

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫期中進度報告

整合性工程力學與數學教學課程之
規劃、設計與發展（2/3）

計畫類別：☐個別型計畫 ☒單一大型整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2522-S-002-005

執行期間：91 年 10 月 1 日至 92 年 9 月 30 日

計畫主持人：謝尚賢

共同主持人：徐新逸、劉格非、呂良正、陳俊杉

協同研究人員：周雲虎、郭榮欽

計劃參與人員：呂卓堃、涂文祥、陳志欣

許靖雨、楊峻武、張國儀

執行單位：國立台灣大學土木工程學系

中 華 民 國 9 2 年 7 月 2 8 日

目 錄

目 錄.....	I
摘 要.....	III
Abstract.....	V
第一章 緒 論.....	1
1.1 研究目的.....	1
1.2 研究方法與步驟.....	5
1.2.1 總計畫：整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展	6
1.2.2 子計畫一：力學核心課程之整合規劃、設計與發展.....	7
1.2.3 子計畫二：力學相關數學課程與力學數值實驗教材之規劃、設計與發展.....	10
1.2.4 子計畫三：輔助力學教學之相關軟體工具與網站之規劃、設計與發展.....	13
1.3 預期成果.....	16
第二章 大專院校力學與數學相關課程之教學與學習概況與成效調查.....	18
2.1 問卷設計與調查.....	18
2.2 教師問卷統計分析結果與討論.....	19
2.2.1 針對力學課程所進行的問卷調查.....	19
2.2.2 針對數學課程所進行的問卷調查.....	24
2.2.3 針對力學與數學課程整合所進行的問卷調查.....	28
2.3 學生問卷統計分析結果與討論.....	29
2.3.1 針對力學課程所進行的問卷調查.....	30
2.3.2 針對數學課程所進行的問卷調查.....	33
2.3.3 針對力學與數學課程整合所進行的問卷調查.....	37
2.4 電腦輔助教學工具在力學與數學教學上的需求探討.....	38
第三章 基礎力學與工程數學課程之單元規劃與整合.....	41
3.1 圖示說明.....	42
3.2 工程數學.....	42
3.3 靜力學與動力學.....	46
3.4 材料力學.....	48
3.5 結構學.....	50
3.6 土壤力學與流體力學.....	51
3.7 課程內容重複的單元.....	52
3.8 力學課程單元說明.....	53
3.9 力學課程安排(以靜力學與動力學為例).....	54
第四章 虛擬力學實驗室之建立.....	57
4.1 虛擬流體力學實驗室之建立.....	57
4.1.1 進入網頁.....	58

4.1.2 瀏覽教材.....	60
4.2 虛擬材料力學實驗室之建立	63
4.2.1 問卷調查	64
4.2.2 文獻回顧	65
4.2.3 電腦輔助預習系統之需求	66
4.2.4 電腦輔助預習系統之設計與開發	66
4.2.5 互動式虛擬實驗儀器的實作方式	73
4.2.6 成果評估	75
第五章 互動性教學元件設計與評估.....	77
5.1 引導式例題元件	77
5.2 互動式動畫範例元件	79
5.3 概念地圖學習元件	80
5.4 線上筆記元件	83
5.5 互動式例題元件	85
5.6 整合式影音教材	86
5.7 成果評估	88
5.7.1 評估方法	88
5.7.2 結果分析	89
第六章 工程力學與數學資源共享網站.....	93
6.1 登入與權限控管	93
6.2 資源分類與搜尋	94
6.2.1 資源分類	95
6.2.2 資源搜尋	96
6.3 資源上傳、下載與線上瀏覽	98
6.3.1 資源上傳	98
6.3.2 資源下載	100
6.3.3 資源線上瀏覽	102
第七章 結 語.....	103
參考文獻.....	105
附錄一：大專院校力學與數學相關課程教學概況與成效問卷調查表.....	106
附錄二：大專院校力學與數學相關課程學習概況與成效問卷調查表.....	113

摘 要

本計畫結合電腦輔助教學、教育科技、教育心理、工程力學、工程數學、電腦輔助工程之多方研究人員，針對目前大專院校工程相關科系在教授工程力學及數學課程時，普遍存在且似乎日益嚴重之學生學習興趣低落與教學效果不彰之問題，重新全面檢討工程力學與數學之課程與教學，進行需求分析、整合性課程分析與設計發展、教學策略分析設計、實驗教學、教學與學習評鑑、輔助教學軟體工具與網站之規劃設計與建構等研究，希望能提供大專工程力學與數學之課程設計教學一個新的思考方向，並發展出一套新的整合性工程力學與數學教學課程與相關輔助教學軟體工具，期能大幅改善大專工程力學與數學教學之品質與成果。

本計畫為三年期之單一大型整合型計畫，在總計畫下分成三個子計畫來執行，子計畫一主要負責工程力學核心課程之整合規劃、設計與發展；子計畫二主要負責工程數學與工程力學之課程整合與力學數值實驗教材之設計與發展；子計畫三主要負責輔助力學教學之相關軟體工具與網站之規劃設計與發展；而總計畫則主要負責行政協調與研究成果之整合，尤其在實驗教學之實施與教學與學習成效之評鑑方面，及完成整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展，並推廣本研究成果與經驗至其它大專院校教育環境。

本報告除了先說明本研究之研究背景與目的、整體分工合作架構與人力運用、研究方法與步驟、及預期成果外，主要之重點乃在說明本研究計畫執行迄今（近一年十個月）之主要成果，包括對大專院校力學與數學相關課程之教學與學習概況與成效調查及結果討論、基礎力學與工程數學課程之單元規劃與整合、虛擬力學實驗室之建立、輔

助教學之互動性元件的設計與評估與教學資源共享網站的規劃設計及建構成果。

Abstract

The lack of motivation and interests for students in learning Engineering Mechanics and Engineering Mathematics related courses has become a common and increasingly serious problem in college Engineering education. The consequences are the decreasing learning quality of students and increasing frustration of teachers in these fundamental Engineering courses. To address this issue, the proposed project is a three-year integrated project that includes three sub-projects and gathers researchers in fields of Computer-aided Instruction, Educational Technology, Educational Psychology, Engineering Mechanics, Engineering Mathematics, and Computer-aided Engineering to design and develop an integrated Engineering Mechanics and Mathematics curriculum for improving the quality of teaching and learning courses of Engineering Mechanics and Mathematics. This research work will first review the current situations and issues in course design and teaching of Engineering Mechanics and Mathematics, both domestically and internationally. The learning models of modern students will also be studied. After the Engineering Mechanics and Mathematics courses are decomposed into course units and their relationships and dependencies are analyzed, they are reorganized into a new curriculum of integrated courses. Furthermore, software tools and a website for assisting

teaching and learning will be developed as resources for the curriculum. To investigate the feasibility and effectiveness of the proposed integrated curriculum, experimental course teaching will be conducted and evaluated. It is hoped that the results of this work will significantly help the teaching and student learning in college Engineering Mechanics and Mathematics courses.

After introducing the background, objectives, teamwork structure, methodologies, and expected results of this work, this report discusses the major results obtained in the past ten months since the beginning of the work. The major research results are in the following areas: the survey and analysis on current teaching and learning issues for college-level Engineering Mechanics and Engineering Mathematics, analysis on relationship between Engineering Mechanics core course units and Engineering Mathematics, design and development of digital virtual laboratories for Engineering Mechanics experiments, and design and development of interactive Computer-Aided Instruction (CAI) software tools and a CAI resource sharing website.

第一章 緒 論

大專工程科系之力學與數學教育，是工程師養成教育中不可或缺且佔有相當比重之基礎教育。十多年來，大專院校在這方面之課程與教學並無太大改變，然現階段的大專教育受教者，其觀念與行為模式和十幾年前已大不相同。現代的學生受網路與多媒體普及之影響，造成對抽象思考的接受能力較低，其慣用之學習方式是利用立體圖形與影像來理解，且更期望能在學習理論同時，即能知道理論所能協助解決之實際問題。目前普遍存在且似乎日益嚴重之現象為，學生學習動機與情緒低落，教師也常有教學成效不彰之無力感。因此，本研究計畫之整體目標試圖以一個跨校之研究團隊，結合電腦輔助教學、教育科技、教育心理、工程力學、工程數學、電腦輔助工程之多方研究人員，在總計畫下分為三個子計畫團隊，針對現行大專工程力學（含靜力學、動力學、材料力學、流體力學、土壤力學、結構學等）與工程數學之課程整合問題，進行需求分析、課程分析與設計發展、教學策略分析設計、教學評鑑、實驗教學、輔助教學軟體工具與網站之規劃設計與建構等研究，期能改善目前大專院校工程相關科系在教授工程力學及數學相關課程時，普遍存在且似乎日益嚴重之學生學習興趣低落與教學效果不彰之問題。

1.1 研究目的

大專工程科系之力學課程相關科目有相當程度的關聯性，若僅探討單一科目的規劃與設計，其成效將有侷限性。故本計劃的目的是希望能整合大學力學課程、探討學生恐懼、逃避等負面的情景現象形成的原因，教師教學所遇到的瓶頸，研究改善的方法以建立適當的教學

模式，期能大幅改善力學課程教學的品質及成果。此部份之研究主要由子計畫一負責。

長久以來，工程數學之教學方法大同小異，大都是著重於解題方法的陳述僅少部分與物理問題相連結，因此常常使得學生興趣缺缺，感覺塞了一大堆東西，但是卻不知道這些數學方法到底要幹什麼，因此目前工程數學教育的首要缺點就是少了物理應用做為學習動機。此外，目前工程數學教育還有另一項缺點，那就是缺少數值分析方法及軟體的支援。在美國幾年前開始就有不少學校已經使用一些數值分析軟體，例如 Matlab 與 Mathematica，做為輔助工程數學的教學，然而在台灣卻很少有此情形。目前在台灣這些數值分析的軟體，大都是在數值分析的課程才會被拿來做為輔助教學的工具。然而，強化工程數學中使用數值分析的方法及軟體有很多好處，因為有許多物理問題，當被寫成數學問題時，往往不是一般用手計算就可解出來的，例如矩陣維度可能很大的問題，或是非線性問題等。然而配合數值方法加上適當的軟體，問題馬上迎刃而解，加上現在的軟體通常配合不錯的圖形呈現，可讓學生對於問題的了解更為深刻。

基於上述理由，現階段的工程數學教育有兩項主要的改進空間可以進一步探討與思考，第一項是與力學課程做整合，應考慮在教力學課程時，碰到所需要用到的數學方法，才很自然的去介紹。換言之，是以解決問題（Problems Solving）為導向的，如此，才會讓學生學得有動機。第二是在教授這些數學方法的同時，除了傳統用手可運算的解析方法外，也應考慮將相關解題的數值分析方法及軟體拿來運用，如此才能解決實際上的力學問題，而不是一些不夠真實且過度簡化的問題。如果能夠做到以上這兩項改進，或許除了能大大提高學生

學習數學的興趣外，也讓他們真正能解決實際複雜的物理（力學）問題。將來不論是繼續升學或就業這樣的課程訓練都是有極大幫助的。

因此，針對工程數學之教學部份，本研究以子計畫二為主來負責，子計畫一為輔來協助，共同研究工程力學與工程數學之整合問題，而此部分之架構主要可分為兩個主要工作項目。第一是整理力學學科中所應用到的數學方法。第二是將這些數學方法除了以傳統教法傳授外，應配合數值分析方法及軟體，以增強學生解決實際問題的能力，而不僅是求解一些過度理想化及簡化的問題。這樣做的主要目的有二，第一是提高學生學習興趣，此可經由融入力學問題來達到，也就是說在教力學課程時，自然會將其轉為一個數學問題，此時再引入解決此一數學問題的方法，這樣做的好處是，讓學生知道原來學此一數學方法可解決實際的力學（物理）問題，而不是完全為了教方法而教，而不知有何應用。第二個目的則是希望在教數學方法時，能利用數值分析方法及軟體來增強解題能力。目前工程數學上所用的例子，大部份過分簡單，或是維度較小，主要是配合用手計算就可以求解出來。然而當實際物理（力學）題寫成數學問題時，有諸多的原因造成這些數學問題沒辦法用手解析及計算出來，這些原因包括如幾何形狀不規則，複雜的邊界條件，材料的不均勻，非線性，或是維度較大等。然而這些用手計算不能或不易得解的問題，卻可輕易地利用數值分析的方法配合相關軟體來解得。十多年前，由於電腦的計算速度慢加上並沒有可靠的數值分析軟體，因此要引入數值分析軟體的教學時機未成熟，目前則是完全沒有問題。同樣的道理，在教授力學分析方法時，亦能利用數值分析方法及軟體來增強學生之解題能力。同時因為科技的發展，許多工科領域的知識要應用於實際情況，都必須利用軟體或數值程式，但一個未經訓練的程式使用者，並不知道如何去判斷

軟體之輸入與輸出之對與錯，因此力學相關課程對軟體與數值工具使用之教育，亦是目前急需的。本計畫由子計畫三負責規劃設計與發展能輔助工程力學與數學教學之軟體工具。

為了增加學生對力學之瞭解，讓其於學習力學理論時能亦能感受到理論之實際應用性，力學實驗課程之搭配應是不可或缺的。然而實際之實驗課程與理論課程之結合困難度較高，且由於目前電腦軟硬體之進步，在三維影像處理與虛擬實境方面之技術已相當成熟，因此，本計畫擬設計發展虛擬工程力學實驗室來配合工程力學之教學，此部份將由子計畫二負責，子計畫三協助。

此外，隨著資訊時代的來臨，網路的使用在現今社會已日漸普及，學校不必然是學生獲得知識的主要場所，許多的學習活動也可能不在教室中進行，而網路無遠弗屆與無時間限制之特性，亦讓網路輔助教學或網路教學蔚為風潮。為提供與推廣本研究之各項成果於大專院校之師生利用，本計畫由子計畫三來設計與建構一輔助教學之資源共享網站，整合本計畫之各項研究成果。

在計畫整體分工方面，基於本計畫之重點在整合靜力學、動力學、材料力學、流體力學、土壤力學、結構學等工程力學課程與工程數學課程。由總計畫負責行政協調與研究成果之整合，完成整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展，並設計發展輔助力學教學之力學數值實驗教材、相關軟體工具與網站。因此在總計畫下分成三個子計畫來執行。

- 子計畫一主要負責工程力學核心課程之整合規劃、設計與發展。

- 子計畫二主要負責工程數學與工程力學之課程整合與力學數值實驗教材之設計與發展。
- 子計畫三主要負責輔助力學教學之相關軟體工具與網站之規劃設計與發展。

1.2 研究方法與步驟

本研究擬以三年的時間，全盤檢討目前普遍獨立開授之工程力學與數學課程，先將課程單元化，分析各課程單元之關連性與相依度，並發展整體性之工程力學與數學教學策略與目標，重新規劃設計與發展工程力學與數學教學課程。且為使課程能更生動活潑與貼近實務應用，本研究亦將研究設計各課程單元之教學策略，並導入現有的或設計開發新的電腦輔助教學軟體工具，設計建構可供學生進行力學與數學數值實驗之虛擬實驗室，及規劃建構輔助教學網站。為了驗證本研究之課程規劃設計成果是否可行，本研究亦將挑選部份課程單元，發展完整教材且進行實驗教學，並進行教學評鑑，將評鑑結果回饋課程與教材之修正，最後，進行研究成果之發表與推廣，接受更多大專教師之實證檢驗。希望能藉此計畫之努力，提供大專工程力學與數學教學一個新的思考方向，並發展出一套新的整合性教學課程與相關輔助教學軟體工具，期能大幅改善大專工程力學與數學教學之品質與成果。

以下分別就總計畫及各子計畫說明研究進行之步驟與方法：

1.2.1 總計畫：整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展

總計畫以定期開會、舉辦定期演講、舉辦講座或研習會等方式，來徵求子計畫間的需求、解決困難、溝通彼此間之配合度、提醒進度、經驗與成果分享、與新知交流，並善用教育科技來落實全面品質管理 (Total Quality Management, TQM) 之步驟與方式：

(一)、定期開會與檢討：

(1) 報告進度

(2) 需求支援

(3) 相關文獻之收集

(4) 同儕教導：定期開會並輪流就相關理論之報告與討論，透過同儕教導，以收新知交流、自我成長之利。

(5) 邀請專家、大專工程相關科系教師、相關學者指導。

(二)、舉辦講座或研習會：邀請國內相關之專家演講。

(三)、鼓勵發表成果與致力推廣：本整合計畫鼓勵各子計畫主持人在研討會及期刊論文、專書中發表研究成果；並將研究成果彙整於WWW上以供各界參考。總計畫亦準備在獲得具體研究成果時，於國內舉辦之相關學術研討會中統合各子計畫成果進行報告；並辦理相關之研究、演講、研討會或工作坊等推廣工作。

此外，總計畫進行步驟及方法如下：

1. 需求分析：配合所有子計畫，透過文獻蒐集、專家座談與訪談、問卷調查方式，對於國內外工程力學與數學教學現況及電腦輔助教學軟體工具之使用情形與成效進行完整瞭解。
2. 整合性課程規劃、設計與發展：以教育科技之理念，採系統化教

學設計，整合子計畫一與子計畫二之成果，完成工程力學與工程數學課程之整合性規劃、設計與發展，亦整合子計畫二與子計畫三之成果，完成對各課程單元可使用之電腦輔助教學軟體工具及虛擬力學實驗室進行分析設計與離型開發。

3. 實驗教學課程計畫與教材之發展：邀請有興趣之大專工程相關科系教師一同來集思廣益，配合子計畫一完成靜力學與動力學之實驗教學課程計畫與教材。並配合子計畫二完成流體力學之實驗教學課程計畫與教材。
4. 輔助教學網站之設計與建構：配合子計畫三，應用最新之 WWW 技術、物件導向軟體技術與資料庫技術，設計建構一能整合研究成果之輔助教學網站。
5. 實驗教學之實施與教學評鑑：於台灣大學土木工程學系、東南技術學院土木工程系與宜蘭技術學院土木工程系，實施靜力學與動力學以及流體力學之實驗教學，並以問卷調查之方式，評鑑課程之教學成效。
6. 研究分析教學評鑑結果：以統計分析之方法，歸納研究結果，並據以改進整合性工程力學與數學課程之設計與相關輔助教學之電腦軟體與網路工具。
7. 研究成果之發表與推廣：持續將新的研究成果整合於本計畫之輔助教學網站中，並以發表成果論文於相關學術期刊及研討會，及舉辦教師研習活動之方式，來推廣研究成果。

1.2.2 子計畫一：力學核心課程之整合規劃、設計與發展

子計畫一所要整合之力學核心課程包括靜力學、動力學、材料力學、流體力學及實驗、土壤力學及實驗、結構學及實驗等，研究的內容涵蓋教學理論及教學策略的分析、研究與發展，應用的對象則包括

公私立大學、科技大學與技術學院工學院的大學部學生。研究方法及步驟如下述（共分四個階段）：

I. 分析階段

- 需求分析：透過問卷、專家教師會議及訪談等方式，討論目前國內力學教學之現況，蒐集 學生學習狀態、教師教學之困難處、教師所用之教學策略種類、特殊之教學方法、教師教學心得等資料，以期歸納目前教學的優缺點。另也透過文獻、訪談等相關資訊了解國外力學教學的現況，希望能蒐集具創意且有效率之教學策略與方法。
- 課程分析：包括課程單元分析與課程理論分析，課程單元分析著重於如何將力學學程中的不同科目內容，細分為課程單元，對不同的課程單元探討其相互間的關聯性與依存度，以了解所有力學課程單元間的關係，此類關係也可設定課程單元間先修與否的必要或需要條件。課程理論分析則包括每一課程單元的理論架構、理論的難度分析、理論應用分析，以期定義每一課程單元的理論及難度，對不同程度的學生教授不同難度的課程，以達到因材施教的效果。
- 教學策略分析：收集目前國內外各大學對不同課程單元所使用的教學策略與方式，對不同的教學策略以專家討論的方式做專家評估，以期找出不同教學策略的優缺點，對不同程度學生，不同課程單元，建議最適宜的教學策略。教學策略也包含創新教學的評估，尤其對電腦輔助教學的應用，此部份將與軟體工具組密切合作，盡量將現有電腦輔助教學或應用軟體運用在教學設計中。

- 教學評鑑分析：蒐集目前常用的教學評鑑方式，從中建議或發展最適宜的評鑑分析系統。

II. 設計與發展

- 課程設計與發展：對每一課程單元依課程的難度，課程對象學生的程度，訂定出授課時間的長度，所需設備的種類、數量及限制等因素，及可使用的軟體。
- 教學策略的設計與發展：依教學策略分析的結果及建議，設計及發展教學單元的不同教學方法。
- 教學評鑑的設計與發展：發展教學評鑑的工具，如建立題庫等，以期能發展一兼具效度(validity)、信度(reliability)、客觀性(objectivity)及鑑別度(differentiality)的評鑑工具。

III. 教學實作

支援此計畫的學校至少有以下三校：台灣大學土木工程學系、東南技術學院土木工程系、宜蘭技術學院土木工程系，大部分教學實驗將於台灣大學土木工程學系與東南技術學院土木工程系實施，以對研究成果進行評估，部分教學實驗則於宜蘭技術學院土木工程系進行。

IV. 教學評鑑

於教學實作的同時，利用所設計發展出的評鑑工具實施教學評鑑，在評鑑的同時也依評鑑的結果對教學內容、學習目標、評鑑方式、教學策略及教學實作作修正，如圖 1.1 所示。

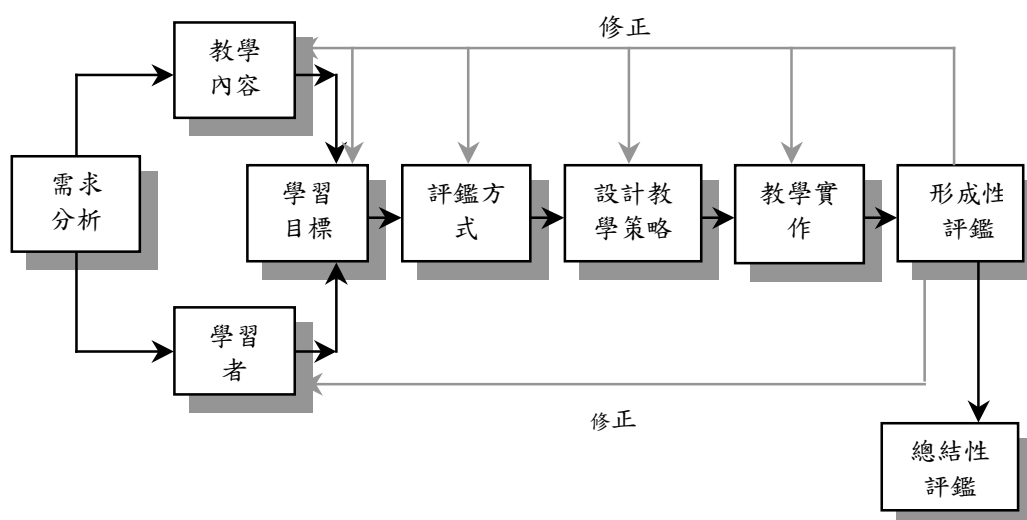


圖 1.1 教學設計開發模式 (修正自 Dick & Carol model(1985))

