

國立中央大學

數學系
碩士論文

技術型高中對數學課程需求的探討

A Study of Mathematical Demands in Vocational High Schools

研究生：郭潔如

指導教授：單維彰

中華民國 104 年 6 月



國立中央大學圖書館 碩博士論文電子檔授權書

(104 年 5 月最新修正版)

本授權書授權本人撰寫之碩/博士學位論文全文電子檔(不包含紙本、詳備註 1 說明)，在「國立中央大學圖書館博碩士論文系統」。(以下請擇一勾選)

同意 (立即開放)

同意 (請於西元 _____年____月____日開放)

不同意，原因是：_____

在國家圖書館「臺灣博碩士論文知識加值系統」

同意 (立即開放)

同意 (請於西元 _____年____月____日開放)

不同意，原因是：_____

以非專屬、無償授權國立中央大學、台灣聯合大學系統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、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： 郭潔如 學號： 101221014

論文名稱： 技術型高中對數學課程需求的探討

指導教授姓名： 單維彰

系所： 數學研究 所 博士班 碩士班

填單日期： 民國 104 年 07 月 21 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，須另行加填申請書，詳細說明與紙本申請書下載請至本館數位博碩論文網頁。
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. 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，應遵守著作權法規定。

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 郭潔如 研究生所提之
論文 高職專業科目對數學課程需求的探討 係由
本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授 單維新 (簽章)

104年6月24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 郭潔如 研究生

所提之論文 技術型高中對數學課程需求的探討

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

鄭英亭

委員

單維新

於培明

中華民國 104 年 7 月 1 日

摘要

本論文之研究目的是欲從專業領域的角度出發，以探討技術型高中（民國103年前稱為高級職業學校）對數學知識及能力的學習需求。基於此一目的，研究者先探討教育現況，以瞭解技職體系中各職群的選修人數，再從專業科目、教學現場這二方面，來探討現行數學課程與專業領域在供給與需求上的差異。

本研究依研究結果一，選定學生人數合計超過一半的前三大職群：「商業與管理群」、「餐旅群」、「電機與電子群」作為研究對象，分別針對其共同專業科目的內容作分析，詳實記載各選用教科書中與高職數學相關的內容，並與現行高職數學課程綱要（99高職課綱）作比較。再以此分析內容作為研究工具，訪談教授專業科目的教師，以瞭解教學現場中，與數學相關的困難及需求。

最後依據蒐集的文獻、內容分析與訪談的結果，分別對數學科的課程內容、教學順序、教材內容，以及未來的研究方向提出建議，期盼本研究對我國未來技術型高中，在數學教科書的撰寫與數學綱要的修訂上，皆能提供有助益之參考。

關鍵詞：技術型高中、高級職業學校、數學課程、內容分析法、訪談法

Abstract

The purpose of this thesis is to investigate learning needs of mathematics in vocational high schools. Based on this target, I first want to know the enrollment rate in each career clusters according to the current statues of technological and vocational education, and then to discuss whether the mathematics curriculum provides sufficient mathematical knowledge for learning professional courses. The discussion is designed by two aspects—content analysis of professional textbooks, and interviews with their teachers.

Objects of study are the three career clusters which consist of over 50% of enrollment rates: “Business and Management”, “Hospitality-Major Category”, “Electronics and Electrical Engineering”. I elaborately record mathematical contents that are included in textbooks of professional subjects used in vocational high schools and then analyze those with current vocational high schools mathematics curriculum guideline. Furthermore, I use the results of analysis as research instrument to interview teachers in order to know the difficulties and demands for mathematics in the teaching scene.

Basing on the collected information and results of content analysis and interview, I offer some suggestions to vocational mathematics curriculum, the teaching material contents, and arrangement orders. I hope this thesis will be a beneficial reference for future mathematics textbooks and mathematics curriculum modification in vocation high schools in Taiwan.

Keywords: vocational high school, mathematics curriculum, content analysis, interview method.

致 謝

或許是因為一路走來都十分順遂，所以這段做研究的時間，真是我這 25 年來，最混亂又最崩潰的日子。但也或許是因為身處在這般「黑暗」裡，所以更能敏銳地捕捉到每絲光線，甚至是每個光點的溫暖與關照。感謝這段期間陪伴我、扶持我的每位師長、家人、同學，及朋友們，讓我得以更加成熟、更加勇敢。

首先，要感謝我的指導教授——**單維彰教授**，從之前跟著老師作通識助教、研究助理，到之後的咪聽與訪談，從您身上學到的不僅是學術知識，還有更多的生活態度與思想。特別感謝的是您那時常滿檔的行事曆（笑），讓我學習安排時間、規劃進度，並訓練自己在短時間內擷取重點、提出問題。或許也因為如此，才能在每次短暫的討論中，享受靈光乍現、當頭棒喝的感覺！感謝的不僅是您在論文上的指導，還有更多的是在待人處事上的教誨，在此獻上最誠摯的謝意。

再來要感謝論文的口試委員**鄭英豪主任**，感謝您用一貫輕鬆、幽默的語氣，引領我發現論文編排與撰寫上的盲點，並指導我在論文架構與內容的呈現上更加清晰；以及口試委員**楊瑞明主任**，感謝您提供多方的資料與觀點，並教導我以不同的角度切入，讓本論文得以更圓融、更充實。再次感謝二位口試委員撥空審閱論文，並給予懇切的指導與寶貴的建議，使得本論文得以更趨完善。另外，要特別感謝**吳維漢教授**，在我初學程式語言時，悉心地給予教導，在我研究期間，仍然不吝惜地傾囊相授，並提供各種學習機會，讓我得以成長、更加精進，亦寬慰我在寫論文時的苦悶。

接著要感謝**育達高中**的四位受訪教師，感謝您們抽空接受訪談，以及提供教材與建議，並耐心地解答我對高職體系與專業課程的疑問，使得每次的訪談都能有深切的啟發與收穫，也因為您們的分享與協助，這份研究才得以完成。

再來則是我在永平高中的實習指導老師**康立信老師**，在實習這段期間，您教導我的不只是教學態度與班級經營，更深刻的是對事情的批判能力與擴散型的思考方式，不僅讓我獲益良多，亦奠定了我在撰寫論文與解決問題時的能力基礎。還有實習班級**101 的孩子們**，謝謝你們在我困於低潮期時，捎來的一封封慰問與加油的信件，著實成了我在研究期間的最大精神支柱。

此外還要感謝研究所的學長**李明憲**，謝謝你陪我渡過每次的糾結與掙扎，即使到後期，我為了趕論文，你為了考教甄而較少聯繫，但仍會互相關心跟打氣，很開心我如期畢業，更開心你以正取一之姿，考上正式老師！還有研究所的同桌兼戰友**李明翰**，謝謝你在日常生活上的各種協助，以及無上限提供的軟體序號與硬體設施，讓我的惰性跟體重再再創高峰；更感謝在研究期間，能一起衝刺、一起墮落，即使到最後一刻，仍然有你能跟我一同趕著寫謝詞、跑流程。還有感謝**童鵬哲**在口試前後的幫助，**顏羽均**、**林思婷**在外地的關心，感謝你們總用譏諷與玩笑來代替鼓勵，讓我更有鬥志的完成這篇論文！還要感謝研究室**M-208**，曾經的學長姐與現任的學弟們，謝謝你們營造的各種歡樂的氣氛與八卦，也謝謝你們總是幫我訂便當、買晚餐，減輕不少我在面對論文期限的壓力。

最後，感謝永遠給我最多容忍與最大空間的**父母**，因為有您們在精神與物質上的支持，才總能讓我選擇自己想走的路、自己想做的事，也感謝您們在後期的眼神壓力與眼淚攻勢，才得以激發出這篇論文。還有最親愛的弟弟**郭冠緯**，感謝你在這期間的金錢支助，不僅支付我的學費與房租，還讓我衣食娛樂都能無虞，並總在我精神瀕臨崩潰之際，陪我吃宵夜、喝啤酒，讓我更有能量的面對每次的疲勞與低潮！謝謝家人們，我終於畢業啦！

郭潔如 謹誌于
國立中央大學數學系
民國 104 年 07 月 27 日

目 錄

摘要	i
Abstract	ii
致謝	iii
目錄	v
表目錄	vii
圖目錄	viii
第 1 章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的與待答問題	6
1.3 名詞解釋	6
1.4 研究範圍與限制	8
1.5 研究方法與步驟	10
第 2 章 文獻探討	12
2.1 高職數學課程與各職群之專業科目一覽表	12
2.2 高職數學與專業科目之相關性	19
2.3 數學與職場的相關性	26
第 3 章 高職各職群的選修率與比較	34
3.1 高中職各學制之學生比率及其狀況	34
3.2 高職各職群的選修率	36
3.3 高職與綜高各職群的選修率	41
3.4 高職各職群選修率的跨年比較	45
3.5 小結	48

第 4 章 專業科目的數學需求	50
4.1 專業科目的數學需求—商業與管理群	50
4.1.1 文本分析	50
4.1.2 訪談結果	69
4.2 專業科目的數學需求—餐旅群	72
4.2.1 文本分析	72
4.2.2 訪談結果	78
4.3 專業科目的數學需求—電機與電子群	83
4.3.1 文本分析	83
4.3.2 訪談結果	105
第 5 章 結論與建議	109
5.1 結論	109
5.2 建議	114
參考文獻	119

表 目 錄

表 1.4-1：書籍資訊	8
表 1.4-2：受訪者資訊	9
表 2.1-1：99 高職數學 A、B、C 版之教學綱要	13-16
表 2.1-2：15 職群的數學版本及部定專業科目	17
表 2.2-1：數學與機械科專業的關聯	22
表 2.2-2：數學與土木建築科專業的關聯	22
表 2.2-3：數學與電機電子科專業的關聯	23
表 2.2-4：數學知識單元盤點及課程學習地圖調查報告	24
表 2.3-1：管理與財經學院可從事的職業之工作內容及其相對應之數學 內容	27
表 2.3-2：電子資訊、機械工程學類及土木建築學類科須特別重視的數 學能力	28
表 2.3-3：100 種職業所須之數學能力	30-31
表 2.3-4：數學能力被使用的百分比	32
表 3.1-1：100~102 學年度高中職各學制之高二學生比率一覽表	34
表 3.2-1：100~102 學年度高職各職群的高二學生數與比率一覽表	36
表 3.2-2：100~102 學年度五專各職群的高二學生數與比率一覽表	39
表 3.2-3：102 學年度高職與五專各職群的二年級學生數與比率一覽表	40
表 3.3-1：100~102 學年度綜合高中各群的高二學生數與比率一覽表	41
表 3.4-1：90 與 100 學年度高職各職群的高二學生數與比率一覽表	45
表 3.4-2：自行歸類之群科歸屬表（90 學年度）	49
表 4.1-1：現金折扣條件	68
表 4.1-2：常見利率名詞	68
表 4.3-1：基本電學與數學 C 的「向量」內涵	103
表 4.3-2：基本電學的「相量」與數學 C 的「複數」內涵	104

圖目錄

圖 1.1-1：現行學制圖	2
圖 3.2-1：100~102 學年度高職二年級各職群選修率之叢聚圖	37
圖 3.3-1：100~102 學年度綜高(專門學程)二年級各職群選修率之叢聚圖	42
圖 3.3-2：102 學年度高職與綜高二年級各職群選修率之比較圖	44
圖 3.4-1：90 與 100 學年度高職二年級各職群選修率之比較圖	47

第 1 章 緒論

本章旨在闡述研究動機，及其延伸的研究目的與問題，並針對此篇論文之名詞與範圍作定義與界定，最後則簡述研究方法與步驟。共分為 5 節，依序為「研究動機」、「研究目的與待答問題」、「名詞解釋」、「研究範圍與限制」以及「研究方法與步驟」。

1.1 研究動機

我國的國中畢業生可選擇就讀普通型高中、技術型高中（民國 103 年前稱為高級職業學校，以下仍以「高職」代稱）及五專等 3 種學制（如圖 1.1-1），其中高中屬於普通教育體系，以學術研究為目標，偏重學科與理論；高職及五專屬於技職教育體系，以學習應用技術為主要目標，較偏重實作。而我國的技職教育對於國家的經建發展具有重要的貢獻，高職無疑是最重要的基石。

高職教育的成功與技職教育品質的良窳密切相關。然而，隨著時代的演變，產業與經濟環境的快速變遷，高職原與產業關係密切的特性也就會有科別調整或課程修正的必要（教育部，民 100）。而課程是教育內涵的架構，也是實現教育目標的手段。隨著社會變遷，教育內容與時俱變，以符應時代的需求。近六十年來，台灣的職業教育歷經四十一、四十四、五十三、六十三、七十五、八十六以及九十五年等七次課程變革，也都是反映台灣當時社會與產業需求（陳金進，民 95）。

舉例來說，民國 67 年的高職課程變革因工業及科技的發展迅速，使得其以單位行業訓練為主所培育的人才，無法滿足多元的就業需求，以致產生民國 74 年的高職課程改革。然而民國 74 年的高職課程變革，其群集課程範圍太廣，在統整上亦有待改善，使得成效並不如預期佳，故 87 年高職課程的改革隨即而來，此次的課程改革實現了多元學習與多元發展的目標，但在各級學校的課程上有產生重疊及脫節的現象，顯示各級學校在課程的銜接上面臨了困難，95 年高職課程的改革乃孕育而生（柯俊瑋、陳聿芸、吳宏茂，民 95）。

民國 95 年實施之職業學校群科課程暫行綱要，將高職依專業屬性分成機械、動力機械、電機與電子、化工、土木與建築、商業與管理、農業、家政、餐旅、海事、水產、藝術、設計、食品、外語群等 15 群，企圖解決多年來高職分科過細的問題，並訂定群核心課程。

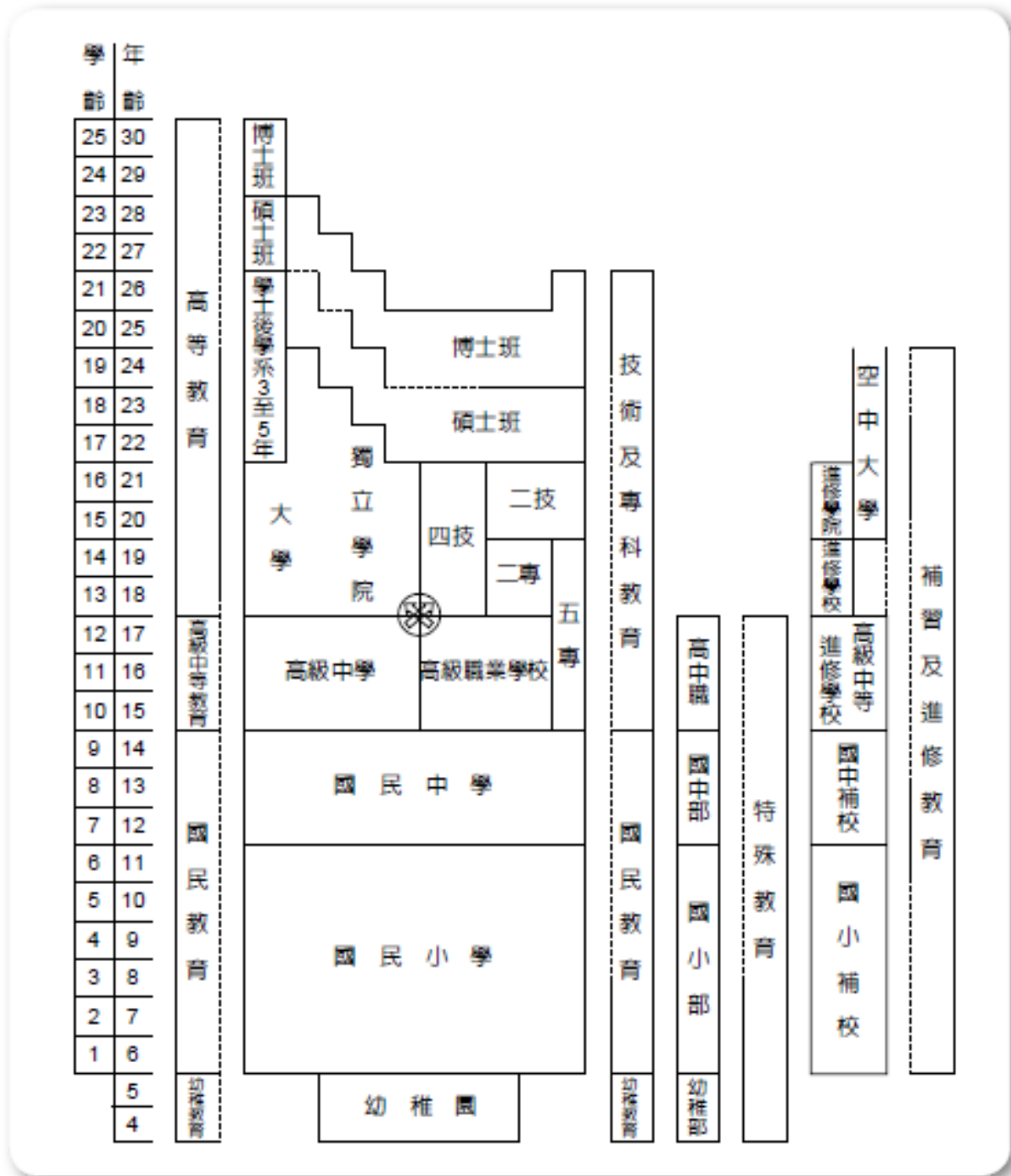


圖 1.1-1：現行學制圖

資料來源：教育部統計處(民 100)。中華民國教育統計(民國 100 年版)。

民國 99 年公布之職業學校群科課程綱要，則根據 95 年課程暫綱加以微調，以群科能力指標為指引，希望能落實「實群實科」之課程發展特色（教育部，民 100）。現行高職（103 學年度）即以民國 99 年公布之綱要為基準，以下擷取《職業學校群科課程綱要》之「總綱」與「一般科目」中，職業學校的教育目標與數學科的課程目標，以窺知職業教育與數學科的定位。

❖ 職業學校教育目標

職業學校以教導專業知能、涵養職業道德、培育實用技術人才，並奠定其生涯發展之基礎為目的，為實現此一目的，須輔導學生達到下列目標：

1. 充實專業知能，培育行職業工作之基本能力。
2. 陶冶職業道德，培養敬業樂群、負責進取及勤勞服務等工作態度。
3. 提升人文及科技素養，豐富生活內涵，並增進創造思考及適應社會變遷之能力。
4. 培養繼續進修之興趣與能力，以奠定其生涯發展之基礎。

❖ 數學領域課程目標：

1. 引導學生瞭解數學概念與函數圖形，增進學生的基本數學知識。
2. 培養學生基本演算與識圖能力，以應用於解決日常實際問題及未來工作領域內實務問題。
3. 訓練學生運用計算器與電賦軟體，解決日常實際問題及未來工作領域內實務問題。
4. 增強學生基礎應用能力，以培養學生未來創業、繼續進修、自我發展的能力。

99 課綱的規劃理念是將數學作為專業領域使用數學工具的知能教育，而數學知能是國民基本素養的必要成分；其規劃原則是以前 95 暫綱學習內容為基準，以職業類科學習需求為考量，並整合基本能力需求的要項。

然而，現行數學科「實際」在高職的定位，以及在專業課程中所扮演的角色，漸已受到關注，甚至質疑。

在職業教育的歷程中，對於許多以科學和工程為專業的學生來說，數學是一門基礎課跟工具課，數學不僅是學習專業課程的基礎，而且也是未來發展的基石，若忽視了數學在理工專業課程的角色，職業發展將大大受到阻礙。目前許多高職院校，教師和學生對數學並沒有給予足夠的重視，使得數學和專業課程是完全脫節。提高學生在數學上的學習興趣，以及有效的整合數學與專業課程，是每個數學教師所需要考慮的問題（Yan Yu, Xiangju Meng, Zongzhai Wu, 2012）。

數學教材的內容與專業課程的相關性不高，即使數學課本因應學生的特徵來增加或減少相對應的內容，也仍與專業課程無關，使得高職學生無心戀棧，且多數高職學生不知道為什麼要學習數學。學生對數學不感興趣的最大原因即是認為數學課程無法與專業課程作連結，尤其是在面對較高等、較抽象的數學時，因此數學內容應該盡可能與專業課程相關（Yan Yu, Xiangju Meng, Zongzhai Wu, 2012）。數學作為職業課程的真正支持者，因此應在專業課程的背景與脈絡下發展數學內涵。相對於普通高中所討論的數學議題，對職業教育的學生來說，如何將數學知能應用在職場中，應更為重要（Henk van der Kooij, 2011）。

許桂敏、陳守治（民 82）由高工專業科目的課程中，發現有很多地方使用的數學均由專業科目的教師先行講解，但因專業教師常將重點放在應用及代公式的層次，而對數學單元的原始性質甚少涉及，使得學生不願對基本的性質加以學習，形成無法提升數學水準，亦對數學形成無用又無益的感覺。因此許桂敏、陳守治（民 82）就高工電機電子群之數學課程，配合數學課程標準、教學順序，以及專業科目參用數學單元之順序下，作數學課程之適當重排調配，使得學生在學得數學的基礎部分後，可立即在專業科目的課程中利用，以專業科目之應用作為數學單元之練習，而該數學單元的加強訓練可移後實施，以便優先講授其他單元之基礎部分。

從民國 82 年後至今（民國 104 年），研究者未搜尋到探討數學與專業科目課程順序的相關文獻，但在一次的數學科教師成長團體的會議紀錄中（民 98），卻發現數學與專業科目的「失聯」，又再度受到討論。

國立臺灣師範大學教育研究與評鑑中心（民 98）與臺北市立大安高及工業職業學校共同辦理數學教師成長團隊活動，以「高職數學課程教學與專業科目之關係」之系列主題，邀請大安高工數學科、物理科、資訊科、汽車科的教師們擔任主講人，就數學科目和專業科目間的連結關係進行多次的溝通與討論，目的是讓數學教師更瞭解如何幫助學生在數學及專業科目的銜接學習上更為流暢。從二次的會議紀錄中發現，不同領域呈現相同的內容，其呈現方式完全不同，符號代表的意義也可能會不一樣，類似的觀念可能會因為科目，而有不同的呈現方式，以致使學生混亂。大安高工數學科馬主任表示，在經過和專業科目老師的溝通及對話後，發現專業科目的某些內容和數學的某些觀念有關係，有些數學沒教那麼多的，但在專業科目裡卻很重視也很強調；而大安高工資訊科徐主任則從數學老師的回饋中，瞭解某些對於專業科目很重要也很常用的數學，數學科卻沒教，或已經刪掉了。

洪醒漢（民 104）則再次針對上述問題作闡述與例證。洪醒漢（民 104）表示，現行數學課程綱要雖針對十五群科的屬性分為 A、B、C 及 S 四版，但仍苦無針對各群「量身訂做」的數學課程或教材，導致部分群科的學生在修習專業科目時缺乏數學應有的背景知識，像是高職學生於一年級第一學期雖已學過三角函數的圖形，但交流電的學習過程中，尚需理解補充圖形的變化，如平移、伸縮、週期的改變等，以解釋相位的超前及滯後、頻率的改變等問題。

綜合上述，在面對 12 年國教的挑戰下，以核心素養的角度出發，高職的數學課程面臨到課程規劃與專業科目教學並未搭配，還有數學課程內容並不足以應付專業科目所需之能力的困境（洪醒漢，民 104）。因此，研究者希望能從專業領域的角度出發，以探討高職需要哪些數學知能？如何使用這些數學內涵？以及何時需要？又其需求程度為何？期望透過此篇論文，能提供並促進跨領域交流與整合的機會，以作為教師在施行教學或研究等參考資料。

1.2 研究目的與待答問題

基於上述之研究動機，本篇論文之研究的目的是希望能深入瞭解專業領域在技術型高中對數學知識、能力的學習需求，進而分析現行的數學內容與專業課程在供給與需求上是否達到平衡。因此，研究者欲先探討教育現況，瞭解技職體系中各職群的選修人數，再從 (1) 專業科目 (2) 教學現場，這二方面來探討現行數學課程與專業領域的需求差異，並就以上敘述，提出下列三點問題。

1. 教育現況層面，近三年中高級中等教育與五專中，各學制的學生分布為何？而在技職體系中，各職群的選修率為何？
2. 專業科目方面，各專業領域的共同科目中，有提到哪些數學內容？又現行數學課程的編排是否得以配合專業科目的需求？
3. 教學現場方面，專業科目的老師在教學現場，有哪些與數學內涵相關的困難？對於數學課程又有什麼建議？

透過此研究，希望其結果能作為「高職數學課綱」日後在課程編排上的參考，亦希望能嘗試搭建數學與專業領域間的溝通橋樑，藉由初探專業課程的數學需求，協助學生將數學上的學習遷移至專業領域，以彰顯技職教育之特色。

1.3 名詞解釋

以下就本篇論文所提及的相關重要名詞作界定與闡述。

1. 技術型高中（原稱為高級職業學校，簡稱高職）

一般慣稱的「高中職」於民國 103 年正式改為「高級中等學校」，共可分為普通型高級中等學校、技術型高級中等學校、綜合型高級中等學校與單科型高級中等學校。其中的技術型高級中等學校即為原高級職業學校。本研究選擇沿用慣用的名稱「高職」來表示技術型高級中等學校暨普通型高級中等學校附設專業群科。

2. 技職教育

我國的技職教育現況，分為中等技職教育及高等技職教育。中等技職教育包括國中技藝教育、高級職業學校、普通高中附設職業類科及綜合高中專門學程；高等技職教育學制主要分為專科學校、技術學院及科技大學二個層級。本研究所談及的「技職教育」包含高級職業學校、普通高中附設職業類科、綜合高中專門學程及五專。

3. 高職 99 課綱（或簡稱 99 課綱、課綱）

意指民國 99 年公布之職業學校群科課程綱要，主要根據 95 年實施之職業學校群科課程暫行綱要加以微調，以兼顧升學、就業兩個面向。修訂原則以「學校本位」精神發展課程，發揮學校特色；以「能力本位」為參照，進行課程規劃；以「群科能力指標」為指導，強化技職課程、證照檢定、產業需求等關鍵能力的一貫養成。

4. 15 職群

高職依專業屬性分成機械、動力機械、電機與電子、化工、土木與建築、商業與管理、農業、家政、餐旅、海事、水產、藝術、設計、食品、外語群，本研究統稱為「15 職群」。

5. 高職數學 A、B、C、S 版（或簡稱數學 A、數學 B、數學 C、數學 S）

高職 99 數學課程綱要，以生活應用為目標，並參照各群差異教學與專門學科之需求，分版設計 A、B、C、S（105 課綱即將併入 A 版）四種版本。以下參考統測考科，整理出各版本適用之群類。

- 數學 A：家政群幼保類、家政群生活應用類、衛生與護理類
- 數學 B：設計群、商業與管理群、食品群、農業群、外語群英語類、外語群日語類、餐旅群、海事群、水產群
- 數學 C：機械群、動力機械群、電機與電子群電機類、電機與電子群資電類、化工群、土木與建築群、工程與管理類
- 數學 S：藝術群影視類

1.4 研究範圍與限制

1. 研究對象的限制

高級中等學校專業群科歸屬之類別為：農業、工業、商業、海事水產、家事、藝術等六類。95 學年度起，課程架構依專業屬性及職業群集概念，將 86 個科別統整為 15 職群。但受限於人力、物力等因素，本研究僅針對近幾年選修率合計超過一半的前三大職群：「商業與管理群」、「餐旅群」、「電機與電子群」作分析，因此研究結果無法過度推論至其他職群。

2. 研究工具的限制

本研究欲探專業科目中的數學需求，但因修習的科目及數學版本，會因學校、科系而有所差異，因此，研究者依各職群的「統測考科」作為數學版本及部定專業及實習課程學習內容的參考。而高職數學及專業教科書的版本眾多，教材內容與編排方式可能不盡相同，但受限於人力、時間等因素，因此選用的書籍為受訪教師所提供，且均依最新課綱（高職 99 課綱）編輯而成的。表 1.4-1 為書籍資訊。

表 1.4-1：書籍資訊

職群	科目	版本	
商業與管理群	商業概論 I II	龍騰	
	會計學	I	啟芳
		II~IV	龍騰
	經濟學 I II	龍騰	
餐旅群	餐旅概論 I II	宥宸	
	餐旅服務 I~IV	龍騰	
	飲料與調酒 I~IV	宥宸	
	餐飲管理 II	五南	
	烘焙 I	啟英	
電機與電子群	基本電學 I II	台科大	
	電子學 I II	龍騰	
	數位邏輯	龍騰	

3. 訪談對象的限制

本研究希望從上述教科書所分析、整理出的數學內容，作為訪談的參考資料，以瞭解教授專業科目的教師在教學現場，所碰到的數學相關問題。但因各職群所涵蓋的科別與科目眾多，因此研究者就地緣的便利性，邀請桃園縣私立育達高級中學的商業經營科、餐飲管理科、資訊科作為訪談對象。表 1.4-2 為受訪者的資訊。

表 1.4-2：受訪者資訊

隸屬職群	科系	受訪教師	教學年資	教授科目
商業與管理群	商業經營科	李主任	22 年	經濟學
		張老師	30 年	會計學
餐旅群	餐飲管理科	林主任	25 年	餐飲管理 、行銷
電機與電子群	資訊科	曾主任	17 年	基本電學 (含實習) 電子學 (含實習) 數位邏輯 (含實習) 程式設計等

1.5 研究方法與步驟

本研究旨在從專業領域的角度出發，以探討高職對數學課程的學習需求。基於此一目的，研究者將此研究分為二大步驟。第一步驟為「教育現況的探討」，主要利用數據的統計與分析，以瞭解各學制、各職群的人數分布，並就研究結果選定研究對象。第二步驟為「數學需求的探討」，主要利用內容分析法、調查研究法中的訪談法，分別從專業科目的內容、專業教師的觀點，以瞭解學生學習專業課程所需的數學能力。以下便針對此三種方法作闡述。

1. 數據統計與分析

依本研究的第一步驟——教育現況的探討，研究者藉教育部統計處公布的科別資料，統計出近年在高級中等教育與五專的學生分布，並針對技職教育中，各學制在 15 職群的選修率作分析與比較，以回答研究問題 1。而由於前述之研究限制，本研究無法針對所有專業領域作探討，因此研究者就此研究結果，選定學生人數合計超過一半的前三大職群：「商業與管理群」、「餐旅群」與「電機與電子群」作為研究對象（詳細的統計圖表與分析，請參閱第 3 章），以進行本研究的第二步驟——數學需求的探討。

針對第二步驟，研究者欲從「專業科目」與「教學現場」這二方面來探討專業領域對數學的學習需求。因此，研究者針對上述三群的共同專業科目的數學內容作分析，再以分析結果作為研究工具，以利訪談各三群教授專業科目的教師。

2. 內容分析法 (content analysis)

內容分析亦稱資訊分析或文獻分析。在許多研究領域中，常需要透過文獻的分析或文件資料的彙整而獲得完整的資訊。因此，內容分析法便常應用於文件分析的研究中。早期的內容分析法是對文件資料的內容作客觀而有系統的量化，但此定義在今日已經顯得範圍過於狹窄，因此歐用生（民 83）認為內容分析法為透過量化的技巧以及質的分析，採客觀與系統的態度，進行文件內容的研究及分析，藉以推論產生該文件內容之環境背景和意義的一種研究方法。

本研究以「數學內涵」為分析單位，針對專業科目內的數學式子、運算技巧等作整理與分析。一邊採用定量分析的概念粗估，以瞭解專業課程在使用各項數學的時機跟頻率；一邊再以質性分析方式，探討專業課程在使用數學的時間、內涵上與數學課程的差異，最後則依據此研究結果，回答研究問題 2。

在作文本分析時，對於外顯內容較易判別，像是數學符號、式子，以及運算技巧等；但對於可能的潛在內容，則會因個人而有不同的詮釋。因此，研究者兼採調查研究法，以較透徹且完整地探究教科書的各個面向。

3. 調查研究 (survey research) — 訪談法 (interview method)

調查研究是採用問卷、訪問或觀察等技術，從母群體成員中搜集所需資料，以決定母群體在一個或多個社會學變項或心理學變項上之現況，或諸變項之間之關係（王文科、王智弘，民 98）。教育方面的調查研究，即是有目的、有計畫地蒐集有關教育現象的實證資料，再透過分析和解釋，正確地描述教育現象或探討教育問題（周新富，民 98）。

根據研究資料的蒐集方法，調查研究可分為問卷調查、訪問調查以及控制觀察。而訪問調查依提問的形式又分為非結構性訪問、結構性訪問與半結構性訪問。「非結構性訪問」具有彈性，且很少限制回答者的答案，僅會以少許問題來導引談論的方向，可深入探索人的動機，並使受訪者與訪問者得以產生社會的交互作用，因而可從中找到豐碩的假設。「結構性訪問」的程序嚴格要求標準化與正式化，即按相同方式與順向受訪者提出相同的問題，其答案只有是、否，或從一組變通答案中擇其一，在本質上較非結構性訪問符合科學要求，可根據研究結果，建立科學上的概括原則。「半結構性訪問」即訪問者最初向受訪者發問一系列結構性問題，然後為作深入探究起見，採用開放性問題，務期獲致更完整的資料，由於此方法具備合理的客觀性，並允許受訪者充分反映自己的意見，因此在教育研究領域中，格外適用。

本研究採用訪問調查中的個別訪問，並以半結構性的方式作訪談，以期能全面且確實地瞭解教師在授課時的教學困難，最後則依據此研究結果，回答研究問題 3。

第 2 章 文獻探討

本研究旨在瞭解專業課程對數學的需求，進而分析現行的數學課程是否得以配合；而高職教育以教導專業知能、培育實用技術人才等為目的，因此各行業對數學的需求亦為一重要議題，因此本章針對上述目的作相關的文獻探討。

