x &= A_x + B_x \\ R_y &= A_y + B_y \end{aligned} \quad (3.15)$$

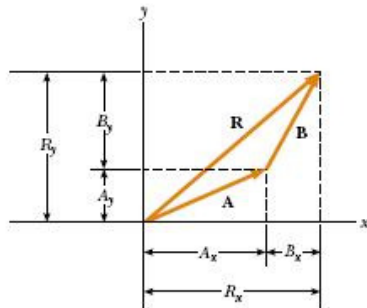
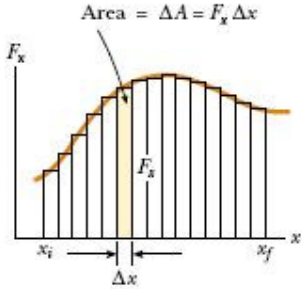


Figure 3.18 This geometric construction for the sum of two vectors shows the relationship between the components of the resultant \mathbf{R} and the components of the individual vectors.

圖 4.2.1.9 普物文本 Fundamentals of Physics , 7th , p.66

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k} \quad (3.18)$$

$\mathbf{B} = B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k} \quad (3.19)$ <p>The sum of \mathbf{A} and \mathbf{B} is</p> $\mathbf{R} = (A_x + B_x) \mathbf{i} + (A_y + B_y) \mathbf{j} + (A_z + B_z) \mathbf{k} \quad (3.20)$		
<p>The instantaneous velocity \mathbf{v} is defined as the limit of the average velocity $\Delta \mathbf{r} / \Delta t$ as Δt approaches zero:</p> $\mathbf{v} \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta \mathbf{r} / \Delta t = d\mathbf{r} / dt \quad (4.3)$	<p>Chapter 4 Motion in Two Dimensions 4.1 The Displacement, Velocity, and Acceleration Vectors 速度為位移對時間的一階導數，此式為前面介紹過的內容。</p>	p.78
<p>The instantaneous acceleration \mathbf{a} is defined as the limiting value of the ratio $\Delta \mathbf{v} / \Delta t$ as Δt approaches zero:</p> $\mathbf{a} \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta \mathbf{v} / \Delta t = d\mathbf{v} / dt \quad (4.5)$	<p>Chapter 4 Motion in Two Dimensions 4.1 The Displacement, Velocity, and Acceleration Vectors 加速度為速度對時間的一階導數，此式為前面介紹過的內容。</p>	p.79
$mg - bv = ma = m \frac{dv}{dt} \quad (6.3)$ $\frac{dv}{dt} = g - \frac{b}{m} v \quad (6.4)$	<p>Chapter 6 Circular Motion and Other Applications of Newton's Laws 6.4 Motion In The Presence of Resistive Forces 此式為利用加速度為速度對時間的一階導數作的應用推導。</p>	p.164
$v = \frac{mg}{b} (1 - e^{-bt/m}) = v_t (1 - e^{-t/\tau}) \quad (6.5)$ $\frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{mg}{b} - \frac{mg}{b} e^{-bt/m} \right) = -\frac{mg}{b} \frac{d}{dt} e^{-bt/m} = g e^{-bt/m}$	<p>Chapter 6 Circular Motion and Other Applications of Newton's Laws 6.4 Motion In The Presence of Resistive Forces 式子中看到了歐拉數 e，然而歐拉數在高中數學中</p>	p.165

	<p>並未教授，在此段課文中亦沒有詳細說明其定義，歐拉數 e 的定義。</p> <p>第二個式子中在微分的過程中需要先學會 e 的微分，此觀念非高中程度能夠理解。</p>	
 <p>圖 4.2.1.10 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.189</p> $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$ $W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx \quad (7.7)$ $\sum W = W_{net} = \int_{x_i}^{x_f} (\sum F_x) dx \quad (7.8)$	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.3 Work Done by A Varying Force</p> <p>此一小節提到了當作用在物體上的力不為定值時，需要用積分的技巧來計算力量所作的功。課文中看到了利用黎曼分割來作推導，並且寫出其積分定義，此觀念為高三數學選修 II 已有教授。</p>	p.189
$W = \int_{1.5 \times 10^{11}}^{2.3 \times 10^{11}} \left(\frac{-1.3 \times 10^{22}}{x^2} \right) dx$ $= (-1.3 \times 10^{22}) \int_{1.5 \times 10^{11}}^{2.3 \times 10^{11}} x^{-2} dx$ $= (-1.3 \times 10^{22}) (-x^{-1}) \Big _{1.5 \times 10^{11}}^{2.3 \times 10^{11}}$ $= (-1.3 \times 10^{22}) \left(\frac{-1}{2.3 \times 10^{11}} - \frac{-1}{1.5 \times 10^{11}} \right)$ $= -3.0 \times 10^{10} \text{ J}$	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.3 Work Done by A Varying Force</p> <p>此算式為 7.3 小節中的例題算式，算式中的積分技巧為有理函數的積分，並非高中選修數學 II 的知能可以理解。</p>	p.191
$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx = \int_{-x_{max}}^0 (-kx) dx = \frac{1}{2} kx_{max}^2 \quad (7.10)$	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.3 Work Done by A Varying Force</p> <p>此算式為 7.3 小節中的</p>	p.191

	例題算式，算式中的積分技巧為具備高中選修數學 II 的知能即可理解。	
$\int x^n dx = x^{n+1} / (n+1)$ with $n = 1$	Chapter 7 Work and Kinetic Energy 7.3 Work Done by A Varying Force 在高中數學選修 II 的微積分內容中，微積分基本定理是放在附錄中，並沒有放在課文當中，課文中僅對定積分有所介紹，因此嚴格來說，此式並非高中選修數學 II 的課文中有教授的內容。	p.192
$W_s = \int_{x_i}^{x_f} (-kx) dx = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2 \quad (7.11)$ $W_{F_{app}} = \int_0^{x_{max}} F_{app} dx = \int_0^{x_{max}} kx dx = \frac{1}{2} kx_{max}^2$	Chapter 7 Work and Kinetic Energy 7.3 Work Done by A Varying Force 定積分計算，並沒有艱深的積分技巧，為具備高三選修數學 II 知能即可。	p.193
We can apply Newton's second law , $\sum F_x = ma_x$, and use Equation 7.8 to express the net work done as $\sum W = \int_{x_i}^{x_f} (\sum F_x) dx = \int_{x_i}^{x_f} ma_x dx$	Chapter 7 Work and Kinetic Energy 7.4 Kinetic Energy and the Work – Kinetic Energy Theorem 用積分的技巧來計算力量所作的功。此相關內容於前面說明過。	p.195
$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$	Chapter 7 Work and Kinetic Energy 7.4 Kinetic Energy and the Work – Kinetic Energy Theorem 式中使用微分的鏈鎖律，而此一技巧於高中數學選修 II 已有教授。	p.195

$\sum W = \int_{x_i}^{x_f} mv \frac{dv}{dx} dx = \int_{v_i}^{v_f} mv dv$ $\sum W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad (7.16)$	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.4 Kinetic Energy and the Work – Kinetic Energy Theorem</p> <p>此為積分變數變換的觀念，在高中數學選修 II 當中並沒有此一觀念。</p>	<p>p.195 , p.199</p>
$\bar{P} \equiv \frac{W}{\Delta t}$ <p>Average power</p>	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.5 Power</p> <p>平均功率為所作的功除以時間變化量</p>	<p>p.199</p>
$P \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$ $P = \frac{dW}{dt} = \mathbf{F} \cdot \frac{ds}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} \quad (7.18)$ <p>Where we use the fact that $v = ds / dt$.</p>	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.5 Power</p> <p>功率為所作的功對時間的一階導數。</p>	<p>p.200</p>
$\frac{1}{(1-x)^{1/2}} = 1 + \frac{x}{2} + \frac{3}{8}x^2 + \dots$ $K = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} - 1 \right) \quad (7.19)$ $K = mc^2 \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \dots - 1 \right)$ $= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{3}{8}m \frac{v^4}{c^2} + \dots$ $= \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{for} \quad \frac{v}{c} \ll 1$	<p>Chapter 7 Work and Kinetic Energy</p> <p>7.7 Kinetic Energy at High Speeds</p> <p>此段課文中看到利用二項級數的觀念，而此一觀念並非高中數學選修 II 有教授的內容。</p>	<p>p.205</p>
$W_c = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx = -\Delta U \quad (8.6)$ $\Delta U = U_f - U_i = -\int_{x_i}^{x_f} F_x dx \quad (8.7)$ $U_f(x) = -\int_{x_i}^{x_f} F_x dx + U_i \quad (8.8)$ $\int_i^f \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s} = U_i - U_f$	<p>Chapter 8 Potential Energy and Conservation of Energy</p> <p>8.3 Conservative Forces and Potential Energy</p> <p>這裡記載的幾個式子為微積分基本定理的應用。</p>	<p>p.220</p>

$dU = -F_x dx$ <p>Therefore , the conservative force is related to the potential energy function through the relationship</p> $F_x = -\frac{dU}{dx} \quad (8.16)$ $F_s = -\frac{dU_s}{dx} = -\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{2}kx^2\right) = -kx$	<p>Chapter 8 Potential Energy and Conservation of Energy</p> <p>8.6 Relationship Between Conservative Forces And Potential Energy</p> <p>這裡記載的幾個式子均為被高中數學選修 II 知能即可勝任。</p>	<p>p.232 , p.234</p>
<p>In three dimension , the expression is</p> $F = -i\frac{\partial U}{\partial x} - j\frac{\partial U}{\partial y} - k\frac{\partial U}{\partial z}$	<p>Chapter 8 Potential Energy and Conservation of Energy</p> <p>8.7 Energy Diagrams And The Equilibrium of A System</p> <p>此式看到需要同學能夠會作偏導函數，偏微分的內容在高中數學選修 II 當中並未教授。</p>	<p>p.232</p>
$\frac{dU(x)}{dx} = 4\epsilon \frac{d}{dx}\left[\left(\frac{\sigma}{x}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{x}\right)^6\right] = 0$ $= 4\epsilon\left[\frac{-12\sigma^{12}}{x^{13}} - \frac{-6\sigma^6}{x^7}\right] = 0$ $F_x = -\frac{dU(x)}{dx} = -4\epsilon \frac{d}{dx}\left[\left(\frac{\sigma}{x}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{x}\right)^6\right]$ $= 4\epsilon\left[\frac{12\sigma^{12}}{x^{13}} - \frac{6\sigma^6}{x^7}\right]$ $\sum F = \frac{dp}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} \quad (9.3)$ $F_{21} = \frac{dp_1}{dt} \quad \text{and} \quad F_{12} = \frac{dp_2}{dt}$ $\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_2}{dt} = \frac{d}{dt}(p_1 + p_2) = 0$ <p>According to Newton's second law , $F = dp / dt$, or</p> $dp = F dt \quad (9.7)$	<p>Chapter 9 Linear Momentum and Collisions</p> <p>以下記載在第九章課文中出現與微積分直接相關的式子，記載下來的式子均為高中數學選修數學 II 知能即可勝任。</p>	<p>p.234 p.234 p.253 p.253 p.253 p.255 p.256 p.256 , p.258 p.256 p.259 p.259 p.271 , p.272 , p.273 p.271 p.271 p.274 p.274</p>

$\Delta p = p_f - p_i = \int_{t_i}^{t_f} F dt \quad (9.8)$ $I \equiv \int_{t_i}^{t_f} F dt = \Delta p \quad (9.9)$ $\bar{F} \equiv \frac{1}{\Delta t} \int_{t_i}^{t_f} F dt \quad (9.10)$ $\Delta p_1 = \int_{t_i}^{t_f} F_{21} dt$ $\Delta p_2 = \int_{t_i}^{t_f} F_{12} dt$ $x_{CM} = \lim_{\Delta m_i \rightarrow 0} \frac{\sum_i x_i \Delta m_i}{M} = \frac{1}{M} \int x dm \quad (9.31)$ $y_{CM} = \frac{1}{M} \int y dm \quad \text{and} \quad z_{CM} = \frac{1}{M} \int z dm \quad (9.32)$ $r_{CM} = \frac{1}{M} \int r dm \quad (9.33)$ $v_{CM} = \frac{dr_{CM}}{dt} = \frac{1}{M} \sum_i m_i \frac{dr_i}{dt} = \frac{\sum_i m_i v_i}{M} \quad (9.34)$ $a_{CM} = \frac{dv_{CM}}{dt} = \frac{1}{M} \sum_i m_i \frac{dv_i}{dt} = \frac{1}{M} \sum_i m_i a_i \quad (9.36)$ $\sum F_{ext} = Ma_{CM} = \frac{dp_{tot}}{dt} \quad (9.38)$ $\frac{dp_{tot}}{dt} = Ma_{CM} = 0$ <p>If we now take the limit as Δt goes to zero, we get $\Delta v \rightarrow dv$ and $\Delta m \rightarrow dm$. Furthermore, the increase in the exhaust mass dm corresponds to an equal decrease in the rocket mass, so that</p> $dm = -dM$ $Mdv = v_e dm = -v_e dM \quad (9.40)$		<p>p.274 p.274</p>
$\int_{v_i}^{v_f} dv = -v_e \int_{M_i}^{M_f} \frac{dM}{M}$ $v_f - v_i = v_e \ln\left(\frac{M_i}{M_f}\right) \quad (9.41)$	<p>Chapter 9 Linear Momentum and Collisions 9.8 Rocket Propulsion 在這個積分式中看到了針對 $\frac{1}{M}$ 的積分，其積分結</p>	<p>p.278 , p.279</p>

		果為 $\ln M$ ，而 \ln 為自然對數，自然對數為以 e 為底的對數， e 的定義並非高中數學所學，當然 \ln 亦並非高中數學有所涉獵。	
$\text{Thrust} = M \frac{dv}{dt} = \left v_e \frac{dM}{dt} \right $	(9.42)	Chapter 9 Linear Momentum and Collisions 9.8 Rocket Propulsion 這裡講的是驅動力 Thrust 的定義，定義中僅使用一階導數的觀念，為高中數學選修 II 知能可以理解。	p.279
$\omega \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$	(10.4)	Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis 10.1 Angular Displacement, Velocity, and Acceleration 此式為角速度為角度對時間的一階導數，與線性運動中的速度定義雷同。	p.294
$\alpha \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$	(10.6)	Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis 10.1 Angular Displacement, Velocity, and Acceleration 此式為角加速度為角速度對時間的一階導數，與線性運動的加速度定義雷同。	p.295
<p>Recalling that $s = r\theta$ and noting r is constant, we obtain</p> $v = \frac{ds}{dt} = r \frac{d\theta}{dt}$ <p>Because $d\theta/dt = \omega$, we can say</p>		Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis 10.3 Angular and Linear Quantities	p.297