1.2.3 子計畫二：力學相關數學課程與力學數值實驗教材之規劃、設計與發展

子計畫二之研究基本上可分成兩大部分，第一部份為力學相關數學課程之規劃、設計與發展，第二部份為力學數值實驗教材（即虛擬力學實驗室）之規劃、設計與發展。

關於第一部份，本子計畫首先整理力學教學課程中所需要的工程數學，這一部份定義為「基本工程數學」，而現行工程數學的內容的量遠遠大於「基本工程數學」的內容，我們在此定義這兩者的內容差為「高等工程數學」。有關「基本工程數學」的部份，應該不需要獨立開授一門課，而是將之融入力學課程中，這樣才能以物理（力學）問題為導向，而自然引出數學，讓學生有強烈的學習動機。而有關「高等工程數學」方面，建議還是開授這樣的課，可在大三、大四選修，因為在研究所的課程裡，很快就會用到不少其中的數學方法，但也不是每個領域的研究所課程都要用到很多高等數學方法，因此，此科自行選修即可。而為什麼這「高等工程數學」不是在講授研究所課程時才自然引出呢？主要是因為教授研究所力學課程的老師，通常不見得

熟悉較為高等的數學分析方法，他們認為這只是工具，而常較著重於物理現象的討論。而不論是被打散到力學課程的基本工程數學，還是「高等工程數學」，其教學方法除了以傳統解析方法為之外，最重要的是要將數值分析的工具及軟體引入，善加利用這些工具，才能增強解題的能力。

前述之第一部份工作又可分成三方面來進行，第一是確立基本工程數學的內容，第二是擬定高等工程數學的內容，第三則是配合以上兩種工程數學的內涵，建立數值分析方法的內容及相關軟體的整合，其方法與步驟如下：

1. 首先於確定基本工程數學內容方面，必須與子計畫一研究人員共同整理出力學科目中用到的數學。
2. 其次「高等工程數學」的內容則是按照研究所學科可能應用到的數學方法來擬定。要強調的是基本工程數學不是獨立學科，而是由力學學科教授時自然引導出來的。
3. 擬訂了「基本工程數學」與「高等工程數學」的內容後，再來是檢討每個單元可能應用到的數值方法以及計算軟體，配合這些數值方法及軟體，學生才有能力解決真實的問題，而不是過度簡化與實際不符的小問題。

關於第二部份有關力學數值實驗教材（即虛擬力學實驗室）之規劃、設計與發展，則為能在短時間內建立起“力學虛擬實驗室”之主體，同時避免使用者需下載大量軟體才能觀看教材及進行虛擬實驗之問題，“虛擬實驗室”之主體將以一般動畫為主架，建立於網頁上，至於使用 Java 或 Active X 或其它之工具將完全視建立者之習慣。虛擬之主體影像部份，為了快速方便，主要利用 Reality Studio 來建

立，其它更精細之三維影像應用範例，則可利用高速電腦中心之虛擬軟體來建立應用檔。目前已有不少軟體可供整合應用於力學虛擬實驗室”之建構，且皆已有其自身之使用者介面，本研究需進一步針對教材所需，建立更簡單而容易使用之界面以方便學生學習，而困難之部份，將會是在解決軟體間界面之問題，但就目前所常用之軟體，這些困難均是可以解決的，唯一的差別是解決方法是否快速。綜合上述子計劃二之進行計畫大致安排如下：

子計劃二之第一部分：

1. 了解目前工程數學教學的現況：先對國內、外作現況調查，主要想了解目前工程數學的教學內容、教學方式、軟體應用情況及學生學習興趣，以上可透過設計的問卷來實施。除了將上述項目列為調查對象外，也打算將初步規劃的想法納入問卷：即工程數學分為「基本工程數學」與「高等工程數學」，前者係納入力學教學中，而後者為選修，主要是預備研究所課程中將用到的數學。除此之外，也想了解學生對於在數學教學上輔助以數值分析方法即計算軟體之看法。
2. 擬定工程數學的教材內容大綱：包括「基本工程數學」及「高等工程數學」，而各個單元中所要用到的數值分析方法及軟體也要融入這些教材中。
3. 實施實驗教材試用。
4. 調整實施試用後的實驗教材。

子計劃二之第二部分：

1. “力學虛擬實驗室”之初步分析設計，與建立其主架構。除了以數值模擬與虛擬實境之方式讓學生進行力學實驗，亦可規劃如下之內容：
 - (1) 親身體驗：力學教學中有許多力學現象必須要學習者自行操控力學系統，甚至將自己變成力學系統中之一個元件，學生才能體會出力量之路徑與力量之大小，愈複雜之系統，學生就愈難體會，本單元中將設計許多小遊戲，有些供學生操控，有些讓學生化身為元件，以便增加學生對力學之瞭解。
 - (2) 力學探索：這部份配合土木系系列力學課程，如靜力、動力、材力、流力、結構等做互動式教學教室，所有範例與習題解答等，都將以動畫顯示，此部份之進行將配合本計畫之其它子計畫進行。
2. 完整建構“力學虛擬實驗室”。包括使用者介面與教學內容。
3. 應用於實驗教學中來驗證效果，檢討後改進並擴充其功能。

1.2.4 子計畫三：輔助力學教學之相關軟體工具與網站之規劃、設計與發展

子計畫三旨在研究解決如何有效地運用相關軟體工具及軟體與網路技術來輔助力學教學之問題。研究之整體架構擬以力學為中心，詳細規劃與設計力學教學時立時需要（Just In Time）的相關數值分析及軟體工具與設計建構一輔助工程力學與數學教學之網站。

本子計畫進行之方式由了解與評估目前力學教育的運用相關軟體工具的情形著手，透過這些了解，配合子計畫一與子計畫二，規劃出可搭配整合性力學與數學課程來使用的軟體工具。並著手設計與發

展可輔助靜力學、動力學及流體力學實驗教學之軟體工具與使用手冊。隨著實驗教學研究之進行，與其他子計畫同步驗證評鑑本子計畫所發展的輔助教學軟體工具之應用效果，並進行檢討改進。

本子計畫進行之方法簡述如下：

一、選擇相關專屬的應用軟體並設計輔助教材的使用手冊

由於目前相關專屬的應用軟體已經相當成熟，我們在選擇相關軟體工具上盡量採用既有的應用軟體，並以該軟體在工程實務界被使用的程度當作選擇的指標。可能採用的軟體工具包括 Matlab、Mathematica 以輔助力學相關的數學教育，Abaqus、Ansys、Nastran、SAP2000 等有限元素軟體以輔助應力、應變分析。採取此種方式有其優、缺點：優點是學生不會與實務界脫節，在深入學習及了解力學理論之餘，更能用實務界的例子進一步了解力學理論應用之層面。缺點在可解決實務界問題的應用軟體，因其功能較多，所以多嫌繁雜及瑣碎。學習時易迷失在繁複的指令或畫面中，進而影響學習效果。為改進此一缺點，我們採取子計畫主持人多年擔任美國航工業界顧問的經驗，針對各應用軟體設計單元式的使用教材。這些單元式的教材將配以詳細的操作步驟，一步一步地指引學習者達到學習的目的。

二、使用物件導向 (Object-oriented) 及軟體元件 (Software Component) 的技術，開發整合性的軟體工具

針對無法直接使用既有軟體的教材，則自行開發所需的軟體工具。開發的重點將著重在整合既有的軟體元件，必要時加入新的元件，組合成全新的應用軟體。在這方面功能強大的物件導向程式語言

Python (可參考 www.python.org) 可以幫助整合或開發這些軟體元件。Python 是 scripting object-oriented language，因其語法簡潔、功能強大，目前頗受國外軟體界歡迎。Python 提供豐富的 C 語言 API (Application Programming Interface)，使其非常容易與既有的 C 或 C++ 的軟體元件相結合。另外因為 Python 是 interpreted 語言，不需經由 Compile/Link 即可執行。程式寫作者能非常快速的測試整合的軟體工具，大量縮短開發軟體工具所需的時間。在開發整合性的軟體工具的同時，我們也會建立軟體的 Repository，藉以達到軟體元件最大的再使用率，並可進一步將開發的軟體元件及軟體工具 Open Source 與國內、外學術界共分享。

三、輔助教學網站之規劃、設計與發展

在網站應用軟體之分析、設計與實作方面則運用先進的物件導向技術，以 UML (Unified Modeling Language) 物件軟體開發之標準表達語言來進行系統分析與設計。設計的重點為運用 Component-based 技術規劃出所需之共用元件 (Sharable Components)，以達到最佳之系統穩定性、擴充性與維護性。在系統架構方面採 Web-based 三層式架構，系統之實作以 Linux 作業系統或 MS Windows 作業系統為平台，並以 Java 或 ActiveX 之跨平台軟體技術為主，搭配相關之 web programming 技術，來實作系統程式，而資料庫則先考慮 Oracle 及 SQL Server 兩大主流產品，至於使用者端則至少支援能跨不同作業平台上之通用 WWW 瀏覽器 (例如 Netscape 及 Internet Explorer)。

1.3 預期成果

本計畫預期將可產生如下之成果與效益：

1. 以系統化教學設計之理念，並考慮現代學生的學習型態，重新全面檢討工程力學與數學之課程與教學，並依系統開發之流程，整合工程力學課程（含靜力學、動力學、材料力學、流體力學、土壤力學、結構學等）與工程數學課程，規劃設計出一套新的整合性課程，發展教學策略並結合輔助教學軟體工具與網站，以利改善目前大專院校工程相關科系在教授工程力學及數學課程時，普遍存在且似乎日益嚴重之學生學習興趣低落與教學效果不彰之問題。
2. 建構一虛擬力學實驗室，並結合適當的數值方法及計算軟體，以輔助工程力學與工程數學的整合教學，除了大大提高學生解決真實問題能力外，由於許多輔助圖形甚或動態模擬的配合，能讓學生對問題有更深入的了解，也將大幅提高學生的學習動機與興趣。
3. 可提供瞭解多元學習環境及型態下，整合性的課程設計與教學內容、型態、模式、結構、內涵、方法、行政作業等之影響因素，以及如何調整與安排這些需求，以增進學生運用科技及合作學習方法的能力，並增加學生的學習興趣。
4. 研究成果將整合於一整合性工程力學與數學輔助教學網站中，有利提供並推廣本研究成果與經驗至其它大專院校教育環境，教師與同學們皆可自由利用網站上所提供之資源，輔助教學與學習之需要。
5. 透過實驗教學研究，建立各大學之間教師教學合作互動模式。

6. 參與本計畫之工作人員，從研究中自然能獲得相關之專業知識及技術，所受之訓練對國內大學工程力學與工程數學課程、學習方式、與教學方式之調整與規劃，一定有所助益。

第二章 大專院校力學與數學相關課程之教學與學習概況與成效調查

本研究先透過問卷調查的方式，來瞭解目前大專院校工程相關科系老師與學生在力學相關課程上之教學與學習概況及成效，希望能更具體地掌握老師在教學上及學生在學習上所遭遇之困難及其可能原因，並瞭解目前應用電腦輔助工具於教授力學相關課程之情況，藉以分析力學教學中對電腦輔助教學工具之需求，期能對提昇大專工程力學教學之品質與成效有一些貢獻。

本文以下先簡單說明本研究中問卷之設計與調查方式，再針對目前已完成之問卷統計分析結果進行說明與討論。最後，綜合討論問卷統計分析之結果，並提出本研究之結論。

2.1 問卷設計與調查

本研究在問卷的設計上，先由研究人員共同擬定問卷初稿，再經過專家座談的討論與修訂，並經過預試及再檢討修正後才定稿。根據訪問對象之不同，本研究擬定了兩份不同但類似的問卷，一份給教授過力學的教師們填答，一份給大專院校工程科系之學生們填答。

給教師們填答的問卷，主要乃在調查其在教授力學相關課程時，是否有教學困難？哪些教學單元較有困難？困難的程度如何？與困難的原因為何？也試圖瞭解教師對學生學習態度是否滿意？現在學生的學習態度與以前的學生比起來又如何？造成學生學習態度欠佳之原因為何？學生數學基礎不好是否是造成其學習困難之原因？是

否曾使用過電腦輔助教學工具？又是否認為電腦輔助教學工具是有需要的？最後設計出來的詳細問卷內容請參考附錄一

給學生們填答的問卷，主要乃在調查其在學習力學相關課程時，是否有學習困難？哪些課程較有困難？困難的程度與困難的原因為何？學習態度又如何？學習時是否曾使用過電腦輔助教學工具？又是否認為電腦輔助教學工具是有幫助的？最後設計出來的詳細問卷內容請參考附錄二。

問卷設計完成後，便商請十幾所公私立大專院校工學院的教師朋友們協助問卷調查之工作，在大家的大力協助之下，共計回收了 87 份針對教師所發的問卷，而針對學生所發的問卷，共計回收了 1097 份。下面就依序先分別報告及討論針對教師及學生所發問卷之統計分析結果。

2.2 教師問卷統計分析結果與討論

首先，在填答問卷的 87 位教師中，有約 49%任職於國立大學，約 13%任職於私立大學，約 14%任職於科技大學，約 13%任職於技術學院，而有約 11%未填答說明。任教之科系大部分為土木工程學系（約 63%），另有約 14%為營建工程學系，約 9%為機械工程學系。而其從事大專教學的平均年資為 11.7 年，有約 37%為教授，約 36%為副教授，約 7%為助理教授，而約 9%為講師。年齡的分佈則以 40-45 歲者為最多（約佔 44%），其次為 35-40 歲者與 45-50 歲者（約各佔 11%）。

2.2.1 針對力學課程所進行的問卷調查

在問卷中，首先請每位填表教師在曾教授過的力學相關課程（含

應用力學、靜力學、動力學、材料力學、流體力學、土壤力學、熱力學、結構學等) 中選擇一門課程，以教授此課程之經驗為基礎來回答問卷。約有 17% 的教授勾選了流體力學，16% 為材料力學，14% 為土壤力學，是為百分比最多的三門課程。此外，這些被勾選的力學課程中有 70% 為必修課程，平均每門課三學分，修習時間為一學期，而每星期上課時數則平均為三小時。

在問到「教授力學相關課程中所遭遇之困難」方面，56% 的教師認為困難點在於此類課程很難引起學生的興趣，但也有 32% 的教師持相反的意見。32% 認為力學相關課程並非熱門課程，40% 則不這麼想，可見，在學科是否受到歡迎的看法上有著明顯的分歧。而在「沒有適當的教科書」這一點上，80% 的教師並不認同，顯示絕大多數教師都認為教材並不是構成教學困難的原因。48% 的教師認為力學相關課程在目前的教學上「缺乏適當的電腦輔助工具」，27% 則不認為如此。64% 的教師同意「學生之前的數學沒有學好」是教學上的困難，而認為「學生沒有學好之前的先修力學課程」是教學上的困難者也有 56%，由此可以得知，學生的程度在教師的教學困難度中佔有相當比例的影響。至於「課程時數不足」方面，44% 的教師認為的確如此，而 29% 並不同意這樣的說法，由此顯示出雖然教學時間的充足與否因教師的不同而有所差異，但有近半數的教師感到教學時數不足的壓力。

在問到「對學生學習所選力學課程之態度是否滿意」方面，只有 26% 的教師認為滿意，1% 覺得非常滿意；33% 感到不滿意，而 5.7% 則是非常不滿意；認為態度普通的教師也有 30%。可見一般教師對學生的學習態度普遍都不是太滿意。而在比較「目前與過去學生學習所選

力學課程的態度」方面，高達 79%的教師認為目前學生的學習態度較過去的學生差，14%認為差不多，只有 2%認為較佳。

在問到「造成學生學習所選力學課程態度欠佳之原因」方面，統計分析結果如下：

- 80%的教師同意（「同意」或「非常同意」）「學生缺乏學習動機」是造成學習態度欠佳的原因之一。
- 就「教材安排太過艱深」這一點來看，65%的老師持不贊同的意見，顯示出教材的難易就大多數教師來看，並不構成學生學習態度欠佳的原因。而有39%的教師認為「教材內容不夠生動活潑」，但也有40%的教師並不認同，在此多少也透露出教材內容的生動與否，是頗為主觀的意見。
- 50%的教師同意「缺乏輔助學習的軟體工具」可能是造成學生學習態度欠佳的原因之一，顯示出約一半的教師認為輔助學習的軟體工具可以增加學生學習的意願，但也有20%的教師持反對的意見。
- 至於「上課方式無法引起學生興趣」則有39%的教師同意此為原因之一，但也有35%的教師並不以為然。有53%的教師認為「學生喜歡的學習方式已不同於過去，但教學方式卻尚未能隨之調整改變」為學生學習態度欠佳的原因，顯示出五成以上的教師都在思考改變教學方式的必要性。
- 81%的教師同意「學生的數理基礎差」造成學生學習態度欠佳（不同意者佔10%）。
- 有39%的教師同意「學習評量方式不夠多元」是造成學生學習態度欠佳的原因之一，但也有31%的教師不同意，由此可以看出學

習評量方式在探討學生學習意願這方面的意見有些分歧。31%的教師同意「學習評量給分太鬆」是原因之一，35%則不表同意，看法亦是分歧。

- 在「學生缺乏榮譽感」一項上，67%的教師表達了同意的看法，11%的教師表示不同意，由此也顯示出多數的教師認為學生本身才是決定學習態度的關鍵。

在問到「學生的數學課程沒學好是造成其在所選力學課程上學習困難的重要原因之一」這方面，選擇「同意」的教師有 58%，「不同意」的有 26%，由此可見數學對於力學相關課程的學習有絕對的重要性。而選擇「不同意」的教師中，有約 85%同意『所需用的數學工具很簡單，學生只要會基本概念即可』，有 54%同意『課堂上稍微補充一下所需數學就可以了』，有 23%的教師認為『教材本身不太需用到數學』，而只有約 8%的教師同意『可以採用不同教法避開數學』。

75%的教師在教授力學時不曾使用任何電腦輔助工具，而在不使用的原因中，以「找不到適當的電腦輔助工具」為最多教師選擇的一項，佔了 44%，顯示了開發適合力學課程使用的電腦輔助工具為不可忽視的要務，但也有 33% 的教師不認為目前沒有適當的電腦輔助工具，而 23%的教師曾經在教學中使用過一些輔助工具。此外，選擇「課堂時間不足」為原因之一的教師只有 27%，而選擇「教室設備不足」的只有 21%，顯示出大部分學校教室中的電腦設備都不算缺乏，課程的時間安排上也足以應用電腦輔助工具來授課。而認為「沒有需要」使用電腦輔助工具的教師有 20%，不同意這樣看法的教師則有 56%，這表示了一半以上的教師認為有必要使用電腦輔助工具來教授力學課程。對於「對電腦不熟悉」一項，不同意的教師有 71%，說明了絕

大多數的教師都對電腦操作有一定程度的熟練。在「軟體價格太貴」方面，不同意的教師有 64%，同意的有 12%，這也表現出軟體的價格並不決定性地影響教師們選用軟體的動機。在「無適當人力幫助」上，62%的教師不同意，15%同意，顯示出課堂上幫助教師的人力在大部分學校中都算充裕，此原因也不構成教授力學相關課程的教師不在課堂上使用電腦輔助工具的原因。

在「教授所選力學課程是否需要電腦輔助工具」方面，66%的教師認為有需要（包括「還算需要」及「十分需要」），僅有 10%的教師認為不需要（包括「不需要」及「完全不需要」）。由此又再次證明了電腦輔助工具在教授力學相關課程上，有一定程度的需求性。

在問到「如果要使用電腦輔助工具來協助力學相關課程的教學，請問你認為下列工具的幫助程度為何」方面，所列之五種電腦輔助工具對教學之幫助程度，依其被評結果之高低整理如下：

- 有28%的教師認為「方便學生自行操作使用的分析軟體」非常有幫助，48%認為有些幫助，10%覺得不太有幫助及非常沒幫助。此一選項顯示出教師們最高比例的贊同，可見在七成以上的教師看來，「方便學生自行操作使用的分析軟體」對其教學應有一定程度的幫助。
- 有33%的教師認為「虛擬力學實驗室軟體」非常有幫助，40%認為有些幫助，8%覺得不太有幫助及非常沒幫助。此選項的數據也說明了多數老師對「虛擬力學實驗室軟體」在教學上的幫助持肯定的態度。
- 有36%的教師認為「配合教材範例的解題過程教學動畫」非常有幫助，36%認為有些幫助，7%覺得不太有幫助及非常沒幫助，另

外則有10%的教師表示「不清楚」。此結果顯示出超過七成的教師認為動畫能夠對力學的教學帶來幫助。

- 有23%的教師認為「配合力學教學所設計的遊戲程式」非常有幫助，41%認為有些幫助，11%覺得不太有幫助及非常沒幫助。
- 有6%的教師認為「非同步網路輔助教學網頁」非常有幫助，55%認為有些幫助，8%覺得不太有幫助及非常沒幫助，而本選項中並無教師選擇「非常沒幫助」。

在「是否曾有想使用電腦軟體工具來輔助所選力學課程之教學，卻找不到適當軟體工具的經驗」一項上，56%的教師回答「否」，35%回答「是」，9%則沒有作答。由此可以看出，一半以上的教師認為目前的確存在適當的輔助軟體工具來輔助教授力學課程，但也有約三分之一的教師覺得無法找到適當的輔助軟體。

2.2.2 針對數學課程所進行的問卷調查

在問卷中，首先請每位填表教師在曾教授過的數學相關課程（含工程數學、微積分及其他）中選擇一門課程，以教授此課程之經驗為基礎來回答問卷。約有80%的教師勾選了工程數學，11%則是微積分，而其他課程則有9%。此外，這些被勾選的數學課程中有78%為必修課程，平均每門課4~5學分，修習時間為1~2學期，而每星期上課時數則平均為三小時。