本章共分 3 節，第 1 節「高職數學課程與各職群之專業科目一覽表」，以初探各版本的數學課程及教學順序；第 2 節「高職數學與專業科目的相關性」，以就現行文獻作整理，並以此作為本研究之基礎；以及第 3 節「數學與職場的相關性」，以蒐集職場對數學的需求，可作為高職數學的參考資料。

2.1 高職數學課程與各職群之專業科目一覽表

99 課綱依專業屬性分 15 群，規劃群核心課程，強化學校本位課程。課程結構大致可分為「部定必修」與「校訂必選修」，校訂必選修由各校依據課程規劃理念、課程架構、學生進路需求、師資結構、設備狀況等因素，進行校訂科目之規劃；而部定必修分為「一般科目」與「專業及實習科目」，專業及實習科目由各群科課程修訂委員會就群別性質規劃教學科目，而一般科目針對不同群科之教學需求，增修不同版本，以增加彈性開課空間，其中 99 高職數學科課程綱要之 A、B、C、S 四種版本乃針對不同群科所制訂，由於數學 S 在 105 課綱將併入數學 A，因此僅呈現另外三版之數學課程內容，請參考表 2.1-1。

因四技二專統一入學測驗是升學技專校院的重要成績依據，包括四技二專甄選入學、四技二專日間部聯合登記分發以及各區四技進修部二專夜間部聯合招生管道皆可採計統測成績；除此之外，還包括軍事校院士官二專班、大學日間及進修學士班以及其他多種四技二專各學制單獨招生管道也都可以作為入學成績重要的採計項目或參考資料（技專校院招生策進總會，民 104）。因此研究者依其考試科目作為 15 職群數學科及部定專業及實習課程學習內容的參考，如表 2.1-2。

表 2.1-1：99 高職數學 A、B、C 版之教學綱要

冊	數學 A		數學 B		數學 C	
	主題	內容綱要	主題	內容綱要	主題	內容綱要
第一冊	直線 方程 式 (8)	1.直角坐標。 2.距離公式。 3.分點坐標。 4.直線的斜率與方程式。	直線 方程 式 (8)	1.直角坐標。 2.距離公式。 3.分點坐標。 4.直線的斜率與方程式。	直線 方程 式 (12)	1.直角坐標。 2.距離公式。 3.分點坐標。 4.直線的斜率與方程式。
	三角 函數 及其 應用 (28)	1.有向角及其度量。 2.三角函數的定義與圖形★。 3.三角函數的應用。	三角 函數 (24)	1.有向角及其度量。 2.三角函數的定義與圖形★。 3.三角函數的基本性質。	三角 函數 及其 應用 (46)	1.有向角及其度量。 2.三角函數的定義與圖形★。 3.三角函數的基本性質。 4.和差角公式與二倍角公式。 5.正弦與餘弦定理。 6.解三角形問題(含三角測量)★。
			向量 (8)	1.向量的意義。 2.向量的加減與實數積。 3.向量的內積與夾角。	向量 (14)	1.向量的意義。 2.向量的加減與實數積。 3.向量的內積與夾角。 4.點到直線的距離。
			指數 與對 數及 其運 算 (14)	1.指數與對數及其運算的意義。 2.指數函數及其圖形★。 3.對數函數及其圖形★。 4.常用對數與其應用★。		

表 2.1-1：99 高職數學 A、B、C 版之教學綱要(續)

冊	數學 A		數學 B		數學 C	
	主題	內容綱要	主題	內容綱要	主題	內容綱要
第 二 冊	向量 (8)	1.向量的意義。 2.向量的加減與實數積。 3.向量的內積與夾角。 4.點到直線距離。	數列 與級 數 (8)	1.等差數列與等差級數。 2.等比數列與等比級數。 3.無窮等比級數★。	式的 運算 (26)	1.多項式的四則運算。 2.餘式與因式定理。 3.多項方程式。 4.分式與根式的運算。
	式的 運算 (18)	1.多項式的四則運算。 2.餘式與因式定理。 3.多項方程式。	式的 運算 (14)	1.多項式的四則運算。 2.餘式與因式定理。 3.分式與根式的運算。	方程 式 (18)	1.二元一次聯立方程式。 2.二、三階行列式與 Cramer 公式。
	指數 與對 數及 其運 算 (10)	1.指數與對數及其運算的意義。 2.指數函數及其圖形★。 3.對數函數及其圖形★。 4.常用對數與其應用★。	方程 式 (18)	1.多項方程式。 2.二元一次聯立方程式與二階行列式。 3.三階行列式與 Cramer 公式。	複數 (14)	1.一元二次方程式的虛根。 2.複數的四則運算。 3.複數平面與極式。 4.隸美弗定理及其應用。
			不等 式及 其應 用 (14)	1.一元二次不等式。 2.絕對不等式。 3.二元一次不等式的圖形。 4.線性規劃。	不等 式及 其應 用 (14)	1.二元一次不等式的圖形。 2.線性規劃。 3.一元二次不等式。 4.絕對不等式。

表 2.1-1：99 高職數學 A、B、C 版之教學綱要(續)

冊	數學 A		數學 B		數學 C	
	主題	內容綱要	主題	內容綱要	主題	內容綱要
第三冊	不等式及其應用 (20)	1.一元二次不等式。 2.二元一次不等式的圖形。 3.線性規劃。	排列組合 (18)	1.乘法原理與樹狀圖。 2.排列與組合。 3.重複排列與重複組合。 4.二項式定理*。	數列與級數 (8)	1.等差數列與等差級數。 2.等比數列與等比級數。
	圓與直線 (8)	1.圓方程式。 2.圓與直線的關係。	機率與統計 (36)	1.樣本空間與事件。 2.求機率問題★。 3.數學期望值★。 4.資料整理與圖表編製★。 5.算術平均數、中位數、百分等級★。 6.四分位差與標準差★。 7.抽樣方法。 8.解讀信賴區間與信心水準。	指數與對數及其運算 (20)	1.指數與對數及其運算的意義。 2.指數函數及其圖形★。 3.對數函數及其圖形★。 4.常用對數與其應用★。
	數列與級數 (8)	1.等差數列與等差級數。 2.等比數列與等比級數。			排列組合 (16)	1.乘法原理與樹狀圖*。 2.排列與組合*。 3.二項式定理*。
					機率與統計 (28)	1.樣本空間與事件。 2.求機率問題★。 3.數學期望值★。 4.資料整理與圖表編製★。 5.算術平均數、中位數、百分等級★。 6.四分位差與標準差★。 7.抽樣方法。 8.解讀信賴區間與信心水準。

表 2.1-1：99 高職數學 A、B、C 版之教學綱要(續)

冊	數學 A		數學 B		數學 C	
	主題	內容綱要	主題	內容綱要	主題	內容綱要
第四冊	排列組合 (10)	1.乘法原理與樹狀圖。 2.排列與組合。	三角函數的應用 (16)	1.和差角公式與二倍角公式。 2.正弦與餘弦定理*。 3.解三角形問題(含三角測量)★。	二次曲線 (24)	1.圓方程式。 2.圓與直線的關係。 3.拋物線的圖形與標準式。 4.橢圓的圖形與標準式。 5.雙曲線的圖形與標準式。
	機率與統計 (26)	1.樣本空間與事件。 2.求機率問題★。 3.數學期望值★。 4.資料整理與圖表編製★。 5.算術平均數、中位數、百分等級★。 6.四分位差與標準差★。 7.抽樣方法。 8.解讀信賴區間與信心水準。	二次曲線 (20)	1.圓方程式。 2.圓與直線的關係。 3.拋物線的圖形與標準式。 4.橢圓的圖形與標準式*。 5.雙曲線的圖形與標準式*。	微積分及其應用 (48)	1.極限的概念(數列與函數)★*。 2.無窮等比級數。 3.多項函數的導數與導函數。 4.微分公式。 5.微分的應用★。 6.積分的概念與反導函數。 7.多項函數的積分。
			微積分及其應用 (18)	1.極限的概念(數列與函數)★*。 2.多項函數的導數與導函數。 3.微分公式。 4.微分的應用★。 5.積分的概念與反導函數*。 6.多項函數的積分*。		

說明：1. 註記*者為選讀內容，教師得依學生需求調整授課內容。

2. 註記★之內容應補充使用計算器、電腦軟體(如：試算表)解決相關問題之操作說明，課堂練習、指定習題、評量時亦應允許學生使用計算器或電腦軟體求值與作圖，不宜要求學生以筆算方式處理繁複數值的計算。

資料來源：整理自教育部(民 98)。職業學校群科課程綱要暨設備基準—一般科目。

表 2.1-2：15 職群的數學版本及部定專業科目

考試類別	數學	專業科目	
機械群	C	機件原理、機械力學	機械製造、機械基礎實習、製圖實習
動力機械群	C	應用力學、引擎原理及實習	電工概論與實習、電子概論與實習
電機與電子群 電機類	C	電子學、基本電學	電工機械、電子學實習、基本電學實習
電機與電子群 資電類	C	電子學、基本電學	數位邏輯、數位邏輯實習、電子學實習、 計算機概論
化工群	C	普通化學、普通化學實驗、 分析化學、分析化學實驗	化工原理（基礎化工、化工裝置）
土木與建築群	C	工程力學、工程材料	測量實習、製圖實習
設計群	B	色彩原理、造形原理、設計 概論	實作：基本設計、繪畫基礎、基礎圖學
工程與管理類	C	基礎物理、基礎化學	計算機概論
商業與管理群	B	商業概論、計算機概論	會計學、經濟學
衛生與護理類	A	基礎生物	健康與護理
食品群	B	食品加工、食品加工實習	食品化學與分析、食品化學與分析實習
家政群幼保類	A	家政概論、家庭教育	幼兒教保概論與實務
家政群 生活應用類	A	家政概論、家庭教育	色彩概論、家政行職業衛生與安全
農業群	B	農業概論	基礎生物
外語群英語類	B	商業概論、計算機概論	英文閱讀與寫作
外語群日語類	B	商業概論、計算機概論	日文閱讀與翻譯
餐旅群	B	餐旅概論	餐旅服務、飲料與調酒
海事群	B	輪機	船藝
水產群	B	水產生物概要	水產概要
藝術群影視類	S	專業藝術概論(影視)	展演實務(影視製作概論)

資料來源：技專校院招生策進總會。104 學年度四技二專統一入學測驗各類別考試科目。

觀察表 2.1-1，若以數學 C 的主題順序為標準：直線方程式→三角函數及其應用→向量→式的運算→方程式→複數→不等式及其應用→數列與級數→指數與對數及其運算→排列組合→機率與統計→二次曲線→微積分及其應用，同時比較另兩版的課程綱要，發現除了小部分的數學順序有更動以外，數學 A、B、C 版本的數學順序大致呈現「數學 A ⊂ 數學 B ⊂ 數學 C」的形式。數學 B 沒有「複數」這一單元，並將「三角函數及其應用」拆成兩部分，後半部放置於「機率與統計」之後，而「指數與對數及其應用」和「數列與級數」則挪於「向量」之後，其餘課程順序都一致。數學 A 沒有「方程式」、「複數」、「微積分及其應用」，並將「二次曲線」內的「圓與直線」獨立出來，放置在「不等式及其應用」之後，而「指數與對數及其應用」則挪於「式的運算」之後，其餘課程順序都一致。而若只探討各單元的課程內容，更是呈現「數學 A ⊂ 數學 B ⊂ 數學 C」的形式。

高職數學課綱分為四個版本，以因應不同群科屬性的差異，數學 A 適用於家政類群科；數學 B 適用於商業、農業、及海事類群科；數學 C 適用於工業類群科；數學 S 適用於藝術類群科。適用類群科的差異甚大，但數學科的教材順序卻幾乎一致，而課程內容更僅是「包含」的關係。因此，研究者欲參考表 2.1-2 中，各職群的共同專業科目作文本分析，以瞭解各專業科目是何時需要用到數學，又是需要哪些數學能力，並探討是否有家政或商業類群等所需要，但工業類群卻不著重的數學知能，期望在學生學習數學之完整性的前提下，能同時兼顧數學在專業課目課程中的應用性。

2.2 高職數學與專業科目之相關性

職業學校的教育目標以教導專業知能、涵養職業道德、培育實用技術人才，並奠定其生涯發展之基礎為目的（民 98），而在高職的 95 暫綱以及 99 課綱中，均把一般科目中的數學，定位為「專業科目會用到的數學」，以配合各相關專業科目的教學需求，始達學以致用之目的。於是，研究者蒐集並整理了台灣有關高職數學與專業科目的文獻，以瞭解數學與專業科目間的相關性；比較不同國家的高職數學課程內容之異同；探討台灣在 99 課綱與 95 暫綱中，高職數學課程的改變與教師們的意見；以及近年針對專業科目所需的數學能力作的整理及相關的調查報告。

李維華（民 93）以製圖科、化工科、建築科、冷凍科、電機科、電子科、資訊科、汽車科、機械科等，共九種職業類科的二年級學生為研究對象，針對其高一的數學總成績與實習課程成績做研究，發現除了建築科以外，其餘八種類科的數學成績和實習成績皆呈現正相關，其中以相關係數為 0.733 的資訊科為首，顯示數學成績好的同學適合選修製圖科、化工科、冷凍科、電機科、電子科、資訊科、汽車科、機械科。

陳政名（民 101）在探討高職與綜合高中電機電子群學生於數學與專業科目學習成就的相關性時，以彰化某高工及其附設綜合高中部電機電子群近三個學年度（98、99、100）的學生為研究對象，發現數學與專業科目一（基本電學、電子學）和專業科目二（基本電學實習、電子學實習、電工機械）的學習成就呈現顯著正相關。

李宜珍（民 96）以台灣教育部於 2005 年（民國 94 年）二月五日頒布的《職業學校商業與管理群科課程暫行綱要》與中國大陸教育部於 2000 年頒布的《中等職業學校會計專業課程設置》及《中等職業學校數學教學大綱（試行）》為主要素材，旨在探討台灣與大陸職業學校的數學科課程綱要，並比較數學科的教學目標、在整體課程中的地位、以及教材大綱的內容與順序等等之異同。

李宜珍（民 96）的研究發現，兩者的教育目標均在培養學生數學的基本知識、基本運算能力、使用計算器的能力，進而使學生應用數學解決問題的能力，並且配合專業科目所需的數學能力，以達到學以致用之目的。而數學領域所占的比率，不論是從一般科目中去比較，或是從基礎科目與專業課程中去比較，發現大陸的數學課程在整體課程中，所占的比率較台灣多，由此可知，大陸的課程比台灣的課程更強調數學科的重要性。進一步地，李宜珍（民 96）比較台灣與大陸的數學教材與教科書上的內容，發現有多處相異之處，以下列出幾點：

1. 指數與對數：台灣在此單元的內容綱要較缺少，大陸在這單元上的知識點除了與台灣相同的部分外，還有 N 次根式，以及利用計算器求 a^b 、對數值 $\log_a c$ 、 $\log N$ 、 $\ln N$ 。
2. 三角函數：除了正弦、餘弦、正切的圖形及週期外，台灣也有餘切、正割、餘割的圖形及週期，但大陸僅談及餘切、正割、餘割的定義，並無這三者的圖形及週期。不過，大陸另外多了利用計算器解決問題的單元，如利用計算器求三角函數值、正弦、餘弦、正切的和角公式、兩倍角公式、反三角函數的記號及利用、計算器求角度等。
3. 統計：大陸在這單元比台灣多了密度曲線與正態分布、線性回歸、質量控制圖及其應用，另外在選修課程上多增加較進階的統計單元。
4. 台灣有，但大陸沒有的單元：二階與三階的行列式、一次方程組的解法；高次方程式的解法；重複排列與重複組合。

廖光永（民 101）以內容分析法與問卷調查的方式，探討台灣 95 暫綱、99 課綱高職數學 B 在教學目標、教材內容及教材內容編排順序之差異，並訪談、彙整五位具有 95 暫綱、99 課綱高職數學 B 實際授課經驗教師的意見。以下為廖光永（民 101）針對數學教材內容的幾點研究結果：

1. 和差角公式與二倍角公式：約 73% 的教師不同意 99 課綱在數學 B 內的三角函數應用部分中，增加「和差角公式與兩倍角公式」，多數教師認為此單元對於商業類群學生的專業科目或數學後續單元的學習並無助益，徒增學生學習負擔。

2. 拋物線的圖形與標準式：對於 99 課綱在數學 B 增加「拋物線的圖形與標準式」這部分，正、反意見各半（同意 49%、不同意 51%）。同意的教師認為此部分延伸二次函數的圖形的觀念，透過拋物線的圖形與標準式的介紹，學生可以知道其實還有開口向左、向右，甚至是歪斜的拋物線；而不同意的教師則認為拋物線的部分對於工科學生較有幫助和影響，對商科學生而言，以後的應用不多，增加這個部分的内容其實對商科學生來講沒有太大實質的幫助。
3. 橢圓與雙曲線的圖形與標準式：分別有 82%與 84%的老師表示反對於 99 課綱在數學 B 內新增「橢圓與雙曲線的圖形與標準式」。多數教師認為此二單元除了對商業類學生而言是全新且有學習負擔以外，對商業類群學生學習專業科目或解決實際問題並沒有幫助。
4. 微積分及其應用：73%的教師同意 99 課綱在數學 B 內增加「微積分及其應用」。主要原因是因為此章節能銜接技職院校的微積分，使得日後學生能更有效率的學習。此外，在商業類群的專業科目－經濟，也有微積分的簡單應用。所以教師認為新增此章節是有助於商業類群學生未來學習或解決專業相關的問題。

大安高工教務主任洪醒漢（民 104）表示，高職學生於專業科目（如：基本電學、測量學、工程製圖、力學等）課堂上，經常面臨「看見數學的式子，卻不知其所以然」的窘境，而專業科目教師在課程進度的壓力下也顯得愛莫能助，無法詳細並深入地解說當中的數學涵義。因此，該校數學教師期望透過與專業科目教師的合作，整合出一份支援專業領域的高職數學教材範例，提供範例以協助學生解決專業科目中數學內容的疑惑。也進一步地透過該校數學與專業類科教學研究會的對話與協商，大致整理出數學分別與機械群、土木建築群、電機電子群的關聯，簡單整理如表 2.2-1、表 2.2-2 以及表 2.2-3。

教育部於民國 104 年因數學課綱內容無法滿足專業科目及未來進入技專院校所需，因此發放一份問卷，係以現行高職數學 A、B、C、S 分版為參照，並以 15 群各群專業領域所需要的數學知識單元盤點及課程學習地圖為調查重點，分層抽樣各群 50%以上之學校，以做為 105 學年度技術型高中數學領域課程綱要修訂的重要依據與參考。其調查報告如表 2.2-4。

表 2.2-1：數學與機械科專業的關聯

專業科目/主題		所需數學能力
機械力學	力學物理量	向量
	直線運動	微積分
	摩擦	三角函數、指數與對數
	運動學	直線方程式、三角函數、數列與級數
	動力學	方程式
	材料力學	三角函數、微積分
機件原理	凸輪	數列與級數、二次曲線、微積分
	等腰連桿機構	二次曲線
機械製圖	二次曲線畫法	二次曲線

資料來源：洪醒漢(民 104)。綜合高中中心學校--電子報第 15 期。

表 2.2-2：數學與土木建築科專業的關聯

專業科目/主題	所需數學能力
力學	三角函數、向量、數列與級數
測量	直線方程式、三角函數、方程式、統計
圖學	二次曲線

資料來源：洪醒漢(民 104)。綜合高中中心學校--電子報第 15 期。

表 2.2-3：數學與電機電子科專業的關聯

專業科目/主題		所需數學能力
基本電學	電學概論	10 的乘冪
	直流網路分析	連立方程式、高斯消去法、行列式、二次根式、微分式
	電容與靜電	斜率、球面積、餘弦定理
	基本交流電路	反三角函數、複數、弦波微分(證明)
	交流電功率	積化和差公式、直線、指數積分
	交流電源	餘弦定理
	交流電	三角函數圖形、和角公式、複數、向量
	電感與電磁	根式運算、微分、三角函數
	直流暫態	自然指數、微積分、微分方程式
電子學	概論	三角函數、級數展開
	二極體	自然指數、微分計算
	二極體之應用電路	弦波積分
	雙級性階面電晶體	自然指數
	電晶體放大電路	指數微分
	場效電晶體	指數微分
	場效電晶體放大電路	一元二次方程式微分
	運算放大器	線型函數、三角函數、微積分
	基本振盪電路	複數、行列式(證明)、自然指數與對數、線型函數微積分

資料來源：洪醒漢(民 104)。綜合高中中心學校--電子報第 15 期。

表 2.2-4：數學知識單元盤點及課程學習地圖調查報告

	非常需要		非常不需要
	課程內容 (需要的程度)	年段安排	課程內容 (不需要的程度)
數學 A	直角坐標 (51.3%~61.8%)	高一上(前)	複數 (80.3%~82.9%)
	*排列 (50%~52.6%)	高二	微積分 (71.1%~80.3%)
	數列 (50%~52.6%)		圓錐曲線 (56.6%~63.2%)
			空間 (56.6%~60.5%)
			行列式 (50%~59.2%)
			其他：分點公式、部分分式、和角公式、向量正射影 (53.9%~59.2%)
數學 B	*方程式 (39.5%~50.6%)	高一	複數 (70.8%~79.0%)
	直角坐標 (37.2%~44.5%)	高一	空間 (62.6%~67.8%)
	式的運算 (36.9%~43.7%)	高一	積分 (50.3%~51.4%)
	其他：平均數、指數(不含圖形)、斜率、數系的概念 (40.2%~43.2%)		橢圓、雙曲線 (45.9%~48.6%)
			其他：分點公式、部分分式、和角公式、向量正射影、導數的乘除(40.2%~62.6%)
數學 C	*三角函數 (48.1%~72.8%)	高一至高二上	機率 (35.8%~45.7%)
	直角坐標 (44.4%~59.3%)	高一	*統計 (34.6%~43.2%)
	*向量 (43.2%~53.1%)	高一至高二	其他：不盡相異物排列、環狀排列、重複排列、重複組合、二項式定理 (33.3%~38.9%)
	其他：一元二次方程式、斜率 (50.6%、54.3%)		

說明：1. *排列不含環狀排列、重複排列(28.9%)

2. *方程式不含分式方程式(12%~18%)

3. *三角函數中之三角測量為 36.4%

4. *向量中之正射影為 34.0%

5. *統計中的圖表編制與平均數分別為 32.7%與 31.5%

資料來源：整理自楊瑞明、張瑞賓(民 104)。技術型高中課程地圖及知識盤點調查報告。

在李維華（民 93）與陳政名（民 101）的研究中，均發現高職數學成績與機械群、電機電子群之專業科目或實習課程成績呈現正相關，由此可推知數學對專業科目之相關性與重要性。而透過李宜珍（民 96）對於台灣與大陸商業職業學校數學科的比較，發現同樣作為協助專業科目的數學科，在課程內容上卻有許多相異之處。大陸已利用計算器計算指、對數與三角函數等，以作為解決問題之工具。台灣有談及餘切、正割、餘割的圖形及週期，還有重複排列與重複組合等，但大陸並沒有，可藉以反思這些課程的必要性；而大陸則在統計和幾何上多有琢磨，可藉以討論是否需再添加。雖然兩岸在課程設計有所差異，但與台灣有相似文化背景和生活傳統的中國大陸，或許可作為台灣未來在課程改革上參考的對象。從廖光永（民 101）針對數學教師做的問卷調查以及訪談研究中，發現多數數學教師在評估教材的適切性時，是以「是否能為專業科目或日後數學的單元做準備」為切入點，可見數學對於專業科目上的必要性已愈受重視，而關於教材內容的新增或刪除與否，研究者希望能進一步地藉由專業科目的教材內容及專業課程的教師立場作討論。

藉由洪醒漢（民 104）整理的表格，再次說明了數學科在專業科目中的重要性，也初步地提供各專業科目需要哪些數學內容的概念或能力。而楊瑞明、張瑞賓（民 104）的調查報告，更進一步地以專業科目教師的觀點，根據其所屬群科的學習特性，考慮學生修習群科專業科目時，需要及不需要的數學單元。但從以上的報告與分析中，無法確實得知這些數學概念是如何應用在專業科目裡？又需要多少的數學知能與技巧？或是否有數學單元是有需求但卻未在選項內的？又或是否有過多的數學內涵非專業課程所需的？有鑑於此，研究者欲針對各群的共同專業科目作文本分析，詳實記錄專業科目裡與高職數學相關的內容，並對相對應的高職數學課本予以探討跟分析。進一步地，研究者欲透過訪談專業科目的教師，以深入瞭解專業科目的教學狀況，期望能協助解決數學課程內容不足以應付專業科目所需之能力的困境。

2.3 數學與職場的相關性

Stein 於《幹嘛學數學？》(1999/1999, p.81) 一書中表示，雖然大部分工作都只用到算術技巧，但並不認為六年級以後就不用學數學，而且，許多收入較高、重複性較低的職業，都需要算術以上的數學能力。更進一步地引用了《職業展望季報》(Occupational Outlook Quarterly) 的話：「數學能力愈強的人，不但可以選擇的就業機會愈多，也愈能把工作做好。」(1999/1999, p.90)

國家中心於 1995 年在勞動力的教育素質 (The National Center on the Educational Quality of the Workforce) 報告中，調查出若公司員工的平均教育水平在一年中提高 10%，則生產力會提高 8.6%；相較之下，若是將資本投資在建築或機器等設備上，其生產力僅能提高 3.4%。而報告中也發現，在 28 歲的勞工中，數學能力在前四分之一者，其平均收入會比後四分之一者高出 37%，顯示數學的精熟度可提升勞工的收益能力 (Lappan, 1999)。

藉由上述資料，可一探數學與職場的相關性；藉由調查數據，更進一步地說明了數學在職場的重要性。但對數學程度的要求與多寡會因行業的不同而有所差異，因此研究者蒐集並整理了有關職業與其涵蓋的數學內涵，以期探討各行業對數學的需求為何。

馬秀蘭 (民 101) 採書面問卷調查法，以科技大學商科的學生為研究母體，探討科技大學商科中的管理、財經兩學院學生，就業可從事的職業工作內容及其相對可使用到的數學內容。研究結果顯示科技大學商科學生目前從事或未來可能從事的行業，以「服務業」居多，其工作內涵與相對應之數學知識，如表 2.3-1；且經統計分析，商科學生的數學知識之重要程度前五名為「加法」、「減法」、「乘法」、「時間」、「表格」，而最後兩名為「高度」及「誤差」。各項目之重要程度會隨著院所或職位的不同有顯著性差異，像是財經學院相較於管理學院較重視「表格」及「時間」；而臨時店員與正式店員對「加法」的使用量則高於自行創業者。

表 2.3-1：管理與財經學院可從事的職業之工作內容及其相對應之數學內容

學院	系所	可從事的職業之工作內容	數學內容
管理學院	企業管理系 觀光與休閒管理系 行銷與流通管理系	提供顧客之接待與需求服務，電話諮詢。	平均數
		調貨；費用預估；製作費用結案報告；旅館住宿及花費成本；在主管人員指導之下，從事各項業務之設計，規章之草擬。	估測
		商品進貨入庫、銷售管理及庫存管理；簡單零用金管理。	減法
		每日銷售結算；處理房間安排事宜，如：訂房、排房、進房、退房。	加法、乘法
		報表統計作業；提供當地旅遊諮詢，並協助安排旅行計畫。	加法、減法
		報表統計作業；控管及報表製作。	表格
		擺盤。	比例
		送餐及聯繫內外場之工作。	距離
		進行簡易餐飲之料理。	時間
		分析運務狀況，定期製作運務報告；行銷企劃案的撰寫、規劃，籌備、執行公司對外的行銷活動、媒體活動以及執行與競爭對手產品之比較及分析。	統計圖、表格
財經學院	財務金融系 金融與風險管理系 會計資訊系 財政系	文具用品之預估及請領、資金調度、現金收付業務及費用預估。	估測
		國內匯兌業務。	比例
		商品進貨入庫、銷售管理及庫存管理；簡單零用金管理，並負責前往銀行進行提存交易。	減法
		每日銷售結算。	乘法
		報表統計作業、控管及報表製作；支票存款開戶、結清、退票、支票掛失、撤銷付款委託等業務。	表格

資料來源：整理自馬秀蘭(民 101)科技大學商科學生就業所需具備的數學知識之研究。

錢圓亮、李銘貴（民 92）透過資料蒐集及實際訪談專家學者及業者，初步歸納出專校同學須具備的數學能力列表，將此能力表設計成問卷，調查業界及專科畢業校友、各科大與技術學院學生及各專業科系教授、學生，以探討專校層級應具備的數學專業知識及銜接技術學院需具備的數學能力。由學科與職業這兩因素作分析，得到各類工程學科須特別重視的數學能力，如表 2.3-2。且其研究發現「統計」與「電腦應用軟體」有其必要性，其中「統計」更是業界與學界共同強調的。

表 2.3-2：電子資訊、機械工程學類及土木建築學類科須特別重視的數學能力

	電子資訊學類	機械工程學類	土木建築學類
相同處	能了解斜率並能建立直線方程式		
	了解敘述統計		
	能使用統計電腦軟體		
	了解三角函數的定義並能運用		
	熟悉微分基本法則		
	能熟練向量的計算及應用		
	能熟悉三角函數的圖形		
	能熟悉基本函數的微分		
	能解方程式		能解方程式
相異處	能熟練三角函數 基本公式		能解不等式
	能熟練正、餘弦公式 並能運用		能利用排列組合方法 解決生活上問題
	熟悉三角測量計算 與運用		能熟悉極限與連續的 意義與性質
			能熟悉導數與 導函數的意義
			能了解定積分意義及 微積分基本定理
			能熟悉積分方法

資料來源：整理自錢圓亮、李銘貴（民 92）。德霖學報第 17 期（p.39-p.59）。

數學教師們或許可以很肯定數學知識的實用性與價值性，但是可能因為較少，甚至從未涉略其他領域，而不熟悉各專業技術是如何應用這些數學內涵。因此，Saunders（1980）列出 63 項的數學課題，藉由訪談 100 種不同職業的人，以瞭解他們在職場裡使用了哪些數學*，其所對應的結果如表 2.3-3，並以此統計各課題被使用的多寡，製成表 2.3-4。根據表 2.3-3、2.3-4，以及受訪者的意見，Saunders（1980）提供下列幾點建議。

1. 應強調「基本算術」的相關課題及其內涵。

約有 58% 的受訪者表示在工作中會使用到「基本算術」，若不包含集合論（Set Theory）以及古代記數系統（Ancient Numeration System）則有 62%，相較於代數 1（24%）、幾何（20%）、代數 2 與三角學（均 14%）是高出許多的。表示即使在較進階的數學課程裡，仍應重視跟複習「基本算術」。很多受訪者均表示，即使是那些有數學相關背景的求職者，在算術能力上都較薄弱。

2. 計算器（calculator）的使用應融入在基本算術的課程中，而省掉的手算時間可發展估算或問題解決等課題。

98% 的受訪者表示，未來計算器的普及是很樂觀的，因為這不僅可以省時，亦可以減少代價昂貴的錯誤次數。也由於計算器的廣泛使用，估算與速算的能力便很重要，以查證計算器結果的合理性。

另外一個在工作也很重要的數學技能是邏輯思考能力：「面對情境問題，如何制定方法與步驟以解決問題」。因為即使計算器會做計算，但使用者仍須告訴計算器要做什麼計算。

3. 為了能更有效率的解決工作上的問題，學生應被鼓勵學習更多的數學。

雖然使用代數、幾何、三角學於工作中的比率相對較低，但仍然有人在使用，而且有 50% 的受訪者表示他們是以這些概念為基礎，以使用更進階的數學內涵。此外，即便是沒使用的人也同意，若他們能了解這些內涵，將可以省掉些金錢與時間。

* Saunders（1980）表示即使在相同的崗位裡，會因為個人背景與使用工具的不同，而使用不同的數學知識。

表 2.3-4：數學能力被使用的百分比

Rank	Math topic	%	Rank	Math topic	%
1	Whole Numbers	100	33	Other Number Bases	24
1	Decimals	100	33	Computer Operation	24
3	Use of Calculator	98	35	Trig. Functions	23
4	Per Cent	97	36	Exponents/Logarithms	22
5	Rounding	93	36	Vectors	22
6	Estimation	89	38	Polynomials (Oper.)	21
7	Fractions	88	39	Induc., Deduc., Logic	20
8	Averaging	83	40	Simultaneous Equations	18
9	Quick Computation	80	41	Simplifying Radicals	17
10	English Measurement	79	41	Congruent Triangles	17
11	Ratio/Proportion	77	43	Distance in Plane	16
12	Stat. Graphing	74	44	Constructions/Loci	15
13	Formulas	68	44	Functions	15
14	Area/Perimeter	66	44	Computer Programming	15
15	Statistics	65	47	Linear Inequalities	14
16	Geom. Concepts	63	48	Matrices /Determinants	13
17	Negative Numbers	55	48	Higher Math	13
18	Metric Measurement	46	50	Transformations	12
19	Angle Measurement	45	50	Trig. Identities, etc.	12
20	Volume	43	52	Rational Expressions	11
20	Linear Equations	43	52	Quadratic Equations	11
22	Square Root	38	52	Sequences/Series	11
23	Exponents	36	55	Set Theory	10
24	Scientific Notation	32	55	Co-ordinate Geom.	10
24	Angles/Perpendiculars	32	55	Systems in 3 Variables	10
26	Co-ordinate Graphing	31	55	Polynomial Equations	10
27	Probability	30	59	Factoring Polynomials	9
28	Geom. Constructions	28	59	2nd Deg. Eq./2 Var.	9
28	Pythagorean Theorem	28	59	Permut./Combin.	9
28	Parallel Lines/Planes	28	62	Complex Numbers	7
28	Similar Polygons	28	63	Ancient Numeration	6
32	Circles	25			