$v = r\omega \quad (10.10)$	<p>由於 s is the distance traveled by this point measured along the circular path . 因此利用 $s = r\theta$ 與速度的定義為位移對時間的一階導數，可以推導得 $v = r\omega$。在數學的觀念來看，推導過程中僅需了解一階導數即可，此為高三數學選修 II 中已有教授。</p>	
$a_t = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}$ $a_t = r\alpha \quad (10.11)$	<p>Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis 10.3 Angular and Linear Quantities 此式即為加速度的推導，與上面說明過的速度推導雷同，同樣是僅需一階導數的觀念即可。</p>	p.297
<p>We can evaluate the moment of inertia of an extended rigid object by imagining the object divided into many small volume elements , each of which has mass Δm . We use the definition</p> $I = \sum_i r_i^2 \Delta m_i$ <p>and take the limit of this sum as $\Delta m \rightarrow 0$. In this limit , the sum becomes an integral over the whole object :</p> $I = \lim_{\Delta m_i \rightarrow 0} \sum_i r_i^2 \Delta m_i = \int r^2 dm \quad (10.17)$ <p>It is usually easier to calculate moments of inertia in terms of the volume of the elements rather than their mass , and we can easily make that change by using Equation 1.1 , $\rho = m/V$, where ρ is the density of the object and V is its volume . We want this expression in its differential form $\rho = dm / dV$ because the volumes we are dealing with are very small . Solving for $dm = \rho dV$ and substituting</p>	<p>Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis 10.5 Calculation of Moments of Inertia 此段課文講的是「慣性矩」，說明了慣性矩可以利用積分求出。 站在數學的角度來看，(10.17) 為區域面積定義，這在高三數學選修 II 中已有教授。而後面有利用變數變換求不定積分的式子，此即非高三數學選修 II 的教授內容了。</p>	p.301 p.302

the result into Equation 10.17 gives

$$I = \int \rho r^2 dV$$

Proof of the Parallel-Axis Theorem (Optional)

Because this element is a distance $r = \sqrt{x^2 + y^2}$

from the z axis , the moment of inertia about the z

axis is $I = \int r^2 dm = \int (x^2 + y^2) dm$

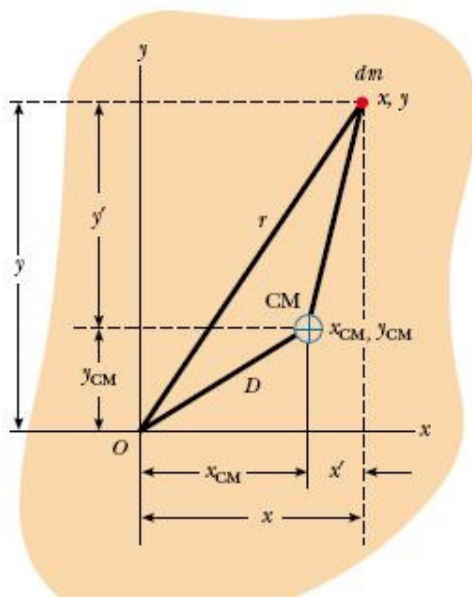


圖 4.2.1.11 普物文本 Fundamentals of Physics , 7th , p.305

$x = x' + x_{CM}$ and $y = y' + y_{CM}$. Therefore ,

$$\begin{aligned} I &= \int [(x' + x_{CM})^2 + (y' + y_{CM})^2] dm \\ &= \int [(x')^2 + (y')^2] dm + 2x_{CM} \int x' dm + \\ &\quad 2y_{CM} \int y' dm + (x_{CM}^2 + y_{CM}^2) \int dm \end{aligned}$$

The first integral is , by definition , the moment of inertia about an axis that is parallel to the z axis and passes through the center of mass . The second two integrals are zero because , by definition of center

Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis

10.5 Calculation of Moments of Inertia

此段課文主要在證明平行軸定理。若已知物體對通過質心之軸的慣性矩，則對任何與該軸平行之軸的慣性矩皆可利用平行軸定理求得。我們可以看到圖形中在計算 r^2 時，利用了畢氏定理，即

$$r^2 = (x' + x_{CM})^2 + (y' + y_{CM})^2$$

，由於第一個積分式表示成 I_G ；而第二個積分式等於零，因為 z 軸通過物體的質心，亦即

$$\int x' dm = \int y' dm = 0$$

，最後，第三積分式表示物體全部的質量。因此對 z 軸的慣性矩可寫成

$$I = I_{CM} + MD^2$$

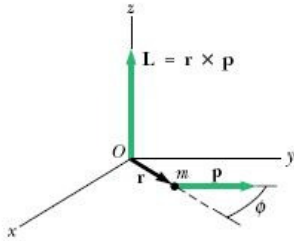
在高中數學知能的角度來看，此一算式的證明推導，並沒有使用到太艱深的積分技巧，相信高三數學選修 II 的知能可以面對。

p.304

<p>of mass , $\int x' dm = \int y' dm = 0$. The last initegral is simply MD^2 because $\int dm = M$ and</p> <p>$D^2 = x_{CM}^2 + y_{CM}^2$. Therefore , we conclude that</p> <p>$I = I_{CM} + MD^2$</p>		
<div data-bbox="311 575 690 898" data-label="Image"> </div> <p>Figure 10.17 A rigid object rotating about an axis through O. Each mass element dm rotates about O with the same angular acceleration α, and the net torque on the object is proportional to α.</p> <p>圖 4.2.1.12 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u> , 7th , p.308</p> <p>For any given element , we known from Newton's second law that $dF_t = (dm)a_t$</p> <p>The torque $d\tau$ associated with the force dF_t acts about the origin an dis given by</p> <p>$d\tau = r dF_t = (r dm)a_t$</p> <p>Because $a_t = r\alpha$, the expression for $d\tau$ becomes $d\tau = (r dm)r\alpha = (r^2 dm)\alpha$</p> <p>It is important to recognize that although each mass element of the rigid object may have a different linear acceleration a_t , they all have the same angular acceleration α . With this in mind , we can integrate the above expression to obtain the net torque about O due to the external forces :</p>	<p>Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis</p> <p>10.7 Relationship Between Torque and Angular Acceleration</p> <p>由圖形可以清楚看到這裡提到了切線的斜率，當然地，利用了微分的觀念來計算。而後面也有關於力矩的積分推導式子，均非特別困難的微積分算式。</p>	<p>p.308</p>

$\sum \tau = \int (r^2 dm) \alpha = \alpha \int r^2 dm$		
<p>The work done by F as the object rotates through an infinitesimal distance $ds = r d\theta$ in a time dt is $dW = F \cdot ds = (F \sin \phi) r d\theta$</p> <p>Because the magnitude of torque due to F about O is defined as $rF \sin \phi$, we can write the work done for the infinitesimal rotation as</p> $dW = \tau d\theta \quad (10.22)$ <p>The rate at which work is being done by F as the object rotates about the fixed axis is $\frac{dW}{dt} = \tau \frac{d\theta}{dt}$</p> <p>Because dW/dt is the instantaneous power \wp delivered by the force, and because $d\theta/dt = \omega$, this expression reduces to</p> $\wp = \frac{dW}{dt} = \tau \omega \quad (10.23)$	<p>Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis</p> <p>10.8 Work, Power, and Energy In Rotational Motion</p> <p>此段課文提到的數學知識都僅止於微分的觀念，其中提到了功率是功對時間的微分，是此段課文的結論，然而在數學的立場來看，此段內容為高三選修數學 II 已可理解的範圍。</p>	p.312
<p>Work and Energy in Rotational Motion</p> <p>To show that this is in fact the case, let us begin with $\sum \tau = I\alpha$. Using the chain rule from the calculus, we can express the resultant torque as</p> $\sum \tau = I\alpha = I \frac{d\omega}{dt} = I \frac{d\omega}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = I \frac{d\omega}{d\theta} \omega$ <p>Rearranging this expression and noting that</p> $\sum \tau d\theta = dW = I_{\omega} d\omega$ <p>Integrating this expression, we get for the total work done by the net external force acting on a rotating system</p> $\sum W = \int_{\omega_i}^{\omega_f} \sum \tau d\theta = \int_{\omega_i}^{\omega_f} I_{\omega} d\omega = \frac{1}{2} I_{\omega_f} \omega_f^2 - \frac{1}{2} I_{\omega_i} \omega_i^2$	<p>Chapter 10 Rotation of a Rigid Object About a Fixed Axis</p> <p>10.8 Work, Power, and Energy In Rotational Motion</p> <p>在算式中我們可以看到鏈鎖率，而其中 α 是角加速度，角加速度是角速度 ω 對時間函數的一階導數，而角速度 ω 則為角度 θ 對時間的一階導數，此觀念在轉動運動中極為重要。而鏈鎖率的觀念在高三數學選修數學 II 中已有教授。另外在積分的推導上亦為簡單的定積分，亦為高三數學選修 II 中有教授之範圍。</p>	p.312 p.313
<p>the linear speed of the center of mass for pure</p>	<p>Chapter 11 Rolling Motion and Angular Momentum</p>	<p>P.328 p.329</p>

<p>rolling motion is given by $v_{CM} = \frac{ds}{dt} = R \frac{d\theta}{dt} = R\omega$</p> <p>The magnitude of the linear acceleration of the center of mass for pure rolling motion is</p> $a_{CM} = \frac{dv_{CM}}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\epsilon$	<p>11.1 Rolling Motion of A Rigid Object</p> <p>式子中所運用的數學觀念僅有簡單的微分，在此介紹了旋轉運動。</p>	
<p>The derivative of the cross product with respect to some variable such as t is</p> $\frac{d}{dt}(A \times B) = A \times \frac{dB}{dt} + \frac{dA}{dt} \times B$	<p>Chapter 11 Rolling Motion and Angular Momentum</p> <p>11.2 The Vector Product and Torque</p> <p>此式中使用的微積分技巧主要只是簡單的微分，但是這裡提到了向量的外積，向量的外積在 95 暫綱中並未正式將其納入其中，但到了 99 課綱將向量的外積編訂於高二下，空間向量的章節中，成為正式教學內容，關於向量的外積於課綱中編訂內容，於本小節末列表。</p>	p.333
<p>In describing linear motion , we found that net force on a particle equals the time rate of change of its linear momentum , $\sum F = dp / dt$. We now show that the net torque acting on a particle equals the time rate of change of its angular momentum . Let us start by writing the net torque on the particle in the form</p> $\sum \tau = r \times \sum F = r \times \frac{dp}{dt} \quad (11.17)$ <p>Now let us differentiate Equation 11.15 with respect to time , using the rule given by Equation 11.12 :</p> $\frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt}(r \times p) = r \times \frac{dp}{dt} + \frac{dr}{dt} \times p$ <p>Remember , it is important to adhere to the order of terms because $A \times B = -B \times A$. The last term on</p>	<p>Chapter 11 Rolling Motion and Angular Momentum</p> <p>11.3 Angular Momentum of a Particle</p> <p>在這裡的微分推導過程中需要先了解外積的觀念，向量的外積觀念在現在的高中數學 95 暫綱並未納入，而在 99 課綱中已將其納入成為正式課程內容。本小節末將列表說明 99 課綱中向量的外積編訂於哪一個章節內。</p>	p.335

<p>the right in the above equation is zero because $v = dr/dt$ is parallel to $p = mv$. Therefore,</p> $\frac{dL}{dt} = r \times \frac{dp}{dt} \quad (11.18)$  <p>Figure 11.10 The angular momentum L of a particle of mass m and linear momentum p located at the vector position r is a vector given by $L = r \times p$. The value of L depends on the origin about which it is measured and is a vector perpendicular to both r and p.</p> <p>圖 4.2.1.13 普物文本 <u>Fundamentals of Physics</u>, 7th, p.335</p>		
<p>We can obtain the linear velocity of a particle undergoing simple harmonic motion by differentiating Equation 13.3 with respect to time :</p> $v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \phi) \quad (13.7)$ <p>The acceleration of the particle is</p> $a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) \quad (13.8)$	<p>Chapter 13 Oscillatory Motion</p> <p>13.1 Simple Harmonic Motion</p> <p>利用 $x = A \cos(\omega t + \phi)$ 來定義推導速度與加速度。在這裡看到了三角函數的微分觀念，而在高三數學選修 II 當中教授的內容為多項式的微分觀念，對於三角函數的微分並沒有涉獵。</p> <p>整個 13.1 對於三角函數的微分式重複多次，為了避免記載重複算式，雷同觀念僅於此記載。</p>	<p>p.392</p>

本書共有 39 章，查詢選用這一教科書的學系在 971 的授課大綱，大多授課內容至第 20 章左右。在翻閱物理書籍後發現，物理確實與微積分有密切的關聯性，整本書中幾乎在每一章節均能看到與微積分有關的數學式，然而，重複的比例也非常高，如：速度為位移對時間的一階導數、加速度為位移對時間的二階導數、角速度為位移對時間

的一階導數、角加速度為位移對時間的二階導數、定積分…

針對多項式的一階導數、二階導數或定積分這樣的內容皆為高三數學選修 II 中有教授的範圍，但是除此之外，在整本書中亦看到了很多高中數學沒有教授的內容，如不定積分、偏導函數、自然對數 \ln 的微分與積分、變數變換的積分技巧、有理函數積分、二項級數、三角函數的微分…內容相當多且廣，而這些內容均是學生到了大一修習微積分才能夠學習到的範圍。

在翻閱文本過程中發現三個特別的事情，其一就是「極坐標」，極坐標的內容在現在高中數學 95 暫綱中並未正式納入，僅有在「複數的極式」之中出現，並不直接。但是在 99 課綱中，將「極坐標」編訂於三角函數的章節中，在第三冊第一章。

在翻閱文本過程中發現第二個特別的事情就是「單位向量」，單位向量的觀念無論是在 95 暫綱或是 99 課綱中，都相當缺乏，以此書為例，單位向量的觀念在第三章扮演了極其重要的角色，或許這在未來課綱修訂時，可以考慮「單位向量」的學習必要性，將其納入正式課程內容。

最後要特別說明的就是「向量的外積」，外積的觀念在現在高中數學 95 暫綱中並未正式納入，。但是在 99 課綱中，將「向量的外積」編訂於空間向量的章節中，在第四冊第一章。

4.2.2 統計學文本分析

文本資料：McClave, Benson, Sincich 《Statistics For Business & Economics》 [67]

在此篇論文的研究對象學系中共計有 21 個學系開設「統計學」一門課程，由於統計學書籍眾多，在調查各學系選用教科書後發現各系選用的教科書重複比率並不高，文本分析選擇 [67] 一書的原因是此書於 Amazon 網路書店 [76] 的銷售排行是我們查到所有書籍中最高，基於此一客觀條件，經過與指導教授單維彰博士討論過後，決定選擇此本書籍作分析。

在開設「統計學」一門課程的學系中，使用此本書的有 H07 - 北大統計系，與 M21 - 東海統計系。本書共有 14 章，在查詢北大與東海兩系的授課大綱後，大一上學期的授課內容為第一章至第七章，因此此一小節將針對 1~7 章進行記載，記載內容以高三數學選修 II 的微積分教材內容作為重點，能運用高中以下數學教材內容即可理解的數學式不記載或簡述；並詳實記載出處頁碼。