在「教授數學相關課程中所遭遇之困難」方面，71%的教師認為此類課程確實很難引起學生的興趣，但另有20%的教師反對這樣的看法。37%認為數學相關課程並非熱門課程，23%則不這麼想，由此亦可發現，在學科是否受到歡迎的看法上同樣也與力學課程一樣有著明顯

的分歧。而在「沒有適當的教科書」這一點上，73%的教師並不認同，只有 18%的教師認為的確如此，顯示絕大多數的教師認為教科書應是適當的。45%的教師認為在數學課程的教授上「缺乏應用實例」，42%的教師則不以為然。此處也可看出數學實例的應用是否足夠，其實是因教師的不同而產生兩極的看法。47%的教師認為數學相關課程在目前的教學上「缺乏適當的電腦輔助工具」，22%則不認為如此。高達 63%的教師同意「學生之前的數學沒有學好」，由此可以得知，學生的程度良莠在教師的教學困難度中佔有舉足輕重的影響。至於「課程時數不足」方面，38%的教師認為的確如此，而 24%並不同意這樣的說法，另外則有 36%的教師選擇「沒意見」來回答。由此顯示出教學時間的充足與否因教師的不同而有所差異。

在「對學生學習所選數學課程之態度是否滿意」方面，只有 24%的教師認為「還算滿意」，但沒有教師覺得「非常滿意」；31%感到「不滿意」，而 11%則是非常不滿意。認為態度普通的教師也有 31%。可見有七成以上的教師對學生的學習態度都不是太滿意。而在比較「目前與過去學生學習所選數學課程的態度」方面，高達 67%的教師認為目前學生的學習態度較過去的學生差，22%認為差不多，只有 2%認為較佳。

在問到「造成學生學習所選數學課程態度欠佳之原因」方面，統計分析結果如下：

- 在「造成學生學習所選數學課程態度欠佳之原因」方面，79%的教師同意（「同意」或「非常同意」）「學生缺乏學習動機」。
- 就「教材安排太過艱深」這一點來看，49%的老師持不贊同的意見，29%的教師則認同教材的安排有太過艱深的傾向。此項結果

顯示出教材的難易在數學教師的評估上也是有所歧異的，但較多的教師覺得教材安排並不會太過艱深。有 56%的教師認為「教材內容不夠生動活潑」，18%的教師並不認同，在此多少也透露出半數以上的教師認為數學課程的教材內容生硬枯燥。

- 56%的教師同意「缺乏輔助學習的軟體工具」可能是造成學生學習態度欠佳的原因之一，顯示出一半以上的教師認為輔助學習的軟體工具可以增加學生學習的意願，但也有 22%的教師持反對的意見。
- 至於「上課方式無法引起學生興趣」則有 29%的教師同意此為原因之一，但有 36%的教師並不以為然。由此可以推斷，較多數的數學教師認為本身的教學方式應不是構成學生興趣缺缺的因素。40%的教師認為「學生喜歡的學習方式已不同於過去，但教學方式卻尚未能隨之調整改變」為學生學習態度欠佳的原因之一，24%的教師卻對此投反對票，這或多或少仍顯示出多數的教師都在思考改變教學方式的必要性。
- 絕大多數(84%)的教師同意「學生的數理基礎差」於是造成學習態度欠佳（不同意者佔 4%）。
- 有 26%的教師同意「學習評量方式不夠多元」造成學生學習態度欠佳，33%則不同意。由此可以看出學習評量方式對數學教師來說並不是影響學生學習意願的強力要件。20%的教師同意「學習評量給分太鬆」，40%則不同意，顯示多數數學教師認為給分的寬鬆度也不影響學生的學習態度。
- 在「學生缺乏榮譽感」一項上，56%的教師表達了同意的看法，13%的教師表示不同意。由此也反應出較多教師認為學生本身才是影響學習態度的關鍵。

73%的教師在教授數學時不曾使用任何電腦輔助工具，而在不使用的原因中，以『找不到適當的電腦輔助工具』為最多教授選擇的一項，佔了 29%，但有 47% 的教師並不認為目前沒有適當的電腦輔助工具，這也說明了大多數的教師仍然能夠找到適合的軟體工具來輔助其教學。另一項比例也較高的選項則是『課堂時間不足』，同樣也有 29% 的教授選擇，而不同意的教師比例也是 47%。而選擇『教室設備不足』的只有 24%，顯示出大部分學校教室中的電腦設備都不算缺乏，課程的時間安排上也足以應用電腦輔助工具來授課。而認為『沒有需要』使用電腦輔助工具的教師有 20%，不同意這樣看法的教師則有 56%，這表示了一半以上的教師認為有必要使用電腦輔助工具來教授數學課程。對於『對電腦不熟悉』一項，不同意的教師有 71%，說明了絕大多數的教師都對電腦操作有一定程度的熟練。在『軟體價格太貴』方面，不同意的教師有 69%，同意的有 7%，這也表現出軟體的價格並不決定性地影響教師們選用軟體的動機。在『無適當人力協助』一項上，60%的教師不同意，16%的教師「同意」，顯示出課堂上幫助教師的人力在大部分學校中都算充裕，此原因也不構成教授數學課程的教師不在課堂上使用電腦輔助工具的原因。

在「教授所選數學課程是否需要電腦輔助工具」方面，58%的教師認為有需要（包括「還算需要」及「十分需要」），20%的教師認為不需要（包括「不需要」及「完全不需要」）。由此又再次證明了電腦輔助工具在教授數學相關課程上，有一定程度的需求性。

在問到「如果要使用電腦輔助工具來協助力學相關課程的教學，請問你認為下列工具的幫助程度為何」方面，所列之五種電腦輔助工具對教學之幫助程度，依其被評結果之高低整理如下：

- 選項中以『現有商業套裝軟體(如 Matlab, Mathematica 等)』最為教師們青睞，有 18%的教師認為這類商業軟體「非常有幫助」，51%認為有些幫助，12%認為不太有幫助及非常沒幫助。
- 20%的教師認為『配合教材範例的解題過程教學動畫』非常有幫助，49%認為有些幫助，而有 12%認為不太有幫助。此選項的數據也說明了多數老師對『配合教材範例的解題過程教學動畫』在教學上的幫助持肯定的態度。
- 有 8%的教師認為『非同步網路輔助教學網頁』非常有幫助，55%的教師認為有些幫助，而 8%的教師則認為不太有幫助。由此來解讀，六成以上的教師都肯定『非同步網路輔助教學網頁』對其教學將會有的幫助。
- 有 14%的教師認為『配合數學教學所設計的遊戲程式』非常有幫助，43%認為有些幫助，僅 9%認為不太有幫助及非常沒幫助。由以上的數據解讀，約六成的教師都給予各式電腦輔助軟體工具非常正面的肯定，也可以說明電腦輔助軟體工具在現代的數學教學中佔有某一程度的重要性。

在「是否曾有想使用電腦軟體工具來輔助所選數學課程之教學，卻找不到適當軟體工具的經驗」一問題上，69%的教師回答「否」，18%的教師則回答「是」，也表示了多數曾經使用電腦軟體工具來輔助教學的教師們，都能找到自己所需要的軟體工具，而電腦輔助軟體工具在數學課程的應用上，並不至缺乏。

2.2.3 針對力學與數學課程整合所進行的問卷調查

在「各類力學相關課程中對數學所需之程度」方面，認為需要「較高數學程度」來修習的力學課程中，流體力學為填選比例最高的一門

課程，約有 69%的教師填選，而填選熱力學的有 49%，動力學的則有 46%。由比例來判斷，此三門課為最需要「較高數學程度」的力學課程。而靜力學、應用力學兩門課程則各有 72%、66%的教師認為「一般數學程度」即可。材料力學、土壤力學及結構學等課程方面，則是約五成上下(52%、48%、51%)的教師認為「一般數學程度」即可以應付。

對於「所選所需數學程度較高之力學課程，是否同意這些程度較高的數學知識，可以在力學課程中直接教授？」一問題，回答「不同意」的教師有 52%，回答「同意」的教師則有 30%。可以看出大多數教授並不認為在力學課程中教授數學此法可行，但從回答「同意」的教師比例來看，也有部分教師樂觀其成。

在「是否同意，如果這些程度較高的數學知識，已在這些力學課程中直接教授，則不需在現有的工程數學中教授，進而可濃縮現有工數內容」一題中，有 59%的教師回答「不同意」，21%的教師回答「同意」，顯示近六成的教師仍然認為目前的工程數學課程內容有教授的必要，並不因為在力學課程中已經教授部分內容而將之省略。但在有部分教師認為這樣的想法可行之情況下，此一問題值得再深入探究。

2.3 學生問卷統計分析結果與討論

首先，在填答問卷的 1097 位學生中，有 41%來自國立大學，20%來自私立大學，16%來自科技大學，技術學院則有 10%，技職專校則有 4%，其餘則為沒有作答。而受訪學生的科系以土木工程系佔大多數，達 72%，機械工程系佔 10%，其餘則為營建工程、水利及海洋相

關科系和建築系。受訪學生中 50%為大三學生，23%為大二學生，13%為碩士班學生，9%為大四學生，博士生只佔個位數，其他則約佔 3%。

2.3.1 針對力學課程所進行的問卷調查

絕大多數的受訪學生(約 97%)都修過「材料力學」，次多者為「流體力學」(約 88%)；而「熱力學」則只有少數學生(約 11%)修習過，為受訪學生最少修習之一門學科。六成以上的學生都自評在全班排名的 25%~75%之間，而一成的學生自評為在全班的 75%之後、三成自評為全班前 25%。

問卷中先請填表學生依難度順序標明覺得最難學習的三門力學課程。受訪學生選出最難學的課程分別是「流體力學」(41%)、「結構學」(37%)、「動力學」(34%)；而最少人認為難學的課程則為「靜力學」(11%)。

接著，再問學生有關學習其所選出最難三門力學課程時之學習態度，得到統計分析結果如下：

- 77%的學生同意「學力學是有用的，而且是必須學的科目」(4%不同意)，也有72%的學生同意「懂得學力學對日後發展會有幫助」(6%不同意)，有42%的學生則認為「力學可以用來解決日常生活的問題」(但不同意者有27%)，顯示出大多數學生都認同學習力學的必要性，不過約1/4的學生感覺不到力學與日常生活的關係。
- 68%的學生相信「只要用功就可以學好力學」(13%不相信)，表示學生普遍相信只要自己下功夫，其實力學並不困難。有40%的學生「遇到一個力學題目解不出來，會一直想一直想，直到想出解

答為止」(有25%不會)，但也有39%的學生同意「上力學課時，我不太用功」。

- 約有38%的學生認為「很怕力學」及「很怕力學考試」，也有26%的學生自認不是學習力學的料子。62%的學生則認為「考試成績不高導致興趣降低」，而有超過一半(54%)的受訪學生覺得自己「對力學有興趣」。
- 經過交叉分析後發現，自評成績為全班前25%之受訪學生對力學之興趣明顯較高，且在「遇到一個力學題目解不出來，我會一直想一直想，直到想出解答為止」的選項上有較高比例的傾向，而成績為全班後25%的學生較傾向於害怕力學課及力學考試，但自認在用功程度上並沒有較全班成績前25%為低。分析顯示，無論排名前後，大多數學生們都認同力學是有用、必須修習的科目，且修習力學對未來將會有所幫助，然而，自評成績為全班前25%的學生在學習力學重要性的體認上，以及對學習力學的成就感，都仍有較高的傾向。

在問到學生有關學習其所選出最難三門力學課程時所產生學習困難的原因為何時，得到以下的統計分析結果：

- 60%的學生同意「教科書內容不夠生動活潑」(11%不同意)，56%的學生則同意「教科書內容不夠淺顯易懂」(13%不同意)，顯示出教科書為學生認為產生學習困難之一大癥結點。
- 有超過1/3的學生(37%)認為「老師的教學方式不適合我」是造成學習困難的原因，顯示出教師的教學方式與教科書內容的安排，都同樣是學生學習上不可輕忽的關鍵。

- 近40%的學生同意「不知道學了有何用，所以很難提起學習興趣」(30%不同意)，但由前一題有關學習態度的分析中得知，大部分學生同意學習力學是有用的，因此，此處可能反映出學生從課堂上的學習卻不容易感受到學習力學的用處，值得教師們在教材的設計上多加思考。
- 49%的學生覺得學習上「缺乏輔助學習的軟體工具」是學習上產生困難的原因之一(14%不同意)，這也反映出開發學習力學軟體的重要性與必須性。
- 47%的學生認為自己「沒先學好先修的力學課程」以及「修課太多，以致學習時間不足」，有43%的學生則認為「數學基礎不好」，33%的學生「課外活動太多，以致學習時間不足」，表示部分學生本身的問題是造成學習困難的原因之一。
- 有41%的學生反對「將來不會用到力學，因此沒興趣學」這樣的說法(27%贊成)，表示工程科系的學生大多瞭解力學課程為學習後續課程及未來工作應用上的基礎知識。
- 經交叉分析後顯示，自評為全班排名後25%的受訪學生明顯較多認為本身數學基礎不好，且之前的力學課程也沒有學好，且較全班排名前25%的學生更傾向於認為教材內容安排太多且太過艱深，而選用英文教科書對於全班排名後25%的學生來說，更是造成學習困難的原因之一。但分析也顯示出，無論排名前後，多數學生都反應教科書內容不夠生動、不夠淺顯易懂，而輔助學習的軟體工具是需要的。

在問到有關「學習力學相關課程是否曾使用電腦輔助工具」及「學習力學相關課程是否需要電腦輔助工具」之問題時，高達83%以上的學生回答不曾在學習力學相關課程時使用電腦輔助工具，而有64%的

受訪學生認為需要電腦輔助工具，只有約 7%的學生認為不需要，其餘則表示無意見。

在問到「如果要使用電腦輔助工具來協助力學相關課程的學習，請問你認為下列工具的幫助程度為何」方面，所列之五種電腦輔助工具對學習之幫助程度，依其被評結果之高低整理如下：

- 有28%的學生認為「方便學生自行操作使用的分析軟體」非常有幫助，54%認為有些幫助，僅2%覺得不太有幫助及非常沒幫助。
- 有28%的學生認為「虛擬力學實驗室軟體」非常有幫助，49%認為有些幫助，僅4%覺得不太有幫助及非常沒幫助。
- 有20%的學生認為「配合教材範例的解題過程教學動畫」非常有幫助，51%認為有些幫助，9%覺得不太有幫助及非常沒幫助。
- 有23%的學生認為「配合力學教學所設計的遊戲程式」非常有幫助，39%認為有些幫助，12%覺得不太有幫助及非常沒幫助。
- 有14%的學生認為「非同步網路輔助教學網頁」非常有幫助，41%認為有些幫助，9%覺得不太有幫助及非常沒幫助。

2.3.2 針對數學課程所進行的問卷調查

絕大多數的受訪學生都修習過「微積分」(95%)和「工程數學」(90%)，而這些學生中有 19%的自評成績為全班前 25%，40%自評成績為全班的 25%~50%，30%自評成績為全班的 50%~75%，而有 9%的學生則自評成績在全班排名的 75%之後。

在問學生有關學習數學課程時之學習態度後，得到統計分析結果如下：

- 69%的學生認為「數學是有用的，而且是必須學的科目」(7%不太同意及非常不同意)，也有64%的學生認為「懂得學數學對日後發展會有幫助」(10%不太同意及非常不同意)，顯示出大部分學生都肯定學習數學的必要性。
- 有62%的學生相信「只要用功就可以學好數學」(14%不太同意及非常不同意)，表示出學生大多認為學習成果的好壞是靠自己的努力得來，也有53%的學生表示「我對數學有興趣」(18%不太同意及非常不同意)，有48%的學生認為「學數學很有成就感」。
- 有30%的學生表示「我很怕數學考試」(32%不太同意及非常不同意)，有35%的學生表示「我一點都不怕數學」(29%不太同意及非常不同意)，而40%的學生則表示「遇到一個數學題目解不出來，我會一直想，直到想出解答為止」表示出大多數學生對於學習數學所抱持的態度是積極的正面的，而對數學的恐懼感也並不高。
- 經過交叉分析後顯示，自評成績為全班前25%的受訪學生對數學有非常明顯較高的興趣，而自評為全班後25%的學生則明顯顯示出對數學興趣較低落。此外，全班前25%的學生認為數學是有用的、必須學的，且學習數學對將來會有所幫助，但對全班後25%的學生來說，這樣的體認傾向便偏低。全班前25%的學生有較相信用功就可以學好數學的傾向，且認為學數學很有成就感，在與後25%的學生比對時，出現明顯的差異。除此之外，全班後25%的學生明顯表現出對數學較恐懼的傾向。

在問到學生有關學習其數學課程時所產生學習困難的原因為何時，得到以下的統計分析結果：

- 56%的學生同意「教科書內容不夠生動活潑」(9%不太同意及非常不同意)，52%的學生則同意「教科書內容不夠淺顯易懂」(12%不太同意及非常不同意)，顯示出教科書為學生認為產生學習困難之一大重要原因。
- 有51%的學生表示「因無法與生活經驗結合而覺得很難理解課程內容」(17%不太同意及非常不同意)，42%的學生同意「數學基礎不好」(24%不太同意及非常不同意)所以造成學習困難，而有39%的學生表示「修課太多以致學習時間不足」(23%不太同意及非常不同意)，31%的學生同意「課外活動太多，以致學習時間不足」(31%不太同意及非常不同意)，也有35%的學生表示「不知道學了有何用，所以提不起學習興趣」(28%不太同意及非常不同意)。此中顯示出學生本身的問題也是造成數學學習困難的主要原因之一。
- 有38%的學生表示「教材內容太過艱深」(18%不太同意及非常不同意)，的學生則同意「教材內容安排太多」(20%不太同意及非常不同意)，此處顯示教材的程度與課程的編排可以再加以調整。
- 有37%的學生認為「缺乏輔助學習的軟體工具」是學習上產生困難的原因之一(16%不太同意及非常不同意)，這也反映出開發數學學習軟體有一定的重要性與必須性。
- 有31%的學生覺得「老師教學方式不適合我」(20%不太同意及非常不同意)，而有21%的學生則表示「老師要求不夠嚴格」(26%不太同意及非常不同意)，此兩項中有大多數的學生表示「沒意見」(分別為44%及49%)，顯示出教師在教學方式及要求上並不特別影響到大部分學生的學習。

- 交叉分析後顯示，自評全班排名為後25%的受訪學生認為「自己數學基礎不好」的比例較高。由交叉分析比對後之結果來看，全班排名後25%的學生在對老師與課程的意見上都較排名前25%的學生為多。然而，無論排名前後，多數學生都認為教科書內容不夠生動及淺顯易懂，而在輔助教學的電腦工具的需要性一項上，無論排名先後，也都達到一致認為需要的傾向。

在問到學生們是否曾在學習數學相關課程時使用電腦輔助工具時，高達 85%以上的學生回答不曾在學習數學相關課程時使用電腦輔助工具，而有 50%的受訪學生認為需要電腦輔助工具，只有約 11%的學生認為不需要，其餘則表示無意見。

在問到「如果要使用電腦輔助工具來協助數學相關課程的學習，請問你認為下列工具的幫助程度為何」方面，所列之四種電腦輔助工具對學習之需求程度，依其被評結果之高低整理如下：

- 有18%的學生認為非常需要「現有商業套裝軟體（如MATLAB、MATHEMATICA等）」，33%認為有些需要，而6%認為不太需要及非常不需要。
- 有16%的學生認為非常需要「配合數學教學所設計的遊戲程式」，33%認為有些需要，15%認為不太需要及非常不需要。
- 有13%的學生認為非常需要「配合教材範例的解題過程教學動畫」，40%認為有些需要，12%認為不太需要及非常不需要。
- 12%的學生認為非常需要「非同步網路輔助教學網頁」35%認為有些需要，9%認為不太需要及非常不需要。

2.3.3 針對力學與數學課程整合所進行的問卷調查

在問到有關力學與數學相關課程整合方面之問題時，在「各類力學相關課程中對數學所需之程度」一題上，有 63% 的學生認為流體力學需要較高程度的數學能力，為填選比例最高之一門課程，而有 42% 的學生則認為動力學也需要較高數學程度。由比例來判斷此二門課程為最需要「較高數學程度」的力學課程。

而靜力學、應用力學則各有 73% 及 69% 的學生認為只需要「一般數學程度」即可應付，其餘如材料力學、土壤力學與結構學，則皆約有一半的學生認為一般程度即可，此外，一較特別的現象則是，有 40% 的學生並不清楚「熱力學」所需的數學程度為何，此可推斷為受訪學生系所科別的差異所致。

在「所選所需數學程度較高之力學課程，是否同意這些程度較高的數學知識，可以在力學課程中直接教授？」一問題上，回答「同意」的學生有 63%，「不同意」的則有 29%。從中可以看出大多數學生都希望在學習力學課程時，也同樣可以一併學習相關的數學，但也有近 1/3 的學生認為此法不可行。

在「是否同意，如果這些程度較高的數學知識，已在這些力學課程中直接教授，則不需要在現有的工程數學中教授，進而可濃縮現有工數內容」一題中，有 54% 的學生表示「不同意」，顯示出學生們仍然認為只在力學課程中教授的數學並不足夠，而表示「同意」的學生則有 38%，表示也有部分學生認為這樣的作法值得一試。

2.4 電腦輔助教學工具在力學與數學教學上的需求探討

由本研究對大專院校力學與數學教學現況所做的問卷調查結果，來探討電腦輔助教學工具在大專力學與數學教學上的需求，可以得到下列幾點主要結論：

- 在問到問卷中所列之五種電腦輔助工具對教學或學習之幫助程度時，針對力學部分若以統計結果來看教師們與學生們所認為之幫助程度高低順序，可發現他們的回答相當一致，皆顯示相同之順序：「方便學生自行操作使用的分析軟體」、「虛擬力學實驗室軟體」、「配合教材範例的解題過程教學動畫」、「配合力學教學所設計的遊戲程式」、「非同步網路輔助教學網頁」，此結果應可做為設計與開發電腦輔助教學工具的重要參考。而不管是上述的哪一種電腦輔助工具，皆有至少超過五成五的教師與學生認為對力學的教學與學習有所幫助，也有超過六成的教師與學生同意電腦輔助教學工具是有需要的，可見在力學的教學上，應用電腦輔助教學工具的需求的確是相當高的。而針對數學部分若以統計結果來看教師們與學生們所認為之幫助程度高低順序，可發現他們的回答相當一致，皆顯示相同之順序：「配合教材範例的解題過程教學動畫」、「現有商業套裝軟體（如MATLAB、MATHEMATICA等）」、「配合數學教學所設計的遊戲程式」、「非同步網路輔助教學網頁」，此結果應可做為設計與開發電腦輔助教學工具的重要參考。而不管是上述的哪一種電腦輔助工具，有至少超過五成七的教師認為對數學的教學有所幫助，而有超過四成七的學生認為對數學的學習有所幫助，因此上述的電腦輔助工具對於數學教與學，教師與學生之間的看法存在些許的分歧。但皆有超過五成的