資料來源：Saunders, H (1980)。The Mathematics Teacher Vol. 73, No. 1 (p.7-p.16)。

由錢圓亮、李銘貴（民 92）與馬秀蘭（民 101）針對專校與科大的畢業生做職場需求的分析，以及 Saunders（1980）的調查與訪談結果，發現「統計」、「計算器及電腦應用軟體」均受學界與業界重視，且藉由上述研究結果，可窺知部分職業所須之數學知能，但仍無法涵蓋所有行業的完整面貌。

國科會科學教育發展處在民國 74 年通過「數學教育合作研究計畫」，其中有一項研究是針對「各行業所需數學與科學基本能力」以及「國民所需數學與科學基本素養」作調查，用意端在取得未來數學教育改革亟需的基本資料，藉此把握住數學教育的基本需求，使其研究不致與現實問題脫節，亦避免產業結構人力的失調。其研究結論後來顯示各行業與各學科有個共同點，即中學程度的作業人員在工作中直接用到的數學與自然科學的知識，僅是目前在學校所學教材內容的甚小部分。大多數的人即使需要用某項數學知識或科學知識，在其操作運用的時候，往往認為這是種習慣性的反應而已（張一蕃，民 78；引自陳正凡，民 101）。

而林玉斌（民 77）在《職業學校與高中畢業生就業所需數學知能之調查策略》亦表示，僅由晤談和實地觀察，來辨認職校或高中畢業程度者之就業所需的數學知能，並非易事。主要原因有二，一是因為所使用的數學知能層次不高，且廣泛分布於日常生活中，而不易顯現；二是因為使用這些數學知能者本身可能難以從日常工作中提煉其數學本質。因此，林玉斌認為必須透過重新的分析，以找尋結構化的策略來從事調查，並在研究中提供「需求調查轉換策略」，以瞭解社會的現實需求，始為數學教育的改進規劃提供客觀的參考資料。

客觀的社會需求資料，能裨益課程設計，提高其實用性；但由上述可知，欲瞭解各行各業對數學的需求，需要有系統且較完善的調查策略，因此本研究不再深入作分析，僅提供相關資料，留待未來研究者使用。

第 3 章 高職各職群的選修率與比較

此章共分 5 節，藉由第 1 節「高中職各學制之學生比率及其狀況」瞭解近三年各學制的人數分布；第 2 節「高職各職群的選修率」進一步統計高職各職群之選修率；第 3 節「高職與綜高各職群的選修率」則與綜高做比較，以瞭解二學制在選修率上的差異；第 4 節「高職各職群選修率的跨年比較」則補充近十年各職群選修率之消長；最後第 5 節「小結」針對本章內容作重點整理。

3.1 高中職各學制之學生比率及其狀況

我國現行（民國 103 年）學制中（如圖 1.1-1），國中畢（結）業或具有同等學力者，可依照意願進入社會服務或經申請入學、甄選入學、登記分法等管道分別進入高中、高職、綜合高中學程、五專或進修學校繼續就學。由教育部統計處所提供的科別資料，統計出 100~102 學年度各學制的高二學生人數，並以此觀察該年度的高中與技職的學生比，如表 3.1-1。

表 3.1-1：100~102 學年度高中職各學制之高二學生比率一覽表

單位：人；%

學年度	高中職學生數總計 (人)	高中學生比例 (%)	普通科 (%)	綜合高中 (學術群) (%)	進修學校 (學術群) (%)	技職學生比例 (%)	高職生 (%)	綜合高中 (職業群) (%)	實用技能學程 (%)	進修學校 (職業群) (%)	五專 (%)
100	314,679	37.58	33.67	3.52	0.40	62.42	38.19	5.29	5.02	7.90	6.01
101	313,973	38.79	34.74	3.68	0.37	62.77	39.52	5.00	4.54	7.59	6.12
102	309,138	38.78	35.06	3.40	0.31	61.22	39.10	4.71	4.41	6.75	6.25

說明：1. 高中學生涵蓋範圍：高級中學的普通科、高級職業學校的普通科、綜合高中的學術學程、進修學校的普通科。

2. 技職學生涵蓋範圍：高級中學的職業科、高級職業學校的職業科、綜合高中的專門學程、實用技能學程、進修學校的職業科、五專。

由上表 3.1-1 可觀察出，各學制在該年度所占的比率，近三年變動不大，統計出的高中生與高職生的比例約為 4：6。以 102 學年度為例，高級中學與高級職業學校的普通科占全體人數的比率為 35.06%，而職業科占 39.10%，為最大宗。綜合高中與五專生，分別占了 8.11%與 6.25%，而畢業後以就業為導向的實用技能學程與進修學校，兩者合計共占 11.47%。

由於實用技能學程與進修學校的學習內容或時數與其他學制有較明顯的差異，且兩者所占之比率不高，更有下降的趨勢，所以本篇論文不再對這二種學制作探討。而若排除補習與進修教育，國中生畢業後可就讀的技職教育為高級職業學校、普通高中附設職業類科、綜合高中（專門學程）及五專。各類狀況如下。

（一）高級職業學校及普通高中附設職業類科

高級職業學校及普通高中附設職業類科以教授青年職業知能，培養職業道德，養成健全之基層技術人員為宗旨，招收國中畢業生修業三年，其教育主旨在培養青年之生產知識與技能，俾畢業後進入社會，從事各項實際生產工作（教育部，民 102）。高級職業學校之類別為：農業、工業、商業、海事水產、家事、藝術等六類。至 95 學年度，教育部發布職業學校群科課程暫行綱要暨設備標準，課程架構依專業屬性及職業群集概念，將 86 個科別統整為 15 職群，並規劃群核心課程，強化學校本位課程之特點（教育部，民 94）。

（二）綜合高中（專門學程）

綜合高級中學之設置或辦理，以統整普通高中及職業學校之教學目標、學生來源、學生進路和教學資源的綜合型高級中等學校為宗旨。係於 85 學年度起試辦，並於民國 88 年修訂「高級中學法」，將綜合高中納為高級中學類型之一，成為正式學制。其在高級中等學校同時設置學術學程以及專門學程，招收性向未定的國中畢業生，藉職業試探、生涯輔導歷程，輔導學生自由選課，以延後決定性向；同時對於性向較早確定學生，也可提供兼跨學術與職業學程機會，以培養通識能力，達成適性發展目標（教育部，民 102）。綜合高中在高一階段著重基本能力的奠定及生涯規劃的落實，自高二起一方面繼續修習基本學科，另一方面採課程分流方式，選擇學術（準備升讀大學）或專門學程（準備就業或升讀四技二專）做較專精的修習。其中，專門學程之教學科目得參照專門學程歸群表及 99 學年度「職業學校群科課程綱要」各群部定專業及實習科目（教育部，民 102）。

（三）五專

專科學校依修業年限分二年制（二專）及五年制（五專）兩種，五年制招收國中畢業或具同等學力者考生入學，專科學校畢業後可取得副學士學位。專科學校目前設有：工業、商業、醫護、海事、語文、家政、觀光、餐飲等類別（教育部，民 102）。

3.2 高職各職群的選修率

由表 3.1-1 可推出，上述三類在 102 學年度高級中等的技職教育體系中，依序占了 78.1%、9.4% 與 12.5%，其中以高級職業學校及普通高中附設職業類科為最大宗。研究者欲瞭解該學制中之學生在各職群中的分布，因此針對 100~102 學年度高二的學生，統計出各科的學生人數，並依照教育部所發布的《職業學校群科歸屬表》，將各個科別統整為 15 職群，分別為：機械群、動力機械群、電機與電子群、化工群、土木與建築群、商業與管理群、外語群、農業群、食品群、家政群、餐旅群、水產群、海事群、藝術群。表 3.2-1 即為 100~102 學年度，高職各職群的高二學生數及比率，觀察這三年間的趨勢，並依其比率繪製成叢聚圖（如圖 3.2-1）。

表 3.2-1：100~102 學年度高職各職群的高二學生數與比率一覽表

單位：人；%

群 別	100 學年度		101 學年度		102 學年度		趨 勢
	人數	%	人數	%	人數	%	
機械群	8,537	7.10	8,711	7.13	8,674	7.17	0.04
動力機械群	6,546	5.45	6,518	5.33	6,790	5.61	0.08
電機與電子群	22,118	18.40	22,308	18.26	20,358	16.82	-0.79
化工群	1,523	1.27	1,542	1.26	1,568	1.30	0.02
土木與建築群	2,049	1.70	2,048	1.68	2,058	1.70	0.00
商業與管理群	25,517	21.23	25,205	20.63	23,880	19.73	-0.75
外語群	6,130	5.10	6,545	5.36	6,697	5.53	0.22
設計群	8,904	7.41	9,373	7.67	9,482	7.83	0.21
農業群	2,005	1.67	2,054	1.68	2,036	1.68	0.01
食品群	1,438	1.20	1,459	1.19	1,680	1.39	0.10
家政群	9,446	7.86	9,242	7.56	8,872	7.33	-0.27
餐旅群	21,322	17.74	21,997	18.00	23,523	19.43	0.85
水產群	418	0.35	393	0.32	377	0.31	-0.02
海事群	389	0.32	381	0.31	384	0.32	0.00
藝術群	2,246	1.87	2,769	2.27	3,086	2.55	0.34
*綜合	1,603	1.33	1,634	1.34	1,595	1.32	
總和	120,191	100.00	122,179	100.00	121,060	100.00	

說明：1. *綜合為綜合職能科，招生對象為輕度或功能較佳之中度智能障礙或以智能障礙為主之輕、中度多重障礙者。僅供參考，非本篇論文討論對象。

2. 趨勢內的數據為以 100~102 這三年來的百分比，所做之最適直線的斜率。

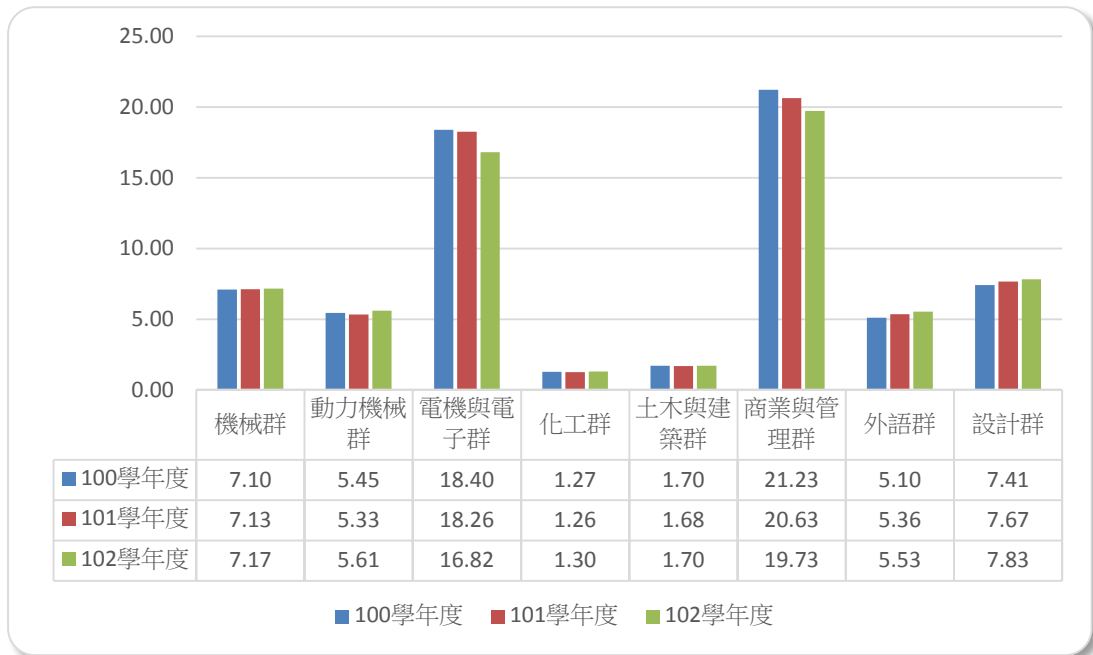


圖 3.2-1：100~102 學年度高職二年級各職群選修率之叢聚圖

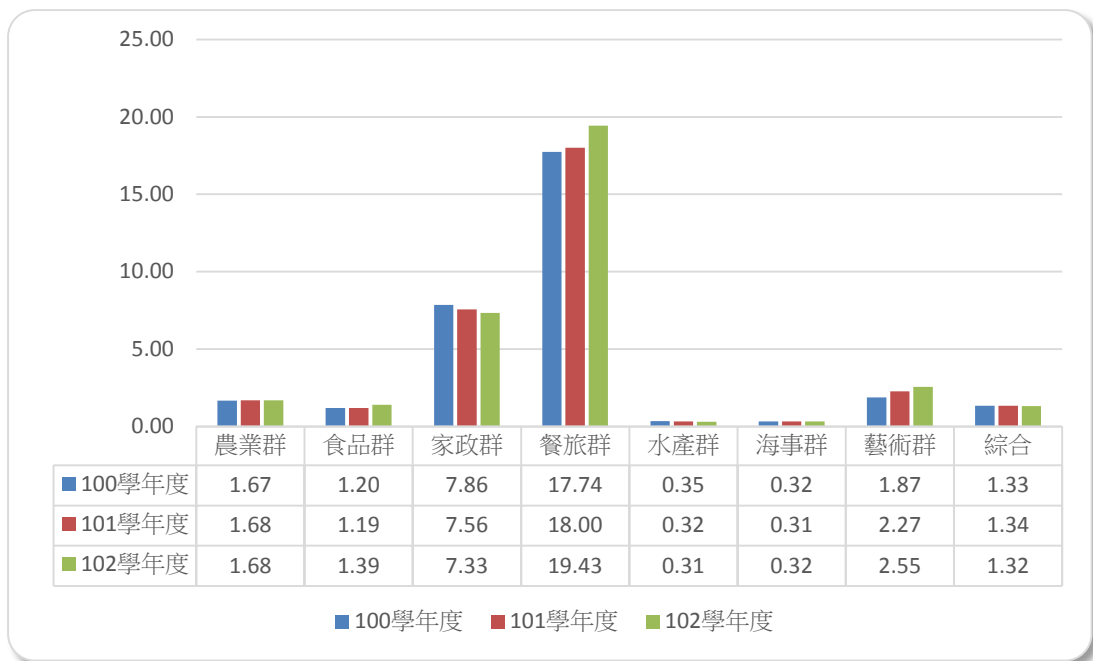


圖 3.2-1：100~102 學年度高職二年級各職群選修率之叢聚圖（續）

在表 3.2-1 的趨勢中，正值表示該職群在 100~102 學年度的比率有增加之趨勢，共計 8 群，其中尤以最適直線之斜率為 0.85 的餐旅群最為明顯；負值則表示該職群有減少之趨勢，共計 4 群，其中以電機與電子群、商業與管理群的比率下降最高，其斜率分別為 -0.79、-0.75；但由圖 3.2-1 可看出，這 15 職群在這三年的選修率差異不大，因此，可以以任一年作為近幾年的代表，以下便以 102 學年度為例。

在 102 學年度中，選修率最高的前三群依序為商業與管理群、餐旅群和電機與電子群，分別占了 19.73%、19.43% 和 16.82%，共計 55.98%，占高級職業學校及普通高中附設職業類科中，近五成六的學生；接著為比率跟電機與電子群相差約 9% 的設計群、家政群、機械群，分別占 7.83%、7.33%、7.17%，再來為 5.61% 的動力機械群與 5.53% 的外語群；之後共計 8 群的選修率均不到 3%，合計為 9.25%。

綜合高中與高職中的科別名稱不盡相同，但由教育部修正發布之《綜合專門學程歸群表》，將其學程分設為 16 群，其中的 15 群即為上述之 15 職群（另一群為學術群），因此留待另一節，進一步地統計與分析各職群選修率在兩學制內的差異，在此不做贅述。

專科學校目前僅將科系設為工業、商業、醫護、海事、語文、家政、觀光、餐飲等類別，但研究者參考教育部所公布的「高職及五專招生科別對照表」，將各系對應至各職群中，其中的「衛生與護理群」並非隸屬於高職的 15 職群內。

表 3.2-2 即為針對 100~102 學年度，五專二年級的學生按各職群所做之學生數統計。由此表可知，「衛生與護理群」的選修率在各學年度均占了近一半的人數（粗體處），而在此職群中，又以護理系（科）為最大宗（括號處），約占其 77%。欲進一步地比較 15 職群的選修率在高職與五專的分布方式與差異，因而將表 3.2-1 與表 3.2-2，重新統計後製成表 3.2-3。

表 3.2-3 即以 102 學年度為例，將表 3.2-1 中的「綜合」與表 3.2-2 中的「衛生與護理群」屏除後重新計算而成。由此表的底線處可觀察到，此 15 職群的選修率在這兩學制間的分布差異。商業與管理群、餐旅群在兩學制間的選修率明顯較高，且後 8 群的職群相同，兩學制較明顯的差異為（框框處）：在高職排序第三的電機與電子群（17.04%），在五專則落至 8.23%；設計群（7.94%）與外語群（5.61%）在五專內則依序多達 11.78% 與 14.24，且在高職內僅 7.43% 的家政群，更以 21.21% 為五專之首。合併兩學制的人數後，觀察其比率，由於兩學制之人數相差甚大（約 9.2：0.8），即使選修率不同，卻不足以改變其分布方式（粗體處）。除上述之外，也由於在五專中占有五成選修率之衛生與護理相關科系，在高職中並無相對應之職群，因此本篇論文不再對此學制作探討與分析。

表 3.2-2：100~102 學年度五專各職群的高二學生數與比率一覽表

單位：人；%

群 別	100 學年度		101 學年度		102 學年度	
	人數	%	人數	%	人數	%
機械群	291	1.54	67	0.35	301	1.56
動力機械群	0	0.00	0	0.00	0	0.00
電機與電子群	806	4.27	1000	5.29	852	4.40
化工群	0	0.00	0	0.00	0	0.00
土木與建築群	138	0.73	130	0.69	145	0.75
商業與管理群	2585	13.68	2279	12.06	2002	10.35
外語群	1585	8.39	1519	8.04	1474	7.62
設計群	810	4.29	881	4.66	1219	6.30
農業群	12	0.06	27	0.14	25	0.13
食品群	104	0.55	95	0.50	108	0.56
家政群	1668	8.83	1895	10.02	2195	11.35
餐旅群	1354	7.16	1421	7.52	1758	9.09
水產群	47	0.25	0	0.00	0	0.00
海事群	41	0.22	47	0.25	51	0.26
藝術群	333	1.76	321	1.70	219	1.13
衛生與護理群	9124(7013)	48.28	9222(7125)	48.78	8997(6880)	46.51
總和	18,898	100.00	18,904	100.00	19,346	100.00

說明：括號內為護理系(科)的人數。

表 3.2-3：102 學年度高職與五專各職群的二年級學生數與比率一覽表

單位：人；%

群 別	高職		五專		高職+五專	
	人數	%	人數	%	人數	%
機械群	8,674	<u>7.26</u>	301	<u>2.91</u>	8,975	6.91
動力機械群	6,790	<u>5.68</u>	0	<u>0.00</u>	6,790	5.23
電機與電子群	20,358	<u>17.04</u>	852	<u>8.23</u>	21,210	16.34
化工群	1,568	<u>1.31</u>	0	<u>0.00</u>	1,568	1.21
土木與建築群	2,058	<u>1.72</u>	145	<u>1.40</u>	2,203	1.70
商業與管理群	23,880	<u>19.99</u>	2,002	<u>19.34</u>	25,882	19.94
外語群	6,697	<u>5.61</u>	1,474	<u>14.24</u>	8,171	6.29
設計群	9,482	<u>7.94</u>	1,219	<u>11.78</u>	10,701	8.24
農業群	2,036	<u>1.70</u>	25	<u>0.24</u>	2,061	1.59
食品群	1,680	<u>1.41</u>	108	<u>1.04</u>	1,788	1.38
家政群	8,872	<u>7.43</u>	2,195	<u>21.21</u>	11,067	8.53
餐旅群	23,523	<u>19.69</u>	1,758	<u>16.99</u>	25,281	19.47
水產群	377	<u>0.32</u>	0	<u>0.00</u>	377	0.29
海事群	384	<u>0.32</u>	51	<u>0.49</u>	435	0.34
藝術群	3,086	<u>2.58</u>	219	<u>2.12</u>	3,305	2.55
總和	119,465	100.00	10,349	100.00	129,814	100.00

3.3 高職與綜高各職群的選修率

綜合高中高二起始採課程分流，分為學術學程與專門學程，並分設 16 群，其中一學術群屬於學術學程，其餘 15 群則屬專門學程，且專門學程的職群與高職相同，因而益於比較這 15 職群的選修率在兩學制上的分布與差異。表 3.3-1 即為 100~102 學年度，綜高各職群的高二學生數及比率，可發現這三年綜高的總人數有下滑之趨勢，且學術學程與專門學程的比例約為 4：6。為了便於比較 15 職群的選修率在這三年間的變化，因此屏除學術群，僅針對專門學程做統計，並依其比率繪製成叢聚圖（如圖 3.3-1）。

表 3.3-1：100~102 學年度綜合高中各群的高二學生數與比率一覽表

單位：人；%

群 別	100 學年度		101 學年度		102 學年度	
	人數	%	人數	%	人數	%
學術群	11,061	39.90	11,374	42.40	10,523	41.93
機械群	440	1.59	410	1.53	457	1.82
動力機械群	149	0.54	144	0.54	181	0.72
電機與電子群	2,340	8.44	2,151	8.02	1,856	7.39
化工群	398	1.44	346	1.29	295	1.18
土木與建築群	342	1.23	368	1.37	339	1.35
商業與管理群	5,502	19.85	5,100	19.01	4,494	17.91
外語群	1,739	6.27	1,632	6.08	1,711	6.82
設計群	1,606	5.79	1,406	5.24	1,391	5.54
農業群	119	0.43	126	0.47	122	0.49
食品群	230	0.83	246	0.92	192	0.76
家政群	777	2.80	860	3.21	936	3.73
餐旅群	2,903	10.47	2,569	9.58	2,487	9.91
水產群	47	0.17	30	0.11	49	0.20
海事群	6	0.02	17	0.06	16	0.06
藝術群	48	0.17	34	0.13	33	0.13
*綜合	12	0.04	11	0.04	17	0.07
總和	27,719	100.00	26,824	100.00	25,099	100.00

說明：*綜合為綜合職能科，招生對象為輕度或功能較佳之中度智能障礙或以智能障礙為主之輕、中度多重障礙者。僅供參考，非本篇論文討論對象。

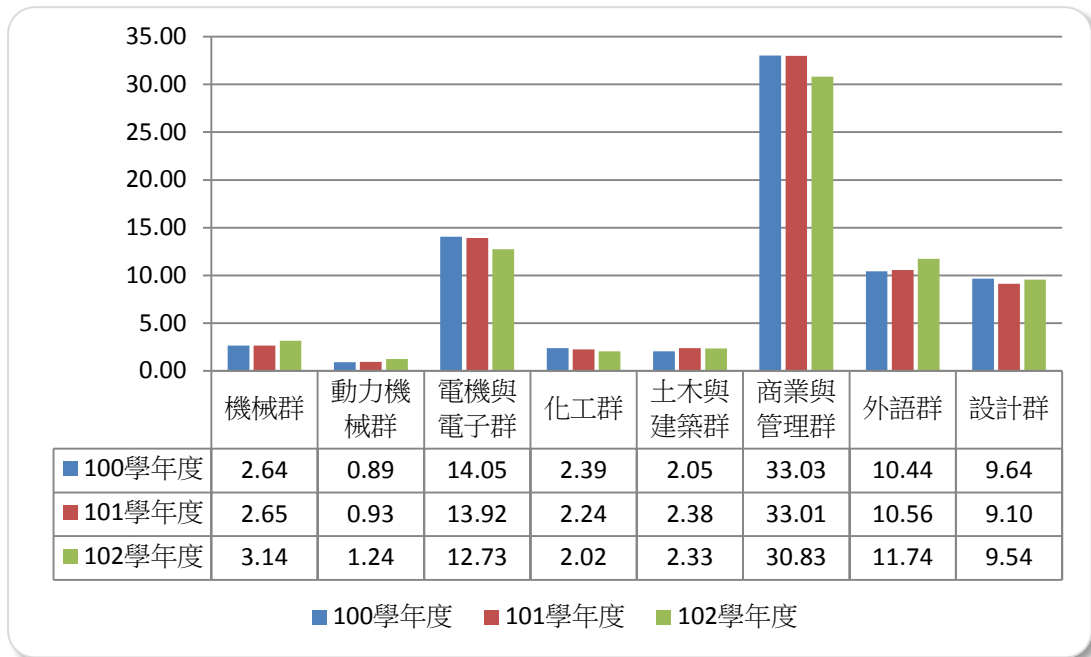


圖 3.3-1：100~102 學年度綜高(專門學程)二年級各職群選修率之叢聚圖

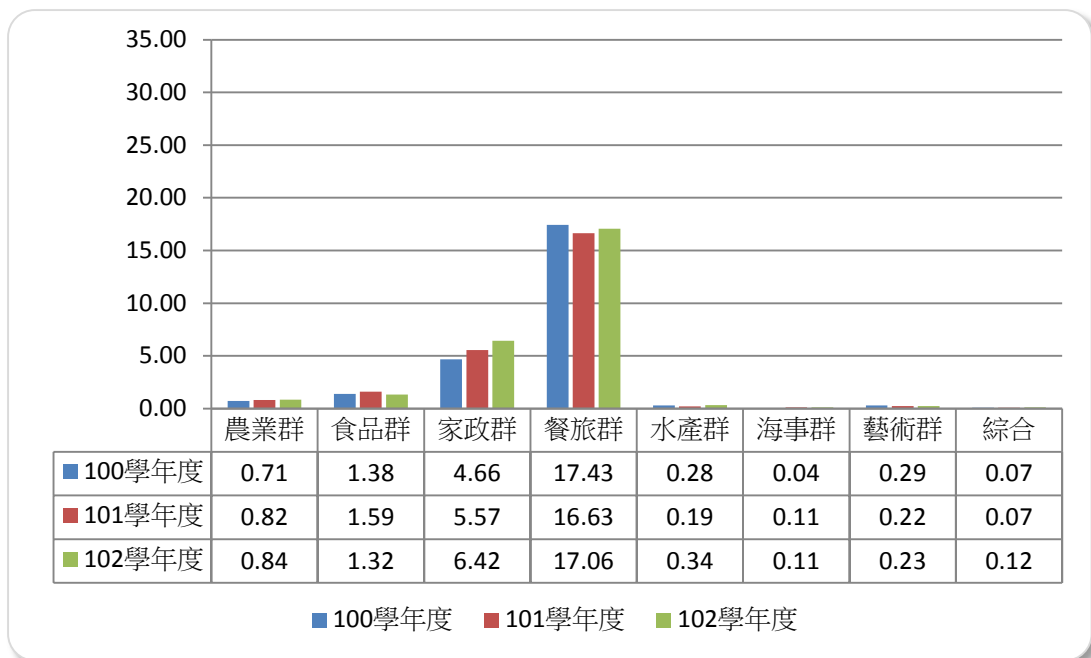


圖 3.3-1：100~102 學年度綜高(專門學程)二年級各職群選修率之叢聚圖 (續)

由圖 3.3-1 並計算其此三年之最適直線的斜率可知，選修率從 100 至 102 學年度有增加之趨勢的共計 8 群，其中尤以斜率為 0.88 的家政群以及 0.65 的外語群最為明顯；而有減少之趨勢的共計 7 群，商業與管理群的斜率為 -1.10，再來則是斜率為 -0.66 的電機與電子群。但由圖 3.3-1 可看出，這 15 職群在這三年度的選修率差異不大，因此，便以 102 學年度作為近幾年的代表。

在 102 學年度中，選修率最高的前三群依序為商業與管理群、餐旅群和電機與電子群，分別占了 30.83%、17.06% 和 12.73%，共計 60.62%，占綜合高中近六成的學生；緊接著為外語群、設計群和家政群，分別占 11.74%、9.54% 和 6.42%；之後共計 9 群的選修率均不到 4%，合計為 11.57%。

進一步地，研究者欲探討各職群的選修率在高職與綜高間的分布差異，因此比較表 3.2-1 與表 3.3-1，並同樣以 102 學年度為例，依其比率繪製成高職與綜高之比較圖（如圖 3.3-2）。由圖 3.3-2 可觀察出，綜高內選修率最高的前三群與高職相同，在高職及綜高內皆為大宗，分別占了近五成六及六成的學生，且共計 8 群的選修率在兩學制內皆偏低。其中較值得注意的是，商業與管理群在高職中的比率為 19.73%，在綜高中卻高達 30.83%，與第二名的餐旅群相差 13.77%（在高職中僅相差 0.3%）。有較明顯差異的是：以 5.53% 在高職居於第 8 的外語群，在綜高中則以 11.74% 排名第 4，而在高職中有 5.61% 的動力機械群，在綜高內卻僅剩 1.24%。除此之外，各職群的選修率在兩學制間的相對排序大致相同，因此，爾後若欲探討有關此 15 職群的議題，可將此二學制合併分析跟討論。

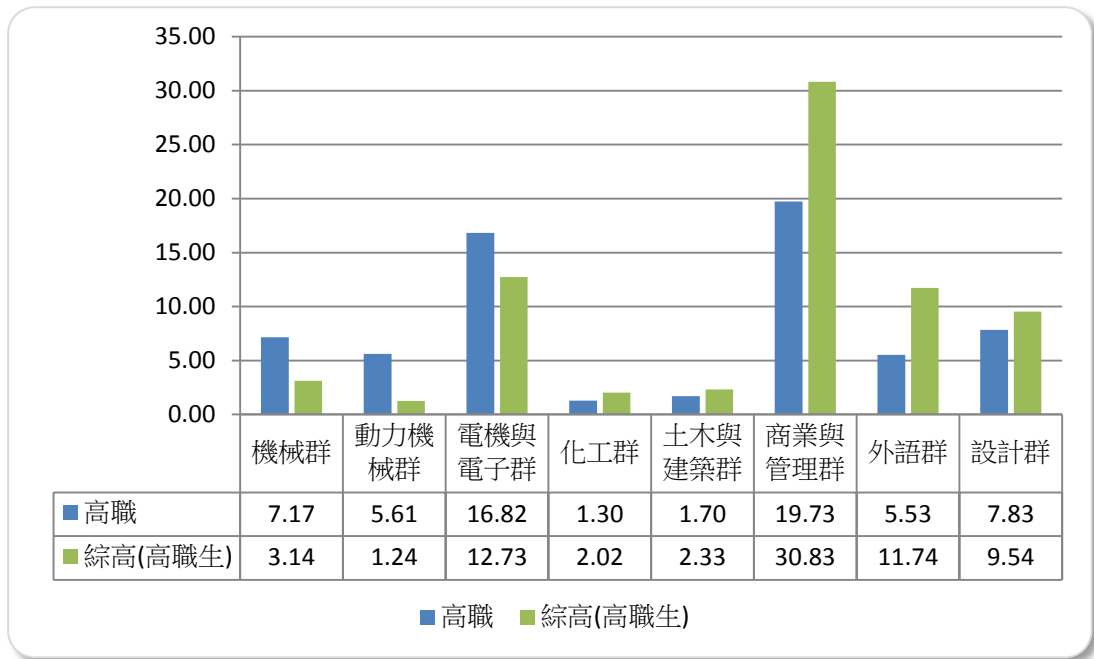


圖 3.3-2：102 學年度高職與綜高二年級各職群選修率之比較圖

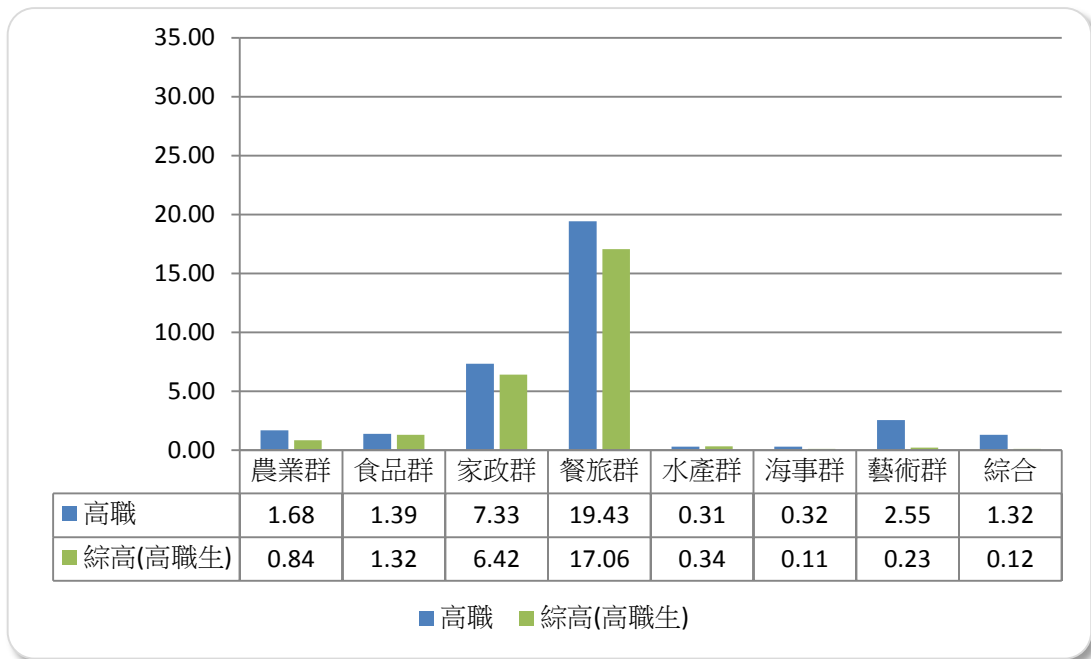


圖 3.3-2：102 學年度高職與綜高二年級各職群選修率之比較圖（續）

3.4 高職各職群選修率的跨年比較

在 3.2 中，已探討 100~102 學年度，15 職群的選修率在高職中的分布與趨勢（請參閱表 3.2-1），發現近三年間的變化不大，所以研究者便欲進一步地了解在較長時間內，此 15 職群的趨勢，因而選定 90 與 100 學年度，以探討選修率在這 10 年間的消長。