以下是文本中數學式的整理與分析：

內容	分析	頁碼
<p>Probability Distribution , Mean , and Variance for a Poisson Random Variable</p> $p(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad (x = 0, 1, 2, \dots)$ $\mu = \lambda$ $\sigma^2 = \lambda$ <p>where λ = Mean number of events during given unit of time , area , volumn , etc.</p> $e = 2.71828$	<p>Chapter 4 Random Variables amd Probability Distribution</p> <p>4.4 The Poisson Distribution (Optional)</p> <p>Poisson 分佈式離散型機率分佈的其中一種，其概念為：若隨機變數 X 是在已知時間間隔或某一指定區域中所發生的出象數，則產生此隨機變數數值的實驗稱為 Poisson experiments。實驗期間發生的出象數目 X 稱為 Poisson random variable，其機率分佈稱為 Poisson distribution。</p> <p>書本中並沒有說明平均數 λ 與變異數 σ^2 的推導過程，而機率密度函數 $p(x)$ 亦沒有特別說明，但我們站在數學的角度觀察機率密度函數可以發現其中牽涉到了歐拉數 e，雖在此課文中並沒有說明歐拉數的來由與定義，但是此分配函數確實與微積分有相關。</p>	p.218
<p>Students with knowledge of calculus should note that the probability that x assumes a value in the interval $a < x < b$ is $P(a < x < b) = \int_a^b f(x)dx$, assuming the integral exists . Similar to the requirement for a discrete probability distribution , we require $f(x) \geq 0$ and $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$.</p>	<p>Chapter 4 Random Variables amd Probability Distribution</p> <p>4.6 The Uniform Distribution (Optional)</p> <p>此段課文內容特別說明了機率 $P(a < x < b)$ 為在區間 $a < x < b$，$f(x)$ 曲線下的面積，同時說明了全機率為 1 的概念。在算式中我們可以看到高三數學選修 II 裡看不到的「廣義積分」的觀念，有關於「廣義積分」的定義將於此小節最後說明。</p>	p.224
<p>Probability Distribution for a Uniform Random Variable x</p>	<p>Chapter 4 Random Variables amd Probability Distribution</p>	p.225

<p>Probability density function :</p> $f(x) = \frac{1}{d-c} \quad c \leq x \leq d$ <p>Mean : $\mu = \frac{c+d}{2}$</p> <p>Standard deviation : $\sigma = \frac{d-c}{\sqrt{12}}$</p> $P(a < x < b) = (b-a)/(d-c), c \leq a < b \leq d$ <p>The students with knowledge of calculus should note that</p> $P(a < x < b) = \int_a^b f(x)dx$ $= \int_a^b f(x)dx = \int_a^b 1/(d-c)dx$ $= (b-a)/(d-c)$	<p>4.6 The Uniform Distribution (Optional)</p> <p>此段課文主要介紹均勻分佈的機率密度函數的定義，以及均勻分佈的平均數與標準差。</p> <p>我們可以看到課文中有特別列出利用積分計算機率的算式，而因為均勻分佈的密度函數較為簡單，因此計算積分的式子並不複雜，事實上，這個積分式對於學習過高三選修 II 的學生來說是看得懂的。</p>	
<p>Probability Distribution for a Normal Random Variable x</p> <p>Probability density function :</p> $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2[(x-\mu)/\sigma]^2}$ <p>where</p> <p>μ = Mean of the normal random variable x</p> <p>σ = Standard deviation</p> <p>$\pi = 3.1416...$</p> <p>$e = 2.71828...$</p> <p>$P(x < a)$ is obtained from a table of normal probabilities</p> <p>The student with knowledge of calculus should note that there is not a closed-form expression for $P(a < x < b) = \int_a^b f(x)dx$ for the normal probability distribution . The value of this definite integral can be obtained to any desired degree of accuracy by numerical approximation</p>	<p>Chapter 4 Random Variables and Probability Distribution</p> <p>4.7 The Normal Distribution</p> <p>常態分佈。此段課文主要是說明常態分佈的機率密度函數，與其平均數及標準差，在機率密度函數中我們可以看到 π 與 e，而 π 為圓周率，是國中生即知道的部分，但 e 則是歐拉數，此非高三數學選修 II 的學生有教授的內容。</p> <p>課文的後段說明了利用積分計算機率的算法，而這在前面也已經說明過，在此不再重複說明。</p>	<p>P229</p>

procedures . For this reason , it is tabulated for the user .		
Sample Mean : (large n) $f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}[(x-\mu)/\sigma_x]^2}$	Chapter 4 Random Variables and Probability Distribution Chapter Notes 此式是由常態分佈而來，在此不再重複說明。	p.273

本書的前三章均與微積分無關，1、2 兩章為敘述統計的範圍，書本中可以看到大量 SPSS、MINITAB、EXCEL 表格，教導如何使用軟體解決資料統計分析；第 3 章進入機率，在 95 暫綱中的高一下內容僅屬於通識程度的統計，99 課綱將隨積變數和正規分佈編訂於高三上學期（選修 I）。第四章起開始介紹了連續型的機率分佈，從連續型的機率分配中我們可以看到有關於積分的數學式，而這些數學式並非高三數學選修 II 中教授的內容，如歐拉數 e 、「廣義積分」…等。第五章介紹了信賴區間的概念，信賴區間的介紹在高一下數學雖有教授，但是在大學統計學課本裡面可以看到介紹的更為詳細，但是即便如此，信賴區間一單元中，並不需要微積分的技巧即可勝任。第六章與第七章介紹單樣本與雙樣本的檢定問題，在這兩章當中我們看不到有關於微積分的相關式子。

以下我們說明一下「廣義積分」：

對於定積分來說，有兩個重要的假設：

- (1) 區間 $[a, b]$ 必須為有限。
- (2) 被積分函數 f 在 $[a, b]$ 必須為連續。或者，若不連續，也得在 $[a, b]$ 中為有界。若不合乎此等假設之一者，就稱為廣義積分。

廣義積分定義：(節錄自莊紹容、楊精松《微積分》 [98])

定義 8.1

(1) 對每一數 $t \geq a$ ，若 $\int_a^t f(x)dx$ 存在，則定義 $\int_a^\infty f(x)dx = \lim_{t \rightarrow \infty} \int_a^t f(x)dx$

(2) 對每一數 $t \leq b$ ，若 $\int_t^b f(x)dx$ 存在，則定義 $\int_{-\infty}^b f(x)dx = \lim_{t \rightarrow -\infty} \int_t^b f(x)dx$

以上各式若極限存在，則稱該廣義積分為收斂，而極限值即為積分的值。若極限不存在，則稱該廣義積分為發散。

(3) 若 $\int_c^\infty f(x)dx$ 與 $\int_{-\infty}^c f(x)dx$ 皆為收斂，則稱廣義積分 $\int_{-\infty}^\infty f(x)dx$ 為收斂，定義為

$\int_{-\infty}^\infty f(x)dx = \int_{-\infty}^c f(x)dx + \int_c^\infty f(x)dx$ 。若此式等號右邊任一積分發散，則稱 $\int_{-\infty}^\infty f(x)dx$

為發散。

分析此本書籍過後可以發現，若學生以高中微積分的觀念來面對這門科目，尚不足以完全理解，所有數學的式子與微積分有直接相關的雖並不算多，但是卻有高三數學選修 II 中沒有學習過的內容，其中包含了歐拉數 e 的使用，廣義積分的觀念，而這些內容均是大一微積分才會學習到的內容。尤其我們觀察到統計學一門課，在整本書中首次遇到與微積分有直接相關的式子即是積分式，以此書為例，出現在第四章當中，若是以授課大綱的進度來查詢，合理的預測統計上到第四章應該只是上學期的一半左右，而此時，修大一微積分的學生進度應該還沒上到積分的部分，如此一來，修統計的同學若高中沒有學過微積分，在統計課程中該如何理解？對於高中數學 95 暫綱和 99 課綱，除了應將選修數學 I 列為統計學的預備知識內容之外，對於微積分的認識也很重要。

由統計學的文本分析可以發現，由於統計學的內容與微積分有直接相關的部分為積分的內容居多，因此若教授微積分的課程進度可以配合統計一門課，在微積分課程中的微分部分是否可以將進度加快或省略，在積分的教學上說明的更加清楚些。而也因「統計學」經過此文本分析後證實其與微積分有直接相關，因此建議表 3.2.16 中大一上必修統計之學系，於招生時數學採計上應採計數甲，如：D38、E09、E18、H07、H10、H11、M19、M20、N32、N44、Q13、Q15、Q20、Q22，以上十四個學系採計數乙，建議未來採計數甲；E09、H11、N16、N32，以上四個學系建議未來應規定學生於大一上必修微積分。

4.2.3 經濟學文本分析

在表 3.2.17 中可以看到，與經濟相關的課程只有兩科，而其中除了「經濟學」一門課程有 101 個學系開設此課程之外，另一門課程為「合作經濟學」。本節將針對經濟相關的兩個課程分別說明是否作文本分析的原因與說明文本分析後的結論。

「合作經濟學」一門課程是由 H05 - 北大合作經濟學系唯一開設，依照其授課大綱 [71] 研判該課程應與微積分無關連性。其授課大綱如下：

- 壹、合作制度之意義
- 貳、合作運動之發生
- 參、合作組織
- 肆、合作社的種類
- 伍、合作金融
- 陸、合作行政

文本資料：張清溪、許嘉棟、劉鶯釗、吳聰敏《經濟學理論與實際》 [69]

共有 31 個學系選用本書，分別是：

A13、A14、A19、A49、E15、E16、E18、E19、E21、E22、G05、G06、H04、H05、H06、H07、H08、H10、H12、M13、M18、M20、M21、M22、M25、M26、M49、O20、P17、Q17、Q18

詳細校系編號對照請見表 3.2.17

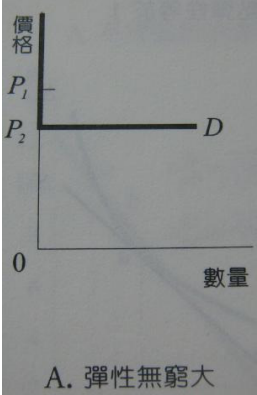
在整本書中，我將有限的數學式記載下來，數學式子以高三數學選修 II 的微積分教材內容作為記載重點，能運用高中以下數學教材內容即可理解的數學式不記載或簡述；並詳實記載出處頁碼。

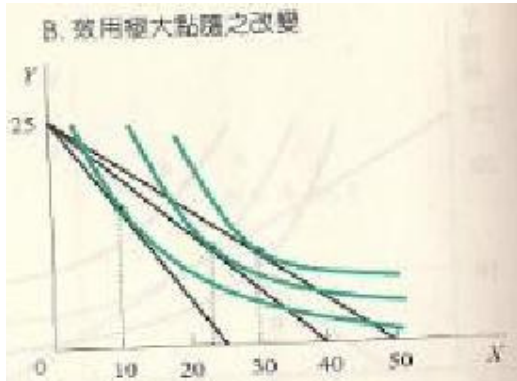
在自序 (p.14 ~ p.15) 中提到：「就經濟學出學者而言，我們認為直覺與興趣的培養，重於數學技巧的訓練。因此，原則上我們不在正文中使用微積分。但簡單的微分計算某些經濟概念的了解，極有幫助；我們將這些以及其他相關的重要觀念，放在各章附錄中說明。」因此，將各章附錄中的微積分內容整理起來，而如在課文中有微積分的觀念或數學式亦作整理與分析。

以下是文本中數學式的整理與分析：

上冊

內容	分析	頁碼
切線斜率在微積分裡是用 dy/dx 來表示，它也是經濟學「邊際」分析的概念，如本章生產可能線之斜率代表的，就是邊際機會成本。	第1章 經濟學的本質 附錄 課文中提及邊際機會成本即為生產可能線的斜率，其實此即為成本函數的一階導數。	p.42
點彈性： 弧彈性是計算價格變化 (ΔP) 有一段距離時的彈性值。如果價格是微量的變動，我們就可用微積分裡的微分符號 dP 來替代 ΔP (dP 是指 P 的變動趨近於零)。由於是微量變動，相當於在一點上的變動，故所計算之彈性就稱為點彈性 (point elasticity)。既是在一點上的彈性，所以也沒有選擇 P_1 或 P_2 的問題，其公式如下 (需求彈性之公式，照舊在前面加一負號，以便使 ϵ^D 成為正值)：	第4章 價格彈性 4.1. 價格彈性的意義與衡量 此段課文中的 ϵ^D 表示需求彈性 (需求的價格彈性)，而 ϵ^S 表示供給彈性 (供給的價格彈性)。 由此段課文可以解釋需求彈性為需求函數對價格微分乘以 $\frac{P}{Q^D}$ ，其中 P 代表價格， Q^D 代表需求數量；而供給彈性為供給函數對價格微分乘以 $\frac{P}{Q^S}$ ，其中 P 代表價格， Q^S 代表需求數量。	p.101

$\epsilon^D = -\frac{dQ^D/Q^D}{dP/P} = -\frac{dQ^D}{dP} \frac{P}{Q^D}$ $\epsilon^S = \frac{dQ^S/Q^S}{dP/P} = \frac{dQ^S}{dP} \frac{P}{Q^S}$		
<p>彈性介在零與無窮大之間 一般而言，彈性與斜率並無一定關係，但有幾個例外。首先，當供給或需求為一水平線時，斜率為零，價格彈性則為無窮大。</p>  <p>A. 彈性無窮大</p> <p>圖 4.2.3.1 經濟文本，<u>經濟學理論與實際</u>，四版，p.103</p> <p>而上圖表示的是，在價格不變之下，數量可以有極大的變動，依彈性公式：</p> $\epsilon = \frac{\text{數量的變動率}}{\text{價格的變動率}}$ <p>因分母為零，故 $\epsilon = \infty$。</p>	<p>4.2 價格彈性、斜率及總支出的關係 這裡提到了無窮大的字眼，由於</p> $\epsilon = \frac{\text{數量的變動率}}{\text{價格的變動率}}$ <p>，在價格不變的狀態下，分母等於零，而此時 $\epsilon = \infty$ 所運用的觀念為極限的觀念，若轉化為數學式即為：</p> $\lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta P} = \infty$ <p>，然而在文本中並未如此介紹，但此一內容確實運用極限的概念，只是課文中選擇用較為直觀的方式敘述。</p>	<p>p.103 p.104</p>
<p>需求彈性的點彈性定義為：</p> $\epsilon^D = -\frac{dQ}{dP} \frac{P}{Q}$ <p>總支出 (PQ) 與價格 (P) 的變動關係，乃決定於 ϵ^D 值是大於、等於或小於 1。以微分證明如下：</p> $\frac{dPQ}{dP} = Q \frac{dP}{dP} + P \frac{dQ}{dP} = Q(1 + \frac{P}{Q} \frac{dQ}{dP})$ $= Q(1 - \epsilon^D) \begin{cases} < 0 & \text{如果 } \epsilon^D > 1 \\ > 0 & < 1 \end{cases}$ <p>亦即，當需求無彈性時 ($\epsilon^D < 1$)，$d(PQ)/dP > 0$，表示 P 與 PQ</p>	<p>第 4 章 價格彈性 附錄 此為需求彈性與總支出關係的數學證明，此段課文證明了由需求彈性的值，決定了總支出與價格的變動關係。 在微分式的觀念上，使用了兩函數積的導函數觀念，即： 若 f 與 g 皆為可微分函數，則 fg 也為可微分函數，且</p> $\frac{d}{dx}[f(x)g(x)]$	<p>p.115</p>