教師與學生同意電腦輔助教學工具是有需要的，可見在數學的教學上，應用電腦輔助教學工具的確是有需求。

- 由問卷的統計中得知，學生們覺得最難學習的三門力學課程為「流體力學」、「結構學」及「動力學」，而這些也應是優先應用電腦輔助教學工具來幫助教師教學與學生學習的重點科目。此外，有超過半數的教師覺得力學與數學相關課程很難引起學生的興趣，且有八成的教師同意「學生缺乏學習動機」是造成學生學習態度欠佳的原因之一，因此，發展及應用電腦輔助教學工具的重要需求之一，即是要能有效地提昇學生們學習力學的動機與興趣。
- 雖然老師們在「教材的生動活潑與難易程度是否造成學生的學習態度欠佳」的議題上意見分歧，但是有超過五成五的學生同意「教科書內容不夠生動活潑」及「教科書內容不夠淺顯易懂」是造成學習困難的原因，因此，如何應用電腦輔助教學工具讓教學及教材更生動活潑，及讓教材內容能更淺顯易懂，亦是發展電腦輔助教學工具的重要需求之一。
- 由教師問卷的統計分析中亦發現，七成五的教師在教授力學時不曾使用任何電腦輔助工具，而在不使用的原因中，以「找不到適當的電腦輔助工具」為最多教師選擇的一項，佔了約四成，但也有約三成的教師不認為目前沒有適當的電腦輔助工具，而約兩成的教師則曾經在教學中使用過一些輔助工具。此外，問卷統計結果亦顯示大部分學校教室中的電腦設備都不算缺乏，課程的時間安排上也足以應用電腦輔助工具來授課，且約七成的教師都對電腦操作有足夠程度的熟練，也有超過六成的教師不覺得軟體的價格及人力之需求構成不在課堂上使用電腦輔助工具的原因。可見

開發適合力學課程使用的電腦輔助工具及協助教師找到適當的電腦輔助工具才是目前提高電腦輔助工具在力學教學上應用的主要課題。在針對數學課程方面，本研究發現一個有趣的現象，有七成三的教師在教授數學時不曾使用任何電腦輔助工具，但在統計結果中找不出構成教師在教授數學時不曾使用任何電腦輔助工具的原因，卻有五程八的教師認為有需要使用電腦輔助工具於數學的教學活動。由此證明電腦輔助工具在教授數學相關課程上，仍有一定程度的需求性。也許目前已有各式各樣的資源來支持教師在教授數學時使用電腦輔助工具，但可能在教學方式上的習慣性或是電腦輔助工具人機界面的不友善以至導入數學課程產生困難等因素，可供後續的研究進行探討。

第三章 基礎力學與工程數學課程之單元規劃與整合

在課程單元規劃之前，曾考慮若將某些工程力學課程之中會用到的工程數學課程單元獨立出來，完全交由工程力學課程任課老師配合相關力學課程單元的應用教授，藉此讓學生瞭解所學的數學技巧如何與實際的力學問題相結合，提高其學習興趣與成果。如第二章所述，在經過了實際問卷調查眾多任課老師與修課學生的意見之後，結果顯示，大多數的受訪者皆認為將力學課程與工程數學課程相關的單元作整合確實有助於學習的成效。但工程數學課程亦應保有其『完整性』，意即其相關的單元不需要完全獨立出來，僅在力學課程裡配合課程單元教授。工程數學本身有其前後的連貫性，雖然將相關單元納入力學課程可以讓學生更清楚如何使用所學的數學技巧，但若要因此而將這些單元自工程數學課程中省略，倒也無此必要，因此還是傾向於保有工程數學課程整體的『完整性』。

多數受訪意見認為，將相關的工程數學單元整合入力學課程之中有其必要，且可從加深學生印象這角度思考，不一定重複上相同的單元就代表浪費時間。再者，由之前的研究分析顯示，基礎力學課程之中所用到的工程數學技巧其實相當的少，因此，將相關單元與工程力學作結合，並不會有授課時數大幅增加的情況，且有助於提高學生學習興趣與成果。

力學課程與工程數學課程在各大學之工程相關科系開設教授已久，其內容涵蓋範圍大致固定。以下，將就力學課程與工程數學課程作單元規劃，以圖示說明的方式，顯示其課程單元的架構。而為了將工程數學課程與力學課程整合，將先就工程數學【M】課程內容作單元整理，並將各子單元以編號方式，配合後面基礎力學課程之單元規

劃，包括靜力學【1】、動力學【2】、材料力學【3】、結構學【4】、土壤力學【5】、流體力學【6】作整合，以顯示各課程之間是否有重複的單元內容，以及修習單元之先修基礎。

3.1 圖示說明

在以下的課程單元圖中，會以如圖 3.1 之圖示說明：



圖 3.1 課程單元說明圖示

其中，『相同單元』表示與此課程單元內容相同之其他課程單元，『先修基礎』表示欲修習此單元所需具備的其他課程單元基礎。皆以課程單元編號表示。

3.2 工程數學

以下將一般大學的工程數學課程所涵蓋的內容範圍作一全盤性的單元整理。由於內容幾乎包含大學工程數學的可能範圍，因此一般工程科系多是分成幾個學期的課程，甚至有時只是選擇其中部分單元教授，在此為了配合後面工程力學課程單元的說明，而作較詳盡的整理，如圖 3.2 所示。

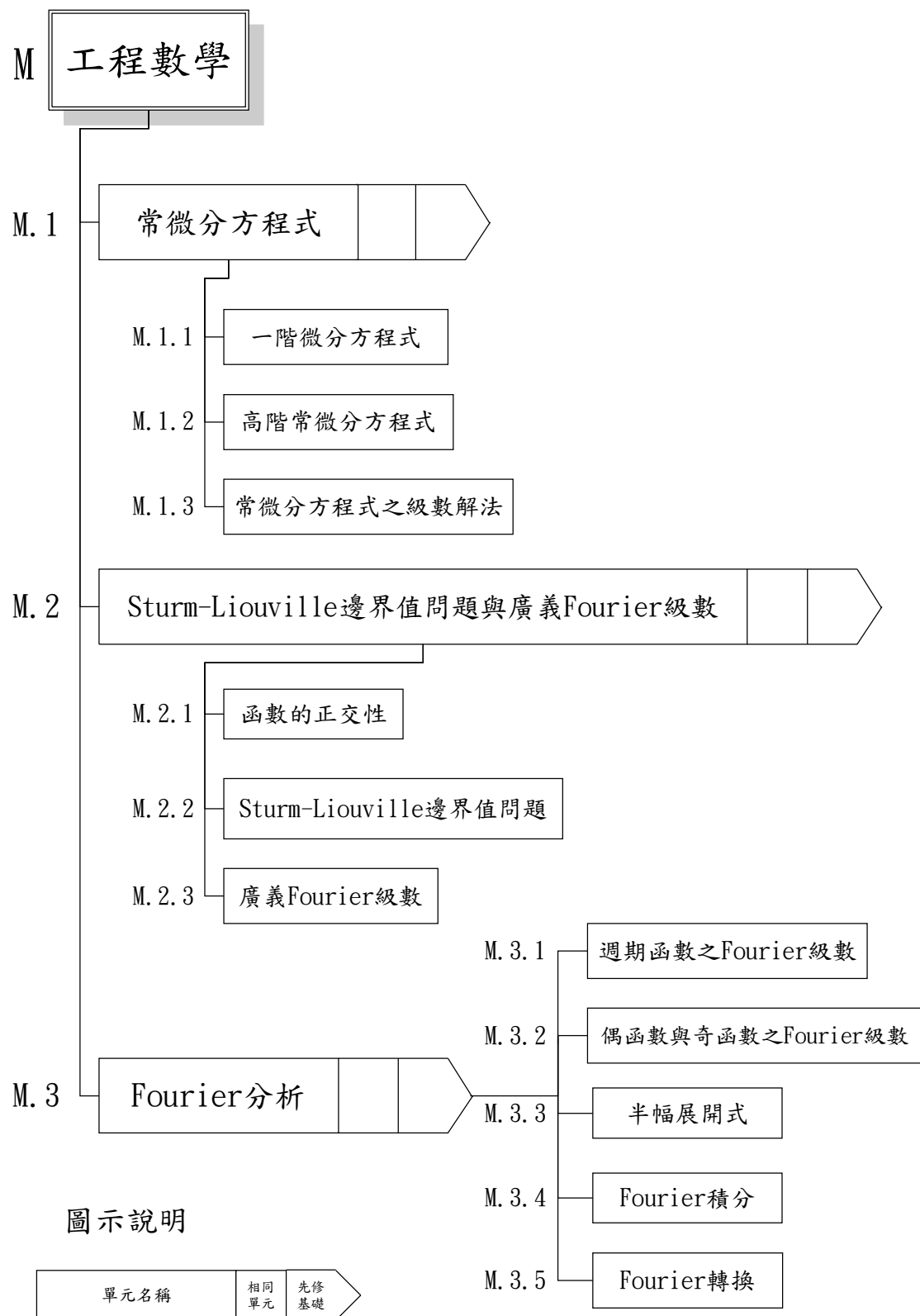


圖 3.2 工程數學課程單元大綱

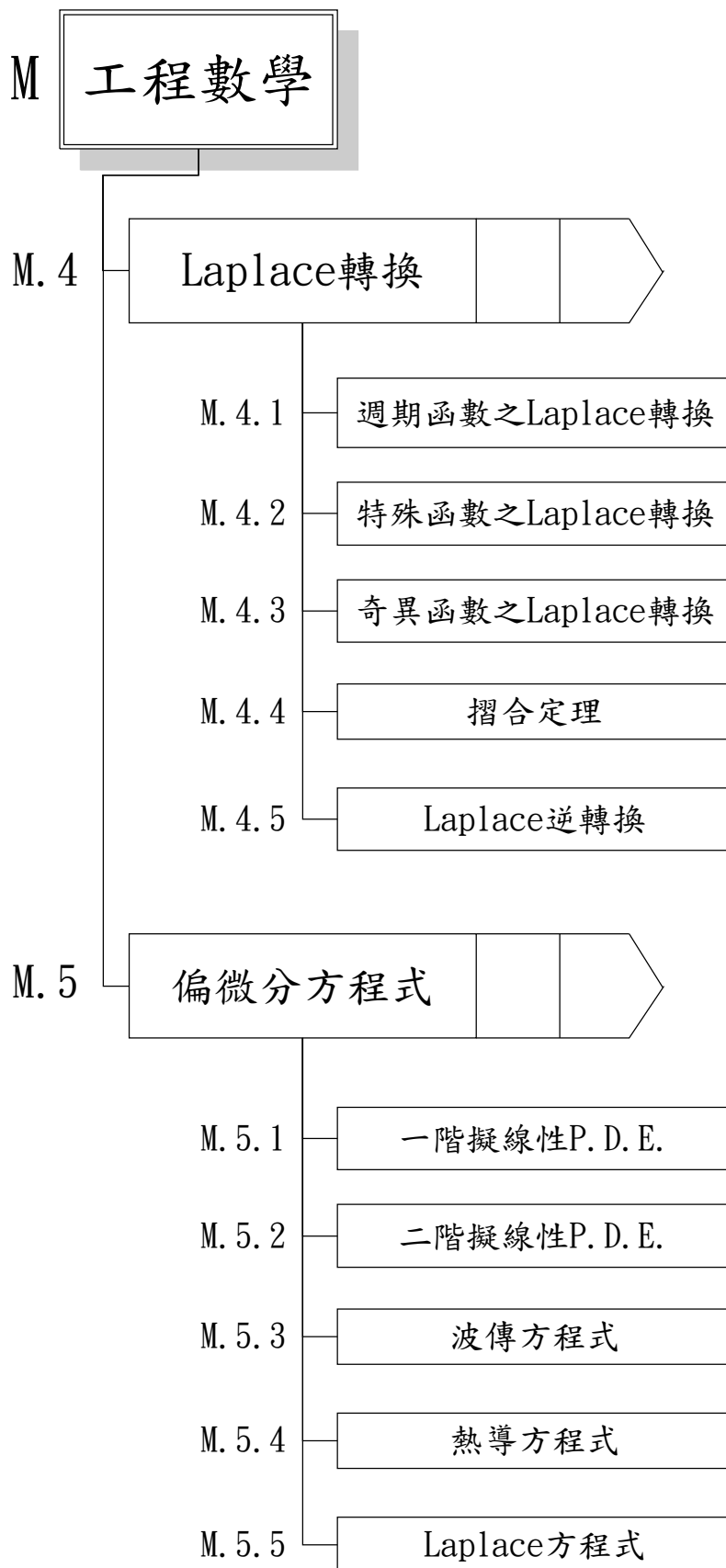


圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續)

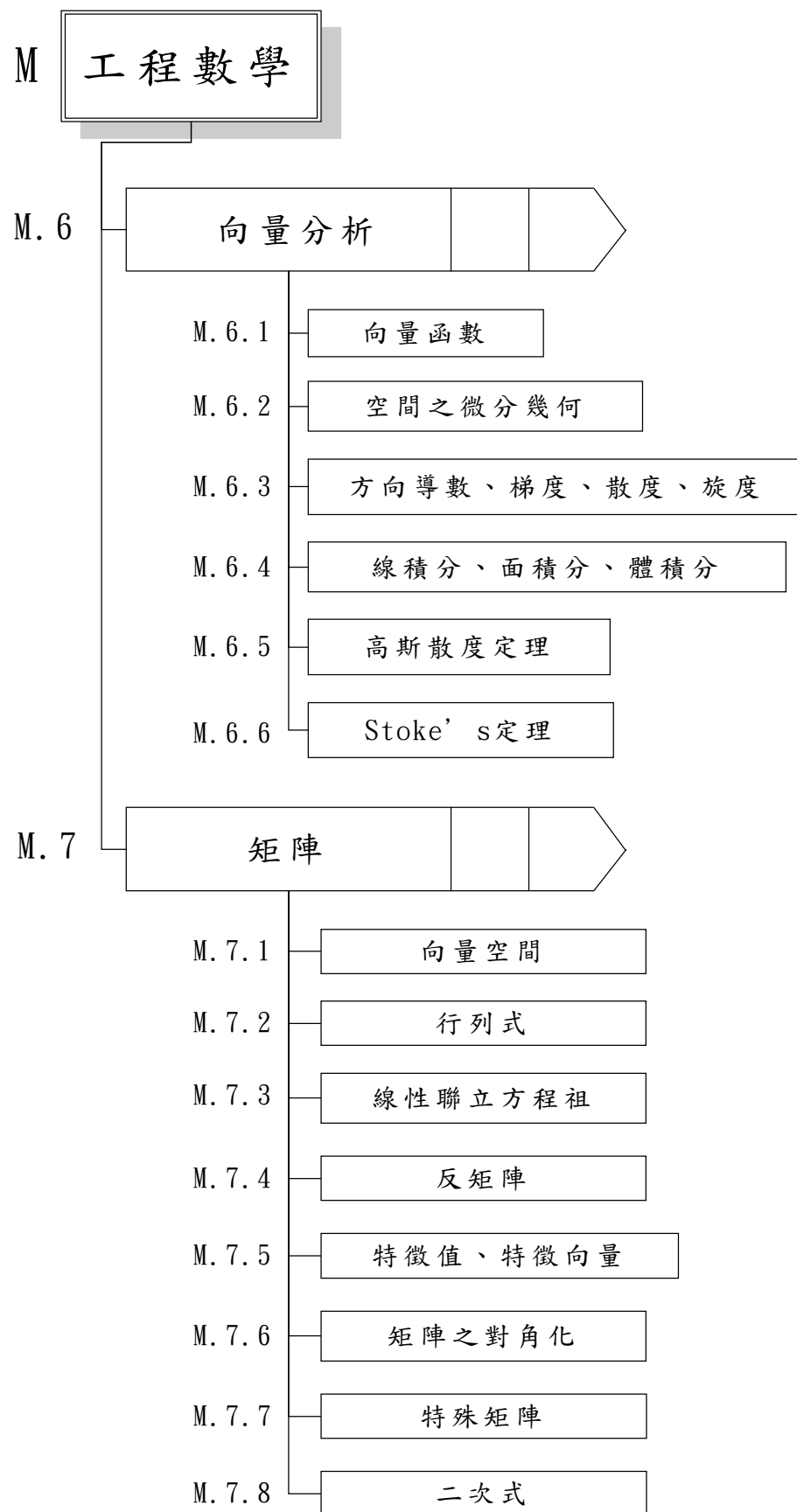


圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續)

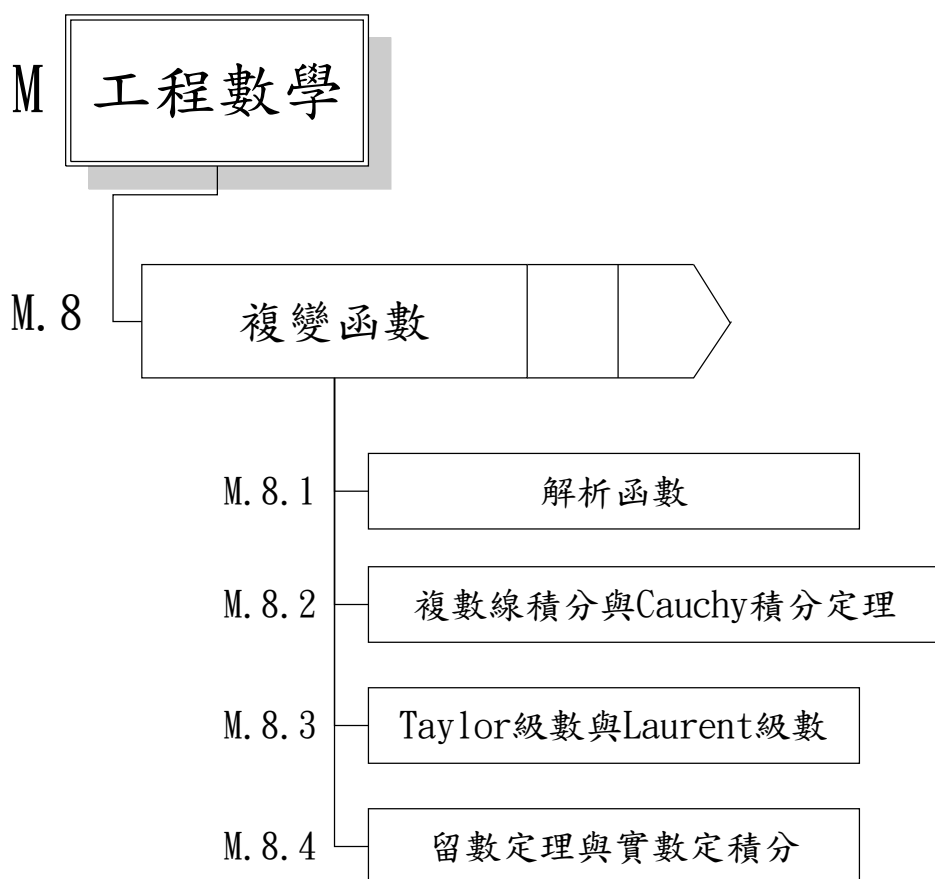
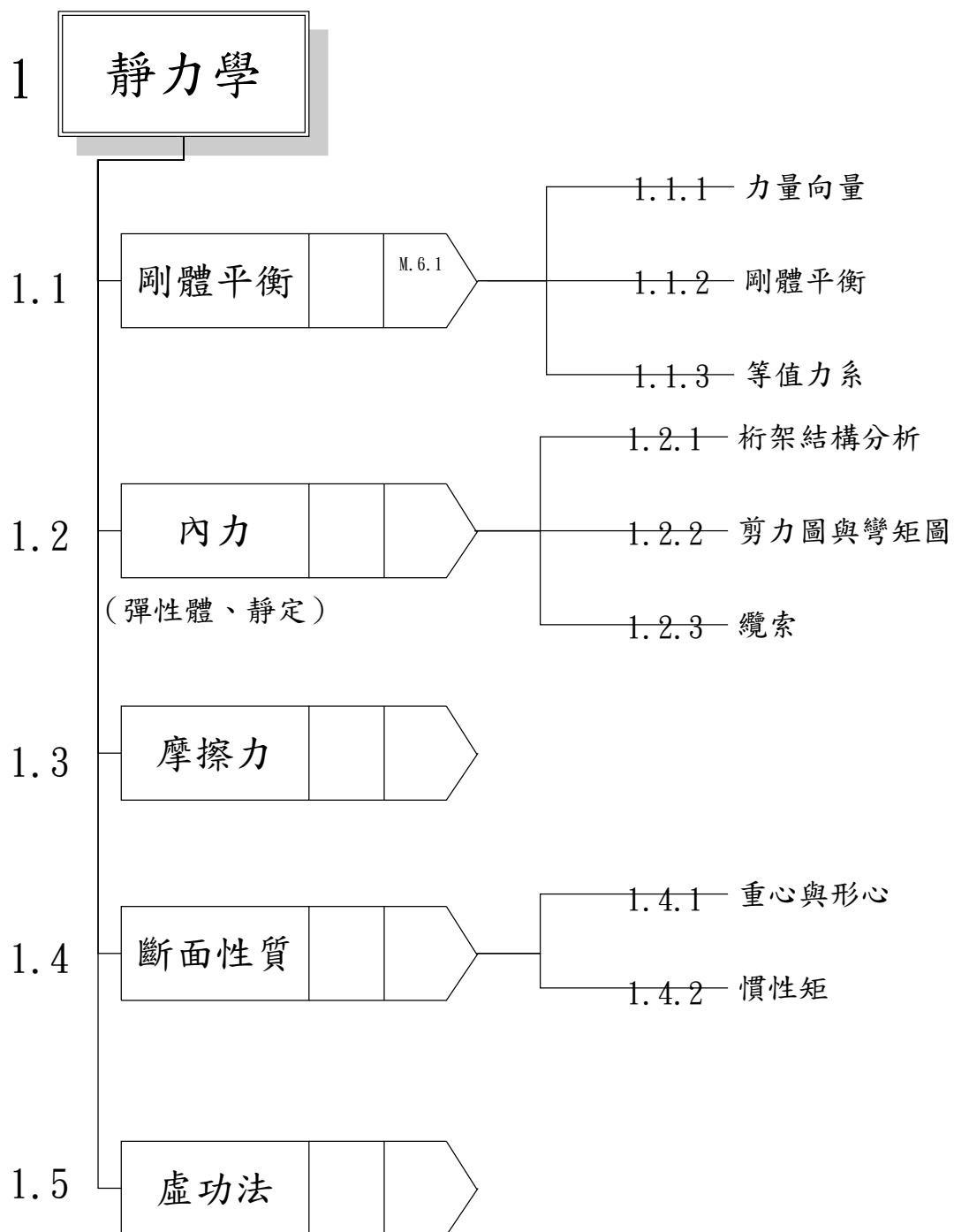


圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續)

3.3 靜力學與動力學

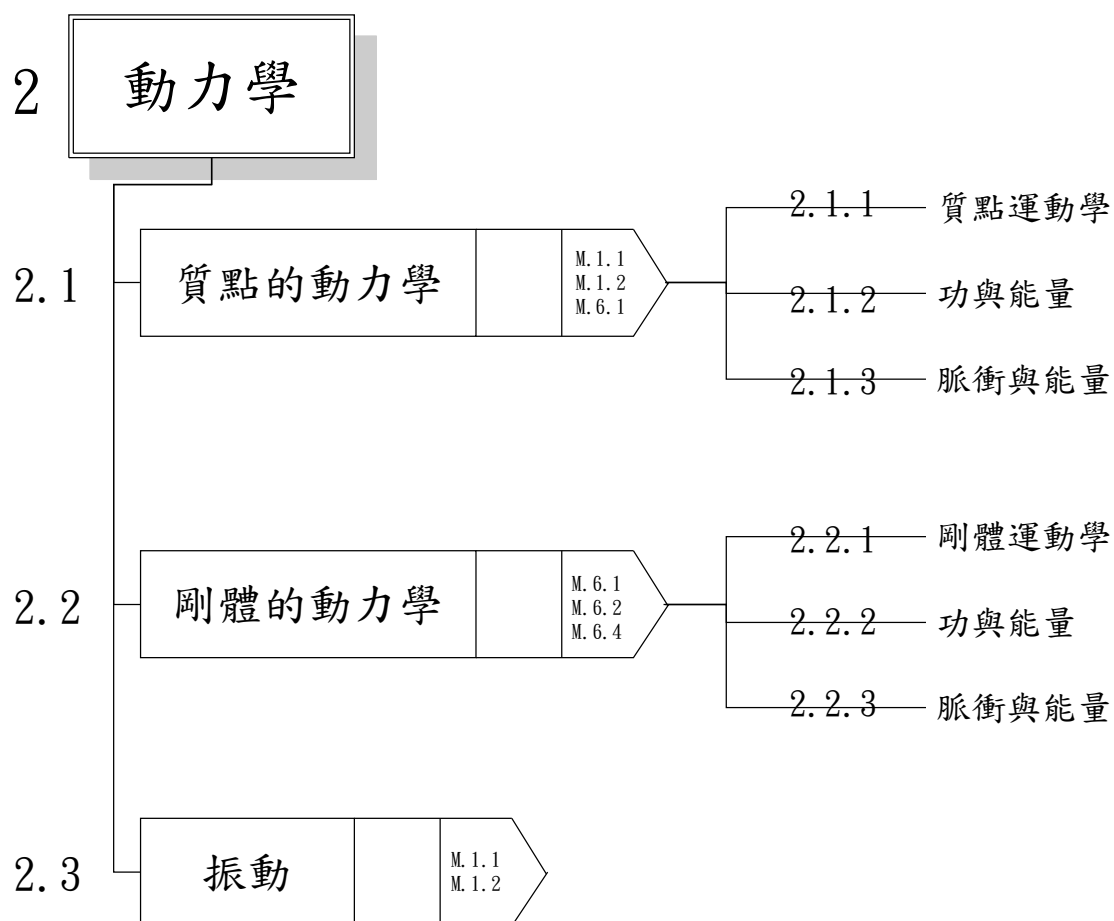
靜力學與動力學可說是所有力學課程之中的核心課程，幾乎所有的古典力學課程皆立基於核心課程。這兩門課程所牽涉到的工程數學技巧很少，最常使用到的還是基本數學運算與微積分。由於『力量』本身即為一種『向量』形式，因此，基本的向量運算，可說是靜力學與動力學最相關的工程數學技巧。而靜力學與動力學課程，基本上可作以下兩個圖中的單元劃分，如圖 3.3 與圖 3.4 所示。其相關整合的工程數學單元，也於圖示中註明。



圖示說明

單元名稱	相同單元	先修基礎
------	------	------

圖 3.3 靜力學課程單元大綱



圖示說明

單元名稱	相同單元	先修基礎
------	------	------

圖 3.4 動力學課程單元大綱

3.4 材料力學

若靜力學與動力學這兩門力學核心課程代表的是物理理論的基礎，那麼材料力學即是理論與應用之間不可獲缺的橋樑。幾乎所有的力學理論都必須經由各種不同的材料來作實際應用的實現。材料力學

課程單元，大致上可作以下單元劃分，如圖 3.5 所示。其中有部分單元與靜力學相重疊，在實際授課時可依授課時數斟酌是否再重複一次。

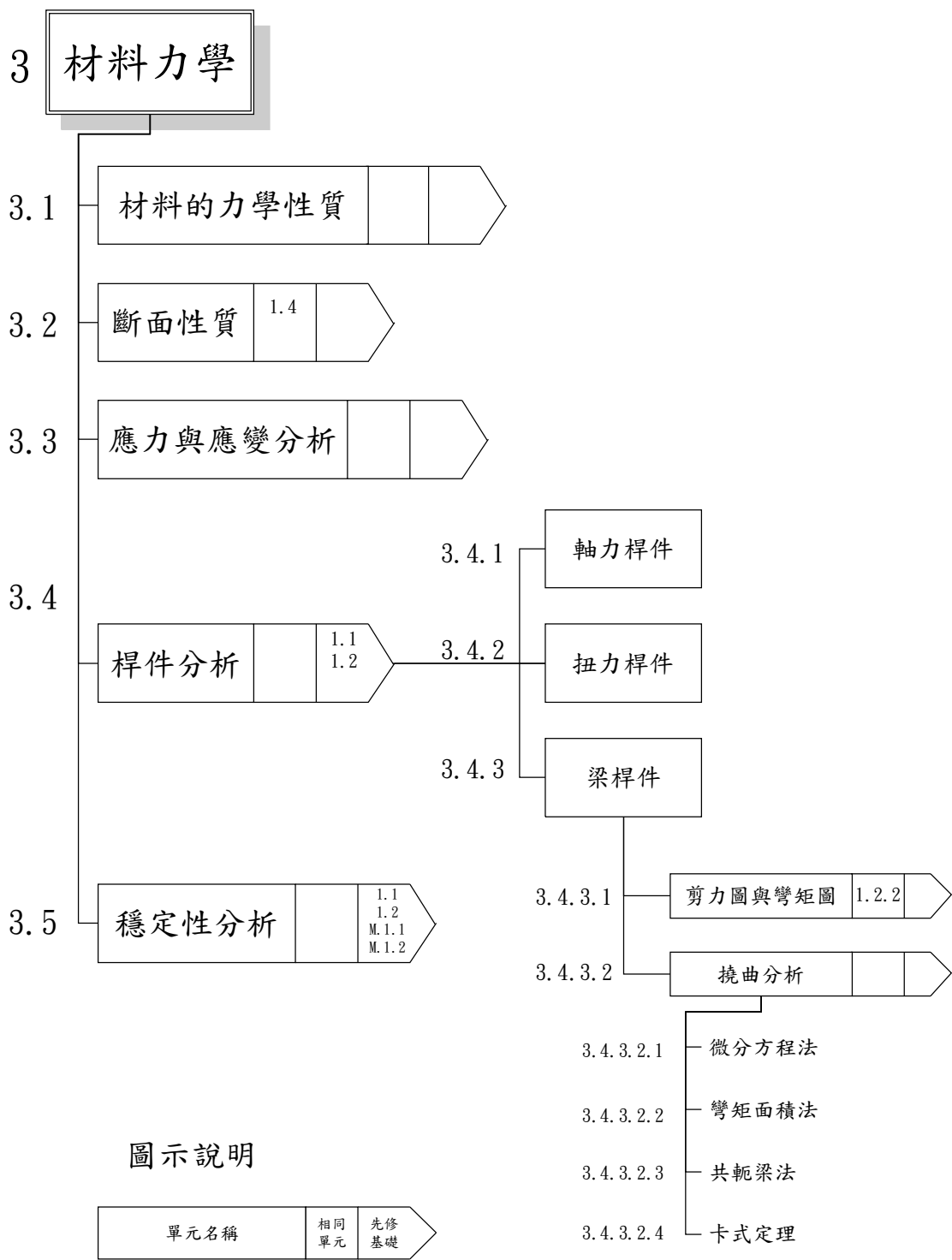


圖 3.5 材料力學課程單元大綱

3.5 結構學

結構學在力學課程屬於進階的課程，意即至少要具備前面靜力學、材料力學的基礎才能修習。因此可發現結構學之中有一些單元內容與靜力學、材料力學相重疊，整理如圖 3.6 所示。

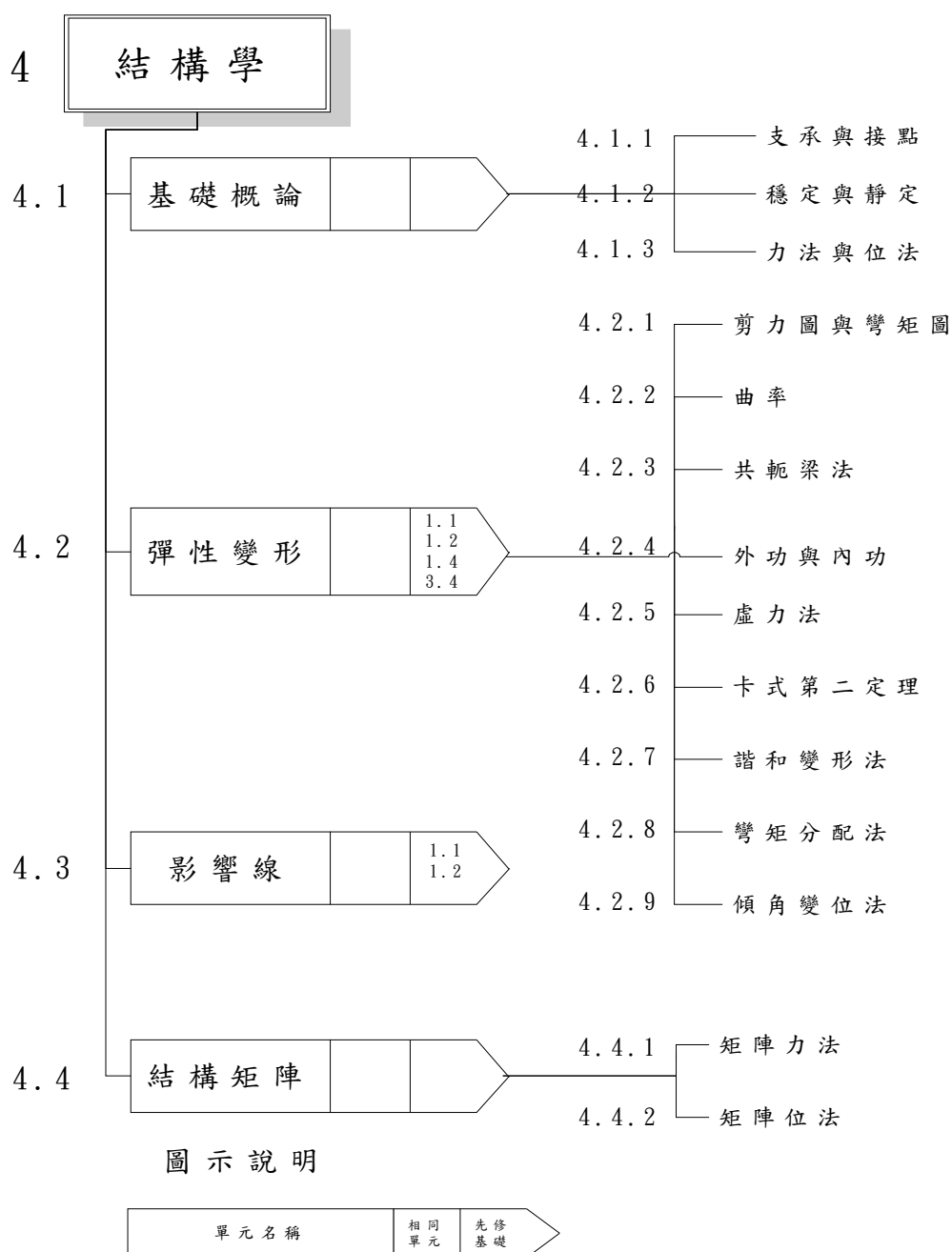


圖 3.6 結構學課程單元大綱

3.6 土壤力學與流體力學

土壤力學與流體力學儘管不是所有工程相關科系的學生都必須修習，但這兩門課程也屬於基礎工程力學。其中土壤力學在以工程之觀點與力學之方法，介紹土壤力學性質之基本概念，及一般工程設施與土壤之相互作用關係，是為土木工程中大地工程之入門基本課程。而流體力學是研究流體運動時之運動與動力問題的科學，因此，可發現其課程單元需具備一些動力學與工程數學中向量運算的基礎。將這兩門課程單元劃分如圖 3.7 與圖 3.8 所示。

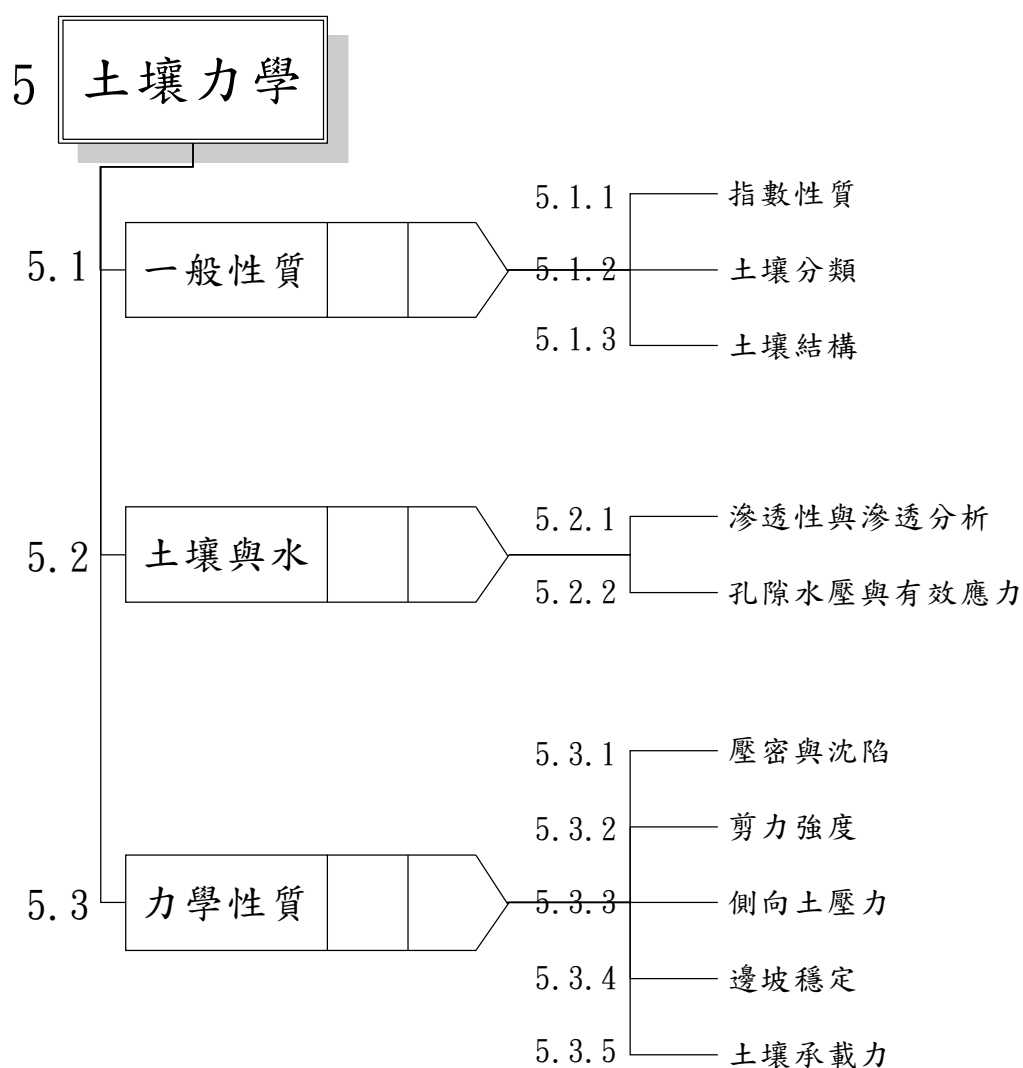


圖 3.7 土壤力學課程單元大綱

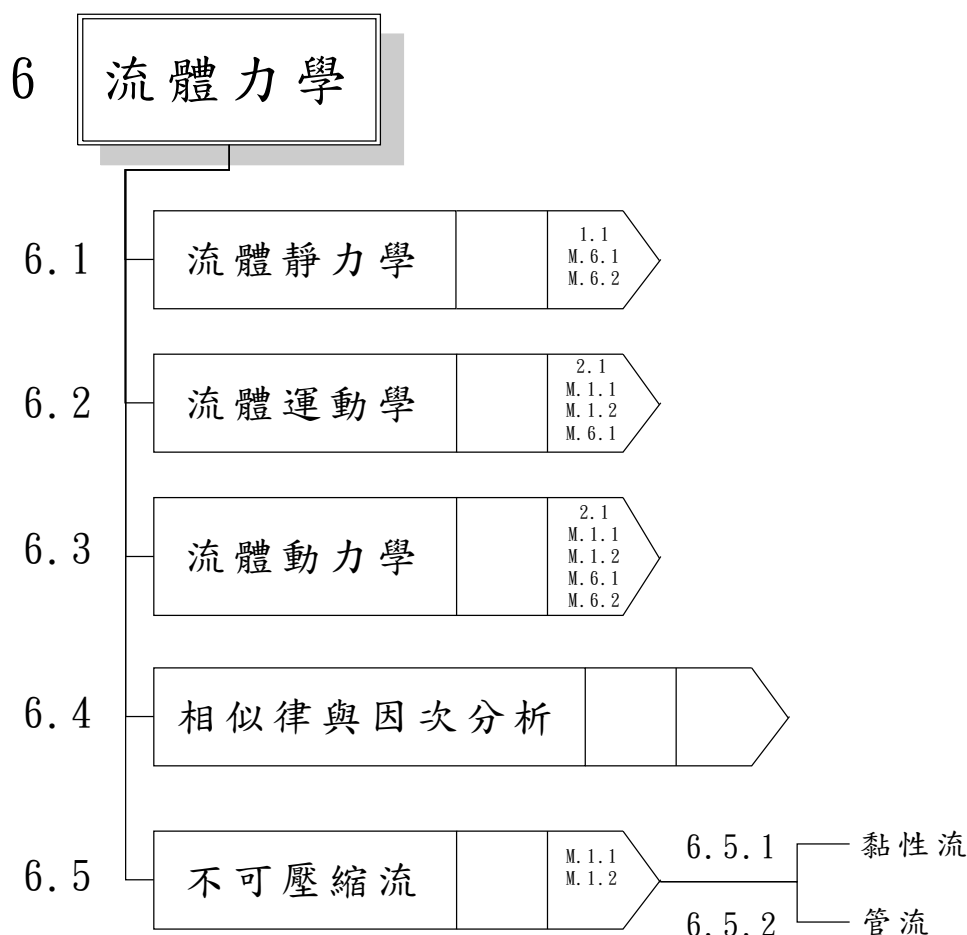


圖 3.8 流體力學課程單元大綱

3.7 課程內容重複的單元

由前文各力學課程單元的劃分，可發現靜力學、材料力學與結構學中，有部分的課程單元內容相同，這也反應了課程之間有先後修習基礎的關係。以靜力學課程內力單元中的桁架結構分析(1.2.1)為例，與材料力學中桿件分析單元之軸力桿件(3.4.1)內容幾乎是相同的。一般而言，靜力學課程裡單獨的教授桁架分析並無太大的意義，對於後續的課程單元也沒有影響，因此，可以將靜力學課程單元中的桁架分析省略，留待材料力學之中的桿件分析單元裡一併教授。

靜力學課程之中的剪力圖與彎矩圖(1.2.2)，在材料力學與結構學課程之中也都同時出現了，這個子單元本質是一個很基本的力學觀念，並不會隨著課程不同而有所差異。因此，可以在靜力學課程裡就先教授剪力圖與彎矩圖，而在材料力學與結構學之中，可視學生情況決定是否需要由任課老師來複習，甚至是省略這個子單元也可。

材料力學桿件分析單元中梁桿件(3.4.3)，其分析方法有部分在結構學課程裡的彈性變形單元(4.2)裡也有包含。這部分可視課程時間是否餘裕來決定要在哪個課程裡教授。

3.8 力學課程單元說明

如以上各課程之單元劃分，其實是將工程相關科系其力學課程作單元性的切割，盡量讓各部分單元有其獨立性。作這樣劃分的理由在於，幾乎各大學之中皆有工程相關科系，其學生程度與科系領域特性都有所不同，更不可能以統一的教材同時滿足所有不同程度的學生。然而不變的是工程力學課程本身所涵蓋的範圍，以及任課老師在其任教學校多年對該校學生程度的掌握，如此異中求同的最佳方式，即是將工程力學課程予以單元化的切割，由任課教師依其教授科系的特性作單元內容的取捨。

而課程教材的安排，當然要配合修課學生的程度編寫。但是，如何針對各校不同程度的學生，編寫一套共通的教材呢？如果想要以課本的形式滿足所有學生的修課需求，那和現今市面上流通的各種版本課本，又有什麼不同？有鑑於以上的疑問，其可行的最佳方式應是如下所述：

坊間出版的許多課本，其中不乏經歷多年改版增修內容的暢銷名作，其累積的就是經多年不斷勘誤而得的內容正確性，以及配合時代演進所修改的內容與範例，這麼豐富的資源，應該予以適當的取用。而各校的任課老師其實也有其偏好選用的版本，這除了是個人教學習慣的累積，多少也反應了學生程度所能接受的適當教材。因此，在教材的編排上，可先依科系的特性先從前文中之課程單元作適當的取捨，在依課程的預定授課時數，於其選用的課本之中作內容的擷取。如此，可算是完成了教材基本的設定。

再者，現今網路無遠弗屆，從前資訊流通的困難，現在都變的微不足道、彈指之間。利用這種便利性，架設一個共同的力學課程網站，經由提供各種詳細的課程資訊、方便的討論空間與不斷的更新，再由任課老師在課堂上的說明讓學生瞭解網站的使用。藉此，讓原本可能只侷限於課本的課程教材獲得無限可能的擴充，所有不同程度的學生都可以依照自己的需求在網站上取得適當的資訊。這種利用網路特性而對教材的進一步擴充，才有可能滿足所有不同程度學生的需求，也是最佳的教材編寫方式。而本計畫之中也同時包含一個力學課程網頁，正是朝著這樣的目標前進。

3.9 力學課程安排(以靜力學與動力學為例)

以下，將以靜力學與動力學為例，作一應用力學課程之規劃範例。設定的條件如下

虛擬教學對象：台灣大學土木系學生

預定授課時間：一學期(17週，每週3小時，總共51小時)

課程內容：靜力學與動力學

● 選用課本：

1. R. C. Hibbeler, “Engineering Mechanics: Statics,” Prentice Hall, 9th Edition, 2001.
2. R. C. Hibbeler, “Engineering Mechanics: Dynamics,” Prentice Hall, 9th Edition, 2001.