表 3.4-1 即為 90 與 100 學年度，高職各職群的高二學生數及比率。然而，90 學年度並未將各職群統整為 15 職群，因此研究者自行將各系對應至各職群中，以利比較各職群的選修率在兩學年度（10 年）間的差異。

表 3.4-1：90 與 100 學年度高職各職群的高二學生數與比率一覽表

單位：人；%

群 別	90 學年度		100 學年度		趨 勢
	人數	%	人數	%	
機械群	8590	7.70	8537	7.10	-0.60
動力機械群	6808	6.11	6546	5.45	-0.66
電機與電子群	26726	23.97	22118	18.40	-5.57
化工群	1855	1.66	1523	1.27	-0.40
土木與建築群	2549	2.29	2049	1.70	-0.58
商業與管理群	34777	31.19	25517	21.23	-9.96
外語群	2954	2.65	6130	5.10	2.45
設計群	6772	6.07	8904	7.41	1.33
農業群	45	0.04	2005	1.67	1.63
食品群	1814	1.63	1438	1.20	-0.43
家政群	9044	8.11	9446	7.86	-0.25
餐旅群	6972	6.25	21322	17.74	11.49
水產群	524	0.47	418	0.35	-0.12
海事群	303	0.27	389	0.32	0.05
藝術群	1035	0.93	2246	1.87	0.94
*綜合	726	0.65	1603	1.33	0.68
總和	111494	100.00	120191	100.00	

說明：1. *綜合為綜合職能科，招生對象為輕度或功能較佳之中度智能障礙或以智能障礙為主之輕、中度多重障礙者。僅供參考，非本篇論文討論對象。

2. 趨勢內的數據為以 90、100 這兩年來的百分比，所作之最適直線的斜率。

表 3.4-2 即為研究者將 90 學年度各科系，按以下順序歸群後之結果：首先，與 98~102 學年度之《職業學校群科歸屬表》相較，若科名相同，則歸屬為同一職群；否則，查詢該科名是否有更名，比照更名前後的科系名稱，相同者則將其歸屬為同一職群；最後則為研究者依據該科系的教學目標與內容，自行歸屬至核心能力與其相近的職群中。

觀察表 3.4-1，可比較高職各職群的高二學生數及比率在 90、100 學年度間之差異。90 學年度之選修率分布狀況如下：選修率分別以 31.19%、23.97 居於第一、二的為商業與管理群、電機與電子群，共計 55.16%，占 90 學年度的高職中約五成五的學生；接著為比率跟電機與電子群相差至少 15%的家政群、機械群、餐旅群、動力機械群、設計群，分別占 8.11%、7.70%、6.25%、6.11%、6.27%；之後共計 8 群的選修率均不到 3%，合計為 9.94%。

圖 3.4-1 則為依表 3.4-1 中，各職群在 90 與 100 學年度中的選修率繪製成之比較圖，以利觀察這二年的分布與差異。由此圖可發現，在 90 與 100 學年度的選修率有明顯增加之趨勢的共計 5 群，以斜率為 11.49 的餐旅群為首，接下來為 2.45 的外語群，緊接著是農業群（1.63）、設計群（1.33）與藝術群（0.94）；而在這 10 年有明顯衰退趨勢的共計 2 群，斜率依序為 -9.96 的商業與管理群及 -5.57 的電機與電子群。同時比較表 3.2-1 中各職群在 100~102 學年度的趨勢，可發現餐旅群持續上升；而商業與管理群、電機與電子群則有持續下降之趨勢。

由整體的分布來看，90 學年度是以商業與管理群、電機與電子群為大宗，共占約 55.16%，而在 100 學年度則多了餐旅群，三者共占約 57.37%，其中，較有明顯差異的是在 90 學年度的選修率僅有 2.65% 的外語群，在 100 學年度升至 5.10%，但所占的比率仍不高。除上述之外的職群，其選修率及相對順序在 90 與 100 學年度的變化不大，且共計 7 群的選修率在兩學制內皆不到 3%。由上述可推論，近 10 年的選修率持續且明顯在下降的商業與管理群、電機與電子群，比率多移至餐旅群，其餘職群的變化不大或仍占少數。

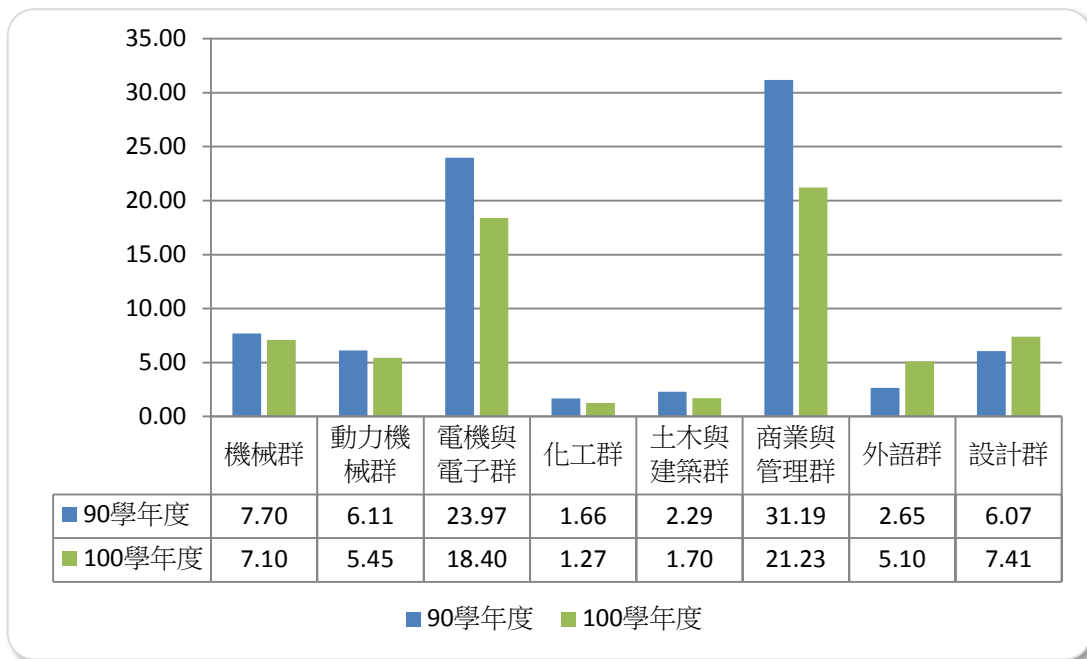


圖 3.4-1：90 與 100 學年度高職二年級各職群選修率之比較圖

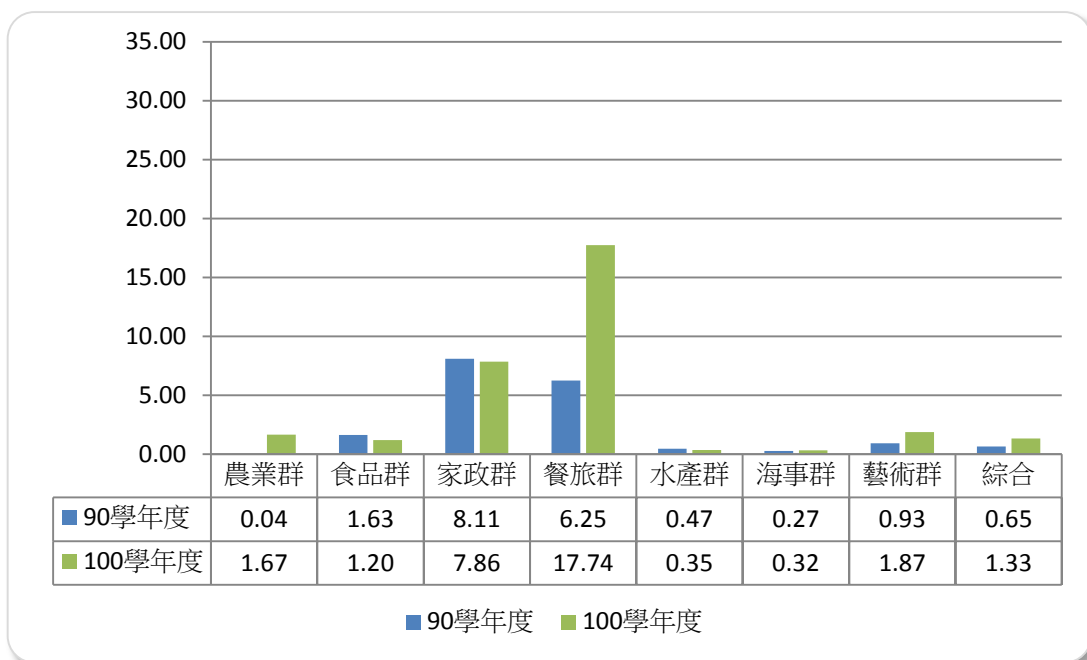


圖 3.4-1：90 與 100 學年度高職二年級各職群選修率之比較圖（續）

3.5 小結

各統計數據在 100~ 102 學年度間的差異不大，因此若欲討論近年學制比率與各職群選修率，可以以任一年為代表。以 102 學年度為例，高中生與高職生的比例均約為 4：6，其中以高級職業學校及普通高中附設職業類科的學生比率為最大宗，因此以此為討論對象，進一步地探討其在各職群之選修率，並比較與五專、綜高兩學制間之差異。

五專中，近五成的選修率為衛生與護理群，並非在欲討論的 15 職群中，且由於兩學制間人數差異甚大，因此本篇論文不對此學制做深入討論。綜高中，學術學程與專門學程的比例約為 4：6，與高中生和技職生的比例相近；而在專門學程中，各職群選修率之分布方式與高職相似，可視為大環境下的縮影，爾後若欲探討職群相關之議題，可將此二學制合併分析與討論。

最後統計高職在 90、100 學年度各職群的學生數，可觀察出近 10 年的選修率持續且明顯在下降的商業與管理群、電機與電子群，比率多移至餐旅群，其餘職群的選修率變化不大或仍占少數。

由於時間、人力等限制，本研究就選修率合計超過一半的前三大職群：「商業與管理群」、「餐旅群」與「電機與電子群」作為研究對象，針對這三群的共同專業科目作文本分析，並訪談教授專業科目的教師。另外，參考各職群在統測考科所使用的數學版本（表 2.1-2）及 102 學年度高職各職群的選修率（表 3.2-1），可發現使用數學 B 的職群中，「商業與管理群」、「餐旅群」的人數約占 7 成；而「電機與電子群」在使用數學 C 的職群中亦占超過一半的人數。因此，藉由瞭解此三群的數學需求，對數學 B、C 版本的課程安排有其參考性。

表 3.4-2：自行歸類之群科歸屬表 (90 學年度)

類別	群別	科別
工業類	機械群	機械科、鑄造科、板金(甲)科、 <i>機工科</i> 、機械木模科、配管科、模具科、機電科、製圖科、*生物機電科、*機械製圖科、*板金(乙)科、 <i>電腦機械科</i> 、 <i>電腦繪圖科</i> 、 <i>機電整合科</i>
	動力機械群	農業機械科、汽車科、重機科、飛機修護科、*汽車修護科、 <i>工程機械修護科</i>
	電機電子群	資訊科、電子科、控制科、電機科、冷凍空調科、 <i>水電科</i> 、航空電子科、電子通訊科、*電機空調科、*電訊科、 <i>電工科</i> 、 <i>電子設備修護科</i> 、 <i>電腦應用科</i>
	化工群	化工(甲)科、紡織科、染整科、環境檢驗科、 <i>紡織科針織組</i>
	土木與建築群	土木科、消防工程科、*農業土木科、*建築(甲)科、*建築(乙)科、 <i>測量科</i> 、 <i>營建配管科</i> 、 <i>建築製圖科</i> 、 <i>土木施工科</i> 、
商業類	商業與管理群	農產行銷科、造園科、家畜保健科、商業經營科、國際貿易科、會計事務科、資料處理科、文書事務科、不動產事務科、電子商務處理科、流通管理科、水產經營科、漁航管理科、 <i>園藝經營科</i> 、 <i>物流科</i> 、 <i>水產養殖經營科</i> 、 <i>航運管理科</i>
	外語群	應用外語科(英文)、應用外語科(日文)、*商用日文科、 <i>商用英文科</i>
	設計群	家具木工(甲)科、美工(甲)科、陶瓷工程科、室內空間設計科、金屬工藝科、廣告設計科、室內設計科(家商)、*印刷(甲)科、*美術工藝科、*家具木工(乙)科、*美工(乙)科、*室內設計科、*室內布置科
農業類	農業群	農場經營科、園藝科、森林科、野生動物保育科、*畜牧獸醫科
	食品群	食品加工科、食品科、水產食品科
家事類	家政群	家政科、服裝科、幼兒保育科、美容科、*商業類美容科、 <i>農村家政科</i> 、 <i>觀光美儀科</i> 、 <i>漁村家政科</i>
	餐旅群	觀光事業科、餐飲管理科、*餐飲服務科
海事水產類	水產群	漁業科、水產養殖科、*輪機(水產)科、 <i>水產製造科</i>
	海事群	航海科、*輪機(海事)科、 <i>漁輪技術科</i>
藝術類	藝術群	戲劇科、音樂科、舞蹈科、美術科、影劇科、西樂科、國樂科、電影電視科、表演藝術科、*歌仔戲科、*劇場藝術科、 <i>綜藝科</i> 、 <i>傳統音樂科</i>
其他	綜合	綜合職能科

說明： 1. *為自行歸屬職群的科別

2. 斜體字為自行歸屬職群的科別，但 90 年度的二年級學生無人選讀，亦即不影響該群之總人數

第 4 章 專業科目的數學需求

在 102 學年度中，選修率最高的前三群依序為商業與管理群、餐旅群和電機與電子群，分別占了 19.73%、19.43% 和 16.82%，共約 56%，占高級職業學校及普通高中附設職業類科中，超過一半的的學生（詳細的統計圖表與分析，請參閱第 3 章）。

因此，本章分別針對「商業與管理群」（第 1 節）、「餐旅群」（第 2 節）、「電機與電子群」（第 3 節）的共同專業科目作文本分析，以探討專業科目內的數學需求；並就整理結果，訪談專業科目的教師，以瞭解教學現場中，與數學相關的教學狀況及困難。

4.1 專業科目的數學需求—商業與管理群

依據現行（103 學年度）的《職業學校群科課程綱要》，商業與管理群在專業及實習科目的部定必修為計算機概論、商業概論、會計學、經濟學。而就訪談需求與限制，安排的受訪對象為桃園縣育達高中商業經營科的李主任與張老師。

4.1.1 文本分析

研究者在訪談前先行拜訪李主任，主任針對此次訪談的目的與需求，所提供的課本為：商業概論 I II、會計學 I ~IV、經濟學 I II，以作為訪談的參考資料。以下僅針對李主任所提供之教材作文本分析。

就上述之教材內容，研究者盡可能將專業科目中與高中職階段有關的數學式子記載下來，同時參考課本範例，以蒐集專業領域中所需之數學技巧，並詳實記載出處頁碼。運用到的數學式子或計算技巧，以高中職以上的內容為記載重點，能運用國中以下數學教材內容即可理解的數學內涵不記載或簡述。其中並不包含課本的習題，也不列出過多的文字敘述。

商業概論 II		
教材內容	數學內容分析	頁碼
訂價策略導向之成本導向： (1) 成本加成法：依估計的生產單位成本加上一定的毛利百分比作為產品的價格。 (2) 平均成本法：先求出各數量下的平均單位成本，然後加上預期利潤來決定產品的訂價。 (3) 損益兩平點訂價法： $\frac{\text{損益兩平點銷售量}}{\text{總固定成本}} = \frac{\text{售價} - \text{平均變動成本}}{\text{售價} - \text{平均變動成本}}$ (損益兩平時，利潤為 0) (4) 投資報酬率訂價法： $\text{投資報酬價格} = \text{單位成本} + \frac{\text{預期報酬率} \times \text{投資金額}}{\text{預期銷貨量}}$ (5) 邊際成本法：以每增加一單位產量所增加的成本（即邊際成本）作為訂價的基準，只要增產的單價高於單位邊際成本即可。	Chapter 6 行銷管理 6-4 行銷策略 訂價策略是指產品或勞務創造（生產）者，針對消費者對該產品的評價、產銷成本，訂定「價格」，以使業者獲致最大利潤之策略。 此處列出以成本為導向的訂價策略，數學需求為瞭解百分比的內涵，以及四則運算，此概念國中前均已教授；且參考習題內容，學生應著重於對名詞的定義、內涵的瞭解。	29 30
霍西獎工制 未達工作標準： 薪資 = 實際工作時數 × 每小時薪資 優於工作標準： 薪資 = 實際工作時數 × 每小時薪資 + 超過標準的獎金率 (標準工作時數 - 實際工作時數) × 每小時薪資	Chapter 7 人力資源管理 補充資料 獎工制度 當員工的工作成效優於某一標準，除了基本工資外，另提供獎金以資鼓勵。所須的數學內涵為四則運算及百分比換算等，此處不一一備載。	110- 114

<p>流動比率 = $\frac{\text{流動資產}}{\text{流動負債}}$</p> <p>速動資產 = 流動資產 - 存貨 - 用品盤存 - 預付費用</p> <p>負債比率 = $\frac{\text{負債總額}}{\text{資產總額}}$</p>	<p>Chapter 8 財務管理 8-2 財務規劃與控制</p> <p>用財務報表內呈現的各項不同科目間之比率關係，以衡量與評估該企業之互利能力及風險性的指標。所須的數學內涵為四則運算及百分比換算等，此處不一一備載。</p>	<p>125- 132</p>
<p>經濟訂購量</p> <p>$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{每年銷貨總數量} \times \text{每次訂貨所需的訂購成本}}{\text{每件存貨所需的儲存成本}}}$</p> <p>每件存貨所需的儲存成本 = 單位售價 × 單位儲存成本占單位售價的比率</p>	<p>Chapter 8 財務管理 8-3 營運資產管理</p> <p>經濟訂購量為考量市場各項因素後，所設計出最適切的存貨量。此式須使用的開根號已於國中教授，學生應不陌生。</p>	<p>146</p>

<p>會計學 I</p>	
<p><u>教材內容：</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 開業方程式：資產 = 權益 2. 基本方程式（會計恆等式）：資產 = 負債 + 權益 <ul style="list-style-type: none"> <li style="text-align: center;">負債 = 資產 - 權益 3. 基本方程式變化： <ul style="list-style-type: none"> <li style="text-align: center;">0 = 資產 - 負債 - 權益 <li style="text-align: center;">權益 = 資產 - 負債 4. 獲利方程式：期末資產 = 期末負債 + [期初權益 + (收益 - 費損)] 5. 權益變動方程式： <ul style="list-style-type: none"> <li style="text-align: center;"> 期末權益 = 期初權益 <ul style="list-style-type: none"> <li style="text-align: right;">+ 業主增資 + 業主投入 + 收益 <li style="text-align: right;">- 業主減資 - 業主提取 - 費損 <p><u>數學內容分析：</u></p> <p>會計學 I 中的方程式多為上述之形式，僅設計四則運算及百分比換算，非高中職階段的數學重點，此處不一一備載。</p>	

會計學III		
教材內容	數學內容分析	頁碼
隱含利率計算如下： $\text{折扣} = \text{收現金額} \times \text{利率} \times \text{期間}$	第 3 章 應收款項 3.2 應收款項	129
呆帳損失 = $\sum (\text{期末各組應收帳款餘額} \times \text{各組估計呆帳率})$ +調整前備抵呆帳餘額 -調整前備抵呆帳貸款	第 3 章 應收款項 3.2 應收款項 \sum 符號的意涵與運算性質已於一下的數學 B 中教授。	140
現值之計算 1. 一年以內到期票據之現值 $= \text{到期值} \div (1 + \text{公平利率} \times \text{期間})$ 2. 一年以內到期票據之現值 $= \text{到期值} \div (1 + \text{公平利率})^{\text{期間}}$	第 3 章 應收款項 3.3 應收票據 此式須要利用指數的運算技巧，相關概念已於國中及一上的數學 B 中教授，學生應不陌生。	153

會計學IV		
教材內容	數學內容分析	頁碼
定率遞減法之折舊率為： $1 - \sqrt[n]{\frac{\text{估計殘值}}{\text{成本}}}$	第 6 章 不動產、廠房及設備 需用 n 次方根，參考課本例題，較複雜的計算均會給估計值。	83
年數合計法（變率遞減法）之折舊率為： $\frac{\text{各使用年次的相反順序}}{\text{耐用年限合計數}}$ 註：假設以 N 代表耐用年限，耐用年限合計數 $= \frac{N(N+1)}{2}$	等差級數求和之技巧已於國中教授，學生應不陌生，且參考課本例題，大多不須運用此公式。另外，部分例題在解題過程中，需解二元一次聯立方程組。	83

<p>「應付票據折價」應依有效利息法轉為「利息費用」。</p> <p>一年以內票據的現值 = 到期值 ÷ (1 + 有效利率 × 期間)</p> <p>一年以內票據的現值 = 到期值 ÷ (1 + 公平利率)^{期間}</p>	<p>第 8 章 負債 8.2 流動負債</p> <p>此式須要利用指數的運算技巧，相關概念已於國中及一上的數學 B 中教授，學生應不陌生。</p>	182
<p>衡量大量母體的負債準備時，應採用各種發生機率的加權平均數，也就是期望值。</p>	<p>第 8 章 負債 8.2 流動負債</p> <p>機率與期望值已於二上的數學 B 中教授，學生應不陌生。</p>	188
<p>公司債發行價格 = 面值的複利現值 + 各期票面利息的年金現值</p> $= \frac{\$100,000}{(1 + \text{有效利率})^4} + \sum_{t=1}^4 \frac{\$5,000}{(1 + \text{有效利率})^t}$ <p>公司債發行價格 (公式) = 面值 × 複利現值 + 各期票面利息 × 年金現值</p>	<p>第 8 章 負債 8.3 非流動負債</p> <p>簡便的現值計算方法是以查表方式，透過「複利現值表」、「年金現值表」求算本金及各期利息的現值。</p>	203

附錄 複利、年金現值表

● 表一 n 期利率為 i 之 \$1 的複利現值 $p = \bar{p}|i = \frac{1}{(1+i)^n}$

n \ i	3%	3½%	4%	4½%	5%	5½%	6%
1	0.970874	0.966184	0.961538	0.956938	0.952381	0.947867	0.943396
2	0.942596	0.933511	0.924556	0.915730	0.907029	0.898452	0.889996
3	0.915142	0.901943	0.888996	0.876297	0.863838	0.851614	0.839619
4	0.888487	0.871442	0.854804	0.838561	0.822702	0.807217	0.792094
5	0.862609	0.841973	0.821927	0.802451	0.783526	0.765134	0.747258
6	0.837484	0.813501	0.790315	0.767896	0.746215	0.725246	0.704961
7	0.813092	0.785991	0.759916	0.734828	0.710681	0.687437	0.665057
8	0.789409	0.759412	0.730690	0.703185	0.676839	0.651599	0.627412
9	0.766417	0.733731	0.702587	0.672904	0.644609	0.617629	0.591898
10	0.744094	0.708919	0.675564	0.643928	0.613913	0.585431	0.558395
11	0.722421	0.684946	0.649581	0.616199	0.584679	0.554911	0.526788
12	0.701380	0.661183	0.624597	0.589664	0.556837	0.525982	0.496969
13	0.680951	0.639404	0.600574	0.564272	0.530321	0.498561	0.468839
14	0.661118	0.617782	0.577475	0.539973	0.505068	0.472569	0.442301
15	0.641862	0.596991	0.555265	0.516720	0.481017	0.447933	0.417265
16	0.623167	0.577076	0.533908	0.494469	0.458112	0.424581	0.393646
17	0.605016	0.557204	0.513373	0.473176	0.436297	0.402447	0.371364
18	0.587395	0.538361	0.493628	0.452800	0.415521	0.381466	0.350344
19	0.570286	0.520156	0.474642	0.433302	0.395734	0.361579	0.330513
20	0.553676	0.502566	0.456367	0.414643	0.376889	0.342729	0.311805

n \ i	7%	8%	9%	10%	12%	15%
1	0.934579	0.925926	0.917431	0.909091	0.892857	0.869565
2	0.873439	0.857339	0.841680	0.826446	0.797194	0.756144
3	0.816298	0.793832	0.772183	0.751315	0.711780	0.657516
4	0.762896	0.735030	0.708425	0.683013	0.635518	0.571753
5	0.712986	0.680583	0.649931	0.620921	0.567427	0.497177
6	0.666342	0.630170	0.596267	0.564474	0.506631	0.432328
7	0.622750	0.583490	0.547034	0.513138	0.452349	0.375937
8	0.582009	0.540269	0.501866	0.466507	0.403883	0.326902
9	0.543934	0.500249	0.460428	0.424096	0.360610	0.284262
10	0.508349	0.463193	0.422411	0.385543	0.321973	0.247165
11	0.475093	0.428883	0.387533	0.350494	0.287476	0.214943
12	0.444012	0.397114	0.355535	0.318631	0.256675	0.186907
13	0.414964	0.367698	0.326179	0.289664	0.229174	0.162528
14	0.387817	0.340461	0.299246	0.263331	0.204620	0.141329
15	0.362446	0.315242	0.274538	0.239392	0.182696	0.122894
16	0.338735	0.291890	0.251870	0.217629	0.163122	0.106885
17	0.316574	0.270269	0.231073	0.197845	0.145644	0.092926
18	0.295864	0.250249	0.211994	0.179859	0.130400	0.080805
19	0.276508	0.231712	0.194490	0.163508	0.116107	0.070265
20	0.258419	0.214548	0.178431	0.148644	0.103667	0.061100

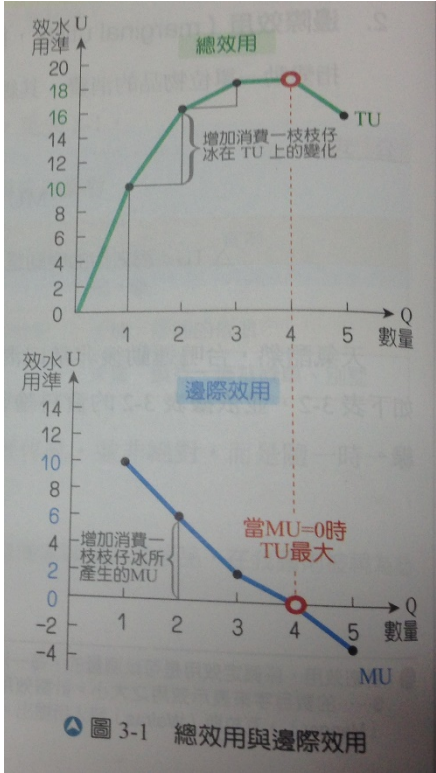
● 表二 n 期利率為 i 每期 \$1 的年金現值 $p = \bar{a}|i = \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$

n \ i	3%	3½%	4%	4½%	5%	5½%	6%
1	0.970874	0.966184	0.961538	0.956938	0.952381	0.947867	0.943396
2	1.913470	1.899694	1.886095	1.872668	1.859410	1.846320	1.833393
3	2.828611	2.801637	2.775091	2.748964	2.723248	2.697933	2.673012
4	3.717098	3.673079	3.629895	3.587526	3.545951	3.505150	3.465106
5	4.579707	4.515052	4.451822	4.389977	4.329477	4.270284	4.212364
6	5.417191	5.328553	5.242137	5.157872	5.075662	4.995530	4.917324
7	6.230283	6.114544	6.002055	5.892701	5.786373	5.682967	5.582381
8	7.019692	6.873956	6.732745	6.595686	6.463213	6.334566	6.209794
9	7.786109	7.607667	7.435332	7.268791	7.107822	6.952195	6.801692
10	8.530203	8.316605	8.110696	7.912718	7.721735	7.537626	7.360087
11	9.252824	9.001551	8.760477	8.528917	8.306414	8.092536	7.886675
12	9.954004	9.663334	9.385074	9.118581	8.863252	8.618518	8.383844
13	10.634955	10.302738	9.985648	9.682852	9.393573	9.117079	8.852683
14	11.296073	10.920520	10.563123	10.222825	9.898641	9.589648	9.294984
15	11.937935	11.517411	11.118387	10.739546	10.379658	10.037581	9.712249
16	12.561102	12.094117	11.652296	11.234015	10.837770	10.462162	10.105895
17	13.166116	12.651321	12.165965	11.707181	11.274066	10.864609	10.477260
18	13.753513	13.189862	12.669297	12.159992	11.699587	11.246074	10.827603
19	14.323799	13.709837	13.133939	12.593294	12.085321	11.607654	11.158116
20	14.877475	14.212403	13.590326	13.007936	12.462210	11.950382	11.469921

n \ i	7%	8%	9%	10%	12%	15%
1	0.934579	0.925926	0.917431	0.909091	0.892857	0.869565
2	1.808018	1.783265	1.759111	1.735537	1.690051	1.625709
3	2.624316	2.577097	2.531295	2.486852	2.401831	2.283225
4	3.387211	3.312127	3.239720	3.169865	3.037349	2.854978
5	4.100197	3.992710	3.889651	3.790787	3.604776	3.352155
6	4.766540	4.622880	4.485919	4.355261	4.111407	3.794483
7	5.389289	5.206370	5.032953	4.868419	4.563757	4.160420
8	5.971299	5.746639	5.534819	5.334928	4.967840	4.487322
9	6.515232	6.246888	5.995247	5.759024	5.328250	4.771584
10	7.023582	6.710081	6.417858	6.144567	5.650223	5.018769
11	7.496674	7.138964	6.805191	6.495061	5.937699	5.233712
12	7.942686	7.536078	7.160725	6.813692	6.194374	5.420619
13	8.357651	7.903776	7.486904	7.103356	6.423548	5.583147
14	8.745468	8.244237	7.786150	7.366687	6.628168	5.724476
15	9.107914	8.559479	8.060688	7.606080	6.810864	5.847370
16	9.446649	8.851369	8.312558	7.823709	6.973966	5.954235
17	9.763223	9.121638	8.543631	8.021553	7.119630	6.047161
18	10.059087	9.371887	8.755625	8.201412	7.249670	6.127962
19	10.335595	9.603599	8.950115	8.364920	7.365777	6.198231
20	10.594014	9.818147	9.128546	8.513564	7.469444	6.259331

經濟學 I		
教材內容	數學內容分析	頁碼
<p>邊際轉換率(Marginal Rate of Transformation, 簡稱 MRT), 即生產可能曲線上切線斜率的絕對值。</p> <p>邊際轉換率(MRT_{XY})</p> $= \left \frac{\text{減少生產Y財的數量}}{\text{增加生產一單位X財的數量}} \right = \left \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right $ <p>生產可能曲線的特性</p> <ol style="list-style-type: none"> 負斜率 左上方向右下方傾斜 凹向原點 再增產一單位的 X 所需放棄的 Y 的數量不斷增加的現象。 	<p>第 1 章 緒論</p> <p>1-5 經濟資源的配置</p> <p>邊際觀念的連續型表現法，就是微分；而高職經濟學課本中的邊際多用「平均變動率」作定義，且參考課本例題，此處較偏重於對經濟學名詞的認識與圖示的解讀。不須運用微分技巧，亦不須判別凹向性。</p>	<p>18</p> <p>19</p>
<p>一般情況下，需求曲線都是由左上方向右下方延伸的（負斜率），但需求曲線不一定是直線。</p> <p>需求函數是將價格與需求量之間的關係以函數表示，$Q^D=f(P)$。若需求函數為直線，則$Q^D=a-bP(a>0, b\geq 0)$。</p>	<p>第 2 章 需求與供給</p> <p>2-1 需求與需求法則</p> <p>2-3 供給與供給法則</p> <p>函數是表示應變數（方程式左側）與自變數（方程式右側）之間的因果關係的一種數學簡式。此名詞已於國中教授，學生應不陌生。其中多利用到線型函數的表示法與圖形（直線），亦已於國中教授。</p>	<p>35</p>
<p>在現實經濟社會中，消費行為多符合需求法則。但仍有少數財貨如炫耀財（conspicuous goods）和季芬財（Giffen goods）的例外，使需求曲線呈正斜率。</p>		<p>38</p>
<p>供給曲線一般型態是由左下方向右上方延伸的正斜率曲線（不一定是直線）。供給曲線上任一點，表示生產者在供給量上願意供給的最低價格。</p> <p>供給函數是將供給量之間的關係以函數表示，$Q^S=g(P)$。若需求函數為直線，則$Q^S=c+dP(d\geq 0)$。</p>	<p>而此處需有「斜率」的概念，包含定義、正負斜率及其圖示等相關概念，均已於一上的數學 B 中教授。</p>	<p>44</p> <p>45</p>
<p>供給行為大多符合供給法則，但個別勞動者對勞動時數的供給卻有例外。當工資率上升到某一階段，勞動者會增加休閒時間減少工作時間，勞動供給量不增反減形成後彎的勞動供給曲線。</p>		<p>48</p>