<p>呈同向變動； $\epsilon^D = 1$ 時, $d(PQ)/dP = 0$，表示無論 P 怎麼變動, PQ 乘積都固定不變；如果是有彈性的需求 ($\epsilon^D > 1$)，則 $d(PQ)/dP < 0$，表示 P 與 PQ 反向變動。</p>	$= f(x) \frac{d}{dx} g(x) + g(x) \frac{d}{dx} f(x)$ <p>而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	
<p>經濟學的彈性是一種指標，用來衡量 X 變動引起 Y 變動的敏感度。一般的公式可寫成：</p> $\text{彈性} = \frac{Y \text{ 的變動率}}{X \text{ 的變動率}}$ $= \frac{dY/Y}{dX/X} \text{ 或 } \frac{\Delta Y/(Y_1 + Y_2)}{\Delta X/(X_1 + X_2)}$ <p>X 與 Y 可以是任何兩個有因果關係的變數。價格彈性是設 X 為價格, Y 為需求量或供給量。</p> <p>所得彈性 (income elasticity) 是衡量消費者所得變動引起需求量變動的彈性。其定義為：</p> $\text{所得彈性} = \frac{\text{需求量變動率}}{\text{所得變動率}} = \frac{dQ/Q}{dI/I}$ $\text{或 } \frac{\Delta Q/(Q_1 + Q_2)}{\Delta I/(I_1 + I_2)}$ <p>交叉彈性 (cross elasticity) 是指某一物品 (如 X) 價格變動引起另一物品 (Y) 需求量變動的彈性。其公式為：</p> $\text{交叉彈性} = \frac{Y \text{ 需求量變動率}}{X \text{ 價格變動率}} = \frac{dQ_y/Q_y}{dP_x/P_x}$	<p>第 4 章 價格彈性 附錄 在此段課文中定義了彈性這個名詞，而運用微分符號則有利用瞬間變動率來說明定義的意謂。然而，瞬間變化率的觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	<p>p.115 p.116</p>
	<p>第 5 章 效用與消費者的選擇 5.5.3 價格的變動與需求線的導出 在課文中提到了價格改變了預算線，而效用極大點就隨之改變，最後利用無異曲線與預算線切點的改變導出需求線。 在這圖中我們可以看到切線的概念，然而在附錄中我們也可以看到無異曲線的斜率利用導數的方式</p>	<p>p.140</p>

<p>圖 4.2.3.2 經濟文本，<u>經濟學理論與實際</u>，四版，p.140</p>	<p>作定義。</p>	
<p>「聖彼得堡矛盾」是說有一種賭局如果丟一個銅板出現一次正面 ($\frac{1}{2}$ 機率) 時，你可得二元；如連續出現兩次正面 ($\frac{1}{4}$ 機率)，你可「再」得四元；如連續出現三次正面 ($\frac{1}{8}$ 機率)，你可在獲八元；…，一直到無窮次。此一賭法你的現金期待值為無窮大，因為：</p> $2 \cdot \frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{1}{4} + 8 \cdot \frac{1}{8} + \dots = \infty$	<p>第 5 章 效用與消費者的選擇 附錄 這段課文站在數學的角度看提到了機率、期望值與無窮級數和等概念，其中，如同</p> $2 \cdot \frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{1}{4} + 8 \cdot \frac{1}{8} + \dots = \infty$ <p>這種發散的級數，在高中數學教材中已有教授。</p>	<p>p.148</p>
<p>在無異曲線分析法中，邊際替代率 (MRS) 代表無異曲線上的斜率，可以用微分符號寫成：$\text{MRS} = - \frac{dY}{dX} \Big _{U=U_0}$</p> <p>等式右邊下標 $U=U_0$ 表示在 Y 與 X 變動時，效用 (U) 維持在 U_0 水準不變。</p>	<p>第 5 章 效用與消費者的選擇 附錄</p> <p>在 $\text{MRS} = - \frac{dY}{dX} \Big _{U=U_0}$ 式子中可以看到一階導數的觀念，這裡指的 X 與 Y 是購買的物品，而根據物品價格與購買數量可以構成預算線，預算線與無異曲線的切點代表效用最大的 XY 組合點。</p> <p>站在數學的觀點來觀察，此式子僅需簡單的微分觀念即可理解，而此在高三選修數學 II 中已有教授。</p>	<p>p.149</p>
<p>從效用函數 $U = U(X, Y)$ 可推得 MRS 實為 X 與 Y 邊際效用之比。亦即，當 $U = U_0$ 時，對效用函數做全微分，可得：</p> $dU_0 = 0 = \frac{\partial U}{\partial X} dX + \frac{\partial U}{\partial Y} dY$ <p>經過移項後，</p> $- \frac{dY}{dX} \Big _{U=U_0} = \frac{\partial U / \partial X}{\partial U / \partial Y} = \frac{MU_x}{MU_y}$	<p>第 5 章 效用與消費者的選擇 附錄</p> <p>此段課文主要是欲推導「效用極大時，MRS (邊際替代率) 等於價格比」。</p> <p>站在數學的觀點來看在推導的過程中提到了「全微分」，這對於高三數學選修 II 來說是一個陌生的字眼，對於沒有修過大一微積分的學生來說是個難題。</p>	<p>p.149</p>

<p>或 $MRS = \frac{MU_x}{MU_y}$</p> <p>$U = U_0$ 也就是 $dU = 0$。又因 U 對 X 的偏微分 ($\partial U / \partial X$) 就是 X 的邊際效用，而且 MRS 的定義，就是效用不變下的 $-dY/dX$。如此證明了邊際替代率即為 X 與 Y 的邊際效用之比。</p>		
<p>另外，預算線的斜率就是 X 與 Y 的價格比。因為預算線 ($I = P_x \cdot X + P_y \cdot Y$) 是假設所得固定 ($I = I_0$) 且 P_x 與 P_y 不變下，X 與 Y 數量間可能之轉換情形，故對它的全微分可寫成：</p> $dI_0 = 0 = P_x \cdot dX + P_y \cdot dY$ <p>移項改寫成：</p> $-\frac{dY}{dX} \Big _{I=I_0} = \frac{P_x}{P_y}$ <p>是預算線的斜率。</p>	<p>第 5 章 效用與消費者的選擇</p> <p>附錄</p> <p>這裡的推導目的與上相同，此段課文主要在推導的是預算線斜率，而在數學的角度來觀察，推導過程中與上相同地也提到了全微分，這並非高三數學選修 II 中有教授的內容。</p>	p.149
<p>因此，無異曲線與預算線之斜率分別是：</p> $\text{無異曲線斜率} = -\frac{dY}{dX} \Big _{U_0} = \frac{MU_x}{MU_y}$ $\text{預算線斜率} = -\frac{dY}{dX} \Big _{I_0} = \frac{P_x}{P_y}$ <p>因為效用極大必然是在無異曲線與預算線相切點，即兩斜率相等時，因此：</p> $MRS = \frac{MU_x}{MU_y} = \frac{P_x}{P_y}$ <p>表示在效用極大點時，消費者的 XY 邊際替代率等於市場上 XY 價格之比。</p>	<p>第 5 章 效用與消費者的選擇</p> <p>附錄</p> <p>此段課文為上面推導後的結論，主要結論是「效用極大時，消費者的 MRS (邊際替代率) 等於市場上 XY 的價格比」。</p> <p>單觀察結論來說，僅是利用一階導數的觀念在定義斜率，但是前面我們看到推導過程中有提到「全微分」的字眼，這並非高三數學選修 II 中有教授的內容。</p>	p.149
<p>邊際產量 (MP) 是 TP 線上對應點的切線斜率值。例如，L_1 時的 MP 為 a 點切線斜率 $= L_1 / L_0 L_1 = a' L_1$。因為 a 點是 TP 線上的轉折點，故其切線斜率最</p>	<p>第 6 章 生產者決策的基礎</p> <p>6.2 生產理論</p> <p>此段課文中主要說明了邊際產量 (MP) 是 TP 線上對應點的切線斜</p>	p.164

<p>大，MP 也就最大。L_3 點上的 TP 切線斜率為 0，c 點左方各點之切線斜率均大於 0、右方之切線斜率小於 0，此分別對應 MP 在 L_3 處交於橫軸及左右為正、負值。b 點之切線斜率 (MP) 等於該點與原點連線斜率 (AP)，故 b' 點上 $AP = MP$。</p>	<p>率值。而對於數學的觀點來說，提到了切線斜率值，即需要一階導數的觀念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	
<p>MC 則是 TC 上對應點的切線斜率。因為 a 點為 TC 線的轉折點，因此 Q_1 乃成為 MC 的最低點 (a' 點) 的產量。Q_2 水準下，AVC 等於 MC 且為 AVC 線的最低點 (b' 點)，因為 b 點的切線剛好是 b 與 C_0 的連線。Q_3 水準下，AC 等於 MC 且為 AC 線的最低點 (d' 點)，因為 d 點的切線正也是 d 點與原點的連線。</p>	<p>第 6 章 生產者決策的基礎 6.3 成本分析 此段課文主要說明 MC 則是 TC 上對應點的切線斜率，其中 MC 代表邊際成本 (marginal cost)，而 TC (total cost) 代表總成本，邊際成本指的是每增產一個單位產品時，總成本的增加額。 在數學的觀點來看，提到了切線斜率值，即需要一階導數的觀念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	<p>p.170, p.171</p>
<p>利潤 (π) 是總收益 (TR) 與總成本 (TC) 之差，即：$\pi = TR - TC$ 完全競爭廠商因為是價格的接受者，價格既動不了，故它求利的方法，就是選擇一個使 π 最大的產量 (Q^*)。從邊際分析的觀點，利潤最大的產量，必須是一個無法再用改變產量來增加 π 的產量。以微積分的概念，就是 π 對 Q 一階微分要等於零： $\frac{d\pi}{dQ} = 0 = \frac{dTR}{dQ} - \frac{dTC}{dQ},$ 或 $0 = MR - MC$， 或 $MR = MC$ Q 對 TR 與 TC 的微分，就是 TR 與 TC 線的斜率，也就是 MR 與 MC。因此利潤最大的條件，其實也就是 TR 與 TC 之斜率相等。TR 與 TC 的垂直距離就是利潤(或虧損)。利潤最大時，就是 TR 與 TC 之切線斜率相等時，因為此時兩</p>	<p>第 7 章 競爭市場的供給線 附錄 這裡提到的完全競爭市場理論中提到，完全競爭廠商是價格的接受者，也就是價格是沒辦法更動的，這在實際的應用方面，除了農業勉強算是這方面的產業之外，其他領域很難找到類似的例子。 課文中主要在說明利潤最大產量，在數學的觀察上僅是用了簡單的一階導數概念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	<p>p.210</p>

<p>線之垂直距離比兩旁的大。又因 TR 與 TC 之切線斜率分別就是 MR 與 MC，故 Q^* 對應 $MR=MC$ 的條件。</p>		
<p>$MR=P$：</p> $MR = \frac{dTR}{dQ} = \frac{dP_0Q}{dQ} = \frac{P_0 \cdot dQ}{dQ} = P_0$ <p>所以 $MR=MC$ 的條件，就可以改寫成 $P=MC$。</p>	<p>第 7 章 競爭市場的供給線 附錄 這段是呈上繼續的說明內容，因完全競爭廠商無法獨自改變市場價格，故在決定產量時，視 P 為固定因此，$MR=P$。在整個推導過程中僅是用了簡單的一階導數概念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	p.211
<p>$\frac{d\pi}{dQ} = 0$，亦即</p> $\frac{dTR}{dQ} - \frac{dTC}{dQ} = (1-r) \cdot P - MC = 0$ <p>或 $(1-r)P = MC$</p>	<p>第 7 章 競爭市場的供給線 附錄 這段是利用佃農的分糧來說明利潤最大產量，$r \cdot Q$ 是地租，$(1-r)Q$ 為佃農的實物收入，$P(1-r)Q$ 為佃農的總收益，在 P 固定的情形下，佃農利潤最大的產量的推導。在整個推導過程中僅是用了簡單的一階導數概念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	p.211
<p>假設需求線為 $P=a-bQ$ $b>0$。因為 Q 的係數為負數，因此需求線為一負斜率的直線。總收入為</p> $TR = P \cdot Q = aQ - bQ^2$ <p>所以，</p> $MR = \frac{dTR}{dQ} = a - 2bQ$ <p>亦即，MR 亦為一負斜率的直線</p>	<p>第 11 章 獨占 附錄 此段課文主要討論直線型需求線與邊際收益線的關係。在整個推導過程中僅是用了簡單的一階導數概念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	p.318
<p>總收益 $TR = P \cdot Q = P(Q) \cdot Q$。因此，</p> $MR = \frac{dTR}{dQ} = P \frac{dQ}{dQ} + \frac{dP}{dQ} Q$ $= P + \frac{dP}{dQ} \frac{Q}{P} P = P \left[1 - \frac{1}{\epsilon^D} \right]$	<p>第 11 章 獨占 附錄 此段課文主要討論邊際收益與需求彈性的關係。在整個推導過程中僅是用了簡單的一階導數概念，而此一觀念在高三數學選修 II 中已有教授。</p>	p.318

經濟學的參考用書繁多，且每一本書籍撰寫的方向各不相同，《經濟學理論與實際》[69] 這本書主要將關於數學的推導放在各章的附錄當中。我翻閱了另外一本書籍：N.Gregory Mankiw《Principles of Economics》[71]，這本書幾乎不針對數學上面的觀點作解釋，整本書以經濟學實例說明為主，由於該本書中幾乎找不到對數學式的推導過程，因此選擇分析 [69]。

本書共有 29 章，分為上下兩冊，其中上冊為 1~14 章，而多數學系修習經濟學均是一學年課程，其中依多數學系在大一上學期的課程大綱，大多選用這本書為指定教科書的學系，上學期的授課內容均以上冊為主，而下冊為下學期之授課範圍，由於本篇論文的研究目的為大一上學期必修課程與高中微積分的關聯性，因此文本分析作到上冊為止。

在書中能看的到的數學式子多是具備〈直角坐標〉、〈直線斜率〉與簡單的四則運算等相關國高中數學知能即可理解；而真正是高三數學選修 II 當中沒有教授的範圍應屬「全微分」的部分，從全微分的定義可以發現同學需要對偏導函數有一定的認識，而「全微分」在大多數微積分書籍中都是放在比較偏後段的章節中，以莊紹容、楊精松《微積分》[98] 舉例來說，「全微分」放在第 13 章當中，在大一微積分的教學過程中，要教到「全微分」的觀念或許也是很後段的事情。

定義 13.8 (節錄自莊紹容，楊精松《微積分》[98])

令 $z = f(x, y)$ ，且 dx 與 dy 分別為 x 與 y 的微分，因變數 z 的全微分定義為

$$dz = f_x(x, y) dx + f_y(x, y) dy = \frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial y} dy$$