● 課程安排：

如上述條件，由於授課時間只有 51 小時，若間中安排一些小考來瞭解學生學習狀況，假設小考時間總共 2 小時，則總授課時數只剩 49 小時可以安排。在這樣的時間裡，不可能把所有的靜力學與動力學單元全部涵蓋，勢必有所取捨。綜合以上考量，在課程單元裡作了如表 3.1 及表 3.2 的安排。

表 3.1 靜力學課程安排表

單元名稱	子單元	擷取課本章節	授課時數(小時)
剛體平衡	力量向量	2.1~2.9	1.5
	剛體平衡	3.1~3.4;5.1~5.6	6
	等值力系	4.1~4.9	4
內力	桁架結構分析	6.6	1
	纜索	7.4	1.5
摩擦力		8.1~8.3, 8.5	2
斷面性質	重心與形心	9.1~9.5	4
	慣性矩	10.1~10.7	4.5
虛功法		11.1~11.7	4

表 3.2 動力學課程安排表

單元名稱	子單元	擷取課本章節	授課時數(小時)
質點的動力學	質點運動學	12.1~12.5, 12.7~12.10 13.1~13.6	7
	功與能量	14.1~14.3, 14.5, 14.6	2.5
剛體的動力學	剛體運動學	16.1~16.8;17.1~17.5	8.5
	功與能量	18.1~18.5	2.5

如以上之安排，即是配合預定的授課時間取捨課程單元，再從選用的課本之中擷取所需章節並分配上課時數。利用這樣的方式，每個任課老師都能依照其需求安排教材，而更重要的是，有一個共同的力學網站資源可以取用。如此，學生將可在預定的修課時程裡獲得最大的收穫。

第四章 虛擬力學實驗室之建立

力學實驗是學習力學課程中不可或缺的一環。力學實驗除了可以讓學生初步熟悉力學理論在實際物理現象上的應用，加深其對理論的瞭解外，也進一步讓學生瞭解基本力學理論的限制，思考更深一層的理论來驗證所觀察到的物理現象。然而現今大學的學生人數眾多，在實驗教學資源有限的情況，學生常必須利用有限的實驗資源，在有限的時間內將實驗完成。因此如何或在實驗進行前、進行中或進行後提供適當的輔助工具，加強學生學習的效果，為建置虛擬力學實驗室之主要目的。

虛擬力學實驗室強調的是立體化、遊戲化與加強之互動功能。本計畫針對流體力學與材料力學兩大基礎科目，規劃並建置其所需的虛擬實驗室。

4.1 虛擬流體力學實驗室之建立

本節的工作重點是要建立一個多媒體虛擬流體力學實驗室。其目標為讓學生雖然沒有碰過真正儀器，但是可以獲得真正動手做過該實驗後之學習效果，因此虛擬實驗室強調的是立體化、遊戲化與加強之互動功能。

虛擬流體力學實驗室是以網頁為架構建立起來，第一步是要建立所有儀器的三維立體影像，這部分採用的軟體是 Reality Studio V1.0，其功能為讓實驗室立體化、實物化，讓學生進入之後有身歷其境之感覺。第二步是各實驗儀器之結果流場模擬要用不同之模擬軟體，我們可對各儀器先做格網劃分後利用學生輸入之不同參數來計算

流場，然後產生之數值利用 Adobe Premiere 5.1 版來做成動畫，學生可在調整輸入參數後看到不同之流場從而瞭解流體之反應。目前之成果可見下面之說明與附圖：

4.1.1 進入網頁

學生一進入虛擬實驗室後可見網頁首頁如圖 4.1 所示，小組成員中有負責本計畫之主持人資料，學生點選實驗室後即可進入虛擬實驗室。

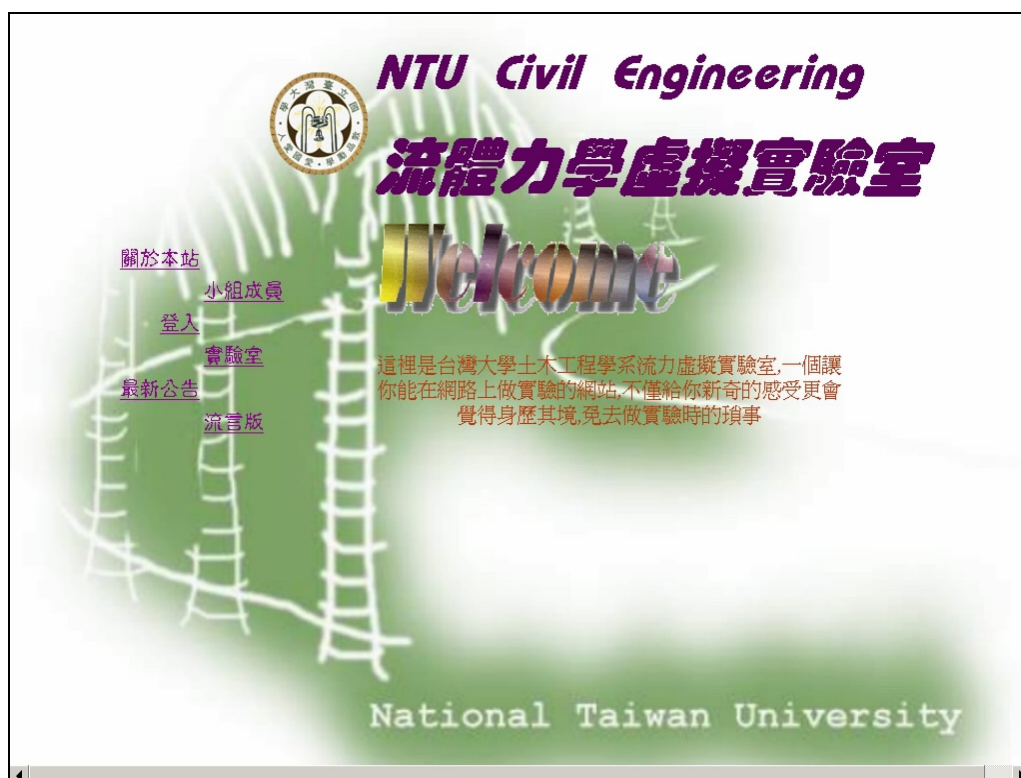


圖 4.1 流體力學虛擬實驗室首頁

目前勞工法有規定任何進行試驗之學員必需熟悉相關之安全須知，因此第一個畫面就顯現學生必須知道的「一般實驗室安全須知」，學生一定要讀完安全須知後才能真正開始實驗(圖 4.2)，在學生點選「知道並遵守安全須知」按鈕後，會正式進入虛擬實驗室之部份如圖 4.3。

一般實驗室安全須知

- (1) 實驗室內之儀器、工具，不得隨便攜出。儀器若有損壞，必須立即報告助教及負責技士。
- (2) 非上班實驗項目之教學儀器，未經教師同意請勿使用。
- (3) 實驗完畢，必須檢查儀器之電源及水龍頭的開關是否切除關閉，並清理使用儀器附近之場地，經助教同意後方可離開。
- (4) 所有線路需絕緣且儘可能縮短以減少漏電危險；插頭及開關不可潮濕，並儘可能遠離水源。
- (5) 實驗期間發生電器故障危險事故，請使用乾燥絕緣物切除電源。
- (6) 水銀不慎灑落地面，應以吸塵器收集，或以硫磺泡水，清洗地面，使成硫化汞後清除。
- (7) 溶液勿由嘴吸入，取溶液應以自動式吸管或附有橡皮頭之吸管。
- (8) 若因實驗需要搬動儀器，應先報備並於實驗結束時將儀器回復定位。
- (9) 實驗室內禁止吸煙、喧鬧。

流體實驗各項目所需之器具：

項 目	器 具
壓力中心實驗	*盛水器具、*砝碼、*滴管
渦流實驗	*渦流儀配件、*鋼尺、馬錶
射流撞擊實驗	*平板、*半球杯、*蓋板、*砝碼、馬錶
邊界層實驗	活動扳手、十字形螺絲起子
管系損失水頭實驗	馬錶、溫度計、延長線
文德利管實驗	馬錶、延長線
閘門實驗	*水位尺、*黏土、馬錶
堰流實驗	*水位尺、馬錶
旋杯式流速儀器率定實驗	*馬錶、旋杯式流速儀、長尺

註：有*符號者，表示已放置在實驗室之操作台上。無*符號者，請向助教領

圖 4.2 『一般實驗室安全須知』資訊畫面

回首頁
下載實驗課本
下載 Zoom Viewer
實驗室安全須知

壓力中心實驗

渦流實驗

射流撞擊實驗

邊界層實驗

管系損失水頭

文德利管實驗

閘門實驗

堰流實驗

旋杯式流速儀率定

請在下圖點選儀器，儀器名稱會顯示在此處



下圖為本實驗室之360度全景畫面，必須先下載並安裝MGI Zoom Viewer才能正常顯示。強烈建議以 Internet Explorer 4.0 以上，1024*768 之解析度觀賞此網頁

操作方法:

- 在畫面上按住滑鼠左鍵不放往左(右)拖曳，則畫面即會向左(右)捲動。
- 在畫面左下角圖示上用滑鼠按一下即可叫出工具列，再按一下則關閉。
- 在工具列的圖示上用滑鼠按一下可放大(拉近)畫面，在圖示上用滑鼠按一下可縮小(拉遠)畫面。此外，亦可用鍵盤 Shift 鍵放大(拉近)，Ctrl 鍵縮小(拉遠)。

圖 4.3 流體力學虛擬實驗室部分畫面

中心圖為台灣大學土木系之流體力學實驗室全圖，學生可用滑鼠將圖放大或旋轉(如圖 4.4)，效果相等於學生站在實驗室四處張望所看到的影像。學生若對某儀器不清楚，只要點該儀器，其名稱就會顯示在圖之上方，而學生可自左側儀器選單中進入各項實驗。

因為學生做流體力學實驗不只一間教室，因此學生可點圖 4.4 中左側的門，門會打開然後帶領同學到外面其他試驗室，我們已將水工所所有學生可做試驗的地區都三維立體化了，因此學生可在網上”到處逛逛”。

4.1.2 瀏覽教材

假如學生要做試驗，可點選圖 4.3 左側選單內各項試驗，例如選「壓力中心實驗」後，則點選該項儀器後會進入圖 4.5，儀器之側視或俯視圖均為三維之虛擬立體圖，學生可利用滑鼠將做任意項之旋轉來把儀器之每一細節觀察仔細(如圖 4.6)，同時教材之各個單元均顯示在左側，學生可自視窗上方的「下載教材」選項中將所有教材資料下載。



圖 4.4 流體力學虛擬實驗室部分操作畫面

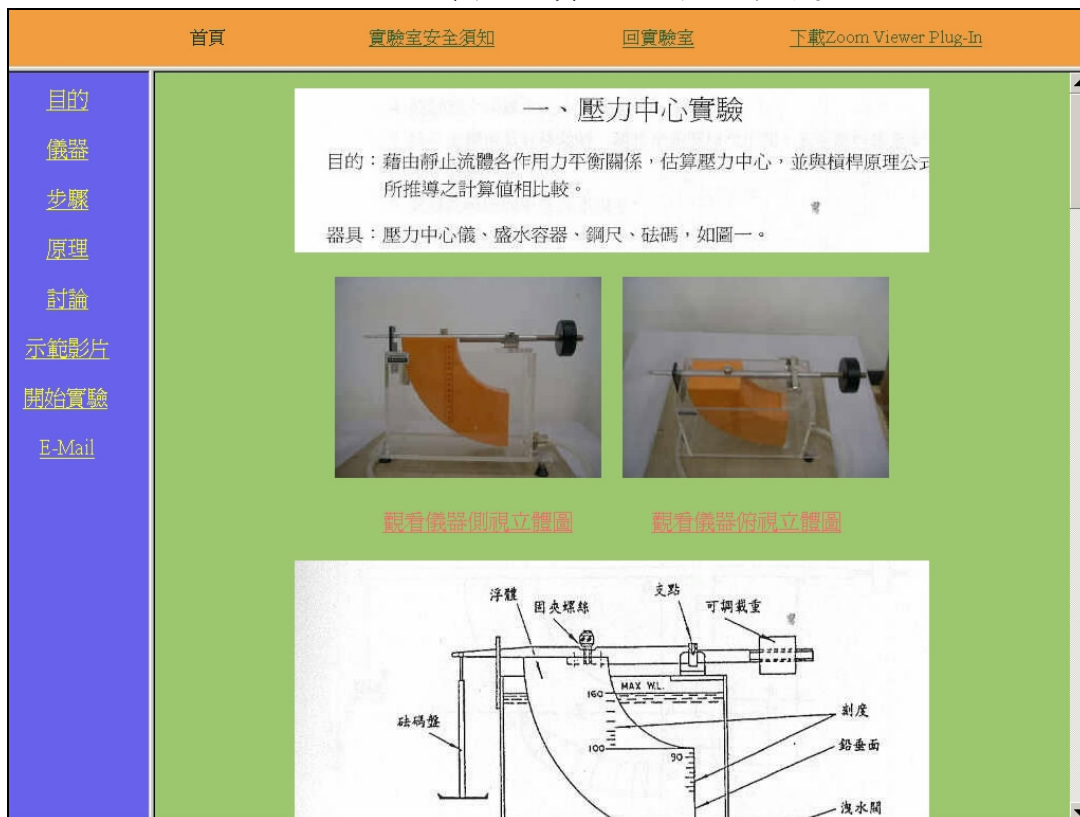


圖 4.5 實驗儀器之虛擬立體圖

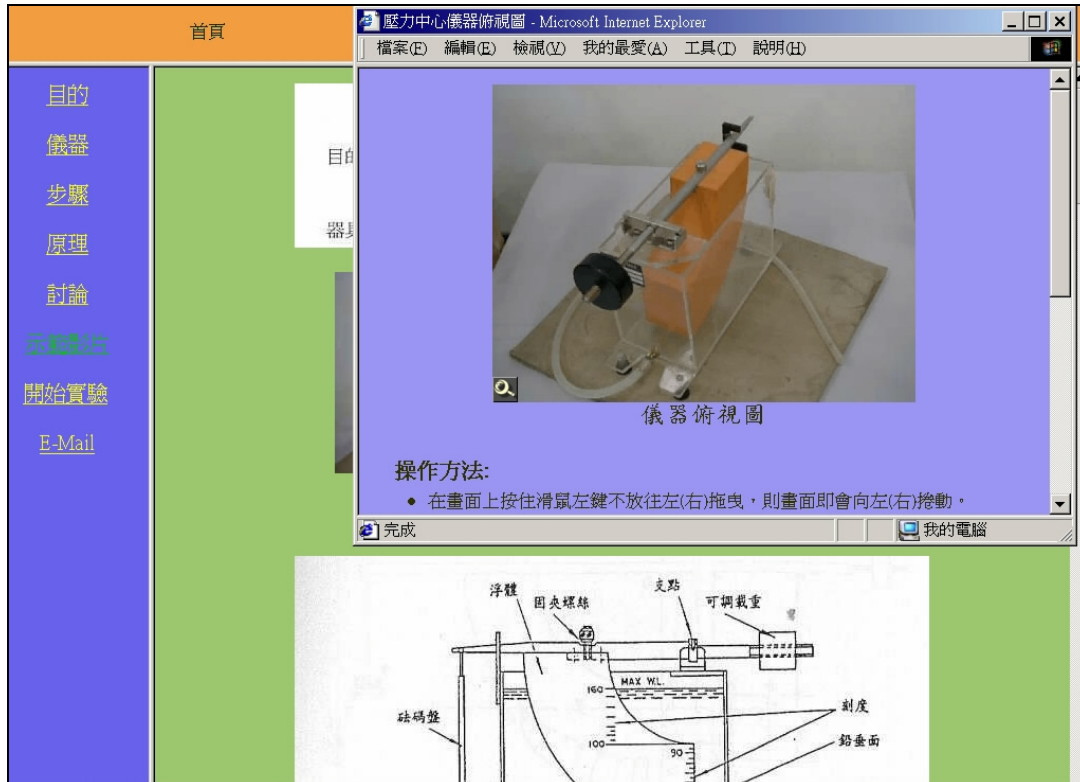


圖 4.6 操作實驗儀器虛擬立體圖部分畫面

同時每一項儀器均有助教實際操作的錄影帶，學生可以點選「示範影片」後反覆觀看(如圖 4.7)。

學生在真的做實驗時，可以點選「開始實驗」，並自預先設計好的表格中輸入其實驗值，軟體會自動檢查學生實驗之好壞，若實驗誤差太大或根本數據錯誤，電腦會自動告訴學生(如圖 4.8)，以確保學生之實驗品質，此軟體以後將與 Excel 相連，提供學生實驗與分析同時進行之功能，達到實驗互動之目的。

而最後一個年度的工作，是在上述立體圖中，加入連接按鈕，學生可調整連接按鈕來當作做試驗時的改變條件，再將此條件輸入模擬軟體，產生模擬結果後，已影片動畫來顯示。

本年度已將所有試驗設備 3D 化，明年將再完成至少一個儀器的模擬與同時試用此教材於流體力學試驗課。



圖 4.7 操作「示範影片」之畫面



圖 4.8 虛擬實驗數據操作畫面

4.2 虛擬材料力學實驗室之建立

實驗課程是大學理工科系中相當重要的教學安排，然而由於現今的大學學生人數眾多，因此常有實驗教學資源不夠充裕的情況：學生常必須利用有限的實驗資源，在有限的時間內將實驗完成。為了達成這個目的，詳讀實驗手冊並撰寫實驗預習報告成為相當普遍的做法。然而從靜態的文字手冊來瞭解所有的實驗儀器與實驗過程，實有所難。學生們常反應即使花了很多的時間閱讀，還是很難想像實際做實驗時的情況。預習過程的困難也成為許多學生消極面對預習報告的原因。整體而言，這種實驗預習方式的成果並不如預期。

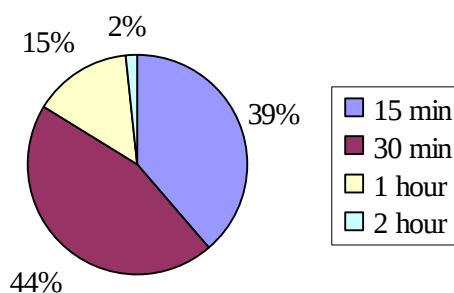
為了讓實驗預習更有效，甚至更有趣，本研究首先進行了一項問卷調查，瞭解學生面對實驗預習報告時的心態。並以材料力學實驗裏

的金屬拉伸試驗為題材，實作了一套幫助學生做實驗預習的互動式實驗教學網頁雛型 (prototype)，供未來規劃電腦輔助實驗預習模式參考。

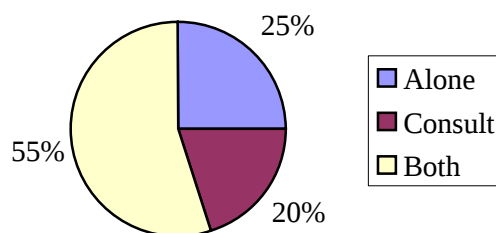
4.2.1 問卷調查

現階段各大學常採用的實驗預習方式是要求學生在進入實驗室之前詳讀相關的實驗手冊，然後寫下內容摘要當作實驗預習報告，並在實驗課程實施前繳交。為瞭解學生做實驗預習報告的心態與相關問題，本研究做了一份簡單的問卷，對台大土木系曾修習過材料力學實驗課程的同學們進行小規模的抽樣調查，共計取得 64 份之有效問卷。問卷統計分析的主要結果如下：

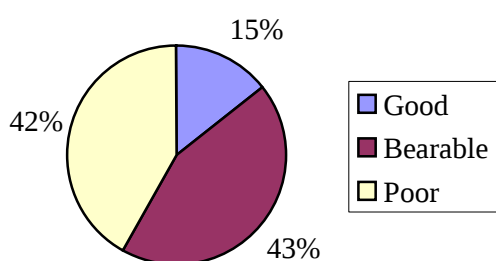
1. 大部分學生都認為實驗預習是必要的，但有 83% 的同學認為目前的預習方式所需花費的時間太長，並大多希望實驗預習能在 30 分鐘內完成，見圖 4.9(a)。
2. 學生撰寫實驗預習報告的方式主要有兩種：第一種為自行閱讀實驗手冊並寫下摘要，第二種為參考學長姐的報告。統計結果如圖 4.9 (b)，顯示大多數同學在撰寫預習報告時都會參考學長姐的報告。
3. 大部分學生都認為目前這種實驗預習方式效果不是很有效或只是普通而已，見圖 4.9 (c)。
4. 學生們多認為如果以電腦多媒體方式輔助實驗預習，重點應放在實驗器材的介紹與實驗過程的展示，見圖 4.9 (d)。