<p>需求價格彈性(E_d)</p> $= \frac{\text{需求量變動百分比}}{\text{價格變動百分比}} = \frac{\text{需求的變動量}}{\text{原來的需求量}} \cdot \frac{\text{原來的價格}}{\text{價格的變動量}}$ <p>為了方便起見，再比較彈性大小時不考慮其符號，而取絕對值。</p> $E_d = \left \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P_1}{Q_1} \right $ <p>註：當價格變動很小，趨近於零時，稱為點彈性。</p> <p>公式：$E_d = \lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P_1}{Q_1} = \frac{dQ}{dP} \times \frac{P_1}{Q_1}$</p>	<p>第 2 章 需求與供給</p> <p>2-5 需求彈性</p> <p>需求價格彈性係指衡量價格變動幅度引起需求量變動的幅度，此處同邊際以「平均變動率」作定義。</p> <p>而在附註中則提到「瞬間變動率」即為微分的概念。但例題多以經濟意涵以及離散數值為主，不需利用微分的運算技巧。</p>	54
<p>弧彈性。</p> $E_d = \left \frac{\frac{Q_2 - Q_1}{\frac{1}{2}(Q_2 + Q_1)}}{\frac{P_2 - P_1}{\frac{1}{2}(P_2 + P_1)}} \right = \left \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P_2 + P_1}{Q_2 + Q_1} \right $	<p>第 2 章 需求與供給</p> <p>2-5 需求彈性</p> <p>以變動前後的平均價格及平均數量（中點），作為計算變動百分比的依據，則為弧彈性。此處關於中點座標的求法已於國中教授。</p>	56
<p>需求量變動百分率等於價格變動百分率，故總支出（$P \times Q$）固定不變，圖示為雙曲線一支。</p>	<p>第 2 章 需求與供給</p> <p>2-5 需求彈性</p> <p>雙曲線應於二下的數學 B 才會教授，但此處僅提及此名詞，應不影響學習。</p>	57
<p>需求交叉彈性</p> $E_{xy} = \frac{\text{X物需求數量變動百分比}}{\text{Y物價格變動百分比}}$ <p>需求所得彈性</p> $E_1 = \frac{\text{X物需求數量變動百分比}}{\text{所得變動百分比}}$ <p>供給彈性</p> $E_s = \frac{\text{供給量變動百分比}}{\text{價格變動百分比}}$	<p>第 2 章 需求與供給</p> <p>2-5 需求彈性</p> <p>如同上述之需求價格彈性，不再重複說明。</p>	61 62 65

<p>邊際效用(marginal utility, 簡稱 MU), 指變動一單位物品的消費, 其總效用的變動量。</p> $MU = \frac{\Delta TU}{\Delta Q}$  <p>圖 3-1 總效用與邊際效用</p>	<p>第 3 章 消費行為的研究 3-2 效用的意義與法則</p> <p>效用指消費者在一定期間內, 消費物品或勞務時所獲得的滿足程度。課本以左圖為例子, 講述總效用與邊際效用的圖形關係。</p> <p>以圖形上來看, 邊際效用即為總效用曲線的斜率, 邊際效用大於 0, 總效用遞增, 反之遞減; 而在邊際效用為 0 時, 總效用最大。</p> <p>以數學觀點來看, 邊際效用函數應為總效用函數的一階導數, 一階導數大於 0 表示函數遞增, 反之遞減; 而在一階導數為 0 處, 可能發生極值。</p> <p>參考課本例題, 此處多著重於圖形上的經濟涵義, 若需計算, 則以離散數值為主, 不須運用微分技巧。</p>	<p>93 94</p>
<p>消費者以一定的貨幣所得購買各種物品時, 為求能獲得最大的滿足, 他必須消費到每一種物品的最後一元之邊際效用均相等。此時他必須同時滿足以下所列之條件, 消費者對他預算分配才算臻於恰到好處, 這種境界的實現, 即是所謂的消費者均衡。</p> $\begin{cases} \frac{MU_1}{P_1} = \frac{MU_2}{P_2} = \dots = \frac{MU_n}{P_n} = MU_m \\ P_1Q_1 + P_2Q_2 + \dots + P_nQ_n = I \end{cases}$	<p>第 3 章 消費行為的研究 3-3 消費者最大滿足的決策</p> <p>邊際效用如上所述。</p> <p>參考課本例題, 學生須瞭解邊際效用均等法則的定義與內涵; 而在應用上, 僅需運用四則運算及比大小。</p>	<p>101</p>

<p>圖 3-3 消費者剩餘</p>	<p>第 3 章 消費行為的研究 3-4 消費者剩餘 以數學技巧來看，曲線下面積多以積分作計算。 此處較著重於對經濟學名詞的認識與圖式的解讀，參考課本例題，多以「需求表」或「需求函數（一次函數）」作計算，僅需利用三角形與矩形的面積公式。</p>	103
<p>不同性質財貨的恩格爾曲線有不同的樣貌，正常財的恩格爾曲線呈正斜率；中性財的恩格爾曲線呈垂直線；劣等財的恩格爾曲線呈負斜率。</p>	<p>第 3 章 消費行為的研究 3-5 家庭消費定律 正負斜率及其圖示。</p>	107
<p>圖 4-2 生產者剩餘與消費者剩餘</p>	<p>第 4 章 生產理論 4-2 生產者剩餘 如同上述之「消費者剩餘」，此處不再重複說明。</p>	122
<p>廠商生產任何一種物品或勞務，都需要利用各種生產要素，所投入的生產要素與產出之間的實物關係，可以用函數形式表示，即所謂的生產品函數。</p> <p>$Q = f(A, B, C \dots)$</p> <p>我們根據生產要素的使用是否可以變動，而將決策期間分為短期跟長期。</p> <p>短期生產函數：$Q = f(L)$</p> <p>長期生產函數：$Q = f(L, K)$</p>	<p>第 4 章 生產理論 4-3 生產函數 函數的定義與表示法已於國中教授，學生應不陌生。</p>	124 125

4-3 生產函數

課本以左圖為例子，講述總產量與平均產量、邊際產量的圖形關係，並利用圖示說明凹向性與反曲點的意思。

以圖形上來看，平均產量為總產量與原點的連線斜率；邊際產量即為總產量曲線的切線斜率。並以總產量的增加速度來說明圖形的凹向性，並以此定義反曲點。

以數學觀點來看，邊際效用函數應為總效用函數的一階導數，並以二階導數來判斷圖形的凹向性：二階導數大於 0 表示函數凹向上，反之凹向下，而在二階導數為 0 處，可能為反曲點。

另外關於函數遞增、遞減、極值等意涵已於上方說明。

而下方之圖示即以連續函數來表示總產量線(TP)與邊際產量線(MP)、平均產量線(AP)的關係，並以此將生產劃分成三個階段，作為生產決策的參考。

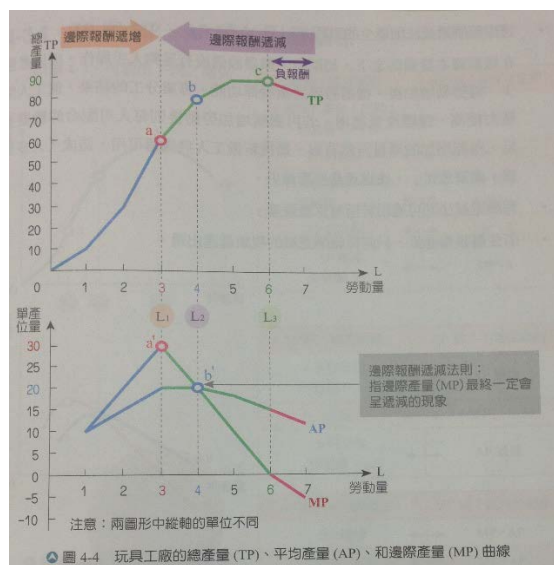
參考課本例題，此處多著重於三者間的變化關係，與特殊點（極值、反曲點）的經濟意涵，不需利用微分的運算技巧。

平均產量(AP)為平均一單位勞動（變動要素）的產量。

$$AP = \frac{TP}{L}$$

邊際產量(MP)為每增加一單位勞動，總產出的增加量。

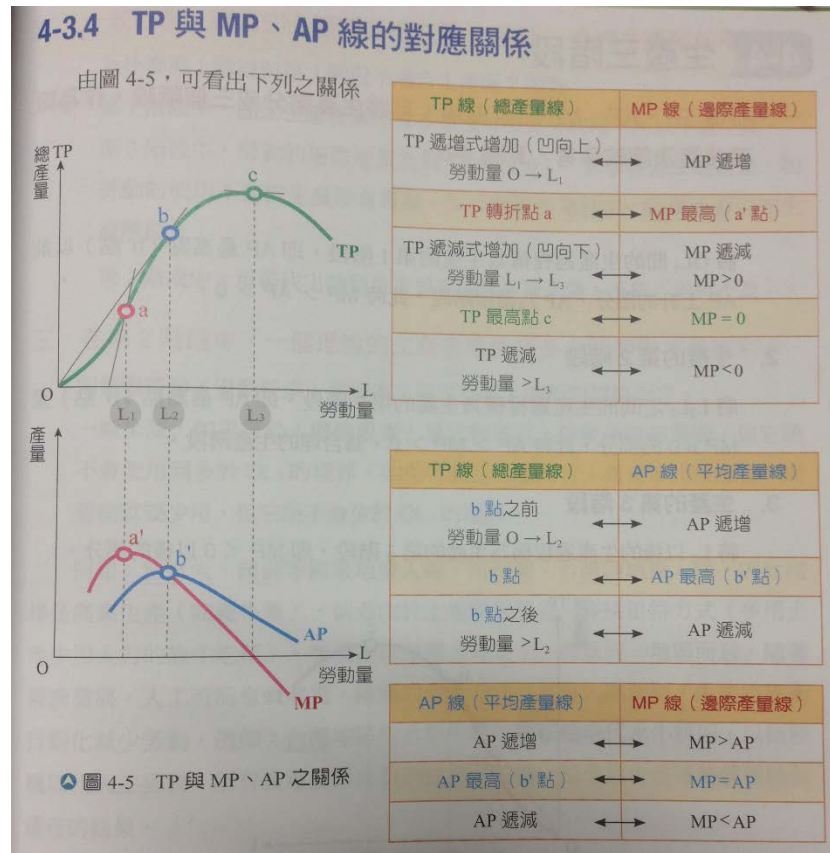
$$MP = \frac{\Delta TP}{\Delta L}$$



在圖 4-4 上圖中，最初當勞動量(L)增加時，其總產量(TP)增加的速度特別快，因此 TP 凹向上，為 0 增加至 a 的部分，a 為轉折點，又稱反曲點

(inflection point)。此後 L 增加，TP 的增加漸漸慢下來，TP 凹向下，為 a 增至 c 的部分，c 點為 TP 最高點。當 L 超過飽和點 L₃ 時，TP 反而減少。

在圖 4-4 下圖中，邊際產量在 L = 3 之後，隨勞動增加而遞減稱為邊際報酬遞減。在短期內，由於生產設備固定，隨著勞動要素(L)的增加，邊際產量雖然有遞增的階段，但當勞動(L)增加到一定程度後，MP 一定會遞減。此種 MP 終究會下降的現象，稱為邊際報酬遞減法則。



邊際成本 (marginal cost, 簡稱 MC) 為廠商每增產一單位產品時，總成本的增加額。

$$\begin{aligned} \text{邊際成本} &= \frac{\text{總成本變動量}}{\text{產量變動量}} \\ &= \frac{\text{總變動成本變動量}}{\text{產量變動量}} \end{aligned}$$

第 5 章 成本理論

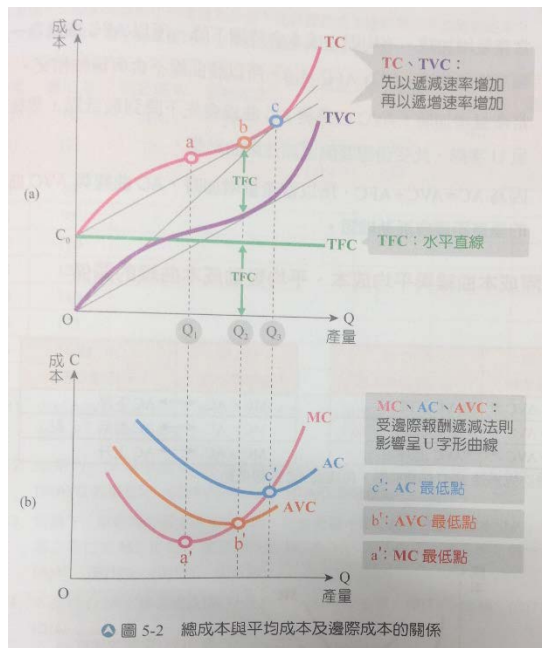
5-2 短期成本

邊際概念如前所述。

5-2 短期成本

總成本(TC)與變動成本(TVC)的型態相同，平移的量為固定成本(TFC)；而平均成本(AC)與平均變動成本(AVC)亦為平移的關係。

參考課本例題，此處需瞭解各種平均成本與邊際成本曲線的關係，並利用總成本（離散數值）推求平均成本與邊際成本。



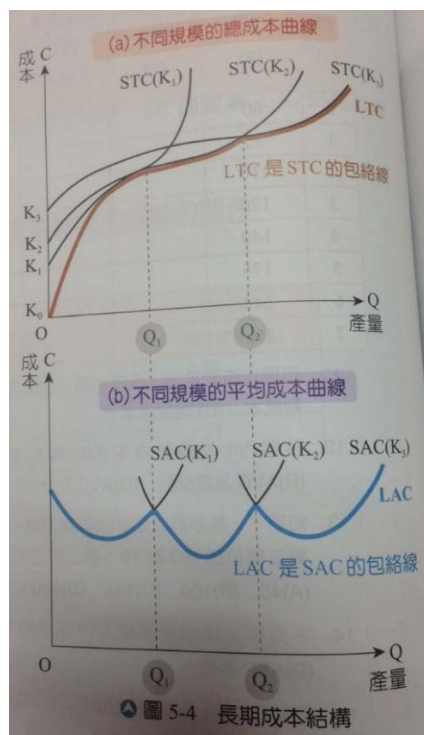
從總成本曲線(TC)可求出平均成本(AC)與邊際成本(MC)。

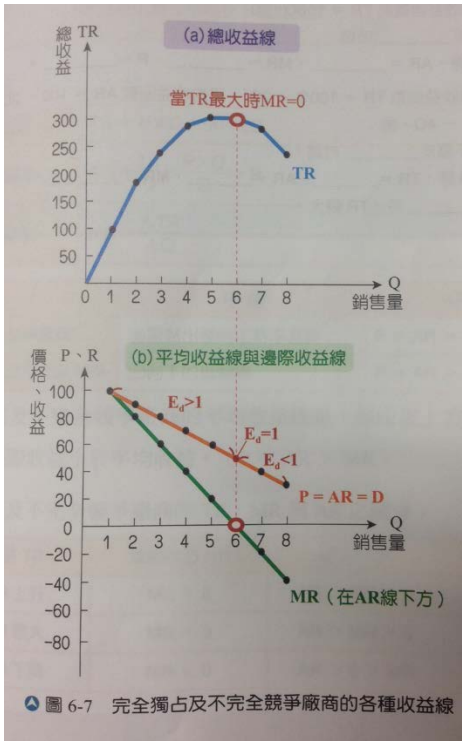
5-3 長期成本

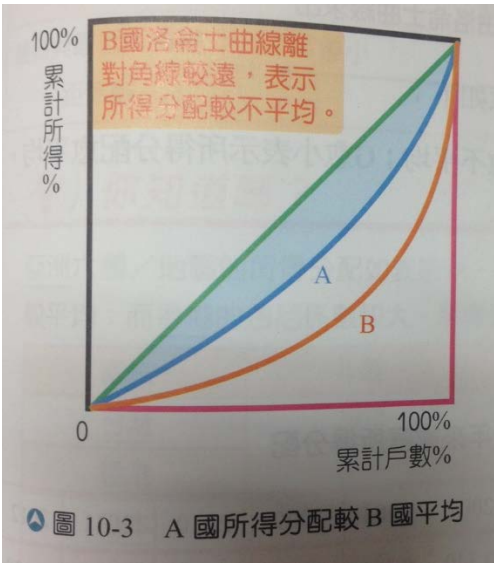
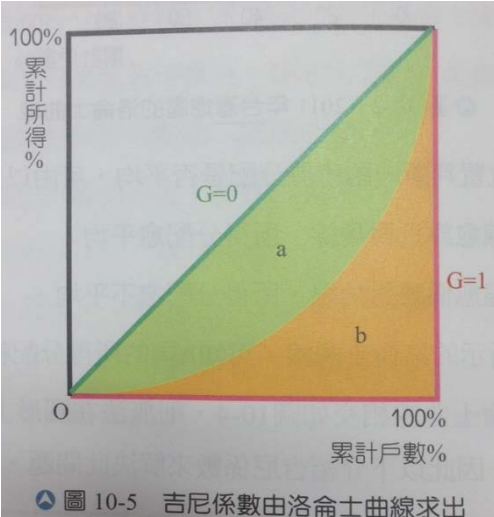
在幾何學，某個曲線族的包絡線 (Envelope)，是跟該曲線族的每條線都有至少一點相切的一條曲線。

此處僅提及此一名詞，無相關運算，可用圖示瞭解。

在圖 5-4(a)中，廠商會在各生產規模中選擇最低成本的階段生產。所以長期總成本(LTC)小於或等於 STC 且兩者相切，LTC 是所有 STC 的包絡線 (envelope curve)



<p>邊際收益 (marginal revenue, 簡稱 MR) 為廠商每增產一單位的銷售量, 總收益的變動量。</p> $\text{邊際收益} = \frac{\text{總收益的變動量}}{\text{銷售量的變動量}}$	<p>第 6 章 市場結構與廠商收益</p> <p>6-2 廠商的收益</p> <p>邊際概念如前所述。</p>	<p>176</p>
<p>完全獨佔、寡占及獨占性競爭廠商對價格有其影響力, 廠商若要增加銷售量就必須降低價格, 其面對的需求曲線為一條由左上方向右下方傾斜的曲線。</p> <p>總收益線 (TR) 會隨銷售量的增加, 先逐漸增加至最大收益後, 再逐漸下降。為一由原點出發, 凹向下的拋物線, 如圖 6-7(a) 所示。</p> <p>平均收益 (AR) 是一條由左上方向右下方傾斜的曲線, 其斜率為負, 表示隨著銷售量增加, 平均收益會跟著下降; 同時對應的邊際收益 (MR) 將小於平均收益, 及 MR 線位於 AR 線的下方。如圖 6-7(b) 所示。</p>  <p>圖 6-7 完全獨占及不完全競爭廠商的各種收益線</p>	<p>第 6 章 市場結構與廠商收益</p> <p>6-2 廠商的收益</p> <p>課本以左圖為例子, 講述總收益與平均收益、邊際收益、需求彈性的關係。</p> <p>關於平均與邊際在圖形與數學上的意涵如同上方所述。</p> <p>拋物線應於二下的數學 B 才會教授, 但此處僅提及此名詞, 應不影響學習。</p> <p>參考課本例題, 此處多著重於三者間的變化關係, 及經濟意涵, 並以總收益 (離散數值) 推求平均收益與邊際收益, 不需利用微分的運算技巧。</p>	<p>178 179</p>

<p>洛侖士曲線 (Lorenz curve) 是以圖示說明家庭所得分配不均等程度的一種測量方法。曲線若愈靠近對角線，所得分配愈平均。</p>  <p>圖 10-3 A 國所得分配較 B 國平均</p>	<p>第 10 章 分配理論 10-2 所得分配不均度的測量</p> <p>參考課本例題，此處需利用分配資料來繪一洛侖士曲線，運用的數學概念為百分比、累計百分比等概念，並以此判別不均度的程度。</p>	<p>240</p>
<p>吉尼係數 (Gin coefficient, 簡稱 G) 是洛侖士曲線與絕對均等線所夾半月形面積(a)占絕對均等線以下之三角形面積的比例，如圖 10-5。$1 > G > 0$，G 愈大表示所得分配愈不平均。</p>  <p>圖 10-5 吉尼係數由洛侖士曲線求出</p>	<p>第 10 章 分配理論 10-2 所得分配不均度的測量</p> <p>參考課本例題，學生僅需知道吉尼係數的數值大小代表的涵義即可。</p>	<p>242</p>

經濟學 II		
教材內容	數學內容分析	頁碼
可貸資金指借貸市場中可供借貸的貨幣與資金。可貸資金的需求與利率呈反向變動，因此可貸資金需求線呈負斜率；可貸資金的供給量與利率呈正向變動，因此可貸資金供給線呈正斜率。	第 12 章 利息與利潤 12-1 利息 正負斜率及其圖示。	4 5
附加價值法： GDP = \sum (各階段產品價值 - 中間投入成本) 名目 GDP = $\sum_{i=1}^n (P_i^t \times Q_i^t)$ 實質 GDP = $\sum_{i=1}^n (P_i^o \times Q_i^t)$	第 13 章 國民所得 13-1 國民所得的概念 Σ 符號的意義與相關運算，已於一上的數學 B 中教授，學生應不陌生。	23 34 35
消費函數表示消費支出與可支配所得之間的關係。通常以數學方程式來表示： $C = a + bY_d, a \geq 0, 0 < b < 1$ C：消費支出。 a：與所得水準無關，即使可支配所得為零時，為維持基本生活水準所必需的消費，又稱自發性消費。 b：邊際消費傾向。指當 Y_d 變動一單位，所變動的消費量。	第 14 章 所得水準的決定 14-1 消費、儲蓄與投資 線型函數的表示法與圖形（直線），已於國中教授，學生應不陌生。而直線斜率的相關概念已於一上的數學 B 中教授。 參考課本例題，解題過程需解二元一次聯立方程組，而此技巧亦於國中操作過。	53
邊際消費傾向（marginal propensity to consume，簡稱 MPC），係指當可支配所得變動一單位時，在消費上所引起的變動量。為消費線的斜率。 $MPC = \frac{\text{消費變動量}}{\text{可支配所得變動量}}$	邊際概念如前所述。	55

根據 $C = a + bY_d$ 繪製消費線 DE 如圖 14-3 所示。圖中橫軸為可支配所得 (Y_d)、縱軸為消費 (C)、 $OD = a$ 為自發性消費、DE 線斜率 $= b$ 為邊際消費傾向。

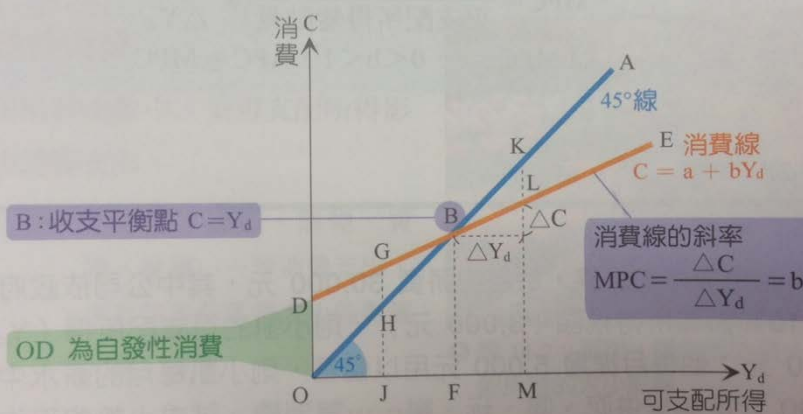


圖 14-3 消費線

OA 直線與兩軸呈 45 度角，稱為 45° 線。線上任一點到兩軸距離相等，表示 $C = Y_d$ 。

DE 為消費線，與 45° 線 OA 相交於 B 點，表示 $C = Y_d$ ，故 B 點為收支平衡點。

當可支配所得 $< F$ ，消費線 DE 位於 45° 線上方， $C > Y_d$ ，為負債；當可支配所得 $> F$ ，消費線 DE 位於 45° 線下方， $C < Y_d$ ，為儲蓄。

負債或儲蓄的大小可以消費線與 45° 線的垂直差距表示。

儲蓄函數即儲蓄 (S) 與可支配所得之間的函數關係。儲蓄是可支配所得中未被用於消費的部分，等於可支配所得減掉消費後的餘額，即：

$$S = Y_d - (a + bY_d) = -a + (1 - b)Y_d$$

$-a$ ：負儲蓄，當 $Y_d = 0$ 時，基本維生水準支出。

$1 - b$ ：邊際儲蓄傾向。

邊際儲蓄傾向 (marginal propensity to save, 簡稱 MPS)，即可支配所得增加一單位所引發的儲蓄變動量，亦即儲蓄變動量對可支配所得變動量之比，為儲蓄線的斜率。

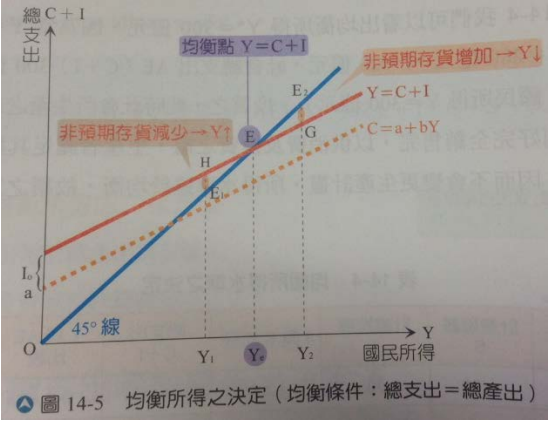
$$MPS = \frac{\text{儲蓄增量}}{\text{可支配所得增量}}$$

第 14 章 所得水準的決定

14-1 消費、儲蓄與投資

如同上述之「消費函數」，此處不再重複說明。

邊際概念如前所述。

<p>設有一項固定資本，其價格為 P，耐用年限為 n，在 n 年之後其剩餘價值為零，n 年中的預期毛收益分別為 R_1、R_2……R_n，則投資邊際效率 r_m 應使下式成立：</p> $P = \frac{R_1}{1+r_m} + \frac{R_2}{(1+r_m)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r_m)^n}$	<p>第 14 章 所得水準的決定 14-1 消費、儲蓄與投資 參考課本例題，僅討論二年收益，而其解題過程中需解一元二次方程式，此技巧已於國中操作過。</p>	64
 <p>由圖形中可看出均衡所得的大小與總支出線 ($C+I$) 的斜率有關。當總支出線的斜率愈大，均衡所得將愈大。</p>	<p>第 14 章 所得水準的決定 14-2 簡單的均衡所得決定過程 此處需瞭解斜率大小的變化與其圖式的關係，並由此判別圖形交點的位置，相關概念已於一上的數學 B 中教授。</p>	70
<p>最簡單凱因斯模型，以數學方式來表示其均衡所得決定式：</p> $\begin{cases} Y = C + I & (1) \\ C = a + bY, a > 0, 0 < b < 1 & (2) \\ I = I_0 & (3) \end{cases}$ <p>I_0 表固定常數，將(2)、(3)式代入(1)式，均衡所得乃決定於下式：</p> $Y = a + bY + I_0$	<p>第 14 章 所得水準的決定 14-2 簡單的均衡所得決定過程 參考課本例題，解題過程中需解簡易的三元一次聯立方程組，可代換回一元一次方程式。</p>	72
<p>附註： 無窮等比級數求和之公式。 和 = $\frac{\text{首相}}{1 - \text{公比}}$</p>	<p>第 14 章 所得水準的決定 14-3 乘數原理與加速原理 在例題中須使用無窮等比級數求和之公式。此技巧已於一下的數學 B 中教授。</p>	76

$\begin{cases} Y = C + I + G & (1) \\ C = a + b(Y - T) & (2) \\ I = I_0 & (3) \\ G = G_0 & (4) \\ T = T_0 & (5) \end{cases}$ <p>將(2)、(3)、(4)、(5)代入(1)得：</p> <p>均衡所得 $Y = \frac{1}{1-b}(a + I_0 + G_0 - bT_0)$</p>	<p>第 14 章 所得水準的決定 14-4 膨脹缺口、緊縮缺口與節儉的矛盾</p> <p>此均衡式所得方程式應瞭解其公式導出之原理，而無強記之必要，因為均衡所得方程式隨所設定之總體經濟模型不同而不同。最後需解一元一次方程式。</p>	85
<p>無窮等比級數求和之公式。</p> $\text{和} = \frac{\text{首相}}{1 - \text{公比}}$	<p>第 15 章 貨幣與金融 15-4 銀行與貨幣創造</p> <p>計算創造的存款貨幣總額，需使用無窮等比級數求和之公式。此技巧已於一下的數學 B 中教授。</p>	118

「商業概論」的建議開課學期為第一學年第一、二學期，共計 4 (2/2) 學分。目標在於引導商業與管理群學生瞭解商業及其管理的基本觀念，培養商業與環境互動的資源規劃能力，瞭解企業在商業環境的角色與功能。課程中會使用到的數學內涵多為四則運算及百分比的換算，且課本例題多著重在商業內的名詞定義與內涵，甚少有複雜的計算。另外在作工作評價與績效評估時，需要依照各項資格或條件，以較有系統的科學方法來做考核或評量，使用到的數學內涵為百分比的計算、資料的分析與表格的整理跟統計。

「會計學」的建議開課學期為第一、二學年第一、二學期，共計 10 (3/3/2/2) 學分。I 與 II 的目標在引導商業與管理群學生瞭解財務會計之基本理論，具備熟練會計處理程序，培養帳務處理之能力，瞭解會計資訊之意義及功能，奠定應用會計資訊之能力；III 與 IV 的目標在引導商業與管理群學生能瞭解公司會計的基本概念，熟悉各項資產評價及帳務處理，瞭解負債的帳務處理。課程中會使用到的數學技巧多為四則運算及百分比的換算，像是利率與利息的換算、折扣與利率的計算等，學生須先瞭解會計的術語及其表示方式，如表 4.1-1、表 4.1-2，並將之轉換成數學式子。

根據課本例題，在解題過程中，學生可能需要會解二元一次聯立方程組，及操作指數律，但若過程涉及太複雜之運算，題目會提供大約值或附表，以供查詢及計算。

表 4.1-1：現金折扣條件

表示法	意 涵
n/30	表示應在 30 天內付清款項，且沒有任何折扣。
n/10 · EOM	表示貸款在發生銷貨或進貨的次月第 10 天到期，且沒有任何折扣。
2/EOM	表示在月底前付款可享有發票金額 2% 的折扣。
2/10 · 1/20 · n/30	表示自成交日起，10 天以內還款可享 2% 的現金折扣，11 天至 20 天之間還款可享 1% 的現金折扣，超過 20 天就無折扣，但最晚應在 30 天內將帳款全部還清。

表 4.1-2：常見利率名詞

名 詞	意 涵	備 註
週息八厘	年利率 8%	週息以一年為一個週期
年息一分二厘	年利率 12%	年息以百分比表示
年息一分二厘	月利率 12%	月息以千分比表示

「經濟學」的建議開課學期為第二學年第一、二學期，共計 8 (4/4) 學分，目標在引導商業與管理群學生瞭解經濟學之意義及基本知識。相較於商業概論與會計學，經濟學提及的數學概念較多，其中像是斜率的定義、斜率的正負與大小變化等跟圖形之間的關係、函數的定義、一次函數與直線方程式等，學生須瞭解跟熟練，而此部分的數學內涵，已於國中數學或高職數學 B 中教授，學生應不陌生。參考課本例題，在數學的運算上，學生須會處理一元二次方程式、二元一次聯立方程組或簡易的多元一次聯立方程組，以及無窮等比級數求和等，此部分的數學技巧已於國中數學或高職數學 B 中操作過。

在經濟學中，許多經濟量如效用、報酬、成本、收益、淨利等，都可以冠以邊際兩字，以表徵這些經濟量的變化，邊際觀念的連續型表現法，就是微分（翁秉仁）；而在高職階段，邊際概念都以「平均變動量」來處理，另外亦有提及切線斜率、凹向性、反曲點以及曲線下的面積等微積分的內涵，但參考課本例題，並無使用微分、積分等相關運算。

整體來說，經濟學中多以圖形並搭配數學概念來解釋經濟意涵，學生須由圖形的變化來解釋經濟上的關係。舉例來說，均衡所得的決定條件是總支出等於總產出，也就是總支出線與 45° 線（ $x = y$ ）的交點，而均衡所得的大小與總支出線的斜率有關，斜率愈大，均衡所得將愈大，也就是總支出線的斜率愈大，與 45° 線交點的 y 座標就會愈大。又或是藉由需求曲線與供給曲線的變動（圖形的左右平移），來推論價格或交易量的大小（圖形交點的位置）。

另外，微積分在提及切線斜率、凹向性與反曲點時，多需使用一次、二次微分來定義或驗證；而在高職的經濟學中，則偏重以圖形或經濟語言來解釋其定義與意涵，參考課本例題，相較於計算出哪一點是極值或反曲點，學生更需要知道在該點時的經濟意義；若碰到相關運算，課本例題多是離散型資料，不須用到微積分等計算技巧。舉例來說，學生須利用曲線下的面積來表示消費者剩餘跟生產者剩餘，而當需求確切數值時，僅需利用三角形或矩形面積即可，可不用積分運算。

4.1.2 訪談結果

以上述文本分析的內容，作為訪談專業科目老師們的參考資料，訪談對象為桃園縣育達高中商業經營科，教授經濟學的李主任以及教授會計學的張老師，以期瞭解在專業科目的教學現場裡，是如何操作與數學相關的內涵；而在教學過程中，教師或學生又會碰到那些與數學相關的困難；最後，希望教師以專業領域的立場，針對數學科的教材內容提供意見或想法。

- 高職階段的經濟學較著重於對名詞、圖形概念的認識，而非數值的計算。

通常教師會提供經濟學上的通用圖形，學生不需去計算發生極值的點、反曲點或是判別圖形的凹向性等，但必須能繪製一般情形下的經濟圖形，像是需求、供給曲線或是產出、成本、收入曲線等等，並能瞭解各點的經濟意涵。

李主任：

經濟學比較屬於應用科學，他只要知道觀念就好，不用真的去算，像是切線斜率在我們經濟學裡面講的是邊際，我們會畫圖給他看，大學可能會用到 limit 去求，但我們不用這樣，他不需要算，他只要知道那個概念就好。另外還有曲線的極大、極小值，他要知道經濟含意，而不用去求那個點在哪裡。而且我們會要學生把經濟學上一些通用的圖形背起來，像是收入曲線就是長得像這樣，你不用去比對哪個凹向上、凹向下、遞增或遞減之類的，你只要畫出來，哪一點對哪一點，並瞭解每個點的特殊狀況就行，不用一一去推導。