4.2.4 普通化學文本分析

文本資料：Steven S. Zumdahl《Chemical Principles》[72]

共有 36 個學系選用本書，分別是：

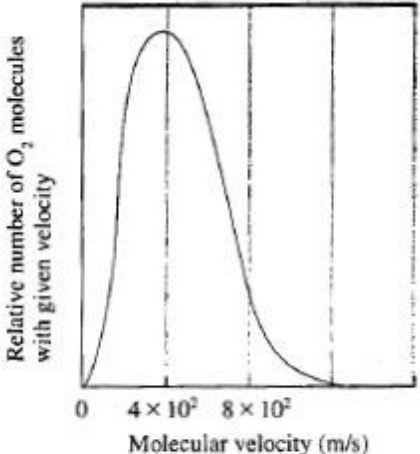
A09、A22、A23、A26、A34、A58、A59、B01、B02、B04、B06、B07、B08、B10、B12、D09、G07、G09、G10、I06、I07、I15、K17、L12、L13、L14、M06、M12、M19、M20、Q25、Q26、Q27、Q28、Q35、Q37

詳細校系編號對照請見表 3.2.18

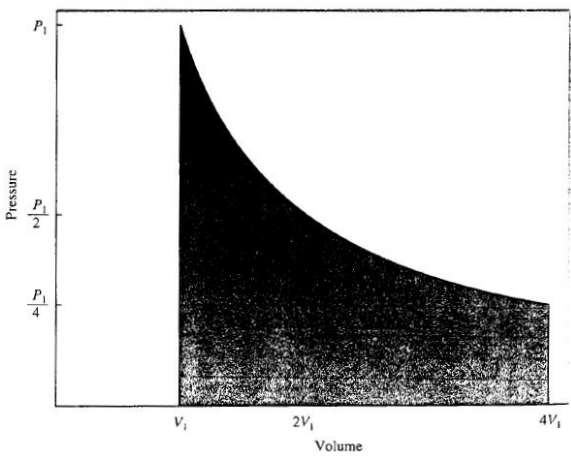
在整本書中，我將有限的數學式記載下來，其中並不包含化學反應式與過多的文字敘述，亦不包含每章後面的 Exercise 內容；數學式子以高三數學選修 II 的微積分教材

內容作為記載重點，並詳實記載出處頁碼；能運用高中以下數學教材內容即可理解的數學式，本研究將部分內容整理於附錄 A.8 中。

以下是文本中數學式的整理與分析：

內容	分析	
<p>$F = ma = m\left(\frac{\Delta u}{\Delta t}\right)$</p> <p>Where F represents force, a represents the acceleration, Δu represents a change in velocity, and Δt represents a given length of time.</p> <p>Since we assume that the particle has constant mass, we can write</p> $F = m \frac{\Delta u}{\Delta t} = \frac{\Delta(mu)}{\Delta t}$	<p>5.6 The Kinetic Molecular Theory of Gases</p> <p>運用到物理學中的牛頓第二運動定律，其中 a 代表加速度，而加速度的定義是位移對時間的兩次導數，亦為速度對時間的一次導數，在這裡定義了 Δu 為速度變化量，等於使用了微分的觀念。</p>	<p>p.157</p>
 <p>FIGURE 5.15 A plot of the relative number of O₂ molecules that have a given velocity at STP.</p> <p>圖 4.2.4.1 普化文本，<u>Chemical Principles</u>，5th，p.161</p> $f(u) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} u^2 e^{-mu^2/2k_B T}$ <p>Where</p>	<p>5.6 The Kinetic Molecular Theory of Gases Maxwell-Boltzmann distribution(馬克斯威爾-波茲曼常態分佈曲線)</p> <p>由此分配函數圖形可以發現其使用常態分配的觀念。在這個函數定義中使用了歐拉數 e。而此分配函數確實與微積分有相關。</p>	<p>p.161</p>

<p>u = velocity in m/s m = mass of a gas particle in kg k_B = Boltzmann's constant = 1.38066×10^{-23} J/K T = temperature in K</p>		
<p>The product of $f(u)du$ represents the fraction of gas molecules with velocities between u and $u+du$, where du represents an infinitesimal velocity increment.</p>	<p>在此說明了 du 為速度的微小增量，此即微積分觀念。</p>	<p>p.161</p>
<div data-bbox="300 611 873 1066" data-label="Figure"> </div> <p>圖 4.2.4.2 普化文本，<u>Chemical Principles</u>，5th，p.308</p>	<p>8.5 Titrations and pH Curves 利用 Titration 滴定法製作 pH 酸鹼值曲線圖。製圖過程以實驗為基礎，國中數學教授的坐標平面來描點坐標，當中並未用微積分的口吻深入探討曲線的行為。</p>	<p>p.308</p>
<p>Infinite-Step Expansion. If one continues to increase the number of steps, the magnitude of w_n (for an n-step process)</p> $ w_n = \sum_{i=1}^n P_i \Delta V_i$ <p>Continues to increase</p>	<p>10.2 The Isothermal Expansion and Compression of an Ideal Gas 整本書第一次提到無限的字眼，並利用無窮級數的觀念引導下一個積分的式子。</p>	<p>p.408</p>
<p>Now we consider the limiting case – a process in which P_{ex} is changed by infinitesimally small increments. This case corresponds to use of an infinite number of weights, each differing from the previous one by an infinitesimally small mass. Under these conditions the successive volume changes become infinitesimally small (dV), and the process</p>	<p>10.2 The Isothermal Expansion and Compression of an Ideal Gas 此為計算若氣體體積由 V_1 膨脹到 V_2 膨脹氣體的外部壓力 P_{ex} 所作的功。</p>	<p>p.408</p>

<p>requires an infinite number of steps . The mathematical operation needed to sum the steps in this instance is the integral</p> $ \text{Work} = \int_{V_1}^{V_2} P_{\text{ex}} dV$		
<p>The diagram corresponding to this process is given in Fig. 10.8.</p>  <p>圖 4.2.4.3 普化文本，<u>Chemical Principles</u>，5th，p.409</p>	<p>10.2 The Isothermal Expansion and Compression of an Ideal Gas</p> <p>看完上一個積分算式後再來看這張圖 10.8，將 V_1 到 V_2 作一分割，且 $\Delta V_i = V_i - V_{i-1}$，將其視為膨脹的體積增量，而 d_i 視為活塞頭移動的對應距離，若 P_i 代表壓力 P 對應第 i 個增量的值，則活塞頭所受的力為 P_i 與活塞頭面積的乘積 $P_i \pi r^2$。因此，在第 i 個增量所作的功為</p> $P_i \pi r^2 d_i = P_i \pi r^2 \left(\frac{\Delta V_i}{\pi r^2} \right) = P_i \Delta V_i$ <p>，所以，$W \approx \sum_{i=1}^n P_i \Delta V_i$</p> <p>而當分割的範數趨近於零時，此近似值更佳，故</p> $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$	<p>p.409</p>
<p>Since $P_{\text{ex}} \approx P_{\text{gas}} = P$ in the reversible expansion , by use of the ideal gas law ,</p> $P_{\text{ex}} \approx P = \frac{nRT}{V}$ <p>and $\text{Total work} = w_{\infty} = w_{\text{rev}} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV$</p> <p>Since n and T are held constant in this experiment ,</p>	<p>10.2 The Isothermal Expansion and Compression of an Ideal Gas</p> <p>利用 5.3 中介紹的理想氣體方程式 $PV = nRT$ 得到</p> $P = \frac{nRT}{V}$ <p>，再將前一積分是作變換推導，計算過程中使用到的技巧為 $\ln x = \int_a^b \frac{1}{t} dt$</p>	<p>p.410</p>

$ w_{\text{rev}} = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$ $= nRT (\ln V_2 - \ln V_1) = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ <p>In this specific experiment $V_2 = 4V_1$. Therefore ,</p> $ w_{\text{rev}} = nRT \ln 4 = 1.4nRT$ <p>And since $P_1 V_1 = nRT$, $w_{\text{rev}} = 1.4P_1 V_1$</p> <p>For this particular expansion .</p>	<p>$a, b > 0$ 。此觀念超過高三下選修數學 II 的教材內容，並且需先學習</p> $\frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x} , x > 0$ <p>。然而 \ln 為自然對數，亦非高中數學有提及的內容。</p>	
$ w_{\text{max}} = w_{\text{rev}} = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ $w_{\text{rev}} = -nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ $q_{\text{rev}} = -w_{\text{rev}} = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ $w_{\text{rev}} = -q_{\text{rev}} = -nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ <p>Or in terms of pressures ,</p> $w_{\text{rev}} = -q_{\text{rev}} = -nRT \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$	<p>10.2 The Isothermal Expansion and Compression of an Ideal Gas</p> <p>這裡我們記載幾個運用到自然對數 \ln 的地方，這些式子單純地出現 \ln，並沒有牽扯到其他觀念。</p> <p>p.412 p.449</p> <p>p.449 中也有用到此式來計算例題。</p>	<p>p.410</p> <p>p.412 p.449</p>
<p>Infinite-Step Compression . Notice that in compressing the gas isothermally , as the number of steps increases , the work required to compress the gas decreases . If we compress the gas in an infinite number of steps (in which , at all times $P_{\text{ex}} \approx P$) , the work required is</p>	<p>10.2 The Isothermal Expansion and Compression of an Ideal Gas</p> <p>在此計算過程中運用的觀念如前相同。</p>	<p>p.411</p>

$ w'_{\infty} = \int_{V_1}^{V_2} P dV = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$ $= nRT \ln \left(\frac{V_1}{4V_1} \right) = 1.4P_1V_1$ <p>(In this specific experiment $V_2 = 4V_1$.)</p>		
$S = k_B \ln \Omega$ <p>Where k_B = Boltzmann's constant , the gas constant per molecule (R/N_A) Ω = the number of microstates corresponding to a given state (including both position and energy)</p>	<p>10.3 The Definition of Entropy 運用到自然對數 \ln，這些式子單純地出現 \ln，並沒有牽扯到其他觀念。關於 entropy 有許多 \ln 的計算，為避免版面過長不再贅述</p>	<p>p.414</p>
$\Delta S = nR \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad \text{with}$ $q_{\text{rev}} = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$	<p>10.3 The Definition of Entropy 運用到自然對數 \ln，這些式子單純地出現 \ln，並沒有牽扯到其他觀念。</p>	<p>p.416</p>
<p>Temperature Dependence of Entropy For an isothermal process we have seen that the change in entropy is defined by the relationship</p> $\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$ <p>We can calculate ΔS for a change in temperature from T_1 to T_2 by summing infinitesimal increments in entropy at each temperature T :</p> $dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$ <p>Using integration , we have</p> $\Delta S_{V_1 \rightarrow V_2} = \int_{T_1}^{T_2} dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$ <p>If the process is carried out at constant pressure , then</p> $dq_{\text{rev}} = nC_p dT$ <p>for n moles of substance . Thus</p>	<p>10.4 Entropy and Physical Changes 這段課文中運用了前面提到的觀念來引進熱力學的觀念，而因 $\Delta S = \frac{q_{\text{rev}}}{T}$，當溫度從 T_1 到 T_2 的增量十分微小時，可以利用積分是得到</p> $\Delta S_{V_1 \rightarrow V_2} = \int_{T_1}^{T_2} dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$ <p>而此一過程若在固定壓力下完成，我們藉由 $dq_{\text{rev}} = nC_p dT$ 導出下一個積分式</p> $\Delta S_{V_1 \rightarrow V_2} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dq_{\text{rev}}}{T} = nC_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$ $\Rightarrow \Delta S_{V_1 \rightarrow V_2} = nC_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$	<p>p.416</p>

$\Delta S_{v_1 \rightarrow v_2} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dq_{\text{rev}}}{T} = nC_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$ <p>assuming that C_p is constant between T_1 and T_2. Performing the integration gives</p> $\Delta S_{v_1 \rightarrow v_2} = nC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$ <p>Similarly, for a process carried out at constant volume</p> $\Delta S_{v_1 \rightarrow v_2} = nC_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$	<p>最後，在同理的說明若此一推導在固定體積下完成，則可以得到</p> $\Delta S_{v_1 \rightarrow v_2} = nC_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$	
$\Delta S_{(1)} = (2.00 \text{ mol}) \left(75.3 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \right) \ln\left(\frac{373}{323}\right)$ $= 21.7 \text{ J/K}$ $\Delta S_{(3)} = (2.00 \text{ mol}) \left(36.4 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \right) \ln\left(\frac{423}{373}\right)$ $= 9.16 \text{ J/K}$	<p>10.4 Entropy and Physical Changes</p> <p>運用到自然對數 \ln，而其中 373、323 與 423 為 100°C、50°C 與 150°C 的絕對溫度值，但這裡並沒有詳細說明計算 $\ln\left(\frac{373}{323}\right)$ 與 $\ln\left(\frac{423}{373}\right)$ 的過程，而這裡計算 $\ln\left(\frac{373}{323}\right)$ 與 $\ln\left(\frac{423}{373}\right)$ 的過程應屬於對數計算的範疇。</p>	p.418
$\Delta S_{v_1 \rightarrow v_2} = nC \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$ <p>where C is C_p or C_v</p>	<p>10.8 Entropy Changes in Chemical Reactions</p> <p>運用到自然對數 \ln，這些式子單純地出現 \ln，並沒有牽扯到其他觀念。</p>	p.427
$G = G^\circ + RT \ln(P)$ $\Delta G = \sum G_{\text{products}} - \sum G_{\text{reactants}}$ <p>(10.7)</p> $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln(Q)$	<p>10.10 The Dependence of Free Energy on Pressure</p> <p>10.11 Free Energy and Equilibrium</p> <p>這裡列出幾個在 10.10 中運用到自然對數 \ln 的地方，這些式子單純地出現 \ln，並沒有牽扯到其他觀念。</p>	p.434 ~ p.441 p.475