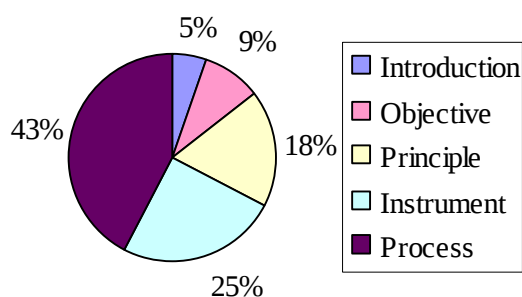
(a) 學生所希望的實驗預習時間



(b) 學生撰寫實驗預習報告的方式



(c) 學生認為實驗預習的效果



(d) 學生認為實驗預習的效果

圖 4.9 學生面對實驗預習報告相關問題之問卷調查結果

4.2.2 文獻回顧

關於實驗教學的電腦化，截至目前已有許多解決方案被提出，不過我們把著眼點放在有關實驗器材、及實驗過程的教學上。在這個方面，有以虛擬實境方式來構建的，如 Fang et al. 在 1998 年所發表的 Virtual Machining Lab：以頭載沉浸式螢幕及操作手套來做儀器操作之教學與訓練。這是相當擬真的決解方案，但缺點是構建成本過高，普及性較低。有以 Video 來做儀器操作教學的，如 Chevalier et al. 在 1999 年所發表的 Interactive Multimedia Labware。另外亦有以 3D 繪圖技術來製作虛擬儀器的，如 Zhu et al. 在 2001 年所發

表的 Virtual Laboratory，這種做法的優點是能將實驗儀器立體化地呈現出來，缺點是要進一步增加互動性功能的時候較具技術難度。

虛擬儀器的實作在實驗教學上是必要的，因為 learning-by-doing 是技能訓練學習較好的方式之一(Anido et al., 2000)。

4.2.3 電腦輔助預習系統之需求

整合以上問卷調查及文獻回顧的結果，我們擬定了以下的基本需求。

1. 互動性與趣味性。傳統的實驗手冊是靜態的，而電腦多媒體是動態的，我們希望同學們可以在充滿互動性與趣味性的系統中進行學習，這是圖文手冊較難達到的。
2. 省時有效。我們希望這個系統是省時而有效的，甚至不用再撰寫實驗預習報告就能保證同學們的學習成果。
3. 製作高互動性的實驗虛擬儀器以強化實驗器材與實驗過程的表達。這是實驗預習輔助系統中最重要的部分，也是學生們對電腦輔助工具最為期待的部份。我們希望能實作出較低成本但具高互動性的實驗虛擬儀器。

4.2.4 電腦輔助預習系統之設計與開發

本系統之教學內容主要參考台灣大學土木系之”材料力學實驗手冊”(台灣大學土木工程學系,1999)與 Gere and Timoshenko (1997)之”Mechanics of Materials”教科書編寫而成。以下是材料力學實驗電腦輔助預習系統之主要設計與實作成果的介紹：

1. 以半遊戲的方式帶動整個預習的過程。

進入實驗預習網頁會看到如圖 4.10 的畫面。左上方顯示實驗標題；右上方記錄實驗預習得分 (score) 及闖關者之生命值 (life)。預習得分設計的目的在於取代原本撰寫實驗預習報告的成績評分，在系統的進行中會有幾個評分點，只要學生認真學習便可獲取該有的分數，這是一個比較公正而且具有激勵性的方式。生命值的設計則在於防止學生走馬看花，若預習表現不佳，系統會扣該生命值；若減至 0 則必須重新開始。右下角設計了一個小助教，提供必要之提示；中央則是主題畫面，意味進入實驗室前必須通過數個關卡。當學生點入某一關卡時會顯示相關的主題，如圖 4.11 所示。

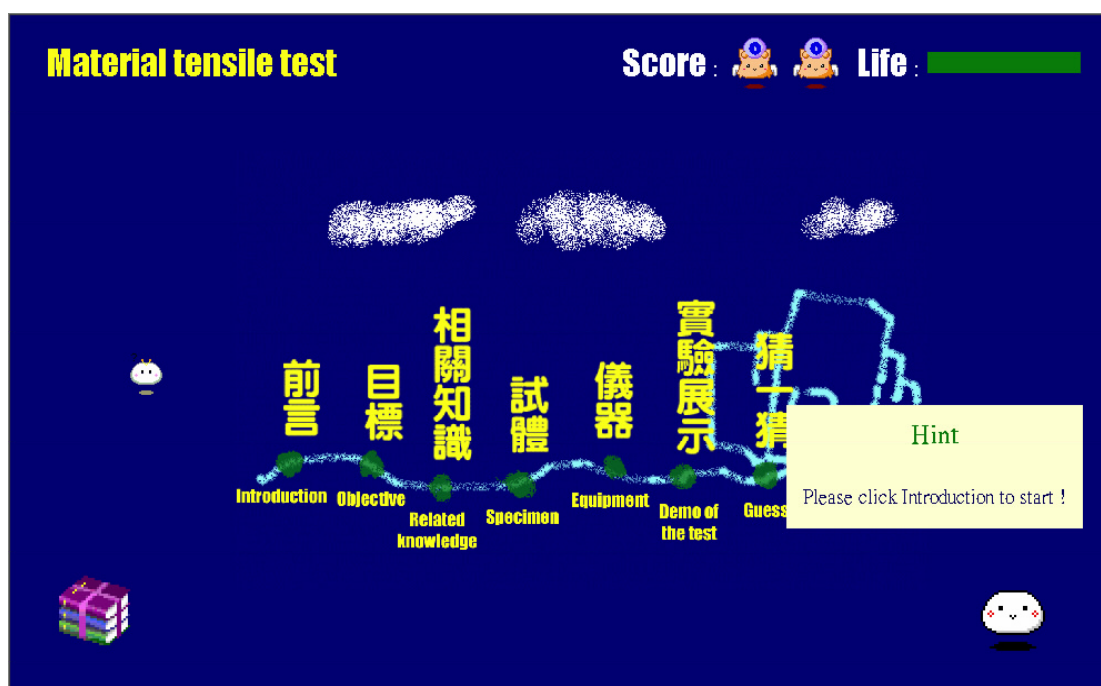


圖 4.10 實驗單元進入畫面

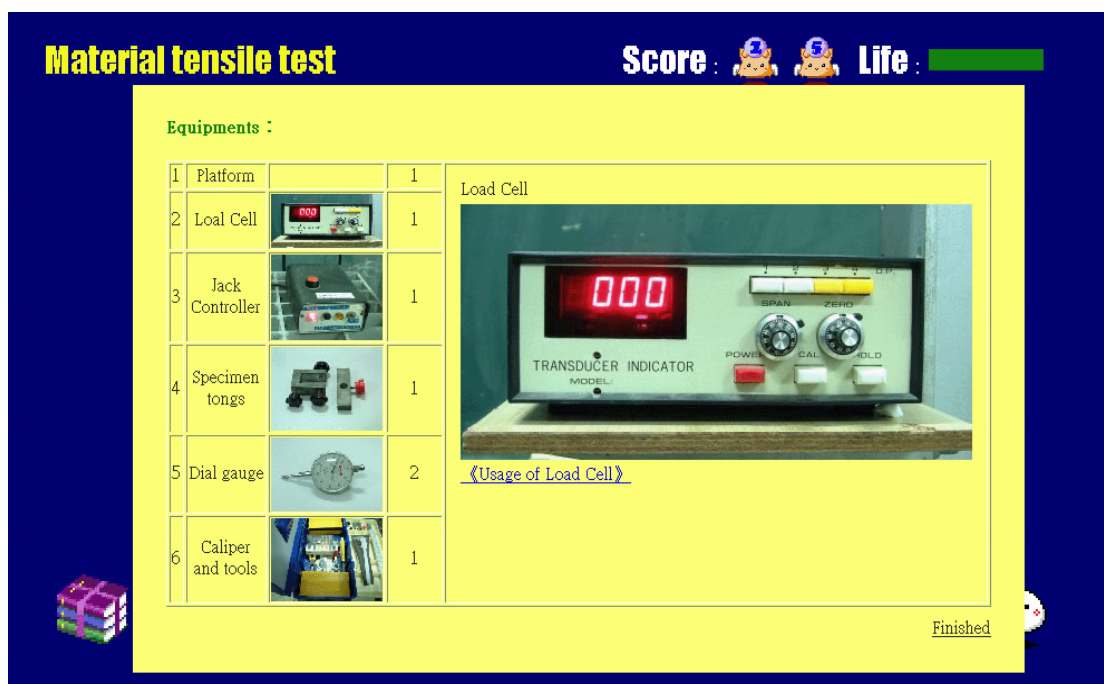


圖 4.11 關卡主題 - 實驗器材

2. 以測驗試題確保及評量學習成效

當學生閱讀學習完每一關卡主題後，可以點『看完囉』進入通關測驗，如圖 4.12 所示。在通關測驗中會問一兩個關卡主題中之要點，如果學生答對，即可得到通關分數並可到達下一關卡；如果答題錯誤，則會被減生命值並被要求重新閱讀該關卡主題，以防止學生忽視關卡內容。

3. 以豐富的多媒體與互動式虛擬實驗儀器元件提高學習興趣與效果

我們將教學 Video 與互動性虛擬儀器整合，以達成「邊做邊看」式的實驗教學。在教學 Video 與互動式虛擬實驗儀器（將在稍後進一步說明與展示）之協助下，讓學生能以最直覺的方式了解實驗儀器操作與實驗過程（如圖 4.13 及圖 4.14 所示）。



圖 4.12 通關測驗

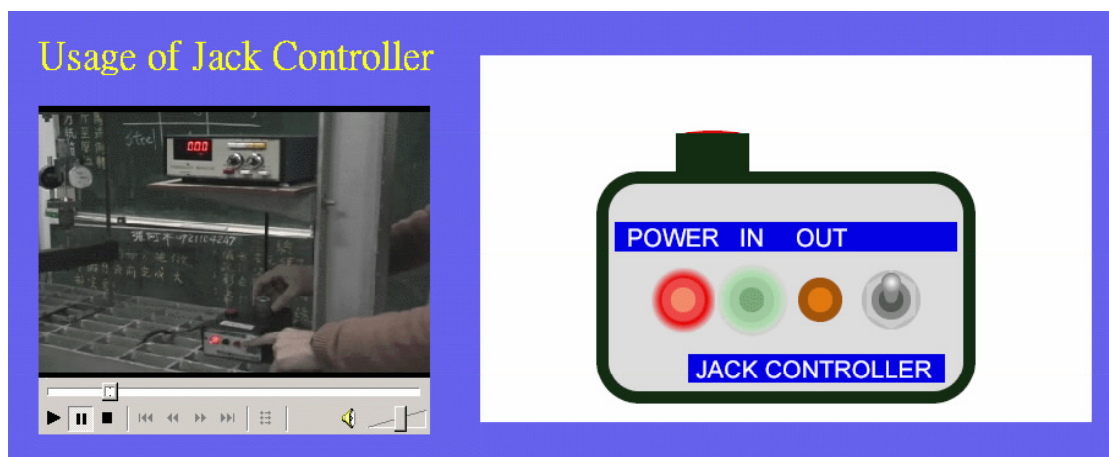


圖 4.13 教學影片與互動式虛擬實驗儀器搭配教學 - 荷重控制器

Installation of platform



Attention:

1. One must pay attention to screw bolt into at least a diameter of the bolt.

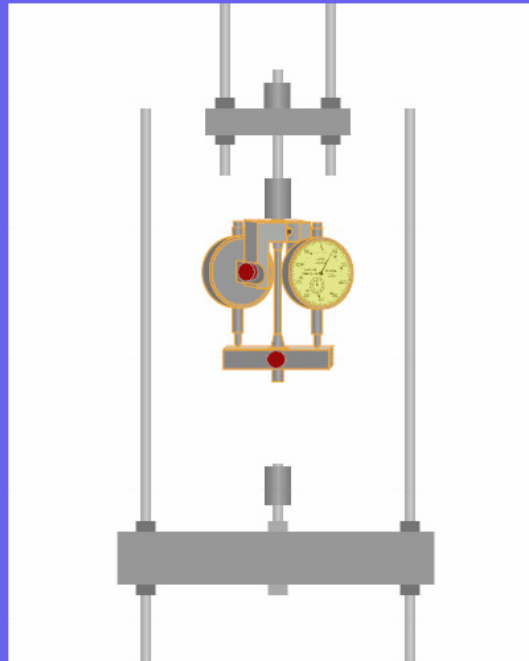
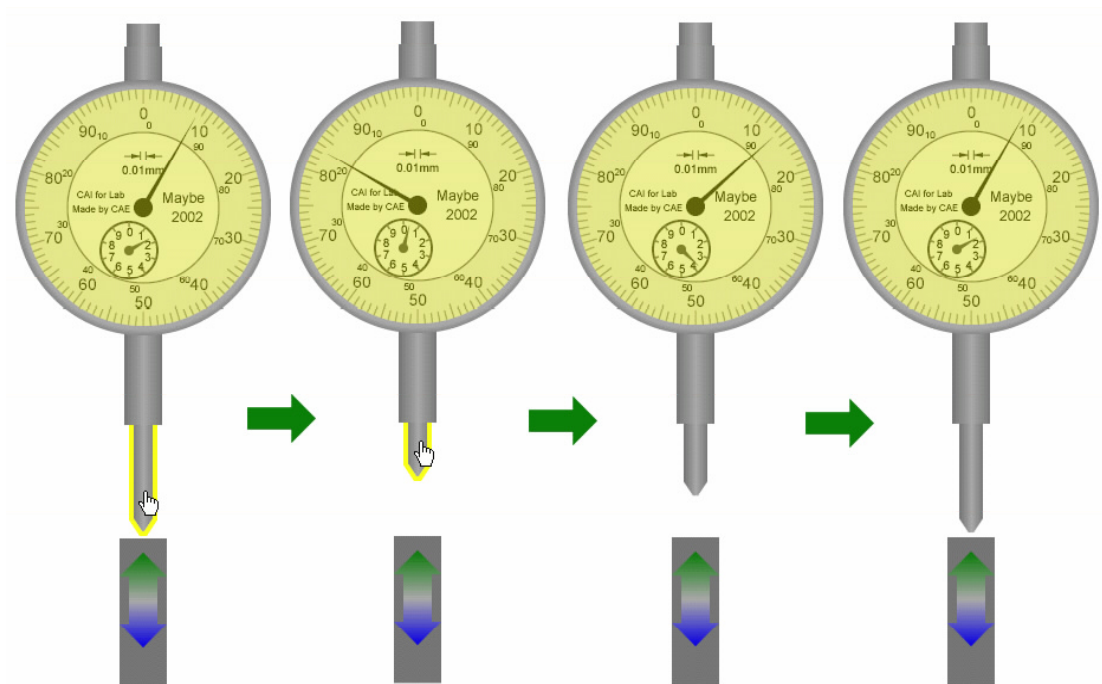


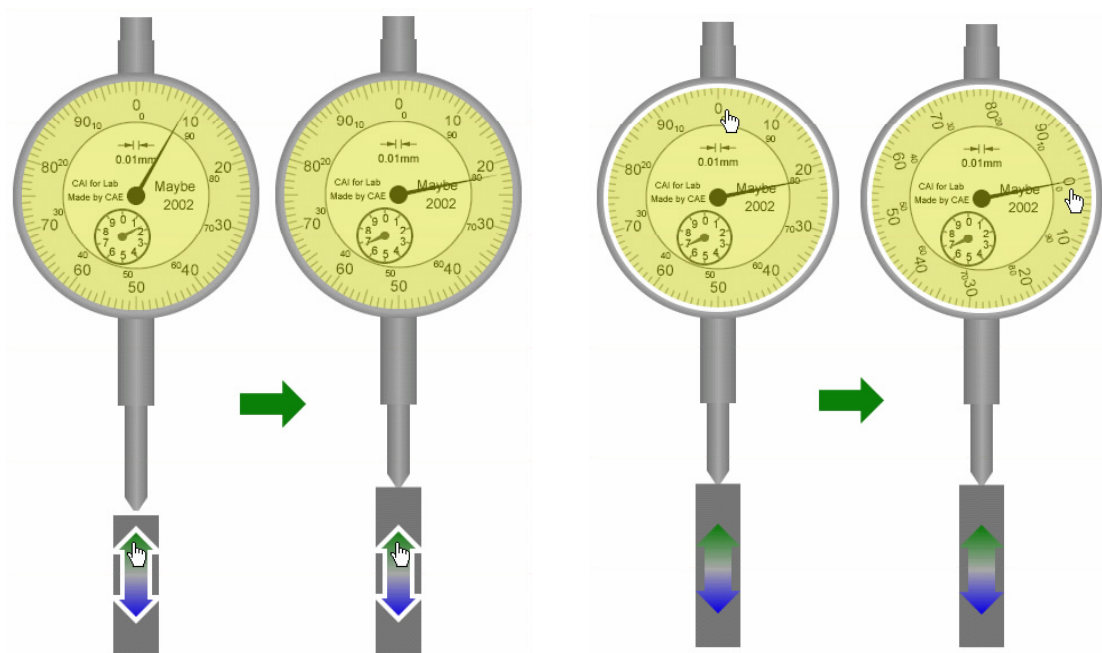
圖 4.14 教學影片與互動式虛擬實驗儀器搭配教學 - 試桿組上架

在這個雛形實作中，我們製作了 6 組輔助瞭解實驗儀器操作與實驗過程的互動式虛擬實驗儀器，現分述如下：

1. 測微計（如圖 4.15 所示）：測微計是用來測量微小長度變化的儀器。常讓同學們困擾的是測微計刻度盤上一刻度代表多長？以及指針所指的數據為何？此虛擬測微計可讓同學們以滑鼠調整刻度盤及測針，儀器的大小指針會隨著學生的操作而反應，同學們可以學習正確地讀取測微計之方法。



(a) 活動測針



(b) 可移動之測物

(c) 轉盤

圖 4.15 活動式虛擬儀器製作 - 測微計

2. 試桿組裝 (如圖 4.17 所示): 實驗中, 試桿需和試桿夾具及兩個測微計組裝起來, 零件眾多, 組裝過程難以用文字表達清楚。在虛擬實驗室中, 同學們可以滑鼠點選並移動虛擬元件練習組裝, 體驗正確的組裝方式及過程。組裝好的試桿組如圖 4.17(d)所示。

3. 試桿組上架（如圖 4.14 所示）：在試桿組裝完成後須上架，這組虛擬實驗儀器元件可幫助同學們瞭解上架的操作與流程。

4. 荷重計（如圖 4.16 所示）：荷重計在材料拉伸試驗中，主要被用以測量作用於試桿兩端的拉力。透過虛擬荷重計，同學們可以習得相關按鈕的功能及歸零操作方法。

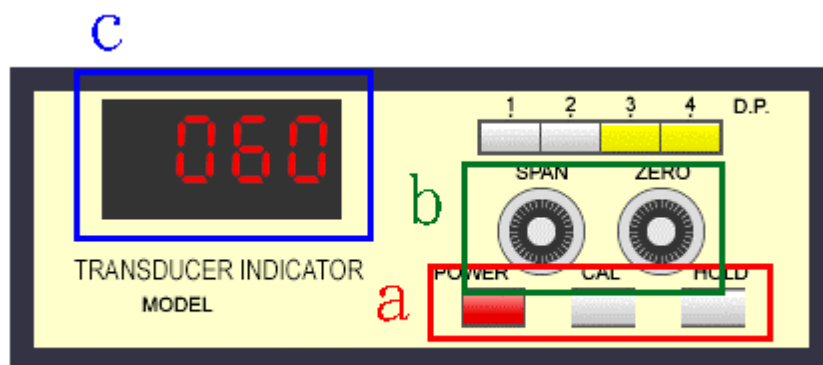
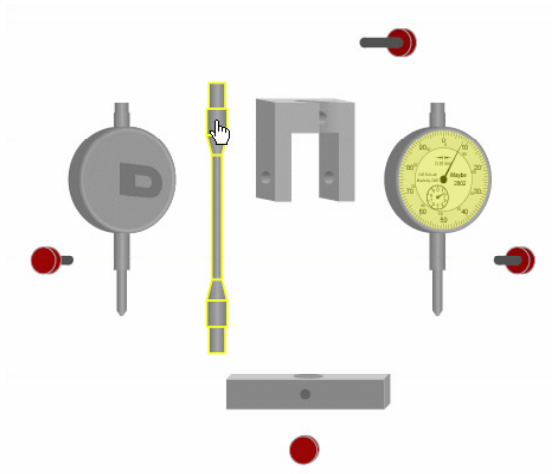


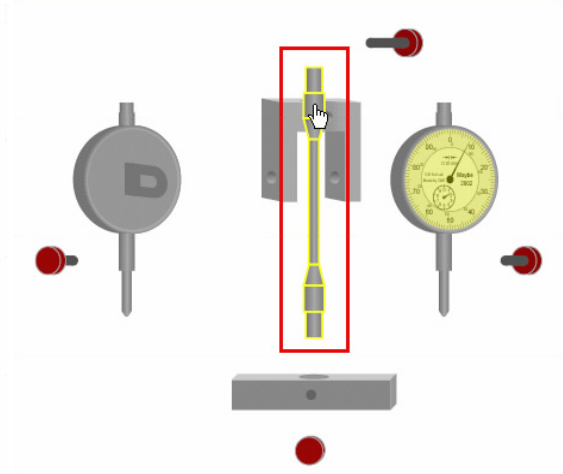
圖 4.16 面版式虛擬儀器製作 - 荷重計。 a. 按鈕 b. 旋鈕 c. 數據顯示區

5. 荷重控制器（如圖 4.13 所示）：荷重控制器主要被用以控制試桿拉伸時的加壓與減壓。在虛擬控制器上，同學們可以學習如何切換加減壓及瞭解相關燈號之意義。

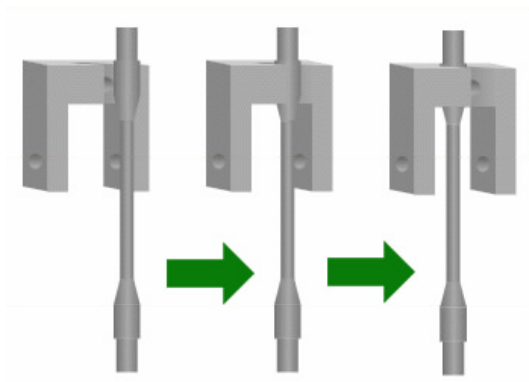
6. 虛擬拉伸試驗：最後將所有的虛擬實驗儀器組合起來，並開始拉伸試體，計錄數據。