- 基本的微積分概念，對於經濟學及升學都會有一定的幫助。

在 99 高職課綱中，數學 B 的第四冊會教授微積分及其應用，但在 105 課綱中已被刪除。針對此一議題，李主任跟張老師均希望能保留微積分的基本概念，以為將來的升學做準備，且在經濟學中，若能有微分及其圖形的概念，對於經濟意涵的瞭解跟運算也有一定的幫助。

張老師：

微積分是有他的需要，因為學生到了大專院校，基本的他一定要上，每次學生回來，他們都說微積分好難，他到了大專，被當的也是微積分。所以他如果在這邊學一點點，有個基礎，那他到了大學，至少知道那是什麼。

李主任：

雖然連續函數的題目課本沒有，但參考書都有寫，且將來統測可能也會考，所以我們會教。譬如說，總收入的一階導數叫邊際收入，要對一個函數（多項式函數）作微分，但學生常會搞不懂，變成直接用背的。

- **期望高一數學能將國中數學加深、加廣。**

會計學中的式子多為四則運算或百分比的換算，在解題過程中可能需要解二元一次聯立方程組，雖然已在國中操作過，但張老師表示仍有部分學生不會，希望高一數學科的課程能將國中數學作一個複習跟延伸，以提升學生在專業領域上操作的精確度。

張老師：

其實大部分的學生在運算上沒問題，但仍有少部分的學生不會解方程式（二元一次聯立方程式），我不知道數學在解方程式花的時間多不多，但我覺得有些東西是要重複的，尤其是在高職，要再給他多一點的時間去練。我們以常態來看，這些東西當然要會，但對於那些學習較低落的，如果我們在高中時，能將國中的部分作一個複習跟延伸，將會很有幫助。

- **期望高職數學能多著墨於統計與圖表的分析，並加強邏輯訓練。**

針對現行高職數學 B 的內容作討論，張老師與李主任皆表示會計學與經濟學都不會使用到三角函數；希望能著重在機率統計與資料分析方面，以提升實用性，並希望能加強學生在邏輯推理上的訓練。

張老師：

會計學上不會使用到三角函數。

李主任：

經濟學上僅需要用到斜率跟角度的概念，也就是從斜角知道斜率或從斜率知道斜角，並不會用到週期函數或三角測量等。

張老師：

我覺得應該要多著墨在統計方面，像是標準差、變異數、圖形的辨識等概念，以符合學生在業務上的需要。

李主任：

這樣講不知道對不對，其實我覺得我們高職的數學，實用性方面應該比較加強，太艱澀方面應該不需要，譬如說統計的一些基本概念，對我們來說都很有幫助啊！另外一些邏輯推理的概念，我覺得是有必要加強，數學的邏輯思考過程是很高深的，真的要訓練。

4.2 專業科目的數學需求—餐旅群

依據現行（103 學年度）的《職業學校群科課程綱要》，餐旅群在專業及實習科目的部定必修為餐旅英文與會話、餐旅概論、餐旅服務、飲料與調酒。而就訪談需求與限制，安排的受訪對象為桃園縣育達高中餐飲管理科的林主任。

4.2.1 文本分析

研究者在訪談前先行拜訪林主任，主任針對此次訪談的目的所提供的課本為：餐旅概論 I II、餐旅服務 I ~IV、飲料與調酒 I II，並另外提供餐飲管理 II，以作為訪談的參考資料。以下僅針對林主任所提供之教材作文本分析。

由於上述教材中的數學式子甚少，且並無高中職以上的數學內涵，因此研究者將課本中有關的數學運算及式子一一列下，並詳實記載出處頁碼，但不針對內容作分析。其中並不包含課本的習題，也不列出過多的文字敘述。

餐旅概論 I

最高最低存量法又稱戴維斯法、定量訂購法，主要目的為在採購物料時，考慮其安全庫存量、採購點，以及一個生產週期所需的材料需求量，以節省餐廳在各項成本的支出。計算公式：

- (1) 理想最低存量 = 每日平均消耗量 × 進貨天數
- (2) 最低存量 = 理想最低存量 + 安全存量
- (3) 請購量(採購量) = 每日平均消耗量 × 生產週期天數
- (4) 最高存量 = 請購量 + 安全存量
- (5) 若無特別標示安全存量的數量，則安全存量 = 理想最低存量 × $\frac{1}{2}$

10-17

餐旅概論 I (續)

攝氏溫標示一種世界上普遍使用的溫標，符號為 $^{\circ}\text{C}$ ；華氏溫標是一種歐美國家普遍使用的溫標，符號為 $^{\circ}\text{F}$ 。

換算公式：

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} \times (^{\circ}\text{F} - 32), \quad ^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

10-20

常用的度量衡分為美制與公制，我國提倡使用公制，但在傳統市場仍多使用台金與台兩。

(一) 容積單位換算

中文	英文	容積	單位換算
1 吧匙	1 Bar Spoon	2.5 c.c.	1 茶匙 = 1/3 湯匙
1 茶匙	1 Tea Spoon	5 c.c.	
1 湯匙	1 Table Spoon	15 c.c.	4 湯匙 = 1/4 杯
1 杯	1 Cup	236 c.c. \approx 240 c.c.	1 杯 = 240 c.c. = 16 湯匙 = 48 茶匙 = 8 盎司
1 品脫	1 Pint	480 c.c.	1 加侖 = 4 夸特 = 8 品脫 = 128 盎司
1 夸特	1 Quart	960 c.c.	
1 加侖	1 Gallon	3,840 c.c.	

(二) 重量單位換算

單位	重量	單位換算
1 錢	3.75 g	1 兩 = 10 錢
1 兩	37.5 g	
1 台斤	600 g	半台斤 = 8 兩 = 300 g
1 市金	500 g	1 台斤 = 16 台兩 = 600 g
1 英鎊	454 g	0.6 公斤 = 1 台斤
1 公斤	1,000 g	1 公斤 = 2.21 磅
		1 英鎊 = 16 盎司

10-34

餐旅概論 I (續)

漲縮率公式：

- (1) 原料重量 × 漲縮率 = 成品重量
- (2) 可食重量 ÷ 原料重量 = 可食率
- (3) 不可食重量 ÷ 原料重量 = 耗損率
- (4) 可食率 + 耗損率 = 1
- (5) 原料重量 × 漲縮率 × 可食率 = 成品重量
- (6) 售價 × 成本率 = 成本
- (7) 食物售價 × 食材成本率 = 食材成本

10-36

餐旅概論 II

用來評斷經營的績效的指標有：

- (1) 住房率 = $\frac{\text{出租房數}}{\text{可出租客房數}} \times 100\%$
- (2) 團體住房率 = $\frac{\text{團體住房數}}{\text{出租客房數}} \times 100\%$
- (3) 散客住房率 = $\frac{\text{散客住房數}}{\text{出租客房數}} \times 100\%$
- (4) 多人住用率 = $\frac{\text{住客人數} - \text{出租房數}}{\text{出租房數}} \times 100\%$
- (5) 床鋪利用率 = $\frac{\text{住客人數}}{\text{最大容量人數}} \times 100\%$
- (6) 收入住房率 = $\frac{\text{客房收入}}{\text{客滿時以定價計算之最大潛在收入}} \times 100\%$
- (7) 平均房價 = $\frac{\text{客房收入}}{\text{出租房數}}$ (元)
- (8) 可利用客房平均收益： $\frac{\text{客房收入}}{\text{可出租房數}} = \text{平均實收房價} \times \text{住房率}$ (元)

4-25

餐旅服務 II

轉桌率 (Turnover Rate)，又稱翻檯率、餐桌翻桌率、餐桌迴轉率。
公式：

$$\text{轉桌率} = \frac{\text{一日來客數}}{\text{餐廳總座位數}}$$

13

飲料與調酒 I

卡布奇諾咖啡添加奶泡、牛奶，比例為 1：1：1（濃縮咖啡：牛奶：奶泡）

拿鐵咖啡添加牛奶，比例為 1：2：1（濃縮咖啡：牛奶：奶泡）

康寶蘭咖啡添加發泡鮮奶油，比例為 1：1（濃縮咖啡：鮮奶油）

112

一般倒啤酒的方法為先慢（斜）、後快（直），使泡沫與啤酒的比例為 2：8。

107

飲料與調酒 II

啤酒被稱為「液體麵包」(Liquid Bread)，最主要的原因是能提供每公克酒精 7 大卡的熱量，而熱量主要的來源是酒精。

啤酒熱量的計算：

酒精濃度 4%，每瓶 600 ml 的啤酒可提供 168 大卡的熱量。

$$4\% \times 600\text{ml} = 24$$

$$7\text{大卡} \times 24 = 168\text{大卡}$$

11

餐飲管理 II

在制定生產量後，即配合產品來準備材料，規劃採購數量，以進行採購作業。在此，以廚房食材採購作業程序來詳加說明：

1. 以標準食譜預估材料及數量

公式：

$$(1) \frac{\text{新食譜產量}}{\text{原標準食譜產量}} = \text{變化係數}$$

$$(2) \text{原標準食譜各材料數量} \times \text{變化係數} = \text{新食譜各材料數量}$$

2. 計算生料產量以預估採購量及採購單價

公式：

$$(1) \text{生料產量百分比} = \frac{\text{可使用重量}}{\text{採購重量}} = \frac{\text{採購重量} - \text{不可使用重量}}{\text{採購重量}} \times 100\%$$

$$(2) \text{實際採購量} = \frac{\text{食譜材料重量}}{\text{生料產量百分比}}$$

$$(3) \text{實際採購單價} = \frac{\text{採購單價}}{\text{生料產量百分比}}$$

43-44

一般餐飲業者在年度營業預算編列時，列入餐具預算作為換新餐具、補充數量或維修餐具的經費依據，因此在編列餐具預算時，應包括下列步驟：

1. 制定餐具標準庫存量

即根據餐廳桌數、總座位數、座位周轉率、器皿使用周轉率、菜單及服務方式，來估算營業所需餐具基本數量。

2. 核對存貨量

經盤點後，估算出現有的餐具數量。

3. 估計耗損量

各類餐具因使用頻率及方式不同，耗損程度須列入考慮。

4. 估算各種餐具的採購數量

採購數量 = 餐具標準庫存量 + 平均每年耗損量 - 現有存貨量 - 已採購進貨量

5. 編列採購金額

採購費用 = 採購數量 × 單價

63

餐飲管理 II (續)

成本計算方式：

1. 平均消費額 = 營業收入 ÷ 消費人數
2. 每桌平均收入 = 營業收入 ÷ 總桌數
3. 每作位平均收入 = 營業收入 ÷ 總座位數
4. 營業收入 = 客單價 ÷ 來客數
5. 銷貨成本 = 期初庫存 + 本期採購進貨 + 轉進材料 - 轉出材料
- 可沖銷費用 (如員工用餐) - 期末庫存
6. 銷貨成本比 = 銷貨成本 ÷ 營業收入 (%)
7. 人事成本 = 人員薪資 + 福利費用
8. 人事成本比 = 人事成本 ÷ 營業收入 (%)
9. 營業費用 = 水電費 + 燃料費 + 管理費 + 維修費 + 業務推廣費 + 裝飾費用
+ 娛樂費 + 水洗費 + 交通費 + 保險費 + 店租 + 利息費用
+ 折舊費用 + 其他費用
10. 營業費用比 = 營業費用 ÷ 營業收入 (%)
11. 營業毛利 = 營業收入 - 銷貨成本
12. 稅前淨利 = 營業收入 - 銷貨成本 - 營業費用
13. 稅前淨利 = 營業毛利 - 營業費用
14. 成本比 = 成本 ÷ 營業收入 (%)

94-97

「餐旅概論」的建議開課學期為第一學年第一、二學期，共計 4 (2/2)學分，主要協助學生瞭解餐飲、旅館、旅行業等餐旅相關產業之屬性、架構及基本運作。「餐旅服務」的建議開課學期為第一、二學年第一、二學期，共計 10 (3/3/2/2)學分，主要協助學生瞭解餐廳餐飲、旅館房務服務的一般知識、規範與熟練餐旅服務之基本技能。「飲料與調酒」的建議開課學期為第二學年第一、二學期，共計 6 (3/3)學分，主要協助學生培養飲料與調酒之調配基本技能。

就上述的文本分析可知，餐旅群的共同專業科目中的數學不多，大致可分為「比與比例」及「四則運算及百分比換算」兩大內涵。「比與比例」的應用多在實際操作上，像是在調製各種咖啡時，所需使用的咖啡、牛奶或奶泡等等的比例運算或單位轉換。餐飲售價與餐飲實際成本的差距才是可獲得的營業利潤，惟有確實做好成本控制才有可能達到理想的獲利目標，而「四則運算及百分比換算」則多在處理這方面的成本控制與分析等，像是廚師必須清楚瞭解當食材經過處理後，其廢棄、不可食用的部分比率約為多少，其廢棄比率是否在可接受範圍內，食材成本的控制是否良好，因此，廚師必須瞭解食材漲縮率的計算，其他則像是營業狀況的相關數據計算、材料或器具需求量的預估等等。而此二項數學內涵，在國中前均已教授、操作過。

4.2.2 訪談結果

以上述文本分析的內容，作為訪談專業科目老師的參考資料，訪談對象為桃園縣育達高中餐飲管理科的林主任，以期瞭解在專業科目的教學現場裡，是如何操作與數學相關的內涵；而在教學過程中，教師或學生又會碰到那些與數學相關的困難；最後，希望教師以專業領域的立場，針對數學科的教材內容提供意見或想法。



林主任表示在 105 年公布的新課綱中，餐旅群的變革很大，課程安排以業界的真正需求去作調整，漸以實務面為主，並將課程內容模組化，而在模組化的情況下，烘焙、中西餐料理等將變成是部定必修的實習課程，而以下即為新課綱的烘焙 I 中，與數學相關的內涵。

烘焙 (I)

已知烘焙百分比，求實際百分比

$$\text{公式：實際百分比} = \frac{\text{材料的烘焙百分比} \times 100}{\text{烘焙百分比總和}}$$

說明：

	烘焙百分比		實際百分比
配方百分比總和	260		100
麵粉百分比	100		x


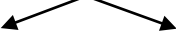
$$\text{麵粉實際百分比 } x = \frac{100 \times 100}{260} = 38.5$$

4-5

已知實際百分比，求烘焙百分比

$$\text{公式：烘焙百分比} = \frac{\text{材料實際百分比} \times 100}{\text{麵粉實際百分比}}$$

說明：

	烘焙百分比		實際百分比
麵粉實際百分比	28.6		100
蛋黃實際百分比	18		x

$$\text{蛋黃烘焙百分比 } x = \frac{18 \times 100}{28.6} = 62.9$$

4-6

已知配方中各材料重量，求每種材料的烘焙百分比

$$\text{公式：材料烘焙百分比} = \frac{\text{材料重量} \times 100}{\text{麵粉重量}}$$

4-7

已知材料的烘焙百分比，求每種材料重量

1. 已知麵粉重，求每種材料使用量：

$$\text{公式：麵粉重量} \times \text{各項材料烘焙百分比} = \text{各項材料重}$$

2. 已知麵糊或麵粉總重，求每種材料使用量

公式：

步驟① 先求出麵粉重量：

$$\text{麵粉重量} = \frac{100}{\text{配方總百分比}} \times \text{麵糊或麵團總重}$$

步驟② 再求各項材料重量：

$$\text{麵粉重量} \times \text{材料烘焙百分比} = \text{材料重}$$

3. 已知配方中任何一項材料重量，求其他材料用量：

公式：

步驟① 先求出麵粉重量：

$$\text{麵粉重量} = \frac{\text{該項材料重量} \times \text{麵粉百分比}}{\text{該項材料百分比}}$$

步驟② 再求各項材料重量：

$$\text{麵粉重量} \times \text{材料烘焙百分比} = \text{材料重}$$

4-8~4-10

製作烘焙產品時，在材料秤量過程中多少會有若干誤差，操作過程也會有所損耗，因此烘焙配方計算時須將此耗損率也計算進去。

公式：

步驟① 先求出產品總重

$$\text{產品總重} = \text{烘焙產品數量} \times \text{重量/個}$$

步驟② 將耗損率考慮進去，算出產品的實際總重

$$\text{麵糊或麵團的實際總重} = \text{產品總重} \div (1 - \text{耗損率}\%)$$

步驟③ 求麵粉重量

$$\text{麵粉重量} = \frac{\text{麵糊或麵糰實際重量} \times 100}{\text{配方總和}}$$

步驟④ 在求其他材料用量

$$\text{各項材料用量} = \text{麵粉重量} \times \text{各項材料烘焙百分比}$$

4-11

麵包的製作方法可分為直接法與中種法，而中種法在配方計算時需特別注意水量的換算，因為中種法在攪拌時分為中種麵糰與主麵糰兩部分，期水量的換算接已麵粉用量為基準。

計算時應注意事項

1. 主麵團中水的百分比 = 配方的總水量。
2. 中種麵糰中水的百分比 = 中種麵糰所需的水量。
3. 其他材料是依總麵粉量（100%）的比例而來。

4-12

計算麵糊比重是為了辨別攪拌程度，拌入空氣愈多，麵糊比重愈輕，所烤焙出來的蛋糕體積愈大，組織亦較鬆軟；但是如果過份地攪拌而拌入太多空氣，則蛋糕的內部組織會變得粗糙、氣孔太多，嚴重時蛋糕表現下陷。

麵糊比重的測量方式是將麵糊的重量除以麵糊的體積。

比重 = (量杯加上麵糊總重 - 量杯空重) ÷ (量杯裝水總重 - 量杯空重)

5-18

- 餐旅群的課程安排漸以實務面為主，學生尤須熟練「比與比例」的操作。

在餐旅群的專業科目中，大多仍是使用「比與比例」以及「百分比的計算」，另在實務操作上，學生須熟稔配方比例的換算，像是在烘焙課程裡面就有烘焙百分比與實際百分比，一般來說，烘焙業者的製作配方多採用烘焙百分比，以針對需求來推算或分析烘焙材料的比例；實際百分比通常是應用在成份分析或成本控制方面。

林主任：

在烘焙課程裡有個烘焙計算，而這也是考試，學生需要會計算。比方說有個製作4條土司的參考配方，但當今天要改作6條時，你就需要比例的換算；另外還有濕性材料跟乾性材料的相關內涵，其實也都是比例的問題。

- **期望國中數學能以不同方式呈現在高職數學內，以協助學生作銜接。**

上述兩大數學內涵在國中以前均已教授，但林主任表示仍有部分學生在作四則運算或比例換算時會有困難，期望在數學科的課程內，能以不同於國中的方法作銜接跟複習，以提升學生在專業領域上的熟練度。

林主任：

另外有個問題是，現在學生的能力可能都弱化了，他在國中可能就沒學好，搞不好連加減乘除都沒學好，那這方面要怎麼作銜接，像有部分同學須重新教加減乘除跟百分比的運算。其實餐飲科在數學方面，較需要比與比例的換算、資料統計、數據分析，希望這些內容能換個方式放在數學科的課程裡面。

- **期望高職數學能多著墨於數據與圖表的分析，以提升數學的實用性。**

林主任表示餐旅群的畢業生不論將來是就業或升學，均須理解財務報表的意涵，以及財務報表的分析，因此期望能將這類「數據分析」的教材，放入數學科的課程內，旨在增進學生對實務方面的理解與應用，以為將來作準備。

林主任：

以我們學校的學生來說，目前有 85~90% 的都會繼續升學，而將來在大學那塊，一定會有管理方面的課程，其中一定會提到財務方面的相關知識；而今天如果不升學的人就會去就業，做久了也會到高階的職位，也就需要看懂報表或懂得財務分析。前面（文本內容）是講基層工作人員的技能，那現在講的數據分析方面，是讓學生在更高的高度上去看經營成本的數據概念，也是為大學在作準備。若現在能將這些東西帶進來，不僅在實務上面作一個提升，而且將來學生碰到時，也比較不會排斥。

4.3 專業科目的數學需求—電機與電子群

依據現行（103 學年度）的《職業學校群科課程綱要》，電機與電子群在專業及實習科目的部定必修為基本電學及其實習、電子學及其實習、數位邏輯及其實習、電工機械。而就訪談需求與限制，安排的受訪對象為桃園縣育達高中資訊科的曾主任。

4.3.1 文本分析

研究者在訪談前先行拜訪曾主任，主任針對此次訪談的目的所提供的課本為：基本電學 I II、基本電學實習 I II、電子學 I II、電子學實習 I II、數位邏輯、數位邏輯實習，以作為訪談的參考資料。以下僅針對曾主任所提供之教材作文本分析。

就上述之教材內容，研究者盡可能將專業科目中與高中職階段有關的數學式子記載下來，同時參考課本範例，以蒐集專業領域中所需之數學技巧，並詳實記載出處頁碼。運用到的數學式子或計算技巧，以高中職以上的內容為記載重點，能運用國中以下數學教材內容即可理解的數學內涵不記載或簡述。其中並不包含課本的習題，也不列出過多的文字敘述。

另外，由於實習課的教學目標較著重在電子元件及儀器的辨認、選用、設計、裝配、量測、調整、檢修等操作技能以及實務知能，且實習課本中的數學內涵多與該科相似，因此以下並不針對實習科的課本作分析。

基本電學 I		
教材內容	數學內容分析	頁碼
<p>電子軌道的各主層內涵的最多電子數以 2^n 為限，其中 n 表示第幾層，且 $n \leq 4$。</p> <p>$1e$ (電子) = -1.602×10^{-19} 庫侖；</p> <p>反之：1 庫侖 = $\frac{1}{1.602 \times 10^{-19}}$ = 6.25×10^{18} 個電子。</p>	<p>基本電學內多以指數、科學記號(10 的乘冪)來表示，並以其形式作四則運算，像是單位轉換、電阻係數、電磁力與磁場強度等。</p> <p>而此部分國中已學過相關操作，此處不一一備載。</p>	<p>1-3</p> <p>1-4</p>
<p>電阻不變時，所壓電壓愈大，所產生的電流愈大：將電壓、電流的變化以描點作圖法得一上升直線，而此直線的斜率($\frac{E}{I}$)，就是該電阻器的電阻值 R。</p>	<p>第 2 章 電阻 2-4 歐姆定律</p> <p>國中雖無提及斜率的內涵，不過於一上數學 C 的第一章有教授直線斜率的定義與圖形，學生應不陌生。</p> <p>以下則記載基本電學 I 中與斜率相關的內容與圖形。</p>	2-17
<p>正電阻溫度係數：溫度升高，電阻值隨之升高者，其斜率為正；負電阻溫度係數：溫度升高，電阻值隨之下降者，其斜率為負。</p>	<p>第 2 章 電阻 2-5 電阻溫度係數</p> <p>斜率為正與斜率為負之圖形判別。</p>	2-21
<p>電容器在充電過程中，兩電極板間的電位差 (V) 由零逐漸增加至電源電壓，儲存的電荷量 (Q) 亦由零逐漸增加，兩者呈現線性關係，而該直線的斜率 $m = \frac{Q}{V}$，即等於 C。</p>	<p>第 5 章 電容與靜電 5-2 電容量</p>	5-17
<p>物體在磁化過程中，磁化力的改變會造成磁通密度的變化，這種變化的過程以曲線表示稱為磁化曲線 (magnetizing curve)，又稱為 $B-H$ 曲線。</p>	<p>第 6 章 電感與電磁 6-1 磁的基本概念</p> <p>依斜率定義可算出曲線斜率 μ，並由此導出磁性大小。</p>	6-11

<p>克希荷夫電壓定律： 在任一封閉迴路中，按一特定方向作完整的”繞行”時，其總電壓升等於總電壓降。</p> $\sum V_{\text{rise}} = \sum V_{\text{drop}} \quad (\text{公式 3-7})$	<p>第 3 章 串並聯電路 3-2 克希荷夫電壓定律、分壓原理 數學 C 在第三冊才會教授 \sum 的運算性質，但此處僅使用 \sum 符號表示「和」，學生應可接受。</p>	3-11
<p>克希荷夫電流定律： 在電路中的任一節點上，總流入電流等於總流出電流。</p> $\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}} \quad (\text{公式 3-18})$	<p>第 3 章 串並聯電路 3-4 克希荷夫電流定律、分流原理</p>	3-23
$\frac{V_1 - 6}{3} + \frac{V_1 - (-12)}{2} + \frac{V_1}{6} = 0 \Rightarrow V_1 = 4$	<p>第 4 章 直流迴路 4-1 節點電壓法 節點電壓法的解題步驟中，需依題意列式，並解一元一次方程式。相關解題技巧已於國中教授。</p>	4-3
$\begin{cases} 6I_a - 1I_b = 11 \\ -1I_a + 4I_b = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_a = 2 \\ I_b = 1 \end{cases}$	<p>第 4 章 直流迴路 4-2 迴路電流法 迴路電流法的解題步驟中，需依題意列式，並解二元一次聯立方程組。相關解題技巧已於國中教授。</p>	4-9
$P_L = \frac{E^2}{\frac{R^2}{R_L} + 2R + R_L} = \frac{E^2}{\frac{R^2}{R_L} - 2R + R_L + 4R}$ $= \frac{E^2}{\left(\frac{R}{\sqrt{R_L}} - \sqrt{R_L}\right)^2 + 4R}$	<p>第 4 章 直流迴路 4-5 最大功率轉移定律 在推論最大輸出功率 P_{max} 時，會運用到根式運算及乘法公式。國中有教授根號與乘法公式，但未有結合兩者之運算。</p>	4-21
<p>電場是一種向量，有大小且有方向。</p>	<p>第 5 章 電容與靜電 5-3 電場與電位 首次提及「向量」，但尚未有相關操作與內容。</p>	5-19

<p>電力線上任一點的切線方向，表示該電場的方向。</p>	<p>第 5 章 電容與靜電 5-3 電場與電位 首次提及「切線」，但尚未有相關操作與內容。</p>	5-19
<p>(公式 5-17) $\vec{F} = K \times \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$ (牛頓, N) 靜電力 (\vec{F}) 的方向為兩電荷相吸或相斥力的方向。</p>	<p>第 5 章 電容與靜電 5-3 電場與電位 此處使用向量符號 ($\vec{\quad}$)，以表示其方向性；但依公式內涵，應指大小或強度，僅涉及一般實數運算。可先依公式計算受力大小，再判斷受力方向；而判斷方向可能須使用向量合成的圖示。</p>	5-20
<p>(公式 5-20) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ (牛頓/庫侖) 電場 (\vec{E}) 的方向為該正電荷受力的方向。</p>	<p>依照課綱的分配節數，學生應尚未學到向量的意涵。</p>	5-22
<p>(公式 6-3) $\vec{F} = 6.33 \times 10^4 \times \frac{M_1 \times M_2}{d^2}$ (牛頓) 磁力 (\vec{F}) 的方向為兩磁極相吸或相斥力的方向。</p>	<p>第 6 章 電感與電磁 6-1 磁的基本概念</p>	6-4
<p>(公式 6-4) $\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m}$ (牛頓/韋伯, N/Wb) 磁場 (\vec{H}) 方向為磁力線切線方向。</p>	<p>第 6 章 電感與電磁 6-1 磁的基本概念</p>	6-5
<p>(公式 5-24) $D = \frac{\Psi}{A} = \frac{Q}{4\pi d^2}$ (庫倫/平方公尺) 其中 A 為球形面積，設其半徑為 d，則 $A = 4\pi d^2$。</p>	<p>第 5 章 電容與靜電 5-3 電場與電位 此式在推論球面的電通密度。球體表面積若轉至球體坐標系 (Spherical coordinate) 中會較易證明，但此一操作應為大學微積分的內涵。</p>	5-26

<p>並聯互助公式證明</p> $\begin{cases} L_1 \times \frac{di_1}{dt} + M \times \frac{di_2}{dt} = E \\ M \times \frac{di_1}{dt} + L_2 \times \frac{di_2}{dt} = E \end{cases}$ <p>並聯互消公式證明</p> $\begin{cases} L_1 \times \frac{di_1}{dt} - M \times \frac{di_2}{dt} = E \\ -M \times \frac{di_1}{dt} + L_2 \times \frac{di_2}{dt} = E \end{cases}$	<p>第 6 章 電感與電磁 6-3 電感量</p> <p>此二式在推論並聯互助與並聯互消的總電感量，過程有使用「瞬間變動率」與「解二元一次聯立方程組」之內涵與技巧，但因過程繁雜，所以將證明放置附錄中。</p>	<p>6-24 (附-10)</p>
<p>(公式 6-30)</p> <p>$F = B \times I \times l \sin \theta$ (牛頓, N)</p> <p>載流導體在磁場中，所受力 (F) 的大小受磁通密度 (B)、電流 (I) 與有效長度 (l) 影響。</p>	<p>第 6 章 電感與電磁 6-4 電磁效應 (電生磁)</p> <p>此式中的有效長度是與磁場密度垂直的分量 $l \sin \theta$ (θ 為 l 和 B 的夾角)，因此學生須會利用三角找有效長度。</p> <p>依照課綱分配的節數，學生應已於數學 C 中，學習過三角函數的基本概念與應用。</p>	<p>6-32</p>
<p>(公式 6-38)</p> <p>$e = B \times I \times v \times \sin \theta$ (伏特, V)</p> <p>感應電勢 (e) 的大小與磁通密度 (B)、導體有效長度 (l) 及移動速度 (v) 成正比。</p>	<p>第 6 章 電感與電磁 6-5 電磁感應 (磁生電)</p> <p>如果 B、l、v 三者並非垂直，則必須取其垂直分量，而 θ 為 \vec{v} 與 \vec{B} 之夾角。</p>	<p>6-43</p>

基本電學 II		
教材內容	數學內容分析	頁碼
<p>RC 充電</p> <p>解積分方程 $E = i(t) \cdot R + \frac{1}{C} \int i(t) dt$ 。</p> <p>(公式 7-1)</p> <p>充電電流 $i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-t/RC}$</p> <p>(公式 7-2)</p> <p>電阻器端電壓 $v_R(t) = E \cdot e^{-t/RC}$</p> <p>(公式 7-3)</p> <p>電容器充電電壓 $v_C(t) = E \cdot (1 - e^{-t/RC})$</p> <p>在接有電容器或電感器的直流電路中，當開關閉合或啟動瞬間，由於充放電效應，其電壓或電流將會產生變動，而第 7 章則在探討其電壓及電流的變化。</p>	<p>第 7 章 直流暫態</p> <p>7-1 RC 電路的直流暫態</p> <p>課文中出現「積分」與「變動率」，推其結果須解積分或微分方程；而此技巧為大學的進階課程，因此教課書將證明過程省略。</p> <p>此處涉及「指數函數及其圖形」，以說明充放電時，電流與電壓的變化。但此內涵應於二上的數學 C 中才會教授；且在式子中出現以尤拉數 e 為底數的指數函數，並非高中職的數學內容，此段課文中亦無說明其定義，僅提供自然指數的值及其常用運算。</p>	7-3
<p>RC 放電</p> <p>(公式 7-5)</p> <p>電容器放電電壓 $v_C(t) = E \cdot e^{-t/RC}$</p> <p>(公式 7-6)</p> <p>電阻器端電壓 $v_R(t) = -E \cdot e^{-t/RC}$</p> <p>(公式 7-7)</p> <p>放電電流 $i(t) = -\frac{E}{R} \cdot e^{-t/RC}$</p>	<p>第 7 章 直流暫態</p> <p>7-1 RC 電路的直流暫態</p> <p>解微分方程</p> $v_C(t) + RC \cdot \frac{\Delta v_C(t)}{\Delta t} = 0$	7-10
<p>RL 充電</p> <p>(公式 7-8)</p> <p>充電電流 $i(t) = \frac{E}{R} \cdot (1 - e^{-t/L/R})$</p> <p>(公式 7-9)</p> <p>電阻器端電壓 $v_R(t) = E \cdot (1 - e^{-t/L/R})$</p>	<p>第 7 章 直流暫態</p> <p>7-2 RL 電路的直流暫態</p> <p>解微分方程</p> $E = i(t) \cdot R + L \frac{di(t)}{dt}$	7-17 7-18

<p>(公式 7-10)</p> <p>電容器充電電壓 $v_L(t) = E \cdot e^{-t/\frac{L}{R}}$</p>		
<p><i>RL</i> 放電</p> <p>(公式 7-12)</p> <p>放電電流 $i(t) = \frac{E}{R} \cdot e^{-t/\frac{L}{R}}$</p> <p>(公式 7-13)</p> <p>電阻器端電壓 $v_R(t) = E \cdot e^{-t/\frac{L}{R}}$</p> <p>(公式 7-14)</p> <p>電容器充電電壓 $v_L(t) = -E \cdot e^{-t/\frac{L}{R}}$</p>	<p>第 7 章 直流暫態</p> <p>7-2 <i>RL</i> 電路的直流暫態</p> <p>解微分方程</p> $L \frac{\Delta i(t)}{\Delta t} + i(t) \cdot R = 0 \circ$	<p>7-25</p>
<p>法拉第電磁感應定律：$e = Blv \sin \theta$，若線圈以均勻的速度旋轉於磁場內，線圈在不同位置時，由於其導體運動方向和磁場方向的夾角 θ 不同，其應電勢大小亦隨之變化。</p>	<p>第 8 章 交流電</p> <p>8-1 電力系統概念</p> <p>線圈在磁場空間中旋轉一圈，歷經 <i>N-S</i> 兩個完整磁極，即可感應出一個週期完整的正弦波形。一上的數學 <i>C</i> 已學過三角函數的週期與圖形，學生對此圖形應不陌生。</p>	<p>8-4</p>
<p>正弦波其正半週所涵蓋之曲線面積以積分求得（過程省略）為：</p> $A = \int_0^\pi V_m \sin(\omega t) d\omega t = 2V_m$ <p>故正弦波的平均值（半週平均值）為：</p> <p>(公式 8-5)</p> $V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m$ $I_{av} = \frac{2I_m}{\pi} = 0.636I_m$	<p>第 8 章 交流電</p> <p>8-2 波形</p> <p>平均值是指該波形曲線的面積與其時間的比值，積分的技巧應於二下的數學 <i>C</i> 才會教授；而正弦波形曲線下的面積須對正弦函數作定積分，此運算為大學微積分之內涵。</p>	<p>8-13</p>