	另外，在 11.4 Dependence of the Cell Potential on Concentration 當中也有利用到 $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln(Q)$ 來作計算。	
$\ln(K_2) = \frac{-\Delta H^\circ}{RT_2} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$ <p>and</p> $\ln(K_1) = \frac{-\Delta H^\circ}{RT_1} + \frac{\Delta S^\circ}{R}$ <p>Subtracting the second equation from the first gives the combined equation :</p> $\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$ <p>This is called the van's Hoff equation after the Dutch chemist Jacobus van's Hoff .</p>	<p>10.11 Free Energy and Equilibrium</p> <p>這裡列出幾個在 10.10 中運用到自然對數 ln 的地方，這些式子單純地出現 ln，並沒有牽扯到其他觀念。</p>	p.442
<p>Recall that the energy of an ideal gas depends only on its temperature : $E = nC_V T$</p> <p>So for an adiabatic process ,</p> $\Delta E = w = -P_{\text{ext}} \Delta V = nC_V \Delta T$ <p>For an infinitesimal adiabatic change ,</p> $dE = -P_{\text{ext}} dV = nC_V dT$ <p>Assume that the adiabatic expansion or compression is carried out reversibly . That is ,</p> <p>P_{ext} is only infinitesimally different from P_{gas}</p> <p>$(P_{\text{ext}} \approx P_{\text{gas}})$.</p> <p>Then $P_{\text{ext}} = P_{\text{gas}} = \frac{nRT}{V}$</p> <p>Thus , for a reversible , adiabatic expansion – compression , we have</p> $dE = nC_V dT = -P_{\text{ext}} dV = -P_{\text{gas}} dV = -\frac{nRT}{V} dV$ <p>and $-\frac{nRT}{V} dV = nC_V dT$</p>	<p>10.14 Adiabatic Process</p> <p>此小節主要在講的是絕熱過程，此段課文利用理想氣體方程式為基礎，考慮能量的微小變化，進而延伸到積分關係式。</p> <p>在計算的過程中利用到了變數變換的技巧，由</p> $\Delta E = w = -P_{\text{ext}} \Delta V = nC_V \Delta T$ $dE = -P_{\text{ext}} dV = nC_V dT$ 與 $P_{\text{ext}} = P_{\text{gas}} = \frac{nRT}{V}$ <p>將 $\frac{C_V}{T} dT$ 轉變為</p> $-\frac{R}{V} dV$ ，進而推導到 $C_V \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T} dT = -R \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV$ <p>如此變數變換的技巧，並非高三選修數學 II 裡微積分的教材內容。</p>	p.447

<p>which can be rearranged to $\frac{C_v}{T} dT = -\frac{R}{V} dV$</p> <p>We can derive an expression for a reversible , adiabatic change from V_1 to V_2 and from T_1 to T_2 by summing (integrating) the infinitesimal changes required :</p> $C_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T} dT = -R \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV$ <p>where C_v is assumed to be independent of temperature over the interval T_1 to T_2 .</p>		
<p>Evaluating the integrals gives</p> $C_v \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) = -R \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = R \ln \left(\frac{V_1}{V_2} \right)$ <p>Taking the antilog of each side we have</p> $\left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{C_v} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^R$ <p>Since $C_p = C_v + R$, we can write</p> $\left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{C_v} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{(C_p - C_v)}$ <p>or $\left(\frac{T_2}{T_1} \right) = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\left(\frac{C_p}{C_v} - 1 \right)} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{(\gamma - 1)}$ <p>where $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$</p> <p>Thus $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_1^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}}$ or $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$</p> <p>Using the ideal gas law we can also express this result in terms of pressure . Since in this case ,</p> $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ <p>then $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{V_1^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}}$ and $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$</p> </p>	<p>10.14 Adiabatic Process</p> <p>這段課文裡繼續作前面積分的 計算，計算的過程中運用到 的是對數的基本觀念與簡單 的四則運算；其中有提及反對 數，但是指對數觀念於高一數 學程度即可理解，</p>	<p>p.447 p.448</p>

本書共有 22 章，而多數學系修習普通化學均是一學年課程，其中依多數學系在大一上學期的課程大綱，大多選用這本書為指定教科書的學系，上學期的授課內容均到第

11 章為止，第 12 章以後為下學期之授課範圍，由於本篇論文的研究目的為大一上學期必修課程與高中微積分的關聯性，因此文本分析作到第 11 章為止。

在書中能看到的數學式子多是具備〈科學記號〉、〈指數律〉、〈百分比率〉、〈單位換算〉、直線方程式與四則運算等相關國中代數知能即可，但是其中還是有不少與微積分直接相關的式子，大多式子都是在第五章以後出現，更以第十章為最多。

分析此本書籍過後可以發現，若學生以高中微積分的觀念來面對這門科目，尚不足以完全理解，所有數學的式子與微積分有直接相關的雖然不算非常多，但是卻用到不少高三數學選修 II 中沒有學習過的內容，其中包含了歐拉數 e 的使用，自然對數的微分與積分，另外還有變數變換的積分技巧，而這些內容均是大一微積分才會學習到的內容。

第 5 章 結論與建議

此篇論文 1.2 中，依據研究目的提出了幾個待答問題，藉由前面幾章的分析結果，本研究藉由 5.1 結論一節，作綜合整理與回答；於 5.2 一節中基於研究結果提出建議；並於 5.3 一節中提出未來努力方向。

5.1 結論

此篇論文 1.2 中，依據研究目的提出了幾個待答問題，藉由前面幾章的分析結果，在此作整理與回答：

根據研究目的 1，提出以下 2 個待答問題：

1. 大學考試入學簡章中，有多少學系採計數甲、數乙或是不採計數學？
2. 採計數甲、數乙或是不採計數學的學系於 971 的必修課程有哪些？

回答問題 1：

根據第三章 3.2.2 小節中的表 3.2.10 的欄位 (5)、(7)、(9)、(11)、(13) 指出，在本研究的 478 個研究對象學系中，有 232 個學系於 97 學年度入學簡章中採計數甲，其中 202 個學系於 971 必修微積分，30 個學系微積分並非必修課程；207 個學系採計數乙，其中 66 個學系於 971 必修微積分，141 個學系微積分並非必修課程；39 個學系不採計數學。

回答問題 2：

根據第三章 3.2.3 研究對象課程，本研究將所有學系分作「普通物理」、「與數學相關名稱」、「統計相關名稱」、「經濟相關名稱」、「化學相關名稱」、「工程、科學相關名稱」、「與微積分無關」、「概論類課程」等八類分列表 3.2.14 ~ 表 3.2.19 及附錄 A.1、A.2。利用表格的呈現來回答此問題。

根據研究目的 2、3，提出以下 4 個待答問題：

3. 971 的各學系必修課程中，有哪幾個科目與微積分有關，或課程內容中需要微積分的知能？

回答問題 3：

由各學系課程名稱判斷，並與指導教授單維彰博士討論，先將認定與微積分無關的課程刪除，若課程為少數學系所開設者亦不在本研究中作討論，詳細討論過程於 4.1.1 中說明。本研究的文本分析課程為「普通物理」、「統計學」、「經濟學」、「普通化學」共四門學科，於 4.2 中列出文本分析結果。

4. 課程內容中有談到微積分的學科，書本中有多少與微積分相關的內容？

回答問題 4：

根據 4.2 的各課程文本分析結果指出，「普通物理」、「統計學」、「經濟學」、「普通化學」四門學科，都與微積分有著極大的關連性。而為了回答問題 4，將四門學科分作 5.1.1 ~ 5.1.4 整理回答。

5.1.1 普通物理課程文本中與微積分相關的部分

以「普通物理」來說，在本研究分析的文本中，幾乎每一章均能看到與微積分有關的數學式，然而，重複的比例也非常高，如：速度為位移對時間的一階導數、加速度為位移對時間的二階導數、角速度為位移對時間的一階導數、角加速度為位移對時間的二階導數、定積分…。針對多項式的一階導數、二階導數或定積分這樣的內容皆為高三數學選修 II 中有教授的範圍，但是除此之外，在整本書中亦看到了很多高中數學沒有教授的內容，如不定積分、偏導函數、自然對數 \ln 的微分與積分、變數變換的積分技巧、有理函數積分、二項級數、三角函數的微分…內容相當多且廣，而這些內容均是學生到了大一修習微積分才能夠學習到的範圍。(詳細文本分析內容見 4.2.1)

在翻閱文本過程中發現三個特別的事情，其一就是「極坐標」，極坐標的內容在現在高中數學 95 暫綱中並未正式納入，僅有在「複數的極式」之中出現，並不直接。但是在 99 課綱中，將「極坐標」編訂於三角函數的章節中(見表 4.2.1)；其二為「單位向量」，單位向量的觀念無論是在 95 暫綱或是 99 課綱中，都相當缺乏，以此書為例，單位向量的觀念在第三章扮演了極其重要的角色，或許這在未來課綱修訂時，可以考慮「單位向量」的學習必要性，將其納入正式課程內容；最後是「向量的外積」，外積的觀念在現在高中數學 95 暫綱中並未正式納入，但是在 99 課綱中，將「向量的外積」編訂於空間向量的章節中(見表 4.2.2)。

5.1.2 統計學課程文本中與微積分相關的部分

以「統計學」來說，在本研究分析的文本前三章均與微積分無關，1、2 兩章為敘

述統計的範圍，書本中可以看到大量 SPSS、MINITAB、EXCEL 表格，教導如何使用軟體解決資料統計分析；第 3 章進入機率，在 95 暫綱中的高一下內容僅屬於通識程度的統計，99 課綱將隨機變數和正規分佈編訂於高三上學期（選修 I）。第四章起開始介紹了連續型的機率分佈，從連續型的機率分配中我們可以看到有關於積分的數學式，而這些數學式大多並非高三數學選修 II 中教授的內容，如歐拉數 e 、「廣義積分」…等。第五章介紹了信賴區間的概念，信賴區間的介紹在高一下數學雖有教授，但是在大學統計學課本裡面可以看到介紹的更為詳細，但是即便如此，信賴區間單元中，並不需要微積分的技巧即可勝任。第六章與第七章介紹單樣本與雙樣本的檢定問題，在這兩章當中我們看不到有關於微積分的相關式子。（詳細文本分析內容見 4.2.2）

經過 4.2.2 的分析後發現，若學生以高中微積分的觀念來面對這門科目，尚不足以完全理解，所有數學的式子與微積分有直接相關的雖並不算多，但是卻有高三數學選修 II 中沒有學習過的內容，其中包含了歐拉數 e 的使用，廣義積分的觀念，而這些內容均是大一微積分課程才會學習到的內容。尤其我們觀察到統計學一門課，在整本書中首次遇到與微積分有直接相關的式子即是積分式，以此書為例，出現在第四章當中，若是以授課大綱的進度來查詢，合理的預測統計上到第四章應該只是上學期的一半左右，而此時，修大一微積分的學生進度應該還沒上到積分的部分，如此一來，修統計的同學若高中沒有學過微積分，在統計課程中該如何理解？對於高中數學 95 暫綱和 99 課綱，除了應將選修數學 I 列為統計學的預備知識內容之外，對於微積分的認識也很重要。

由統計學的文本分析可以發現，由於統計學的內容與微積分有直接相關的部分為積分的内容居多，因此若教授微積分的課程進度可以配合統計一門課，在微積分課程中的微分部分是否可以將進度加快或省略，在積分的教學上說明的更加清楚些。而也因「統計學」經過此文本分析後證實其與微積分有直接相關，因此建議大一上必修統計之學系，於招生時數學採計上應採計數甲，或者學系應規定學生於大一上必修微積分。

5.1.3 經濟學課程文本中與微積分相關的部分

以「經濟學」來說，由於經濟學的參考用書繁多，且每一本書籍撰寫的方向各不相同，《經濟學理論與實際》 [69] 這本書主要將關於數學的推導放在各章的附錄當中。我翻閱了另外一本書籍：N.Gregory Mankiw 《Principles of Economics》 [70]，這本書幾乎不針對數學上面的觀點作解釋，整本書以經濟學實例說明為主，由於該本書中幾乎找不到對數學式的推導過程，因此選擇分析《經濟學理論與實際》 [69]。

本書共有 29 章，分為上下兩冊，其中上冊為 1~14 章，而多數學系修習經濟學均是一學年課程，其中依多數學系在大一上學期的課程大綱，大多選用這本書為指定教科書的學系，上學期的授課內容均以上冊為主，而下冊為下學期之授課範圍，由於本篇

論文的研究目的為大一上學期必修課程與高中微積分的關聯性，因此文本分析作到上冊為止。(詳細文本分析內容見 4.2.3)

在書中能看到的數學式子多是具備〈直角坐標〉、〈直線斜率〉與簡單的四則運算等相關國高中數學知能即可理解；而真正是高三數學選修 II 當中沒有教授的範圍應屬「全微分」的部分，從全微分的定義可以發現同學需要對偏導函數有一定的認識，而「全微分」在大多數微積分書籍中都是放在比較偏後段的章節中，以莊紹容、楊精松《微積分》[98] 舉例來說，「全微分」放在第 13 章當中，在大一微積分的教學過程中，要教到「全微分」的觀念或許也是很後段的事情。

5.1.4 普通化學課程文本中與微積分相關的部分

以「普通化學」來說，本研究分析的文本中與微積分直接相關的式子大多在第五章以後，其中以第十章為最多。(詳細文本分析內容見 4.2.4)

本書共有 22 章，而多數學系修習普通化學均是一學年課程，其中依多數學系在大一上學期的課程大綱，大多選用這本書為指定教科書的學系，上學期的授課內容均到第 11 章為止，第 12 章以後為下學期之授課範圍，由於本篇論文的研究目的為大一上學期必修課程與高中微積分的關聯性，因此文本分析作到第 11 章為止。

在書中能看到的數學式子多是具備〈科學記號〉、〈指數律〉、〈百分比率〉、〈單位換算〉、直線方程式與四則運算等相關國中代數知能即可，關於文本中基礎數學的式子，請見附錄 A.8。

經過 4.2.4 文本分析後發現，若學生以高中微積分的觀念來面對這門科目，尚不足以完全理解，所有數學的式子與微積分有直接相關的雖然不算非常多，但是卻用到不少高三數學選修 II 中沒有學習過的內容，其中包含了歐拉數 e 的使用，自然對數的微分與積分，另外還有變數變換的積分技巧，而這些內容均是大一微積分才會學習到的內容。

5. 大學眾多學系中，有哪些學系於大一上必修微積分？

回答問題 5：

根據第三章 3.2.2 小節中的表 3.2.10 的欄位 (5)、(7)，本研究將大一必修微積分的學系區分為：97 入學招生簡章採計數甲、數乙兩類，在此篇論文 478 個研究對象學系中，有 202 個學系採計數甲同時必修微積分，占全部採計數甲學系 (232 個學系) 的 87%；有 66 個學系採計數乙同時必修微積分，占全部採計數乙學系 (207 個學系) 的 32%，比例可說相當懸殊。詳細說明於 4.1.1 與 4.1.3。

另外本研究將所有必修微積分的學系依採計數甲、數乙兩類，分別製作附錄 A.3 與 A.5 兩張表格提供參考。較為特殊的是 I15 - 中山大學 海洋生物科技暨資源學系，該學系於指考中不採計數學，但大一上將微積分列為必修課程，該系於大一上必修課程請見表 4.1.5。

6. 是否有些學系有必修與微積分相關的課程，卻沒有將微積分列為必修課程？

回答問題 6：

為回答此問題，依據本研究分析的四種課程分作 5.1.5 ~ 5.1.8 四部分回答：

5.1.5 必修普物，微積分並非必修之學系

由 4.2.1 普通物理的文本分析結果發現，普物與微積分的關連甚鉅，研究者認為必修普物的學系應於入學時採計數甲之外，大一上學期更應將微積分課程列為必修，表 3.2.14 中詳細列出所有必修普物的學系於 971 招生入學簡章的數學採計狀況，以及 971 必修微積分與否；在 4.1.1 中指出幾個特別的學系，如：I15 國立中山大學 - 海洋生物科技暨資源學系，該學系於 97 招生入學簡章中並沒有採計數學，或許該學系期望將所有微積分知能留待大一微積分課程中教授。另外有兩個學系並沒有把微積分列為必修，分別是：D36 國立成功大學 - 職能治療學系，與 N18 私立輔仁大學 - 呼吸治療學系。觀察 D36 與 N18 兩個學系發現有同屬醫學院的共同點，由於此篇論文並非探討各學院的課程規劃是否恰當，但考量到普物與微積分的高度關聯，加上普物文本分析中發現該門學科有許多觀念並非僅學過數甲的學生可以理解，因此建議 D36 與 N18 兩學系，應將微積分列為必修課程。