$I^2 = I_m^2(\sin^2(\omega t)) = I_m^2\left(\frac{1 - \cos(2\omega t)}{2}\right)$ <p>因為 $\cos(2\omega t)$ 的平均值為零，可得 正弦波電流的有效值 (公式 8-6)</p> $I_{\text{eff}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707I_m$ <p>正弦波電壓的有效值 (公式 8-7)</p> $V_{\text{eff}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m$	<p>第 8 章 交流電 8-2 波形</p> <p>在推論有效值時，運用到三角函數的半角公式，一上的數學 C 已學過三角函數的兩倍角公式</p> <p>$\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2 \theta$，學生對此運算應不陌生。</p>	8-15
<p>(公式 8-8)</p> $I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\int_0^T (i(t))^2 dt}{T}}$ $= \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + \cdots + I_n^2 \times t_n}{T}}$ <p>(公式 8-9)</p> $V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\int_0^T (v(t))^2 dt}{T}}$ $= \sqrt{\frac{V_1^2 \times t_1 + V_2^2 \times t_2 + \cdots + V_n^2 \times t_n}{T}}$ <p>方波的有效值 (公式 8-13)</p> $V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\int_0^T (v(t))^2 dt}{T}} = \sqrt{\frac{V_m^2 \times T}{T}} = V_m$ <p>三角、鋸齒波的有效值 (公式 8-17)</p> $V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\int_0^T (v(t))^2 dt}{T}} = \frac{1}{\sqrt{3}}V_m$	<p>第 8 章 交流電 8-2 波形</p> <p>此處另外提供有效值的另一種算法，可用於計算方波、三角波跟鋸齒波的有效值；但論其公式內涵，應需有對多項式函數作積分的技巧。</p>	8-15 8-16 8-18 8-19
<p>(公式 8-25)</p> $\theta_{\text{弧度}} = \frac{\pi}{180^\circ} \times \theta_{\text{角度}} \quad (\text{徑, rad})$ <p>(公式 8-26)</p> $\theta_{\text{角度}} = \frac{180^\circ}{\pi} \times \theta_{\text{弧度}} \quad (\text{度, } ^\circ)$	<p>第 8 章 交流電 8-3 頻率與週期</p> <p>此二式為弧度 and 角度的轉換公式，一上的數學 C 已學過弧度 (徑度) 和角度，學生對此轉換應不陌生。</p>	8-28

<p>正弦波電壓方程式</p> $v(t) = V_m \sin(\omega t \pm \theta) \quad (\text{公式 8-29})$ <p>ω 表示角速度，$\omega = 2\pi f$</p> <p>$+\theta$ 表示波形的起始點在原點左端</p> <p>$-\theta$ 表示波形的起始點在原點右端</p>	<p>第 8 章 交流電</p> <p>8-4 交流波形的相位</p> <p>此式內容包含三角函數圖形的頻率與左右平移。而數學 C 有討論三角函數的週期（頻率為週期的倒數），但未涉及圖形平移概念。</p>	8-32
<p>兩個波形的方程式，要比較其相位關係時，必須考慮下列要項：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 頻率要相同；即 $\omega = 2\pi f$。 2. 正、負號要相同；否則必須經過三角函數的轉換。 例如：$-\sin \theta = \sin(\theta \pm 180^\circ)$ 3. 函數（sin、cos）要相同；否則必須經過三角函數的轉換。 例如：$\cos \theta = \sin(\theta + 90^\circ)$ 	<p>第 8 章 交流電</p> <p>8-4 交流波形的相位</p> <p>為了判斷相位關係，學生必須熟練廣義角轉換與正餘弦互換，一上的數學 C 已學過「餘角關係」與「化任意角為銳角的三角函數值」，學生對此技巧應不陌生。</p>	8-35
<p>向量 \vec{A} 的大小以絕對值 A 表示（或直接寫成 A），其方向則以該向量與水平軸的夾角 θ 來表示，故向量 \vec{A} 可以表示成：</p> $\vec{A} = A \angle \theta = A \angle \theta \quad (\text{公式 8-30})$ <p>向量的運算有平行四邊形法及銜接法兩種。</p> <p>向量的極座標為：$\vec{A} = A \angle \theta$，直角座標為：$\vec{A} = x + jy$，其轉換式如下：</p> <p>直角座標 轉成 極座標 (公式 8-31)</p> $\begin{cases} A = \sqrt{x^2 + y^2} \\ \theta = \tan^{-1} \frac{y}{x} \end{cases}$ <p>極座標 轉成 直角座標 (公式 8-32)</p> $\begin{cases} x = A \cdot \cos \theta \\ y = A \cdot \sin \theta \end{cases}$	<p>第 8 章 交流電</p> <p>8-5 向量運算</p> <p>一上的數學 C 已學過向量的相關概念，其加減法的圖示與基本電學內的運算相同（銜接法與數學 C 內說的三角形法相同）。</p> <p>但數學 C 在談及平面向量時，是以直角座標 (x, y) 表示，而基本電學則以極座標 $(r \angle \theta)$ 表示。</p> <p>複數平面與極式在數學 C 應於一下第 3 章才教授，因此基本電學先行介紹複數平面上的極座標與直角座標，與其轉換。</p> <p>而 8-31 式以反正切的符號 (\tan^{-1}) 來表示角度，數學 C 未教授。</p>	8-37 8-40

$j = \sqrt{-1} \quad (\text{公式 8-33})$	第 8 章 交流電 8-5 向量運算	8-43
設向量 $\bar{A} = a + jb = r\angle\theta$ 則其共軛複數為 \bar{A}^* 的表示法為： $\bar{A}^* = a - jb = r\angle\theta \quad (\text{公式 8-34})$	複數的定義與四則運算、複數平面與極式在數學 C 應於一下第 3 章才教授，因此基本電學先行介紹複數的定義與運算。	8-43
設 $\bar{A} = a + jb$ ， $\bar{B} = c + jd$ ，則： 複數相加 (公式 8-35) $\bar{A} + \bar{B} = (a + c) + j(b + d)$ 複數相減 (公式 8-36) $\bar{A} - \bar{B} = (a - c) + j(b - d)$	基本電學內在向量與複數上，使用的名稱、符號、定義與數學 C 內稍有不同，研究者將其相異處整理於下表。	8-44
設 $\bar{A} = A\angle\alpha$ ， $\bar{B} = B\angle\beta$ ，則： 極座標 乘法 (公式 8-37) $\bar{A}\bar{B} = (AB)\angle(\alpha + \beta)$ 極座標 除法 (公式 8-38) $\frac{\bar{A}}{\bar{B}} = \frac{A}{B}\angle(\alpha - \beta)$ 設 $\bar{A} = a + jb$ ， $\bar{B} = c + jd$ ，則： 直角座標 乘法 (公式 8-39) $\bar{A}\bar{B} = (ac - bd) + j(ad + bc)$ 直角座標 除法 (公式 8-40) $\frac{\bar{A}}{\bar{B}} = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + j\frac{bc - ad}{c^2 + d^2}$		8-45
設 $\bar{A} = a + jb = A\angle\theta$ ， 則其倒數： $\frac{1}{\bar{A}} = \frac{a}{a^2 + b^2} - j\frac{b}{a^2 + b^2} \quad (\text{公式 8-41})$ 或 $\frac{1}{\bar{A}} = \frac{1}{A\angle\theta} = \frac{1}{A}\angle-\theta \quad (\text{公式 8-42})$		8-46

總阻抗 (公式 9-29)	第 9 章 基本交流電路	9-2~
$\bar{Z} = \bar{R} + \bar{X}_L = R + jX_L$	交流電路的負載，可視為電	9-52
$= \sqrt{R^2 + X_L^2} \angle \tan^{-1} \frac{X_L}{R} = Z \angle \theta$	阻器 (R)、電感器 (L) 及	
電阻 (公式 9-30)	電容器 (C) 單獨作用或相	
$R = Z \cos \theta$	互串、並聯所組成。交流電	
電感抗 (公式 9-31)	路會因 R 、 L 及 C 元件的特	
$X_L = Z \sin \theta$	性，致使流經的電流 (\bar{I})	
電阻端電壓 (公式 9-33)	波形與元件端電壓 (\bar{V}) 波	
$\bar{V}_R = \bar{I}R = IR \angle 0^\circ \quad (\because \bar{V}_R \text{ 與 } \bar{I} \text{ 同相位})$ $= V_R \angle 0^\circ = V_R$	形，在時間上產生不同的相	
電感端電壓 (公式 9-34)	位差，因此在電路的分析與	
$\bar{V}_L = \bar{I} \bar{X}_L = I X_L \angle 90^\circ \quad (\bar{V}_L \text{ 超前 } \bar{I} \ 90^\circ)$ $= V_L \angle 90^\circ = jV_L$	計算上，須應用相量的複數	
電源電壓 (公式 9-35)	計算。	
$\bar{V} = \bar{V}_R + \bar{V}_L = V_R + jV_L$ $= \sqrt{V_R^2 + V_L^2} \angle \tan^{-1} \frac{V_L}{V_R} = V \angle \theta$ $= \bar{I} \bar{Z} = I(R + jX_L) = IZ \angle \theta$ $(\because \bar{V} \text{ 超前 } \bar{I} \ \theta \text{ 角})$	第 9 章分別探討純電阻電	
電阻端電壓 (公式 9-36)	路、純電容電路、純電感電	
$V_R = V \cos \theta$	路、 RC 串聯電路、 RL 串聯	
電感端電壓 (公式 9-37)	電路、 RLC 串聯電路、 RC 並	
$V_L = V \sin \theta$	聯電路、 RL 並聯電路、 RLC	
相位差 (公式 9-38)	串並聯電路及 RLC 串並聯電	
$\theta = \theta_v - \theta_i = \tan^{-1} \frac{V_L}{V_R} = \tan^{-1} \frac{2\pi fL}{R}$	路之電路特性，以計算出阻	
正弦式	抗、電流、端電壓及相位	
$i(t) = I_m \sin(\omega t) \quad (\text{公式 9-39})$	差，並推其正弦式。	
$v(t) = V_m \sin(\omega t + \theta) \quad (\text{公式 9-40})$	左邊以 RL 串聯電路為例，使	
	用的數學內涵大致為「向量	
	合成的圖示」、「正餘弦的定	
	義」、「向量（複數）的直角	
	座標轉為極座標」、「反正切	
	的定義」、「向量（複數）的	
	四則運算」。	

$\tan^{-1} \frac{\text{對邊}}{\text{鄰邊}} = \cos^{-1} \frac{\text{鄰邊}}{\text{斜邊}}$	<p>第 9 章 基本交流電路 9-4 RLC 串聯電路</p> <p>在推導相位差，用到反正切與反餘弦的符號與定義；但數學 C 中均未教授。</p>	9-25
$p(t) = VI \times 2 \sin(\omega t + \theta_i) \sin(\omega t + \theta_v)$ $= VI \{ \cos[(\omega t + \theta_i) - (\omega t + \theta_v)] - \cos[(\omega t + \theta_i) + (\omega t + \theta_v)] \}$	<p>第 10 章 交流電功率 10-1 瞬間功率</p> <p>在推導交流電路的瞬間功率中，使用到三角函數之積化和差公式；但數學 C 中並無教授積化和差等公式。</p>	10-2
<p>(公式 10-10)</p> $Q = \sqrt{(VI)^2 - (VI \cos \theta)^2} = VI \sin \theta$	<p>第 10 章 交流電功率 10-4 虛功率</p> <p>在推導交流電路的虛功率中，使用到正餘弦的平方關係，此概念於一上的數學 C 中有推得知，學生應不陌生。</p>	10-10
<p>(公式 10-14)</p> $\bar{S} = P + jQ = \sqrt{P^2 + Q^2} \angle \tan^{-1} \frac{Q}{P} = S \angle \theta$ <p>(公式 10-15)</p> $\bar{S} = P - jQ = \sqrt{P^2 + Q^2} \angle -\tan^{-1} \frac{Q}{P}$ $= S \angle -\theta$ <p>以電源電壓為基準相量時之公式為</p> $\bar{S} = \bar{V}^* \bar{I} = P \pm jQ \quad (\text{公式 10-16})$ <p>以電源電流為基準相量時之公式為</p> $\bar{S} = \bar{V} \bar{I}^* = P \pm jQ \quad (\text{公式 10-17})$	<p>第 10 章 交流電功率 10-6 複數功率</p> <p>欲得知電容性與電感性電路的視在功率，RLC 串、並聯交流電路的複數功率時，須利用「向量合成的圖示」、「向量（複數）的直角座標轉極座標」、「反正切的定義」、「向量（複數）的四則運算」等推導其公式。</p>	10-20 10-22 10-23

<p>Y 形三相連接的電壓相位關係 正相序：各線電壓分別超前其對應的相電壓 30°。 負相序：各線電壓分別落後其對應的相電壓 30°。</p> <p>Δ 形三相連接的電流相位關係 正相序：各線電流分別落後其對應的相電流 30°。 負相序：各線電流分別超前其對應的相電流 30°。</p>	<p>第 12 章 交流電源 12-2 三相電源 證明左式關係，需會操作「向量合成的圖示」、「向量（複數）的四則運算」、「正餘弦的值」、「向量（複數）的直角座標轉極座標」。下圖以 Δ 形三相連接的電流相位關係為例。</p>	<p>12.14</p> <p>12-17</p>
<p>圖 12-12 Δ形連接各電流的相位關係</p>		

電子學 I		
教材內容	數學內容分析	頁碼
<p>交變電壓與時間的關係式為： $e = E_m \sin \theta$ (公式 1-2)</p>	<p>第 1 章 概論 1.3 基本波形認識 此節介紹正弦波的圖示以及均方根值、有效值、平均值等概念與關係。此內容已於基本電學中教授過。</p>	<p>13</p>

<p>當電壓相對於時間，若以恆定的速率來增加或減少時，它的圖形則為一正或負的斜波。在正斜波之後跟隨著負斜波而產生的波形稱為三角波。又當一斜波較另一斜波為陡峭時，所形成的波形稱為鋸齒波。</p>	<p>第 1 章 概論 1.3 基本波形認識 「斜率」的定義、正負號（正負斜波）與絕對值大小（陡峭程度）的意涵跟圖形的關係，已於一上的數學 C 內教授，學生應不陌生。</p>	17
$I = I_s(e^{\frac{v}{\eta V_T}} - 1) \quad (\text{公式 2-3})$	<p>第 2 章 二極體 2.4 二極體之特性曲線 式子中出現以尤拉數 e 為底數的指數函數，非高中職數學課程內容，但基本電學中已講授過，學生應不陌生。</p>	41
$r_d = \left. \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} \right _{\text{切線}} \quad (\text{公式 2-8})$ <p>在微分學中有一基本定義是：一個函數在某一點的導數（derivative）就等於在該點所畫切線的斜率。</p> <p>以[公式 2-3]，取其對所加偏壓的導數，可以得到下列結果：</p> $\frac{dI}{dV} = \frac{k}{T_k}(I + I_s)$ <p>(省略討論過程，推出以下公式)</p> $r_d' = \frac{dV}{dI} = \frac{26mV}{I_D(mA)} \quad (\text{公式 2-9})$	<p>第 2 章 二極體 2.4 二極體之特性曲線 此處提及微分定義，以說明某區內交流電阻（或動態電阻）的算法；但數學 C 要到二下才會提出相關定義與運算。</p> <p>在推論交流電阻（公式 2-9）時，需對自然指數（即公式 2-3）微分，但此一技巧非高中職階段會教授。</p>	50
<p>脈動直流的平均值時，可以先算出曲線下的面積，再將此值除以整流波形的週期，可以得到：</p> $V_{dc} = \frac{1}{\pi} \times V_m = 0.318V_m \quad (\text{公式 3-1})$ <p>(附錄的公式 1)</p> $V_{dc} = \frac{1}{T} \int V dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (V_m \sin \theta) d\theta$ $= \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \theta]_0^\pi = \frac{V_m}{\pi}$	<p>第 3 章 二極體的應用電路 3-1 整流電路 此處在作曲線下的面積時，須對三角函數作定積分，課本將推導過程置於目錄中，而此技巧非高中職的數學課程。</p>	85 269

<p>交流波的均方根值</p> $V_{r(ms)} = (V_{rms}^2 - V_{dc}^2)^{1/2} \quad (\text{公式 3-16-1})$ <p>(附錄的公式 2)</p> $V_{r(ms)} = \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V - V_{dc})^2 d\theta \right]^{1/2}$ $= \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V^2 - 2VV_{dc} + V_{dc}^2 d\theta \right]^{1/2}$ $= [V_{(rms)}^2 - 2V_{dc}^2 + V_{dc}^2]^{1/2}$	<p>第 3 章 二極體的應用電路</p> <p>3-2 濾波電路</p> <p>此處在推導交流部分的均方根值時，需處理常數函數的積分，其推導過程置於目錄，數學 C 應於二下才會教授。</p>	<p>96</p> <p>269</p>
<p>由數學定義，一直線的斜率為垂直方向變化量與水平變化量之比，即斜率</p> $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ <p>，若直線通過兩點 (x_2, y_2)、(x_1, y_1)，其斜率 m 為：</p> $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (\text{公式 5-1})$ <p>直流負載線通過兩點為 $(0, \frac{V_{CC}}{R_C})$ 及 $(V_{CC}, 0)$，依據公式 5-1 可推其直線斜率 $m = -\frac{1}{R_C}$ 即為集極負載電阻倒數。</p> <p>直流負載線通過兩點為 $(0, \frac{V_{CC}}{R_C + R_E})$ 及 $(V_{CC}, 0)$，其斜率為：</p> $m = -\frac{1}{R_C + R_E}$	<p>第 5 章 電晶體直流偏壓電路</p> <p>直流負載線 (dc load line) 是一條畫在電晶體放大器輸出特性曲線上的直線，用來表示電晶體所有可能的工作點。</p> <p>第 5 章為了描述、繪製直流負載線之方程式，需會用兩點求斜率、直線方程式，並解直線與曲線的交點，以得直流工作點。</p> <p>直線方程的相關概念與技巧已於一上的數學 C 中教授，學生應不陌生。</p>	<p>188</p> <p>201</p> <p>208</p>
<p>電導 $h_{oe} = 25 \times 10^{-6} \approx 0$，阻抗 $\frac{1}{h_{oe}} \approx \infty$，視為斷路。</p>	<p>第 6 章 電晶體放大電路</p> <p>6-2 電晶體交流等效電路</p> <p>此段敘述涉及極限概念，需到二下的數學 C 才會教授，且在數學 C 的極限內，若碰到分母為 0 但分子不為 0 的情形，視為其值不存在。</p>	<p>237</p>

電子學 II		
教材內容	數學內容分析	頁碼
<p>揚聲器（俗稱喇叭）所發出的音量大小與輸出功率成正比，而人類耳朵對於音量的響應度是呈現對數的反應。其定義如下：</p> $A_{p(\text{Bel})} = \log_{10} \frac{P_2}{P_1} \quad (\text{公式 7-5})$ $A_{p(\text{dB})} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \times \left(\frac{R_1}{R_2} \right)$ $= 10 \log_{10} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 + 10 \log_{10} \left(\frac{R_1}{R_2} \right)$ <p>(公式 7-8)</p> $A_{p(\text{dB})} = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1} + 10 \log_{10} \frac{R_1}{R_2}$	<p>第 7 章 串極放大電路 7-1 RC 耦合串極放大電路 此處涉及對數的定義及其運算，相關概念已於二上的數學 C 中學過，學生應不陌生。</p>	<p>5</p> <p>6</p>
$V_{GS} = -V_{GG}$ $I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2$	<p>第 8 章 場效電晶體 8-3 JFET 之直流偏壓 在計算汲極電流 I_D 或電壓 V_{GS} 時，可能需用公式解一元二次方程式，此一技巧已於國中、一上的數學 C 中教授。</p>	61
<p>(公式 9-7-1)</p> <p>$r_d \gg R_D$（即 r_d 視為無限大）</p> $A_v = -g_m \times \frac{\frac{r_d R_D}{r_d}}{\frac{R_D}{r_d} + \frac{r_d}{r_d} + \frac{(1+\mu)}{r_d} \times R_S}$ $= -g_m \times \frac{R_D}{0+1+g_m R_S} = \frac{-g_m R_D}{1+g_m R_S}$	<p>第 9 章 場效電晶體放大電路 9-3 共源極放大電路 此處在改寫成近似解時，運用到極限的概念跟技巧，依照課綱的分配節數，數學 C 應尚未教授。</p>	109

$Z_i \rightarrow \infty$ 即輸入阻抗無限大 $Z_o \rightarrow 0$ 即輸出阻抗為 0 $A_{vo} \rightarrow \infty$ 即開迴路增益無限大 $B.W \rightarrow \infty$ 即頻帶寬度無限大	第 10 章 運算放大器 10-1 理想運算放大器簡介 此處使用極限的趨近符號，沒有相關運算，學生應能接受。	129 130
(公式 10-15) $V_o = -RC \frac{\Delta V_i}{\Delta t} = -RC \frac{dV_i}{dt}$ 輸出訊號是輸入訊號的微分，同時被反相且被乘了一個 RC 的比例數，故稱為微分器。 (公式 10-16) $\frac{\Delta V_o}{\Delta t} = -\frac{V_i}{RC}$ 欲利用積分器來模擬數學積分的功能，基本上是 V_i 對時間的累積，則上述公式可被修改為 (公式 10-17) $V_o = -\frac{1}{RC} \int v_i(t) dt$ V_o 是 V_i 的積分，同時被反相且被乘了一個 $1/RC$ 的比例數，積分器在三角波產生器中特別有用。	第 10 章 運算放大器 10-5 微分器與積分器 運算放大器可以用來模擬數學微分與積分的功能，而就課綱的分配節數，微積分的概念與運算在數學 C 中應尚未教完；但課本中有說明：「要知道微分器與積分器的工作，可以不必瞭解數學上的微分或積分。」	156 160
$\begin{cases} (R - jX_C)I_1 - RI_2 + 0I_3 = V_1 \\ -RI_1 + (2R - jX_C)I_2 - RI_3 = 0 \\ 0I_1 - RI_2 + (2R - jX_C)I_3 = 0 \end{cases}$ 應用行列式法解此聯立方程式，得出 I_3 為： $I_3 = \frac{\begin{vmatrix} (R - jX_C) & -R & V_1 \\ -R & (2R - jX_C) & 0 \\ 0 & -R & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (R - jX_C) & -R & V_1 \\ -R & (2R - jX_C) & -R \\ 0 & -R & (2R - jX_C) \end{vmatrix}}$ $= \frac{V_1 R^2}{R^3 - 5RX_C^2 - j(6R^2 X_C - X_C^3)}$	第 11 章 基本震盪電路 11-1 正弦波產生電路 此處在推導相移為 180° 的頻率公式時，須使用三階行列式與克拉瑪公式，而此概念與運算方式已於一下的數學 C 中教授，學生應不陌生。 另外在列式與計算過程亦須會「計算正切函數值」、「向量的合成圖示」、「複數的四則運算」等。	188

$\frac{V_o}{V_i} = \frac{\frac{R(-jX)}{R-jX}}{(R-jX) + \frac{R(-jX)}{R-jX}}$ $= \frac{RX}{3RX + j(R^2 - X^2)}$ <p>欲作振盪器操作時，巴克豪生準則是</p> $\beta A = 1 \angle 0^\circ$	<p>第 11 章 基本震盪電路 11-1 正弦波產生電路</p> <p>此處在推導振盪頻率的公式時，需要大量複數的四則運算，並視狀況將複數標準式轉為複數極式。此一內涵已於數學 C 與基本電學中操作過。</p>	<p>192</p> <p>199</p>
$e^{-\frac{t_1}{RC}} = 1 - \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{1}{\beta + 1}$ <p>即</p> $-\frac{t_1}{RC} = \ln(1 + \beta)^{-1} = -\ln(1 + \beta)$ <p>(公式 11-37)</p> $t_1 = RC \ln(1 + \beta)$ $e^{-\frac{t_2}{RC}} = 1 - \beta$ $\ln e^{-\frac{t_2}{RC}} = \ln(1 - \beta)$ $-\frac{t_2}{RC} = -\ln\left(\frac{1}{1 - \beta}\right)$ <p>(公式 11-38)</p> $t_2 = RC \ln\left(\frac{1}{1 - \beta}\right)$ <p>(公式 11-39)</p> $T_1 = t_1 + t_2$ $= RC \ln(1 + \beta) + RC \ln\left(\frac{1}{1 - \beta}\right)$ $= RC \ln\left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta}\right)$ $= RC \ln\left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right)$	<p>第 11 章 基本震盪電路 11-4 方波產生電路</p> <p>此處在推導對稱方波波形的振盪頻率時，需用到自然指數與自然對數及相關對數基本性質。</p> <p>二上的數學 C 已教授對數的定義及其基本性質，所以學生在操作上應無困難；但在高中職階段並無提及自然對數 \ln（以尤拉數 e 為底的對數）。</p>	<p>240</p> <p>241</p> <p>241</p>

數位邏輯		
教材內容	數學內容分析	頁碼
<p>任何數字系統，均可歸納成下列之乘方表示法，假設有一數目 N 之 r 進制，則</p> <p>(公式 2-1)</p> $N = a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \cdots + a_0 r^0 + a_{-1} r^{-1} + \cdots + a_{-n} r^{-n}$	<p>第 2 章 數字系統 2-1 十進位表示法</p> <p>指數的表示法，在國中以及二上的數學 C 均已教授，學生應不陌生。</p>	30
<p>十進制數字與 r 數字之互換</p> <p>二進制數字與八進制、十六進制數字之互換</p> <p>任何進制的轉換</p>	<p>第 2 章 數字系統 2-5 數字表示法之互換</p> <p>整數部分使用連除法，再由下而上取其所有餘數；小數部分使用連乘法，再由上而下取其所有整數。數學的乘除技巧學生應已熟練，僅需瞭解如何取其數字。</p>	35
<p>真值表 (Truth Table) 以掌握條件與結果之間的關係。</p> <p>反閘 (NOT Gate) : $F = \bar{A}$</p> <p>或閘 (OR Gate) : $F = A + B$</p> <p>及閘 (AND Gate) : $F = A \cdot B$</p> <p>反或閘 (NOR Gate) : $F = \overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$ 應用第摩根第一定理</p> <p>反及閘 (NAND Gate) : $F = \overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$ 應用第摩根第一定理</p> <p>互斥或閘 (XOR Gate) : $F = A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$ 狀態相異 (或奇數個 1) 輸出 1。</p> <p>互斥反或閘 (XNOR Gate) : $F = \overline{A \oplus B} = A \odot B = AB + \bar{A}\bar{B}$ 狀態相異 (或奇數個 1) 輸出 0。</p>	<p>第 3 章 基本邏輯閘</p> <p>就其意義，「及閘」相似於集合的「交集 ($A \cap B$)」；「或閘」相似「聯集 ($A \cup B$)」；「反閘」則相似於「補集 (A')」。</p> <p>而上述之集合定義置於二下數學 C 的機率統計中，依據課綱的分配節數，此時數學 C 應尚未教授集合的相關概念。</p>	61 62 65 67 69 71 74 76

<p>OR 運算，又稱為邏輯的加法運算： $F = A + B$</p> <p>AND 運算，又稱為邏輯的乘法運算： $F = A \cdot B$</p> <p>NOT 運算，又稱為邏輯的補數運算： $F = \bar{A}$</p>	<p>第 4 章 布林代數及第摩根定理 4-2 布林代數之基本運算</p> <p>布林代數是一種專門處理二進制的數學，可以利用其特有的運算規則，將邏輯上的問題予以運算化簡，並求出結果。與一般代數最大的不同是，不論常數或變數，只有兩種數值，可謂「兩值代數」。</p>	<p>92 93</p>
<p>布林代數之假設</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 封閉性 2. 單位元素 3. 交換律 4. 分配律 5. 補數元素（結果與反元素相反） 6. 結合律 7. 對偶性（必有其相對的對偶式） <p>布林代數之基本定理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 全等性 2. 同一性 3. 自補性 4. 消去性 	<p>第 4 章 布林代數及第摩根定理 4-2 布林代數之基本運算</p> <p>布林代數在處理邏輯的運算時，可運用假設及其衍生的基本定理，予以簡化。如此，可利用邏輯閘的互換來組合出相同功能的電路，甚至可消除一些不必考慮的項或變數，使數位電路的閘數與接線數大幅減少，以降低設計成本。</p> <p>此內涵與運算性質非高中職的數學課程。</p>	<p>94 95 96 96 97 98</p>
<p>$\overline{A + B + C + \dots + N} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \dots \bar{N}$ 各變數 OR 運算後之反相，等於各變數先反相後再做 AND 運算。</p> <p>$\overline{A \cdot B \cdot C \dots N} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots + \bar{N}$ 各變數 AND 運算後之反相，等於各變數先反相後再做 OR 運算。</p>	<p>第 4 章 布林代數及第摩根定理 4-4 第摩根定理</p> <p>二下數學 C 的機率統計，有說明兩個集合的笛摩根定律： (1) $(A \cup B)' = A' \cap B'$ (2) $(A \cap B)' = A' \cup B'$</p> <p>依據課綱的分配節數，此時數學 C 應尚未教授相關概念。</p>	<p>101</p>
<p>標準積項之和，以數字型式表示之符號為「Σ」 標準和項之積，以數字型式表示之符號為「Π」</p>	<p>第 5 章 布林函數化簡 5-1 代數演算法</p> <p>僅使用符號。</p>	<p>118 119</p>

基本電學的建議開課學期為第一學年第一、二學期，共計 6 (3/3) 學分，旨在培養學生具備電學之基本概念、熟悉電學之計算方法及應用電學之相關技能。課程中會使用的數學內涵與技巧為「科學記號的四則運算（指數律）」、「解二元一次聯立方程組」、「斜率的定義及其圖式」、「正餘弦的定義與數值計算」、「正弦函數的圖形與頻率」、「三角函數的基本性質（平方、餘角關係）與轉換」、「向量的合成圖示」、「複數標準式與極式的四則運算」、「直角座標與極座標的轉換」、「反正切符號的使用」、「指數函數及其圖形」等；而在推導公式的過程中，課本使用到的數學內涵另有「和差角公式與積化和差」、「常數、一次函數與正弦函數的積分」等。

比較數學 C 與基本電學在課綱中的分配節數，在專業科目使用時，數學 C 尚未教授的內容有「複數的表示法與運算」、「指數函數及其圖形」、「對常數函數與一次函數作積分」等；另外，有些則為高職數學課程並無涵蓋的內容，像是「反正切 (\tan^{-1}) 的定義」、「自然指數函數（以尤拉數 e 為底的指數函數）」、「積化和差」、「正弦函數的積分」等。

其中，基本電學會大量操作「向量（相量）」的概念，因此課程內另有一小節講述此數學內涵。而雖然基本電學與數學 C 均稱作「向量」，但兩者在符號、表示法及運算上均不相同，相關比較請參閱表 4.3-1。

表 4.3-1：基本電學與數學 C 的「向量」內涵

	基本電學	數學 C
常用符號	向量（或稱相量）以 \bar{A} 表示而其大小為 A 。	向量以 \vec{a} 表示，而其大小為 $ \vec{a} $ 。
表示法	複數平面上以複數形式表示。 直角座標 $\bar{A} = x + jy$ 極座標 $\bar{A} = A\angle\theta$	平面向量的座標表示法 (a_1, a_2)
運算	$\bar{A}\bar{B}$ 、 $\bar{A}\cdot\bar{B}$ 、 $\bar{A}\times\bar{B}$ 均表示相乘，其運算方式與複數運算相同。	$\vec{a}\cdot\vec{b}$ 表示兩向量內積。 $\vec{a}\times\vec{b}$ 在平面座標上無此定義，在空間上為兩向量外積。
	$\frac{\bar{A}}{\bar{B}}$ 表示相除，其運算方式與複數運算相同。	並無定義 $\vec{a}\vec{b}$ 與 $\frac{\vec{a}}{\vec{b}}$ 。

基本電學中的向量（相量），在操作上僅有「合成圖示」（平行四邊形法和三角形法）與數學 C 的向量概念相關；其相量的表示法與運算方法，較相似於數學 C 中的複數內涵。但兩者使用的名稱不同，基本電學中的「複數直角座標」應為數學 C 中的「複數標準式」，而基本電學中的「複數極座標」應為數學 C 中的「複數極式」，詳細比較請參閱表 4.3-2。