5.1.6 必修統計，微積分並非必修之學系

由 4.2.2 統計學的文本分析結果發現，統計學與微積分的關連甚鉅，尤其在於積分上。觀察表 3.2.16，開設統計學一門課程的學系共有 21 個學系，其中有 7 個學系採計數甲，14 個學系採計數乙，可見雖在文本中發現與微積分關連甚鉅，但較多的學系於招生時仍考量期望招收社會組的學生，統計學系在部分學校更分自然組與社會組招生，如 E18、E19；M20、M21，自然組即採計數甲，社會組採計數乙。

在必修微積分課程的規定上，21 個學系中僅有 4 個學系未將微積分課程列為必修，分別是 E09 - 政大地政學系土地資源規劃組、H11 - 北大不動產與城鄉環境學系、

N16－輔大臨床心理學系與 N32－輔大兒童與家庭學系。各學系在統計學的教授內容不一，其目的性也各不相同，以上這四個必修統計學卻未將微積分列為必修課程的學系，若其統計學的教授內容僅屬較為「通識」階段的統計知識，為將微積分課程列為必修尚屬合理，但若就統計學一門課程本身來說，由於與微積分關連甚鉅，建議將微積分課程列為必修。

5.1.7 必修經濟，微積分並非必修之學系

由 4.2.3 經濟學的文本分析結果發現，經濟學與微積分的頗具關連。觀察表 3.2.17，開設經濟學一門課程的學系共有 102 個學系，其中有 20 個學系採計數甲，全數必修微積分；80 個學系採計數乙，其中 61 個學系必修微積分，19 個學系未將微積分列為必修；另有兩個無採計數學同時未將微積分列為必修，此兩個學系分別是：M29－東海行政管理暨政策學系、Q41－淡江全球化政治與經濟學系（蘭陽校區）。由於考量經濟學一門課程與微積分頗具關連，建議將微積分課程列為必修或至少於招生入學簡章中需採計數學。

5.1.8 必修普化，微積分並非必修之學系

由 4.2.4 普通化學的文本分析結果發現，普化與微積分的關連甚具。觀察表 3.2.18，開設普通化學一門課程的學系共有 108 個學系，其中幾乎全數採計數甲，共有 106 個學系（組），其中有 102 個學系同時必修微積分，僅有 4 個學系未將微積分課程列為必修，且均為台大的學系。分別是：A26－生命科學系、A38－動物科學技術學系、A41－獸醫學系與 A45－植物病理與微生物學系。沒有學系是採計數乙，另有 2 個學系為無採計數學；分別是：I 15 國立中山大學－海洋生物科技暨資源學系，M32 私立東海大學－畜產與生物科技學系，其中 I 15 必修微積分，而 M32 未將微積分列為必修課程。

由於考量普通化學學一門課程與微積分關連甚鉅，建議將微積分課程列為必修同時建議學系於招生入學簡章中需採計數甲。

最後，根據研究目的 4 所提出的 1 個待答問題：

7. 大一上專業課程中與微積分相關的部分，是否為高三選修 II 已有教授？

回答問題 7：

在 5.1.1 中提到普通物理課程與微積分相關的內容整理，如：速度為位移對時間的

一階導數、加速度為位移對時間的二階導數、角速度為位移對時間的一階導數、角加速度為位移對時間的二階導數、定積分…。在文本中幾乎每一章均能看到與微積分有關的數學式，且重複的比例也非常地高。針對多項式的一階導數、二階導數或定積分這樣的內容皆為高三數學選修 II 中有教授的範圍。但除此之外，文本中亦看到了很多高中數學沒有教授的內容，如不定積分、偏導函數、自然對數 \ln 的微分與積分、變數變換的積分技巧、有理函數積分、二項級數、三角函數的微分…。內容相當多且廣，而這些內容均是學生到了大一修習微積分才能夠學習到的範圍。(詳細文本分析內容見 4.2.1)

在 5.1.2 中提到統計學與微積分相關的內容整理，在連續型的機率分配中可以看到有關於積分的數學式，但是這些數學式大多並非高三數學選修 II 中教授的內容(詳細文本分析內容見 4.2.2)。經過 4.2.2 的分析後發現，若學生以高中微積分的觀念來面對這門科目，尚不足以完全理解，所有數學的式子與微積分有直接相關的雖不算多，但卻有高三數學選修 II 中沒有學習過的內容，如：歐拉數 e 的使用，廣義積分的觀念…。而這些內容均是大一微積分課程才會學習到的內容。尤其我們觀察到統計學一門課，在整本書中首次遇到與微積分有直接相關的式子即是積分式，以 [67] 為例，積分式首次出現在第四章中，若以授課大綱的進度來查詢，合理的預測統計上到第四章應該只是上學期的一半左右，而此時修大一微積分的學生進度應該還沒上到積分的部分，如此一來，修統計的同學若高中沒有學過微積分，在統計課程中該如何理解？對於高中數學 95 暫綱和 99 課綱，除了應將選修數學 I 列為統計學的預備知識內容之外，對於微積分的認識也很重要。

在 5.1.3 中提到經濟學與微積分相關的內容整理，文本中看到的數學式大多是具備〈直角坐標〉、〈直線斜率〉與簡單的四則運算等相關國高中數學知能即可理解(詳細文本分析內容見 4.2.3)，但仍有部分內容是高三數學選修 II 沒有教授的範圍，如：全微分的觀念。「全微分」在大多數微積分書籍中都是放在比較偏後段的章節中，以莊紹容、楊精松《微積分》[98] 為例，「全微分」放在第 13 章中，在大一微積分的教學過程中，要教到「全微分」的觀念或許也是很後段的事情。

在 5.1.4 中提到普通化學與微積分相關的內容整理，文本中看到的數學式大多是具備〈科學記號〉、〈指數律〉、〈百分比率〉、〈單位換算〉、直線方程式與四則運算等相關國中代數知能即可，關於文本中基礎數學的式子，請見附錄 A.8(詳細文本分析內容見 4.2.4)。雖文本中的數學式與微積分有直接相關的不算大量，但卻仍有不少內容是高三數學選修 II 沒有學習過的範圍，如：歐拉數 e 的使用、自然對數 \ln 的微分與積分、變數變換的積分技巧…。而這些內容均是大一微積分才會學習到的內容。經過 4.2.4 文本分析後發現，若學生以高中微積分的觀念來面對這門科目，尚不足以完全理解，。

以上，本研究將 1.2 中的待答問題全數回答完畢。

5.1.9 綜合論談

現今的高中數學課程適用於民國九十四年一月教育部發布的普通高級中學數學課程暫行綱要（稱 95 暫綱），在高三的選修數學課程中分為選修 I 與選修 II，而數甲的內容即包含選修 I 與 II，數乙的課程內容則僅包含選修 I；在選修 I 的教材綱要中並沒有微積分的課程內容，即數乙對於微積分的教授為零，若於指考中選考數乙，其考試內容將不會有微積分的相關考題。對於部分大學學系招生時採計數乙，卻在大一上要求必修微積分，或學系規定的必修課程是與微積分有關，這樣的現象我們猜想對學生來說是吃力的，甚至有些學系於招生時採計數乙，而大一上確實有課程是與微積分有關，但卻不用必修微積分，這很令人好奇，這樣的修業規定，學生真的能夠在不認識微積分的情況下，理解這些課程中需要的微積分內容嗎？

然而，關於「高中生為什麼要學微積分？」，張海潮教授 [13] 曾給了兩個答案：

1. 微積分的發現在數學及相關問題上的突破，值得高中生學習。
2. 微積分的方法對高中階段能夠解決的問題有所幫助。

而單維彰教授 (2008) 則在《美國 AP 課程的啟示》 [8] 中給了第三個答案：

3. 因為大學專業課程的需要。

經過本篇論文的研究後，第三個或許是最直接且最與本研究切合的答案。經過上一章的文本分析結果，學生在大一學微積分的同時，已經同時在學其他的科目了，而這些其它的科目幾乎是把微積分當成應用工具，而「微積分課程」則是把微積分當成專業的課程在教授。不論學生在哪一個學系修了哪一個跟微積分有關的課程，而其課程不論需要會多少微積分，這些學系的微積分課程都不需要跟數學系學生修的微積分課程一樣地從極限開始教起，每個學系因為專門領域的不同，對微積分的需求也不太一樣，因此對於「高中生為什麼要學微積分」這個問題，本研究提供了與「第三個」答案幾乎相同的結論：「高中的微積分課程並非為了大學的微積分課程作準備，而是針對各其它專業課程作準備」；更甚地，此篇論文藉由文本分析說明了大學在哪些專業課程中，確實地需要微積分知能。

在大學的教育裡，每一門課程的開設目的都不盡相同，對於微積分這一門課程來說，數學系的同學必修，我們把這當作是專業課程在教授，也希望可以從中奠定大二高微的基礎；但是其它學系的學生修微積分，或許就只是希望能夠藉由微積分課程，學習到一些基本的觀念，在學過這些簡單的概念後，面對學系中的其它課程就能夠直接應用；甚至有部分學系在大學四年的課程中幾乎沒有什麼數學的課程，修微積分這門課程或許就變成是期望增加學生知識的目的了。

前面提到了若學生在高中時代並不認識微積分，真的有辦法到了大一上來修微積

分，同時也能夠應用在別的學科上嗎？關於此一問題本研究在經過第四章進行文本分析後已經回答。站在數學系的必修微積分課程來談，大一上的一開始往往會先從 $\epsilon-\delta$ 開始介紹，但其實 $\epsilon-\delta$ 對於其他學系的課程來說可說是根本應用不到！很多大學校園裡有數學學系，而在有數學學系的學校裡，往往全校的微積分課程教授都是由數學系的教授來包辦，至少國立中央大學是如此，這讓我們不禁想問：是否每一個教微積分的教授都能因應不同的學系，有不同的教法？是否每一個教微積分的教授都能夠因為了解該學系在大一上的其它課程內容，調整其微積分的授課內容？由於這些問題並非能夠根據本研究結果來作回答，但未來可以朝著這個方向努力。

5.2 建議

隨著科技日益更新，在資訊爆炸的時代，大學的教育跟著演變了。經由此篇論文分析發現，許多學系在大一入門課程就有許多微積分的模型，而這些不但在高中數學的教材內學生沒有學習過，留待大一必修微積分課程教授亦顯緩不濟急。日本現行的高中教科書於第二學年的內容即有涉獵微積分，台灣的授課內容太多，加上授課時間的限制，微積分的內容置於高三下教授，並且僅涉獵基礎內容，並不足以面對高等教育中不同學門的應用。為順應國際潮流與文本分析結果，於此提供三點建議：

1. 台灣高等教育應自編教材，同時銜接高中教育。
2. 因應國際潮流，未來於課綱修訂時，考慮將微積分之內容加深加廣，若能將高中數學的其它內容精簡，微積分的課程內容就可建議提前於高三上，或是更早教授。
3. 建議未來於課綱修訂時，可參考本篇論文之研究結果。

經由上一章的分析結果發現，部分學系於招生入學時採計數甲，卻在大一上的專業學門中，沒有與微積分有關的科目，於此提供一點建議：

1. 學系於指考採計數學的狀況，應考量學生於大一上的修課情形，與該學系的修業規定作綜合評估，若不需學生於高中時期具備微積分的相關知識，可以考慮不採計數甲或不採計數學，關於微積分的學習直接留至大一必修微積分課程。

經由上一章的分析結果發現，部分學系於招生入學時採計數甲，卻在大一上的專業學門中，沒有與微積分有關的科目，於此提供一點建議：

1. 根據考試入學招生簡章中各學系數學採計狀況可以看出，商業、金融、管理等領域多屬希望招收社會組學生，在採計數學上幾乎都選擇採計數乙。經過本研究文本分析後指出，經濟學一門學科與微積分具有關聯性，現今 95 課綱中數乙並無微積分內容，但新的 99 課綱中將初級的微積分課程內容納入數乙其中，使得社會組學生對於微積分不再是毫無認識，相信對於大一經濟學或其它需要微積分應用的專業課程，在銜接上將更加順利。因此建議：於大一上必修經濟學或其它需要微積分應用的專業課程之學系，招生應採計數學。
2. 經由上一章的分析結果發現，部分學系於大一上必修專業科目中，有與微積分相關的課程，但微積分課程卻並非規定為必修。藉由文本分析發現，與微積分有相關的課程均非全靠高三選修數學 II 的知能即可面對，因此勢必需要藉由大一修微積分課程來輔助學習，因此於此建議：若學系於大一上必修如普物、統計、經濟與普化等課程，應同時於修業規定中訂定必修微積分。以普物來說，D 36 與 N 18 兩學系並未將微積分列為必修課程；以統計學來說，E09、H11、N16 與 N32 四個學系未將

微積分列為必修課程；以經濟學來說，M29 與 Q41 未採計數學同時未將微積分列為必修；以普通化學來說，A26、A38、A41 與 A45 未將微積分列為必修課程，而 I 15 雖必修微積分但未採計數學，建議未來於招生入學時可採計數甲，M32 則未採計數學同時未將微積分列為必修，建議未來招生入學時採計數甲並將微積分列為必修。

5.3 未來努力方向

現今台灣的教育現況與實行方法仍採用九年一貫，十二年一貫預計在民國 110 年推動實施，我們也希望預見十二年一貫實行之後，可以看到國中至高中這一段銜接的教育課程可以做得更加完善。一直以來，各個科目在各個階段的教材銜接問題層出不窮，身為教育工作者我們當然希望學生在每一個求學階段都可以順利銜接，高中數學課程綱要的編訂是依照國中數學學習內容作為先備知識，參考其他領域各科進度後進行協商，對於數學科的學習對於未來大學中的發展亦是期望能夠兼顧。

目前最新的高中數學課程綱要預計在 99 學年度實施，在已頒布的新課綱中我們看到了比 95 暫綱更注重銜接性與宏觀性，更將部分過於孤立或是容易衍伸過難問題的章節刪除留作大學教育時學習，然而，在大學教育中學生將進入各種不同領域、學系學習，各大專院校的辦學理念或學系的專門領域皆不相同的情況下，依此篇論文的研究發現，在不同的學校裡，即使是同一個學系名稱，學生在畢業前所需修課的內容也不盡相同，也就是說學生在大學的求學階段是不可能有一統一的課程綱要，也因如此，我們期望高中數學科上的教學，能夠讓學生在進入大學後，至少在大一階段不致有銜接的問題。

置身於大學的教育工作者是最能知道學生在大一課程中需要哪些先備知識或缺漏哪些知能，大學的微積分課程往往是數學系的老師在授課，未來可以朝著建立高中數學與大學教授之間的溝通平台來努力，隨著科技知識快速的演進，建立起這樣的雙向溝通平台，將對高中與高等教育之間的銜接有所幫助，希望可以藉由雙向的溝通，達到雙贏的效果。由於此篇論文並非研究不同學系的微積分授課進度，但經由本研究的結果了解到每一學門需要學會的微積分內容各不相同，應用的地方也都不一樣，期望每一個教微積分的教授都能因為了解各不同學系專業學門，微積分應用的所在，來調整微積分課程的授課內容或進度。

目前台灣的高等教育，習慣採用美國的教科書，美國 AP 課程的推動行之有年，加上隨著科學與工程的創新和變化，每一學科都比以前更早地大量使用數學模型，其中最主要的模型即為微分與積分，因為這樣的演變，許多學門的大學教育都以等不及到大二才開始運用微積分，此一現象並非只在美國發生，事實上日本的高等教育早已本土化，他們擁有自己的日文教材，自成一體系，能夠不必理會美國的發展，然而台灣的高等教育若能夠自行設計課程，發展自己的中文教材來銜接高中課程，即可不理會國際的課程發展趨勢，雖這是個浩大工程，但卻是台灣高等教育未來可以參考並且努力的方向。

本篇論文的研究對象達 16 所學校，分析對象學系達 478 個，分析對象課程達 217 個，雖是如此卻由於礙於時間、人力與物力，未能將全台灣所有大專院校課程一一研究，更無法將研究對象學校中所開設之課程一一深入探討，未來如能繼續將其他大專院校課

程作相關分析，將更能看出高中數學微積分部分在大學課程中的應用，朝著看到大學一年級課程全貌的方向努力。

參考書目

- [1]: 教育部,「高中數學 95 暫行綱要」, 94 年
- [2]: 指考數學科考試說明。資料來源: <http://www.ceec.edu.tw/Research/ResearchList.htm>
- [3]: 趙志揚, 文本分析, 產業導向之優質高等技職教育計畫研討會, 取自: cse.l.csu.edu.tw/adm3/news/Conference/004.ppt
- [4]: 大學招生委員會聯合會, 大學考試入學分發委員會頒布「97 學年度大學考試入學分發招生簡章」, 取自: <http://www.uac.edu.tw/>
- [5]: 教育部,「高中數學 99 課程綱要」, 97 年
- [6]: 單維彰,「美國高中的大學預修課程」, 科學月刊, 第 468 期, 97 年 12 月
- [7]: 單維彰,「美國 AP 微積分課程與評量」, 科學月刊, 第 469 期, 98 年 1 月
- [8]: 單維彰,「美國 AP 微積分課程的啟示 - 高中生為什麼要學微積分?」, 科學月刊, 第 470 期, 98 年 2 月
- [9]: 洪雅齡,「台灣與日本之十二年數學課程比較」, 國立中央大學, 碩士論文, 94 年 6 月
- [10]: 國立交通大學 OpenCourseWare 開放式課程。網站: http://ocw.nctu.edu.tw/course/riki.php?id=signal_system&CID=1
- [11]: 國立政大附中實研組網站: <http://album.ahs.nccu.edu.tw/admin/academic/實研組網頁/大學預修課程.htm>
- [12]: 國立中央大學微積分聯合教學網。網站: <http://libai.math.ncu.edu.tw/calc/>
- [13]: 張海潮,「高中生為什麼要學微積分?」, 高中數學學科中心電子報, 第 31 期, 民國 97 年 10 月
- [14]: 陳重弘、顏清章,「微積分課程趨勢之報告書」, 雲嘉南區域教學資源中心, 97 年 6 月
資料來源: [140.116.225.137/site2/pdf/basic/math/微積分 1](http://140.116.225.137/site2/pdf/basic/math/微積分1)
- [15]: 張海潮: 中學數學與大學課程的關連。民國 90 年 12 月 27 日, 北一女中 (許秀聰老師整理, 取自: 北一女數學科網站, <http://www.fg.tp.edu.tw/~math/mainpages/s.htm>)
- [16]: 王九達,「從高中微積分到大學微積分」, 科學月刊, 第 287 期, 1993
- [17]: 林炎全,「我們對未來高中數學課程的期待」, 科學月刊, 第 315 期, 1996
- [18]: 楊維哲,「對微積分教學的一些小意見」, 數學傳播, 十八卷三期, 民國八十三年九月
- [19]: 黃子倩,「台灣與韓國三角函數課程之教科書比較」, 國立中央大學, 碩士論文, 94 年 6 月
- [20]: 張琇涵,「台灣與新加坡三角函數課程之教科書比較」, 國立中央大學, 碩士論文, 95 年 6 月
- [21]: 鄒錦程,「台灣與英國三角函數課程之教科書比較」, 國立中央大學, 碩士論文, 95 年 6 月
- [22]: 黃鈺芸,「九十四學年度高一學生三角函數之學習狀況研究」, 國立中央大學, 碩

士論文，96 年 5 月

[23]: 江佳玲,「九年一貫課程實施後對三角函數學習之影響」, 國立中央大學, 碩士論文, 96 年 7 月

[24]: 姜志遠,「台灣與中國大陸之十二年數學課程比較」, 國立中央大學, 碩士論文, 94 年 6 月

[25]: 翁婉珣,「台灣與新加坡之十二年數學課程比較」, 國立中央大學, 碩士論文, 94 年 6 月

[26]: 國家圖書館 - 全國博碩士論文資訊網。網站: <http://etds.ncl.edu.tw/theabs/index.html>

[27]: 行政院國家科學委員會。網站: <http://web1.nsc.gov.tw/>

[28]: 李肖梅、楊青隆、洪飛恭、董永財,「五專微積分課程內容銜接專業課程之現況調查研究」, 吳鳳學報, 84 年

[29]: 洪秀珍,「五專微積分教學與教材之探討」, 高苑學報, 86 年

[30]: 教育部高教司, 大學校院一覽表暨碩博班概況檢索系統, 取自: <http://www.edu-data.info/>

[31]: 教育部, 大學及分部設立標準, 93 年 11 月 23 日, 取自: http://www.edu.tw/content.aspx?site_content_sn=1042

[32]: 國立台南大學校史館, 校史, 取自: <http://web.nutn.edu.tw/gac110/history/index.htm>

[33]: 國立嘉義大學本校簡史, 校史, 取自:

http://www.ncyu.edu.tw/content.aspx?site_content_sn=8353

[34]: 國立台東大學歷史, 校史, 取自: <http://www.nttu.edu.tw/chinese.php?ac=nttu>

[35]: 英國時報高等教育增刊,「亞洲大學排行報告」, 2009, 取自:

<http://www.topuniversities.com/worlduniversityrankings/asianuniversityrankings/>

[36]: 黃慕萱、陳達仁,「國內首份世界大學評比」, 2005, 取自:

<http://www.abin.com.tw/~tzchiu/college.pdf>

[37]: 黃慕萱,「2009 年台灣 ESI 論文統計結果」, 財團法人高等教育評鑑中心基金會, 2009, 取自: <http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2009/05/01/1606.aspx>

[38]:「2009 年台灣 1000 大企業人才策略與最愛大學生調查」, 天下 Cheers 2009 年求職指南, 取自: <http://uni-ranking.myweb.hinet.net/fav/cheers.htm>

[39]: 彭杏珠, 2008 大學畢業生評價總調查, 遠見雜誌、104 人力銀行市調中心, 2008, 取自: <http://www.gvm.com.tw/event/2008college/suvey.html>

[40]: 林嘉琪, 企業界最愛, 聯合報新聞報導, 2008, 取自:

http://mag.udn.com/mag/campus/storypage.jsp?f_MAIN_ID=12&f_SUB_ID=956&f_ART_ID=137286; 1111 人力銀行, 企業界最愛校系, 2008, 取自:

<http://www.1111.com.tw/zone/pr/headline.asp?autono=1796>

[41]: 教育部,「私立大學校院整體發展獎助及補助審核作業原則」, 取自:

http://moe.cycu.edu.tw/5_download/94-96年度私立大學校院整體發獎補助審核作業原則.doc

[42]: 私立東海大學。網站: www.thu.edu.tw

[43]：私立輔仁大學。網站：www.fju.edu.tw

[44]：私立東吳大學。網站：www.scu.edu.tw

[45]：私立中原大學。網站：www.cycu.edu.tw

[46]：私立淡江大學。網站：www.tku.edu.tw

[47]：優仕網－大學入學考生服務網站
<http://exam.youthwant.com.tw/>

[48]：A 國立台灣大學各系必修查詢網站
<http://140.112.161.31/NTUVoxCourse/QPService/infoQuery.aspx>
台大課程網
<https://nol.ntu.edu.tw/nol/guest/index.php>

[49]：B 國立清華大學各系課表查詢網站
<https://www.ccxp.nthu.edu.tw/ccxp/INQUIRE/JH/6/6.2/6.2.9/JH629001.php>

[50]：C 國立交通大學各系課表查詢網站
<http://cos.adm.nctu.edu.tw/Course/History/adMain.asp>
<http://chc.nctu.edu.tw/class03.aspx?ftype=3>

[51]：D 國立成功大學各系課表查詢網站
<http://140.116.165.74/qry/index.php>
<http://140.116.165.73/ncku/qopa.asp>
<http://140.116.165.58/ifx/class.php>

[52]：E 國立政治大學各系課表查詢網站
<https://course.nccu.edu.tw/qry-tor/#>

[53]：F 國立陽明大學課程時間表查詢
http://ymadm1.ym.edu.tw/mainframe.asp?URL=https://ymadm.ym.edu.tw/progs/sel_course/queryforym.asp

[54]：G 國立中央大學全校課程表載點
<http://course.adm.ncu.edu.tw/course/cindex.htm>

[55]：H 國立台北大學課程查詢系統
<http://sea.cc.ntpu.edu.tw/courseQuery.html>

[56]：I 國立中山大學必修課程查詢
http://selcrs.nsysu.edu.tw/stu_query/crs_mst_qry/crs_mst_query_frame.asp
開設課程查詢
<http://selcrs.nsysu.edu.tw/menu1/qrycrsfrm.asp?HIS=2&eng=0>

[57]：J 國立師範大學
<http://140.122.67.209/Course/OpenCourseQry.aspx>
<http://140.122.65.163/Course/OpenCourseTimeQry.aspx>

[58]：K 國立彰化師大開課查詢
https://aps.ncue.edu.tw/qry_course.php

[59]：L 國立高雄師範大學開課資料查詢
<http://140.127.40.75/chr/index.aspx>

- [60] : M 私立東海大學
http://fsis.thu.edu.tw/wwwteac/teacpub/deptop_t2fm.php
- [61] : N 私立輔仁大學開課資料查詢
http://stu.fju.edu.tw/stusql/SelAvaCouFirst/ava_form.asp
課程大綱查詢
<http://www.course.fju.edu.tw/student/Main.htm>
- [62] : O 東吳大學
<http://web.sys.scu.edu.tw/class40.asp>
- [63] : P 中原大學
<http://www.cycu.edu.tw/>
<http://itouch.cycu.edu.tw/>
- [64] : Q 淡江大學開排課資訊查詢
http://www.emis.tku.edu.tw/TMWC010_1.asp
- [65] : David Halliday , Robert Resnick , Jearl Walker , Fundamentals of Physics , 7th Edition , Wiley , 2004
- [66] : Howard Anton , Brief Calculus , 6th Edition , Wiley , 1998
- [67] : McClave , Benson , Sincich , Statistics For Business & Economics , Tenth Edition , Pearson , 2008
- [68] : 林清山 , 心理及教育統計學 , 初版 , 東華書局 , 2000
- [69] : 張清溪、許嘉棟、劉鶯釧、吳聰敏 , 經濟學理論與實際 , 第四版 , 翰蘆圖書 , 89年
- [70] : 毛慶生、朱敬一、林全、許松根、陳昭南、陳添枝、黃朝熙 , 基礎經濟學 , 華泰文化 , 2007
- [71] : Gregory Mankiw , Principles of Economics , 林建甫等譯 , 東華書局 , 民國 90 年
- [72] : 國立台北大學合作經濟學系 , 971 「合作經濟學授課大綱」, 取自 :
http://sea.cc.ntpu.edu.tw/pls/dev_stud/course_query.queryGuide?g_serial=U1177&g_year=97&g_term=1
- [73] : Steven S.Zumdahl , Chemical Principles , 5th Edition , Houghton Mifflin , 2004
- [74] : Charles T.Horngren and Walter T.Harrison , Accounting , 7th Edition , Prentice Hall , 2006
- [75] : 台灣大學評比 : <http://uni-ranking.myweb.hinet.net/index.htm>
- [76] : Amazon 網路書城 : <http://www.amazon.com/>
- [77] : 國家圖書館 : www.ncl.edu.tw
- [78] : 市立圖書館總館 : www.tpml.edu.tw
- [79] : 國立中央大學圖書館 : <http://www.lib.ncu.edu.tw/>
- [80] : 國立台灣師範大學圖書館 : <http://www.lib.ntnu.edu.tw/>
- [81] : 國立台灣大學圖書館 : <http://www.lib.ntu.edu.tw/>
- [82] : 國立交通大學圖書館 : www.lib.nctu.edu.tw

- [83]：國立政治大學圖書館：<http://www.lib.nccu.edu.tw/>
- [84]：國立台北大學圖書館：<http://library.ntpu.edu.tw/>
- [85]：私立東吳大學圖書館：<http://www.library.scu.edu.tw/>
- [86]：私立淡江大學圖書館：<http://www.lib.tku.edu.tw/>
- [87]：巨擘書局：<http://apexbook.tw/index.php>
- [88]：愛因斯坦書局：www.einstein.com.tw
- [89]：台灣西書網站：<http://www.western.com.tw/>
- [90]：華通書坊：<http://www.huatung.com/index.php>
- [91]：滄海圖書：<http://www.tsanghai.com.tw/>
- [92]：老爹原文書專賣網：<http://www.textbookconnect.com.tw/main/company.asp>
- [93]：泰宇出版社：<http://www.taiyucoo.com.tw/index.php>
- [94]：Rapid Library 電子書網站：<http://rapidlibrary.com/>
- [95]：許志農，普通高級中學選修數學 (II)，龍騰文化，民國 97 年
- [96]：林福來，高中數學教科書選修 (II)，南一書局，民國 97 年
- [97]：李虎雄，選修數學 (II)，康熹文化，民國 97 年
- [98]：莊紹容、楊精松，微積分，第 11 版，東華書局，民國 96 年

附錄 A

為了響應環保，本研究將冗長的資料、次要的表格放在網路上。網址為：
<http://libai.math.ncu.edu.tw/~shann/Teach/mathedu/kao>

網址中採用一表一檔的方式呈現，分別有：

- A.1 與微積分無關的課程
- A.2 導論、概論類課程
- A.3 採計數甲，大一上必修微積分學系的必修課程
- A.4 採計數甲，大一上微積分非必修學系的必修課程
- A.5 採計數乙，大一上必修微積分學系的必修課程
- A.6 採計數乙，大一上微積分非必修學系的必修課程
- A.7 不採計指考數學，大一上的必修課程
- A.8 普化文本中基礎數學整理