因此，為了區分兩者，以下的「相量」特指在基本電學中所使用的向量，而在數學 C 中使用的，則稱作「向量」跟「複數」。

表 4.3-2：基本電學的「相量」與數學 C 的「複數」內涵

	基本電學	數學 C
虛數	以 j 表示	以 i 表示
複數	以 \bar{A} 表示	以 Z 表示
共軛	以 \bar{A}^* 表示	以 \bar{Z} 表示
名稱 與 表示	直角座標 $\bar{A} = x + jy$	標準式 $Z = a + bi$
		直角座標 (a, b)
	極座標 $\bar{A} = A\angle\theta$	極座標 (r, θ)
		極式 $Z = Z (\cos\theta + i\sin\theta)$
加減	建議以直角座標作運算。 設 $\bar{A} = a + jb$ ， $\bar{B} = c + jd$ 則 $\bar{A} \pm \bar{B} = (a + c) + j(b \pm d)$	建議以標準式作運算。 設 $Z_1 = a + bi$ ， $Z_2 = c + di$ 則 $Z_1 \pm Z_2 = (a + c) + (b \pm d)i$
乘法	建議以極座標作運算。 設 $\bar{A} = A\angle\alpha$ ， $\bar{B} = B\angle\beta$ $\bar{A}\bar{B} = (AB)\angle(\alpha + \beta)$	建議以極式作運算。 設 $Z_1 = Z_1 (\cos\theta_1 + i\sin\theta_1)$ $Z_2 = Z_2 (\cos\theta_2 + i\sin\theta_2)$ $Z_1 \cdot Z_2 = Z_1 Z_2 [\cos(\theta_1 + \theta_2) + i\sin(\theta_1 + \theta_2)]$
除法	建議以極座標作運算。 $\frac{\bar{A}}{\bar{B}} = \frac{A}{B}\angle(\alpha - \beta)$	建議以極式作運算。 $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{ Z_1 }{ Z_2 }[\cos(\theta_1 - \theta_2) - i\sin(\theta_1 - \theta_2)]$
備註	直角座標轉極座標時，若 θ 非特殊角，以 $\tan^{-1}\frac{y}{x}$ 表示。	直角座標轉極座標時，若 θ 非特殊角，以 $\cos\theta$ 跟 $\sin\theta$ 表示

電子學的建議開課學期為第二學年第一、二學期，共計 6 (3/3)學分，旨在因應電機、電子及資訊產業界實用技術人力之需求，培養學生認識基本電子元件特性，並熟悉基本電子電路之原理及應用。此課程內容多以基本電學為基礎，因此所須的數學內涵與技巧多與基本電學相同，另外有「解一元二次方程式」、「對數的定義及其運算性質」等；而在推導公式的過程中，課本所使用到的另有「自然指數函數的微分」等。比較數學 C 與基本電學在課綱中的分配節數，在專業科目使用時，數學 C 尚未教授完的內容有「指數函數及其圖形」、「微積分及其應用」；另有高職數學課程並無涵蓋的內容，像是「自然對數（以尤拉數 e 為底的對數）」、「自然指數函數的微分」等。

數位邏輯的建議開課學期為第二學年第一學期，共 3 學分，旨在建立學生基本數位邏輯概念、認識基本邏輯閘及熟悉布林函數化簡方法，使學生具備基本組合邏輯與循序邏輯電路分析及設計之能力。課程中在作數字表示法的互換時，會利用數學的乘除；另外有邏輯概念、布林代數的假設與基本定理並簡化函數等非高中職數學的課程內容。

4.3.2 訪談結果

以上述文本分析的內容，作為訪談專業科目老師的參考資料，訪談對象為桃園縣育達高中資訊科的曾主任，以期瞭解在專業科目的教學現場裡，是如何操作與數學相關的內涵；而在教學過程中，教師或學生又會碰到那些與數學相關的困難；最後，希望教師以專業領域的立場，針對數學科的教材內容提供意見或想法。

- 期望數學科能優先處理複數的四則運算，並加強向量合成的圖示概念。

如上所述，基本電學與電子學內會大量運用到相量的概念跟計算，而專業領域中的「相量」，在表示法以及合成圖示上的概念如同數學 C 中所教述的「向量」；但在作四則運算時，則是利用「複數」極式的運算技巧。就時間點來說，「相量」最早會在一上前半段的基本電學中出現；而「向量」的概念已於一上的數學 C 中教授，但數學 C 在處理複數的運算則要到一下的後半段。

而經由訪談得知，即使此時學生已在數學 C 中學過向量的概念，但到了基本電學時，大部分的學生仍無法處理向量合成的幾何作圖，再加上學生此時並無複數運算的概念，因此專業科目的教師在教授這段時，需要花更多的心力處理數學的內涵。因此期望數學科能優先處理複數運算及加強向量圖示的概念，以協助學生在專業領域上的學習跟操作。

曾主任：

我們長久教下來的結果，發現相量的概念跟運算是學生的致命傷，且若這關過不了，就沒有機會了。而這觀念到了後來的第 12 章，三相電源電路的時候，那更是亂成一團，開始有更誇張的相量計算，很簡單的座標系已經搞不定了，這個三相再進來，幾乎就完了。

所以雖然基本電學的課本中僅花了兩節的內容講述向量的表示法以及複數的運算，但為了讓學生聽懂，我們實際上所花的教學時間是很長的，甚至很有可能就是一次期中考的進度，不符合編書的章節比例。

雖然數學 C 已經教過向量，但學生好像會自動解構兩邊的知識，兩個相量的相加減，圖要怎麼畫，我發現我們學生根本吃不下。我有看到數學會講向量的移動，但我們學生對於移動這個概念，不是很 OK。

另外還有相量這邊的計算（如同複數極式的運算），學生有很大的困擾，像是角度在那邊做加減乘除的時候，很多學生是很難去理解這件事情。學生對於電學、電路的概念是很熟悉的，但是當把複數、向量這個觀念帶進去的時候，學生就會產生很大的困擾，因為已經不是很單純的純量計算了。

- 就時間安排上，數學課程無以配合專業科目對「指數函數及其圖形」的需求；且在專業科目多以自然指、對數作運算，此非高中職的數學課程。

在指對數運算與函數圖形方面，基本電學於一下開始出現指數的相關運算，且在二上的課程中，學生須會繪製指數函數的圖形，以及瞭解對數的相關性質及運算，可是這方面的內容，數學 C 是安排在二上的課程裡，且在專業領域中，大多以尤拉數 e 為底的自然指數（ e^x ）與自然對數（ $\ln x$ ）表示及運算，數學 C 並無講述此內容，學生通常會有障礙。

曾主任：

自然指數第一次出現是在一下基本電學的直流暫態中，學生需要會計算，在這之後，學生須會處理 \log 對數律，再來處理 \ln 對數律，但他其實不見得知道 \log 跟 \ln 是同一種東西，我們專業科目的老師會特別提醒是一樣的概念，只是底不同而已，因為像是在巴克豪生準則也就是振盪器這裡，我們就會運用到。

另外在教二極體時，學生需要會畫指數函數的圖形，藉由曲線及圖形的交點，我們才能代入一些像是飽和的觀念；我們確定在教這個章節的時候，數學還沒有教到，所以學生通常都有很大的障礙，只能要他們背起來。

- 公式推導多利用微積分，而二下則須瞭解微積分的意涵與運算技巧。

數學 C 要在二下才會教微積分的相關概念與計算，而專業科目在一年級即會出現相關的符號與公式證明，教師雖然會用微積分推導，但通常都是讓學生直接背公式；而到了二年級的微分器與積分器時，學生必須瞭解微分與積分的意義，並會操作微積分的計算技巧，才能知道波形會產生哪些變化，也才能瞭解波形變化的原因。

曾主任：

當我們開始在談平均值、有效值等概念時，就會用到積分，雖然我們會算給他看，但學生都看嘸，最後他就直接背公式了。

不過到了微分器跟積分器，微分跟積分的意義與計算技巧就出現了，這些電路本來就有它的物理意義在，我們要跟他講解為什麼要使用這些，要解決什麼問題等。像我們有個微分電路，如果輸入一個方波，經過微分電路，會發生甚麼事情，他還真的得用微分或積分，才能知道結果，所以真的需要知道微積分的計算技巧，而不僅只是背公式就好。

我們會叫他背一個表格，就是弦波經過積分還是弦波只是相位跑了，然後三角波、方波經過積分或微分，各會變什麼波之類的，不過通常要到了三年級複習時，他們才會：「哦原來，會了！」這種感覺。

- 教師認為學生若知道公式中的數學運算，應更能瞭解其物理意義。

基本電學與電子學的課程中，關於三角函數的概念與技巧，學生須瞭解正餘弦的定義並計算其值，亦須會正餘弦的化簡（或化繁），而其他三角函數的基本性質（平方關係）跟運算（和差角、積化和差等）多用在式子的推導中，但曾主任認為學生若能熟知其數學運算，應該更能瞭解公式的物理意義。

曾主任：

積化和差雖然是在公式的推論裡面，學生不需要去記那個證明過程，但照理來講，學生應該要學這部分。我們有些老師比較盡責，真的會表演一次，但在這過程中，學生也不過是看老師秀一下，最後他還是沒什麼感覺。我認為如果學生學過，應該會比較瞭解這個物理意義是什麼。

- 在「數位邏輯」中，學生在不同的進制轉換上較有問題。

數位邏輯的課程內容中，包含兩大部分的數學，一為「各進制的表示法與轉換」，二為「布林代數與函數的化簡」，前者可利用連除、連乘等技巧，後者則非高中職的數學課程，相較於後者，學生在各進制轉換的操作上較有問題。

曾主任：

我們學生在數位邏輯裡的布林代數計算那塊，反而沒什麼問題，因為對他們來講這好像不是數學；真正會有數學單門、學生考的較差的那塊，是不同進制的轉換，因為這個很明顯是數學問題。不過還好的一點是，我們在數位邏輯跟計算機概論都有講到（任何進制的轉換），所以學生可以重複操作，可是這部分內容在新課綱的計算機概論裡被刪掉了。

- 期望能讓數學教師及學生知道數學與專業科目間的連結。

此次訪談，發現有部分數學內容，雖已先在專業課程前教授，但學生仍無法作連結與操作，像是一元二次方程式求解、三角函數的性質跟運算、向量的合成圖示等。因此，曾主任期望在數學教學或其教材中，能有機會讓學生知道數學概念與專業科目的連結。

曾主任：

像我們電子學這邊，學生還有另外一個計算障礙，就是在場效電晶體那裡，在算公式的時候，他要用一元二次方程式去解，雖然我知道國中有操作過，但我們老師還要再講一次。

不知道在教材或教學過程中，有沒有可能透過某些手段或作什麼記號之類的，告訴學生也告訴我們數學老師，在我們專業科目裡有用到這些數學概念，像是向量、複數運算跟一元二次方程式，讓數學老師在課堂中，能提醒學生注意，不要混過去。

第 5 章 結論與建議

本章共分為兩節，第 1 節為「結論」，主要就第 2 章的文獻探討與第 3、4 章的結果分析，針對研究問題作總結；第 2 節為「建議」，就前述之結論與研究發現提出想法，期望能作為未來在數學改革上、教師在施行教學上的參考，並提供未來的研究方向。

5.1 結論

本研究的目的是希望能深入瞭解專業領域在技術型高中對數學知識、能力的學習需求，進而分析現行的數學內容與專業課程在供給與需求上是否達到平衡。因此，研究者欲先探討教育現況，以瞭解技職體系中各職群的選修人數，再從 (1) 專業科目 (2) 教學現場，這二方面來探討數學課程與專業領域的需求差異。以下即針對上述所延伸的問題作整理與回答。

1. 教育現況層面，近三年中高級中等教育與五專中，各學制的學生分布為何？而在技職體系中，各職群的選修率為何？

國中畢業後面臨的升學進路，主要可以區分為「進高中」及「選技職」兩大方向，而近幾年此二種教育的人數比約為 4：6，其中在技職教育中，高職生約占 80%，為最大宗。因此以此學制為討論對象，統計其 15 職群的選修率，並與五專、綜高作比較。五專中近一半的選修率為衛生與護理群，非隸屬於 15 職群內，且學生人數不到高職的十分之一，因此不作深入討論。而綜高中的學術學程與專門學程的選修率為 4：6，且其專門學程的選修率分布與高職雷同，可將綜高視為大環境下的縮影。

在高職中，選修率最高的前三群依序為「商業與管理群」、「餐旅群」及「電機與電子群」，合計超過一半的學生，因此本論文以這三群為研究對象，針對其共同專業科目的內容作分析，並分別訪問此三群的專業教師。

2. 專業科目方面，各專業領域的共同科目中，有提到哪些數學內容？又現行數學課程的編排是否得以配合專業科目的需求？

以下分別就「商業與管理群」、「餐旅群」及「電機與電子群」的共同專業科目作整理與回答。

• **商業與管理群（參考資料：商業概論、會計學、經濟學）**

「商業概論」與「會計學」中的數學概念與運算技巧均已在國中前教授。公式內的數學多為「四則運算」、「百分比換算」，參考課本例題，解題過程可能需使用「解二元一次聯立方程組」與「指數律的操作」等，並無高中職以上的數學內涵。

「經濟學」所提及的數學概念較多，主要多為「直角座標」以及「一次函數及其圖形」，學生尤須熟知「斜率的定義及其圖示」，此概念已於國中教授，亦已於一上的數學 B 中重新詮釋、操作。參考課本例題，解題過程中可能需使用「一元二次方程式」、「二元一次或簡易的多元一次聯立方程組」，少部分的「無窮等比級數求和」等運算，上述之數學技巧均已於國中或高職數學 B 中操作過。

另外，「經濟學」的課本中有提及「切線斜率」、「極值」、「凹向性」、「反曲點」、「曲線下面積」等微積分的內涵，相關的數學定義應尚未教授；但參考課本內文及例題，上述名詞的定義多以圖形及其經濟涵義作切入與說明；學生無須求極值或判斷凹向性等，但須知該點與圖形在經濟學上的特性。若有相關運算，課本例題多為離散型的資料，不需運用微積分的計算技巧。

• **餐旅群（參考資料：餐旅概論、餐旅服務、飲料與調酒）**

「餐旅概論」、「餐旅服務」與「飲料與調酒」中，涉及的數學概念不多，多為成本控制、分析方面的「四則運算與百分比換算」，及在單位轉換、配方調製方面的「比與比例」等實務性上的概念與操作，此二項內涵已於國中前教授，並無高中職以上的數學內涵。

- **電機與電子群（參考資料：基本電學、電子學、數位邏輯）**

「基本電學」中所需的數學概念與運算技巧很多，以下依高職數學的課程內涵與分配節數，將所需操作的數學內涵分為「已學習」、「尚未教授」與「非高職課程」。

在基本電學使用前，已於國中或數學 C 中教授的有「科學記號的四則運算」、「解二元一次聯立方程組」、「斜率的定義及其圖式」、「正餘弦的定義與數值計算」、「正弦函數的圖形與頻率」、「正餘弦與任意角的轉換」、「向量的合成圖示」；而在課程安排上，數學 C 來不及配合的有「複數的定義及其運算」、「直角座標與極座標的轉換」、「指數函數及其圖形」；另外，高職數學課程沒有涵蓋的內容有「反正切（ \tan^{-1} ）的定義」、「自然指數函數（以尤拉數 e 為底的指數函數）」。

另外在推導公式中，除了上述的數學概念外，另有「常數、一次函數的積分」、「三角函數的和差角公式」、「積化和差」、「正弦函數的積分」，其中，後兩者的內容，高職數學課程並無涵蓋。

此外，需特別注意的是「向量」的意涵（基本電學中亦稱為「相量」）。基本電學與數學 C 均講授向量，但基本電學中的相量僅在圖示的使用上，與數學 C 相同；在相量的表示法及運算方法上，則較相似於數學 C 中複數的內涵（詳細比較請參閱表 4.3-1 與表 4.3-2）。而基本電學在使用「相量」的概念時，數學 C 尚未教授「複數的定義及其運算」，因此在專業課本內有一小節在講述此數學內涵。

「電子學」的內容多以基本電學為基礎，因此所需的數學內涵多與基本電學相同，在操作上另有「解一元二次方程式」、「對數的定義及運算性質」，其中的「自然對數（以尤拉數 e 為底的對數，記作 \ln 。）」，高職數學課程並無涵蓋，而在推導公式中，另有「自然指數函數的微分」，亦非高職數學課程的內容。

關於「微積分的概念與運算技巧」在專業科目內多作為公式的推導與證明，參考課本範例，在碰到相關例題時，可利用別的公式代入，並非一定要操作微分與積分的技巧，且在課本中有說明：「要知道微分器與積分器的工作，可以不必瞭解數學上的微分或積分。」

「數位邏輯」中在作數字表示法的互換（各種進制轉換）時，多利用連乘、連除，無須運用高中職以上的數學內涵；另外有邏輯概念、布林代數的假設與基本定理並簡化函數等非高職數學課程的內容。

3. 教學現場方面，專業科目的老師在教學現場，有哪些與數學內涵相關的困難？對於數學課程又有什麼建議？

在課綱安排與統測考科中，「商業與管理群」與「餐旅群」均使用數學 B，而「電機與電子群」則使用數學 C，因此以下將此三群專業教師的建議作整合，分別針對數學 B 與數學 C 的課程內容作討論。

- **數學 B（適用職群：商業與管理群、餐旅群）**

在專業課程內，所需使用的運算技巧多於國中前教授，像是「比與例的換算」、「解二元一次聯立方程組」等，但教師均表示學生在這方面的操作上仍較薄弱，希望高職（一年級）數學能針對國中的數學內涵作複習與延伸，已協助、提升學生在專業領域上的操作與熟練度。

在數學課程的建議上，二群的專業教師均期望數學能多著墨於基礎的機率概念，以及數據與圖表分析等敘述統計，以增進學生對實務方面的理解與應用，亦可為將來升學或就業作準備。另外，李主任（商經科主任）希望能加強學生在邏輯方面的訓練。

「微積分及其應用」在現行數學課程的第四冊最後一章，但將在 105 年的新課綱中刪除。針對此一議題，商業與管理群的教師希望能保留微積分的基本概念，以為將來升學作準備，且在經濟學中，若能有微分及其圖形的概念，對於經濟意涵的瞭解跟運算也有一定的幫助。

- **數學 C (適用職群：電機與電子群)**

在專業課程中，學生須熟知「相量」的圖式概念與計算技巧，而此數學內涵分別為數學 C 的「向量的合成圖示」與「複數的定義及其運算」。在專業科目使用時，前者已於數學 C 中教授，但後者還沒。而不論數學 C 是否已教授，學生在認知與操作上均有其困難，因此專業教師期望數學能優先處理複數運算，並加強向量圖示的概念。

在「指、對數運算與函數圖形」方面，數學課程的時間安排無法配合專業科目的需求，且在專業領域中，大多用以尤拉數 e 為底的自然指數 (e^x) 與自然對數 (\ln) 作表示及運算，數學 C 並無講述此內容，學生在認知與操作上常有障礙。

數學 C 要在二下才會教微積分的相關概念與計算，而專業科目在一年級即會出現相關的符號與公式證明，教師雖然會用微積分推導，但通常是讓學生背公式；而到了二年級的微分器與積分器時，學生必須瞭解微積分的意義，並會以微分與積分作計算，才能知道波形會產生哪些變化，也才能瞭解波形變化的原因。但因兩者在課程上的順序差異，學生通常要到三年級作總複習時，才能真正瞭解公式或運算背後的數學概念。

在「三角函數及其應用」方面，學生在專業課程中須瞭解正餘弦的定義並計算其值，亦須會正餘弦及任意角的化簡（或化繁）；而三角函數的基本性質（平方關係）跟運算（和差角、積化和差等），則多用於式子的推導中，但教師認為學生若能熟知其數學運算，應更能瞭解公式的物理意義。

有部分數學內容，雖已在專業課程前先行教授，但多數學生仍無法將數學概念與操作轉移至專業領域上，像是一元二次方程式求解、三角函數的性質跟運算、向量的合成圖示等。因此，教師期望在數學教學中或教材上，能讓學生知道數學概念與專業科目的連結，以備將來所用。

5.2 建議

根據本研究的結果，以及研究者在蒐集文獻中的發現，分別針對數學科的課程內容、教學順序、教材內容，以及未來的研究方向，提出下列建議。

另外，「商業與管理群」及「餐旅群」兩者合計在使用數學 B 的職群中約占 7 成，「電機與電子群」則在使用數學 C 的職群中約占 5 成。因此，藉由此三群對數學需求的研究結果，對數學 B、C 版本的課程安排有其參考性。

1. 對課程內容的建議

- 國中數學的加深與加廣

不論數學 B 或數學 C，受訪教師均表示部分學生在國中數學的操作上仍有困難，因此期望能在高職（一年級）數學中，先以不同的方式或角度來呈現國中的數學內涵。而 Saunders（1980）亦認為，即使在較進階的數學課程裡，仍應重視跟複習「基本算術」能力。因此，建議高職的數學課程能在較深或較廣泛的情境下，將國中的數學內容作延伸，像是比與比例、一次函數及其圖形、解一元二次方程式或多元一次聯立方程組等。

- 數學 B 再增加「敘述統計」的內容，而數學 C 則需再探討

李宜珍（民 96）在比較台灣與大陸商業學校在數學科的內容時，發現大陸在機率統計方面的內容較台灣多也較進階；而商業與管理群與餐旅群的教師在接受訪談時，均期望數學 B 能多著墨在「數據與圖表分析」方面，以為學生在將來升學與就業作準備。因此，建議數學 B 應多增添「敘述統計」方面的內容。

在楊瑞明、張瑞賓（民 104）的知識盤點調查報告中，有 34.6%～45.7% 使用數學 C 的教師認為「機率統計」在其專業上並不需要，而在 105 課綱中，已將排列組合、機率統計等相關內容刪除；但在錢圓亮、李銘貴（民 97）針對專校工科同學須具備的數學能力調查研究中，卻發現「了解敘述統計」是在業界與學界共同強調的。因此，對於數學 C 在此部分內容的刪除與否，建議可再作深入研究、探討。

- 將「**計算器 (calculator)** 的使用」納入正式課程。

在 Saunders (1980) 的調查中發現，幾乎全部的受訪者均認同計算器在未來的發展，因而認為應將計算器的使用融入在基本算術的課程中；而錢圓亮、李銘貴 (民 97) 亦在其研究中發現，電腦應用軟體在學界及業界的必要性，且大陸已利用計算器來計算指、對數與三角函數等，以作為解決問題的工具 (李宜珍，民 96)；再加上訪談過程中，發現商經科與餐飲科因應證照考試及實務上的需要，已在課堂中使用計算器。因此，建議將「計算器的使用」納入正式課程，甚至考試內容中。

- **數學 C 中加入「自然指、對數」與「反三角函數」的記號與利用**

透過李宜珍 (民 96) 整理的「大陸職業學校數學教學大綱」中，可發現大陸在「指數與對數函數」這單元中，有談及常用對數與自然對數的記號，並利用計算器求 $\log N$ 、 $\ln N$ ；在「任意角的三角函數」這單元中，亦有涉及反三角函數的記號，並利用計算器求角度等概念，而上述內容，現行台灣的高職數學課程均無涵蓋。然而，在「電機與電子群」的專業課程中，大多以自然指、對數表示及運算，亦利用反正切的符號表示角度等，但在訪談過程中，發現學生在此部份多用背誦，或難以將兩邊的概念作整合。因此，建議數學 C 在課程中可加入「自然指、對數」與「反三角函數」的記號與利用。

- 「**微積分及其應用**」在**數學 B** 的適切性應再深入研究

在楊瑞明、張瑞賓 (民 104) 的知識盤點調查報告中，有 50.3%~51.4% 使用數學 B 的教師認為「積分」在其專業上並不需，而「微積分及其應用」在 105 課綱的數學 B 中已被刪除。但由廖光永 (民 101) 的研究結果，發現多數的數學教師均認為這章節對學生有助益，且由訪談過程中，發現專業領域的教師亦認為若能提早讓學生奠定在技職院校學習微積分的基礎，是有助於商業類群學生未來的學習或解決與專業相關的問題。因此，建議可再深入研究這章節在數學 B 的適切性，或保留基礎的微積分概念及圖示。

2. 對教學順序的建議

觀察高職數學 A、B、C 版的課程綱要，可發現教學順序與內容大致呈現「數學 A \subset 數學 B \subset 數學 C」的形式，以下針對此一狀況提出幾點建議。

- **數學 B 於一年級教「機率與數據分析」；將「三角」延至二年級。**

「三角函數」的概念，不論從文本分析或訪談內容來看，對商業與管理群、餐旅群都沒有急切性，而廖光永（民 101）亦在研究中發現，多數教師認為 99 數學 B 將「三角函數」置於一上，而「三角函數的應用」至二下才教授，缺乏銜接與連貫性；且亦認為高職課綱第一冊包含的內容太多、太廣，可能影響教師的教學品質與學生的學習成效。因此，建議數學 B 可參照高中 99 數學的編排方式，將機率與數據分析等概念置於一年級，而將三角延至二年級再教授。

然而，在楊瑞明、張瑞賓（民 104）的知識盤點調查報告中，顯示有超過七成的教師希望在一年級即將「三角函數」教完。因此，針對「三角函數」在數學 B 的授課時間，仍可再進一步地調查。

- **數學 C 於第一冊教「複數」；將「向量」延後或拆成兩部分。**

「複數的定義及其運算」對於電機與電子群的學生來說尤為重要，但現行數學 C 的課程安排無法配合專業科目的需求，且於 105 課綱中，更將原在第二冊的複數移後至第三冊教授。針對此一狀況，並參考許桂敏、陳守治（民 82）為了配合高工專業科目的教學，而對數學課程作重排的研究，建議將數學 C 中的「複數」移前至第一冊，而將「向量」移後至第二冊，或拆成「概念」與「應用」二部份來教授。

- **數學 C 將「指數與對數及其運算」移至一年級教授。**

基本電學於一下始出現指數函數及其圖形，而於二上的電子學中，學生即需繪製指數函數的圖形並以此求交點，但現行的數學 C 在時間上無以配合專業課程對此部分的需求，且在 105 課綱中，此章節在數學 C 更被往後推至二上的最後一章。針對此一狀況，建議將數學 C 的「指數與對數及其運算」這單元往前移至一年級教授。

3. 對教材內容的建議

- **統整數學與專業課程在符號與術語上的差異**

由文本分析可知，基本電學與數學 C 在「虛數」符號以及「向量」的表示法及運算方式等不相同，且由臺師大教評中心的會議紀錄（民 98）中可知，類似的觀念可能會因不同的科目，而以不同的方式呈現，易造成學生的混亂。因此，建議可統整數學與專業課程在符號與術語上的差異（如表 4.3-1、4.3-2），以協助學生作銜接。

- **數學教材補充與專業課程相關的例題**

洪醒漢（民 104）表示學生雖已在數學 C 中學過三角函數的圖形，但在交流電的學習過程中，尚需理解圖形的變化，以解釋相位與頻率的改變等問題，而教師亦在訪談中表示，學生常會自動解構數學與專業課程裡的知識，相關的數學概念仍需重新教授，期望能讓數學教師及學生知道數學與專業科目間的連結。因此，建議在數學的教材內，添加與專業課程相關的範例，或在與專業相關的數學內容上作記號，以協助學生將數學上的學習遷移至專業課程上。

舉例來說，在數學 B 中可補充配方表、烘焙百分比等比例的應用，以及使用專業課程中的語言來闡述題目，例如會計中的現金折扣表示法以及常見的利率名詞等。

數學 C 在作三角函數的運算時，通常是「化簡」，例如將 $\sin(180^\circ + \theta)$ 轉為 $-\sin \theta$ ；但在基本電學中，為了使其正負號與函數相同，可能會需要「化繁」，例如將 $-\sin \theta$ 轉為 $\cos(\theta + 90^\circ)$ ，因此應讓學生熟練兩邊的轉換。另外，專業科目在數學教授前，已先行使用微積分來推導公式，但此課程較難往前移動，因此建議數學 C 在學習微積分時，可利用專業課程的相關題目，以對公式的內涵作解釋或驗證。

4. 關於未來研究方向

- **調整研究範圍或深入研究內容**

本研究受限於人力、物力與時間等因素，未能一一針對所有職群，甚至各課程、各版本作分析。因此，建議未來的研究者能將研究範圍擴展至其他職群，或依據高職數學版本所適用的職群作深入探討，以助於更完整的瞭解各專業領域對數學的需求。

- **針對各行業對數學的需求作探討**

教育目標、環境需求、學生特質與新科技之發展是決定教學目標、課程架構、教材內容，及師資訓練之主要基礎。瞭解高職畢業生就業時之數學知能需求，可作為環境需求之一部分（林玉斌，民 77）。然而，我國現有與職場和數學相關的文獻甚少，且資料均較舊；而國外文獻，也難有較新且完整的職業面貌（研究者目前搜尋到較完整的文獻為 1993 年出版的《職業調查完全手冊》）。因此，建議未來的研究者可藉由系統且客觀的方法，瞭解各行各業對數學的需求，以提供數學課程在作規劃時的參考，亦能提升數學教育在課程設計的生活化與實用化，進而增進教育效果。

參考文獻

中文部分

- [1] 林玉斌（民 77）。職業學校與高中畢業生就業所需數學知能之調查策略。**技術學刊**，**3：2**，101—106。
- [2] 張一蕃（民 78）。各行業對數學及科學需求調查研究。**76 年度國科會「數學教育合作研究計畫」成果研討會報告大綱**，（2-6），1—4。
- [3] 許桂敏、陳守治（民 82）。高工電機電子群數學課程重排以配合專業科目教學之可行性研究。**中等教育**，**44：2**，8—19。
- [4] 歐用生（民 83）。**教育研究法**。台北：師大書苑。
- [5] Sherman K. Stein (1999)。**幹嘛學數學？**。台北：天下文化，81、90。
（原著出版於 1999）
- [6] 錢圓亮、李銘貴（民 92）。專校同學應具備數學能力之研究。**德霖學報**，**17**，39—59。
- [7] 李維華（民 93）。**高職學生興趣與數學成績對實習課程學習成就之研究**。國立彰化師範大學工業教育學系碩士班論文。
- [8] 陳金進（民 95）。高職新課程的省思與改進芻議。**教育研究月刊**，**149**，33—37。
- [9] 柯俊璋、陳聿芸、吳宏茂（民 95）。高職課程的發展趨勢-從群集教育到群科課程。**課程與教學**，**23：2**，67—74。
- [10] 教育部技術及職業教育司（民 95）。**職業學校類科整合模式之研究期末報告**。
- [11] 李宜珍（民 96）。**台灣與大陸商業職業學校數學科課程之比較研究**。銘傳大學教育研究所碩士在職專班碩士論文。
- [12] 周新富（民 98）。**教育研究法**。台北：五南。

- [13] 王文科、王智弘（民 98）。**教育研究法**。台北：師大書苑。
- [14] 教育部（民 98）。**職業學校群科課程綱要暨設備標準——一般科目**。
- [15] 職業學校一般科目暨藝術群（民 98）。**98 年度數學科教師成長團體會議紀錄**。取自：<http://www.cer.ntnu.edu.tw/gcss/record98.htm>
- [16] 教育部（民 100）。**職業學校發展檢討工作圈結案報告**。取自：
<https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fvtedu.mt.ntnu.edu.tw%2Fvtedu%2Ffiles%2Fdoc%2F1001127%2F1001127fin.doc&ei=yvaIVYLWGITv8gXxqJmIAQ&usq=AFQjCNHDL3FSWU4zYxdAcoNLAbDr4eMIlg&sig2=1zp7K8Be43V4mHSndElvEQ>
- [17] 教育部（民 101）。**第七次中華民國教育年鑑**。
- [18] 教育部（民 101）。**中華民國技術及職業教育簡介**。
- [19] 陳正凡（民 101）。國科會數學教育合作研究計畫的發展史。**科學教育月刊**，**350**，2—12。
- [20] 陳政名（民 101）。**高職與綜合高中電機電子群學生於數學與專業科目學習成效之研究**。國立彰化師範大學電機工程學系碩士論文。
- [21] 廖光永（民 101）。**從高職教師角度進行 95 暫綱、99 課綱高職數學 B 教材內容之比較研究**。國立嘉義大學數學教育研究所碩士論文。
- [22] 馬秀蘭（民 101）。**科技大學商科學生就業所需具備的數學知識之研究**。取自：
http://tame.tw/leeys_teaching/attachments/month_1203/g201231122811.ppt
- [23] 教育部（民 102）。**中華民國技術及職業教育簡介**。
- [24] 教育部統計處（民 100~102）。**各級學校基本資料**。取自：
<http://www.edu.tw/pages/list.aspx?Node=3752&Type=1&Code=9001&Index=7&wid=31d75a44-efff-4c44-a075-15a9eb7aecdf>

- [25] 教育部（民 103）。**職業學校群科課程綱要之「總綱」**。
- [26] 張仁家（民 103）。開展技職教育的天空——析論當前高職教育應走的方向。**中等教育**，**65：2**，21—31。
- [27] 楊瑞明、張瑞賓（民 104）。**技術型高中課程地圖及知識盤點調查報告**。技術型高級中等學校群科課程推動工作圈。
- [28] 洪醒漢（民 104）。工科專業領域中的數學-跨領域教材整合初探。**綜合高中中心學校電子報**，**15**。取自
<http://163.23.175.9/ePaper/201501/all-0120.htm>
- [29] 技專校院招生策進總會（民 104）。**104 學年度四技二專統一入學測驗各群(類)別考試科目與考科範圍公告**。取自：
<http://www.techadmi.edu.tw/bbs.php?bid=3201>
- [30] 教育部（民 104）。**104 年國中畢業生適性入學宣導網站**。取自：
<http://adapt.k12ea.gov.tw/stud/show.php?no=18>

英文部分

- [1] Hal Saunders (1980). WHEN ARE WE EVER GONNA HAVE TO USE THIS. *The Mathematics Teacher*, 73:1, 7-16.

- [2] Glenda Lappan (1999). *Mathematics and the Workplace*. NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. Web site: <http://www.nctm.org/News-and-Calendar/Messages-from-the-President/Archive/Glenda-Lappan/Mathematics-and-the-Workplace/>

- [3] Henk van der Kooij (2011). *Mathematics for technical vocational education*. Web site: https://www.academia.edu/1120100/Mathematics_for_technical_vocational_education

- [4] Occupational Outlook Quarterly (2012). *Math at work: Using numbers on the job*. Web site: <http://www.bls.gov/careeroutlook/2012/fall/art01.pdf>

- [5] Yan Yu, Xiangju Meng , Zongzhai Wu (2012). Study of Mathematics Teaching Reform of Vocational Colleges. *International Conference on Education Technology and Management Engineering Lecture Notes in Information Technology*, 16-17, 129-133.