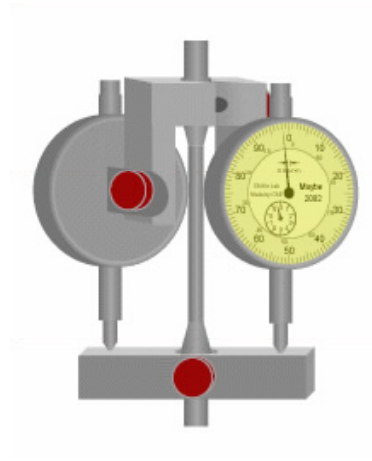
(a) 以滑鼠拖曳試桿



(b) 拖至感應區



(c) 自動展示較細微之組裝



(d) 最後組裝完成的結果

圖 4.17 組合型虛擬儀器製作 - 試桿組裝

4.2.5 互動式虛擬實驗儀器的實作方式

在本研究中，所有的虛擬實驗儀器係以 SVG 技術實作。SVG (Scalable Vector Graphics, 請參考 <http://www.w3.org/TR/SVG/>) 是一種以 XML 為格式的幾何圖形描述語言。SVG 對滑鼠事件有很完整的支援，搭配 ECMAScript(JavaScript)，可以滿足我們對互動性的要求。另外，Adobe 公司亦提供免費 SVG Viewer，可 Plug-in 於 IE 瀏覽器中使用 (<http://www.adobe.com/svg/viewer/>)

install/main.html)，是一個低成本的工具。因此我們嘗試以 SVG 來實作互動式虛擬儀器。

雖然 SVG 只是一個 2D 的圖形描敘語言，但只要依儀器的立體結構投影圖去畫，再加上一些漸層特效，就能繪出令人滿意的立體效果。而在事件方面，在 SVG 裏所描述的幾何形狀，都可以接收滑鼠事件。以下簡介 3 類互動式虛擬儀器的實作。

1. 活動式虛擬實驗儀器。以測微計為例，此裝置聽取滑鼠事件的部分有轉盤、測針、及測微計下的圓柱體。轉盤接受滑鼠的拖曳事件，並隨之轉動。測針亦接受滑鼠按下及拖曳的，以模擬學生以手指觸碰測針情況，此時大小指針跟著轉動。當放開測針的時候，測針如實際情況一樣，會緩緩恢復原狀。測微計下的圓柱體並非測微計的一部分，但如果按下圓柱體上的上下鈕，圓柱體會以微細的移動來壓觸或放鬆測針，以利學生觀察微小長度變化時指針的轉動。如圖 4.15 所示。

2. 面版式虛擬實驗儀器。以荷重計為例，有按鈕、轉鈕、及數據顯示區。按鈕接收滑鼠的按下事件，轉鈕接收滑鼠的拖曳事件，然後用 Script 控制應有的數據顯示。如圖 4.16。

3. 組裝式虛擬實驗儀器。以試桿組裝為例。組裝性互動式元件的開發是比較具有困難度的。因為零件會移動、零件與零件間有相互關係、組裝是在 3 度空間中發生的、且組裝有次序性。我們的作法是取一個較好的觀察面，然後以半操作的方式來完成互動性實作。所謂半操作是說我們並沒有讓使用者完成較精準的組裝動作，因為這在實作上頗

具難度，取而代之的是使用者只要把零件用滑鼠拖曳到組裝的地點及可，然後由系統自動呈現較精準的組裝動作。組裝地點是一個感應區塊，當零件被拖曳進感應區時，就會被吸入並自己完成組裝步驟，否則該零件會回到原來的位置。至於組裝順序，則是藉由個各控制感應區的開啟與否來主導組裝流程。如圖 4.17 所示。

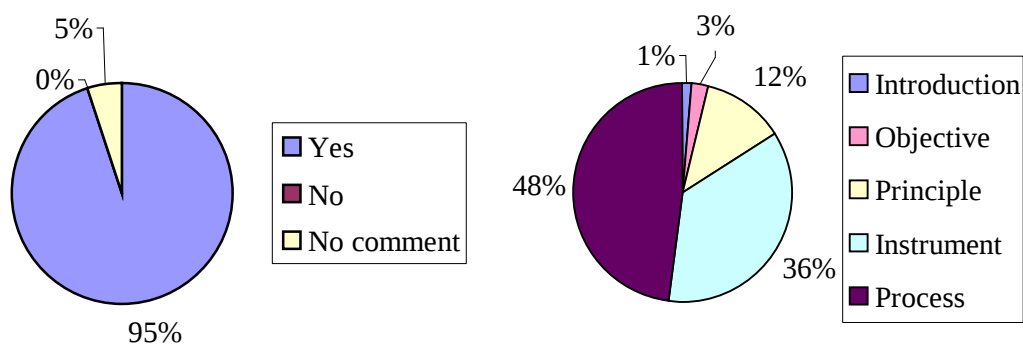
4.2.6 成果評估

本研究設計並實作了一個富有趣味性與高互動性的材料力學實驗電腦輔助預習系統雛型，來幫助學生們充份瞭解實驗儀器之操作及實驗過程。整體而言，此套電腦輔助實驗教學預習系統，可達到下列的效果：

1. 使實驗的預習準備具趣味性，這與閱讀傳統的實驗手冊有截然不同的感覺與效果。
2. 可以縮短預習時間。根據本研究之實驗，操做一個完整的實驗預習單元只需約 20 分鐘。
3. 擬真的儀器操作與實驗過程體驗可以彌補原本圖文手冊的不足。
4. 預習的成績有比較客觀的依據，看得愈多，操作得愈多及正確率越高，分數也愈高。

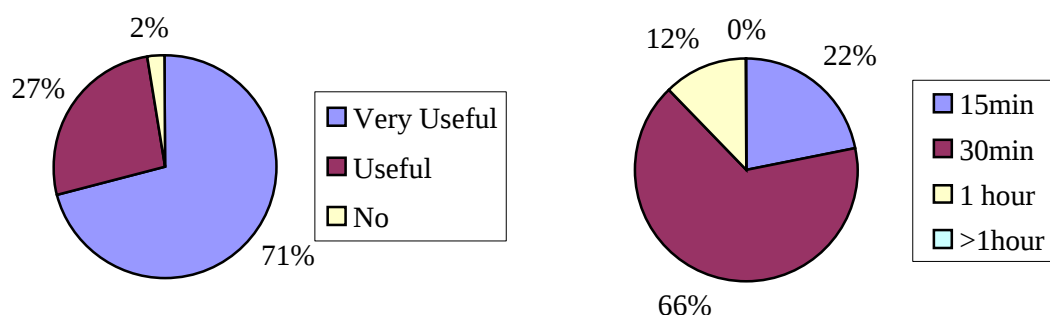
本系統完成後，針對台大土木系三年級學生進行一次系統評估的問卷調查：有 95% 的同學滿意這種實驗預習方式(如圖 4.18(a) 所示)，並覺得有趣及有效。另外，傳統做預習的方式難以顯示實驗儀器與實驗過程，在本系統的輔助之下有 36% 的同學認為實驗儀器的部分對他們的幫助很大，48% 的同學覺得實驗的過程對他們的幫助最大(圖 4.18 (b))。在此系統的輔助之下，有 71% 的同學認為，在此系統的輔助之下，更容易瞭解實驗與相關學門之間的關係(如圖 4.18

(c))。88%的學生在此系統的輔助之下，能在 30 分鐘之內掌握實驗的精神與方法(如圖 4.18 (d))，顯示此系統與傳統手冊之間相比較所帶來之效益。將來若能實做完成整套電腦輔助實驗預習系統並於教學中應用，預期應可有效提高實驗預習成效及提升實驗課程品質。



(a) 上網做預習比傳統方式更有效率

(b) 哪一個部分幫助最大



(c) 明白實驗與相關學門的關係

(d) 多久能掌握實驗的精神與方法

圖 4.18 回饋問卷

第五章 互動性教學元件設計與評估

在工程力學或工程數學的學習中，如何適時地運用數位媒介，提供教與學所需的軟體工具，為本計畫之研究重點。工程力學和工程數學所需的軟體工具主要在提供適當的輔助教材，使學習者能反覆練習。另外在面對繁複運算時，這些軟體工具適時地代勞，讓學習者更能進一步掌握問題的大方向。

目前在網路上雖然已經有與工程力學相關的教學網站，但在教學內容的呈現上往往是靜態的、平面的。由於工程力學裡常有許多分析與邏輯推理的計算作業，是需要高互動性的實驗操作與動態解析才能滿足學生學習的需求，而靜態與平面的教學內容亦無法完全發揮網路學習的優點。所以本章針對工程力學的部分單元所需之互動性教學元件進行初步設計與實作，並將學習者使用這些元件的狀況進行評估。

本章發展的教學元件包括：引導式例題元件、互動式動畫範例元件、概念地圖學習元件、線上筆記元件、互動式例題元件、整合式影音教材元件。

5.1 引導式例題元件

● 設計理念：

工程力學課程的單元與單元之間具有高度連貫性與相依性，學習者在學習過程中如果有產生疑惑並無法立即解決，則必然會影響後續單元的學習，因而降低學習效果，無法達到預期的教學目標。

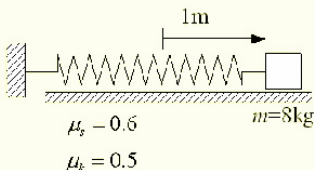
進行學後練習解題是用來評估學習者學習效果的方法之一。進行學後練習解題時，如果學習者在學習的過程中已建構起解題流程與觀念，對於工程力學問題便能迎刃而解，達到教學目標，反之亦然。為了幫助學習者建構解題流程與解決學習時的困惑，在解題的過程中給予觀念引導以幫助學習者釐清題目的環節，進而解決在學習過程中所產生的學習困惑是一個可行的構想。尤其在工程力學的題目裡，學習者往往只是一個觀念或是思考產生瓶頸而造成解題障礙。在學習者求解工程力學相關例題的過程中，若能適時提供協助了解題目某個環節的觀念以建構解題邏輯與流程，對於學習成效應該是相當有幫助。

引導式例題元件之目的在於以預先設計過的例題供學習者練習，在練習過程中產生解題上的困難、或是答錯的時候，可給予適當提示或藉由問答的方式引導學習者思考，使學習者能夠思索出解題的關鍵並建構解題的流程步驟與熟練解題技能。

● 設計方法

此元件主要目標是讓學習者無論在哪個解題步驟停頓，都能獲得適切的協助，提供學習者多元管道進行例題求解。例如：觀念清楚的學習者可以直接輸入答案，進行下一個小題；觀念較不清楚的學習者可以點選「觀念引導」的按鈕，接受本元件所提供較為詳細的問題引導。學習者藉此可思索出基本觀念，並以基本觀念組合來求解例題。引導式例題元件之操作畫面如圖 5.1 所示。

Component 1
HELP



圖示為一個繫於彈簧之物體，已知彈簧常數 $k = 200 \text{ N/m}$ ，物體質量 $m = 8 \text{ kg}$ 且與地面之靜摩擦係數為 $\mu_s = 0.6$ ，動摩擦係數為 $\mu_k = 0.5$ 。現用手將該物體往右緩緩移動使彈簧伸長 1m ，然後突然釋放，則該物體將做來回運動，最後靜止不動。假設重力加速度常數 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，試問：

Question :

- ☐ 運動過程中速度之最大值為？(m/s) 已解完
- ☒ 運動過程中彈簧最大壓縮量為？(m)
- ☐ 到靜止不動時，該物體共走了多少距離？(m)

請輸入答案 輸入答案

需要幫助嗎？ 觀念引導

Dynamics

圖 5.1 引導式例題元件之部分畫面

5.2 互動式動畫範例元件

● 設計理念：

過去大多的學習方式是透過教學者在黑板上書寫、繪圖，而學習者則參考書本來學習，但這種平面、靜態的教材媒體並無法滿足需高度使用動態模擬的科目(如工程動力學等)在傳授觀念原理上的教學需求。因此，若有動畫來輔助教學，應該可以加深使學習者的印象並提高學習動機，增進教學成效。

教學動畫的優點在於彌補靜態教學媒體的不足，但是一般教學動畫的缺點是缺乏互動性的單向播放，在教學動畫腳本的編排不當、教學內容含糊不清或是缺乏教學者在旁解說的情況下，容易造成學習者對教學內容產生誤解而無法達到教學目標。所以增加教學動畫的互動性可以輔助解說教學動畫所要傳達的知識概念與內容主題，使動畫的教學更具豐富與彈性。

● 設計方法

此元件主要目標是藉由教學動畫來呈現在一個物理系統中，各個階段能量變化的情形。以動畫的方式來呈現知識觀念比較容易被學習者吸收，但必須適時產生說明文字來輔助教學動畫的知識傳遞才不會忽略某些動畫不易表達的重要觀念細節，這是互動式動畫範例元件在使用上相當重要的一部分。

本元件利用文字對話框與使用者互動，在學習者需要提示的時候，會出現說明的文字介紹。如圖 5.2 所示，當使用者按下「繼續」後，動畫會繼續撥放，使用者可以使用自己的步調，更有效率的學習。



圖 5.2 互動式動畫範例元件之部分畫面

5.3 概念地圖學習元件

● 設計理念：

概念構圖(concept mapping)由美國康乃爾大學的教授 Joseph D. Novak 及其同僚所發展，是利用概念圖(concept map)來表示關於知

識主題結構的一種過程 (Novak and Gowin 1984)。概念圖由概念節點(concept nodes)和概念間的連接語(relation links)所組成，兩個概念節點和節點間的連接語則構成命題(proposition)。某些概念在概念圖中以階層(hierarchy)的關係存在，屬於一般性、概括性的概念在上層，而一些較特定、較具體的觀念則在下層，處在最下層的則是最具體的範例。

概念構圖法符合知識表徵理論、知識建構論、以及有意義學習說，可以促使學習者反省、組織、重整學習者已知的概念與新知識，並幫助學習者瞭解知識主題的內容。同時，概念圖表達的是教學概念與概念之間的關係，因此概念圖可作為評量學生成績及反映學生知識結構的依據。概念構圖是目前科學教育界及心理教育界應用頗為廣泛且效果普遍被肯定的一種教學、學習與評量的策略。

概念地圖在傳統上是使用紙筆作為工具，但在網路與多媒體技術的輔助之下更能發揮概念地圖教學的特色。以網路技術為基礎的概念地圖學習元件，可供學習者進行遠距或是非同步的學習方式(如：合作學習、同儕互評等)。但概念地圖教學方式在推動上主要所遭遇的困難為工具的流通性不足。雖然目前產業界推出不少軟體工具可以用來構築概念地圖，但學習者皆需額外購買安裝，因此軟體工具使用的便利性與使用授權費用成為概念地圖教學工具推行的阻力。

本節所提及的概念地圖學習元件是以簡單、直覺為原則，並在不需安裝其它軟體工具的前提下，讓學習者操作與了解概念構圖。

SPIDER Concept Maps

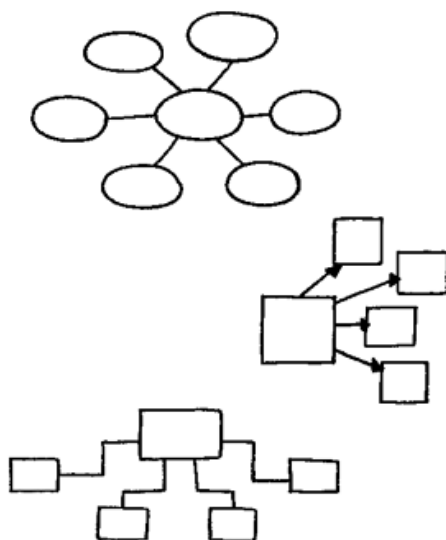


圖 5.3 概念地圖範例 (Novak and Gowin 1984)

● 設計方法

此元件主要目標是讓使用者嘗試使用概念地圖來學習工程力學的知識觀念。一般工學院的學生可能較少機會接觸概念地圖來做為思考或是學習的工具，因此本元件分成兩個部分：(1)供使用者建立自己的概念地圖 (2)呈現教師所建立的動畫概念地圖。使用者可以藉由建立自己的概念地圖過程中，透過排列工程力學各概念的相對位置關係，並加上適當的連結來了解使用概念地圖學習工具所產生的知識結構。

對於某些比較抽象的特定概念，以圖像或是教學動畫來呈現教學內容較為合適，因此本元件最後所呈現的概念地圖，是利用動畫來表示末梢的子節點，學習者只要將滑鼠放在該節點上，對應於該節點的動畫就會自動撥放，如圖 5.4 所示。

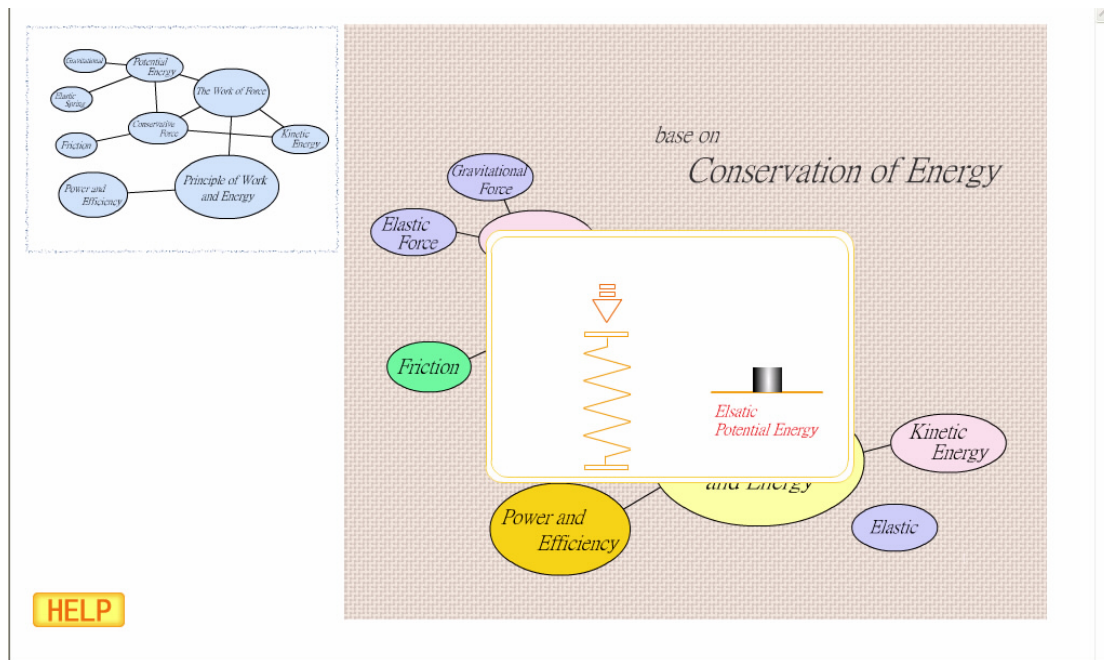


圖 5.4 概念地圖學習元件之部分畫面

5.4 線上筆記元件

● 設計理念：

隨著網路的發達，不但使資訊的取得越來越容易，也漸漸改變了許多人的學習習慣與取得資訊的方式。在傳統學習或吸收資訊時，許多人習慣在紙上或書本上加上自己的註記，這樣的做法可以在原有的資訊裡加上更多新的或是相關的資訊內容，使得筆記內容更為豐富與具有個人化的特色。反觀現今的網路環境，面對龐大的教材內容時，使用者大多只能瀏覽而已，這樣的環境無形中卻限制了學習者的行為。所以若能在教材網頁裡加入註記的機制，讓經常習慣做筆記的學習者也能在學習的過程中任意的在網頁上加入自己的筆記，在離開網頁時將學習者所加入的筆記存進伺服器資料庫，在使用者下次進入該網頁時再從資料庫裡提取出來，並即時呈現。如此一來學習者便可客

製化自己的學習教材，並可進一步提供分享機制等，進而改善現存網際網路學習環境的缺點。

線上筆記與傳統紙上註記各有優缺，紙上註記以手寫來記錄訊息，不但直接，且可增加印象，但缺點是資料內容不易交換與分享且長久保存困難；網路註記的優點則是容易分享、應用層面廣。缺點是初期較不如傳統手寫記錄來得直接有效率。雖說各有優缺，但線上筆記在輔助教學上，卻存在著應用的潛力。應用於教師面，教師可以利用註記增加教材的價值，不同教師亦可讓同一份教材呈現出不同的教學風格；應用於學生的學習上，學生使用註記除可以幫助自己增加對教材、資訊的了解外，也有許多不同的應用方式如翻譯、超鏈結等。

● 設計方法

此元件主要目標是提供學習者線上筆記的機制以增加學習者的學習成效。本元件除提供學習者線上筆記的機制之外，更以逐步引導的方式，讓學習者逐漸習慣線上筆記的功能(如：畫重點、加入筆記文字、儲存等)，如圖 5.5 所示。

Ctrl+1: 選取
Ctrl+2: 劃線
Ctrl+3: 註記
Ctrl+4: 存檔
Ctrl+Del: 刪除

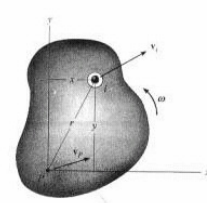
動能

考慮下圖所示之剛體，代表一厚板在慣性x-y參考平面上運動。物體上第*i*質點的質量為 dm ，與任意點*P*之距離為*r*。若在圖示之瞬間質點的速度 v_i ，則此質點的動能為 $T_i = \frac{1}{2} dm v_i^2$ 。物體上其他各質點的動能可用相同的式子表示，將各結果積分，則整個物體的動能為 此處很重要

123

$$T = \frac{1}{2} \int dm v_i^2$$

T代表動能



將 v_i 以P點速度 v_P 取代，此方程式可寫成另一型式。若物體角速度為 ω ，則從上圖得

圖 5.5 線上筆記元件之部分畫面

5.5 互動式例題元件

● 設計理念：

相對於互動式動畫範例的動畫呈現觀念，互動式例題主要的功能是以參數式的模擬實驗來讓學習者了解不同參數之下所產生的結果有何不同。藉由調整實驗參數的方式，經由電腦運算過後，模擬出實際可能發生的情況，於是學習者便可觀察參數與實驗結果間的關係，因而對於類似情況的實際案例有更深的認識與體會。

根據第二章的統計發現，許多的學習者認為在學習工程力學時，如果有虛擬力學實驗室的輔助工具將有助於學習。互動式例題提供學習者自行調整參數，且可立即計算結果並反應出不同的物理現象。此機制相當於簡易的虛擬力學實驗室供學習者實際操作，並從做中學來加深學習印象，因此對於學習者對工程力學的學習具有良好的學習成效。

● 設計方法

互動式例題元件主要目標是借由趣味性的腳本設計強化學習動機並配合互動式的例題供學習者靈活運用工程力學的觀念以達到教學目標。本元件的腳本設計試虛擬一個任務的方式進行，學習者需依照題意並靈活運用工程力學的各種觀念來調整動畫的參數來改變動畫的結果，並進而培養求解分析類似例題的能力，如圖 5.6 所示。

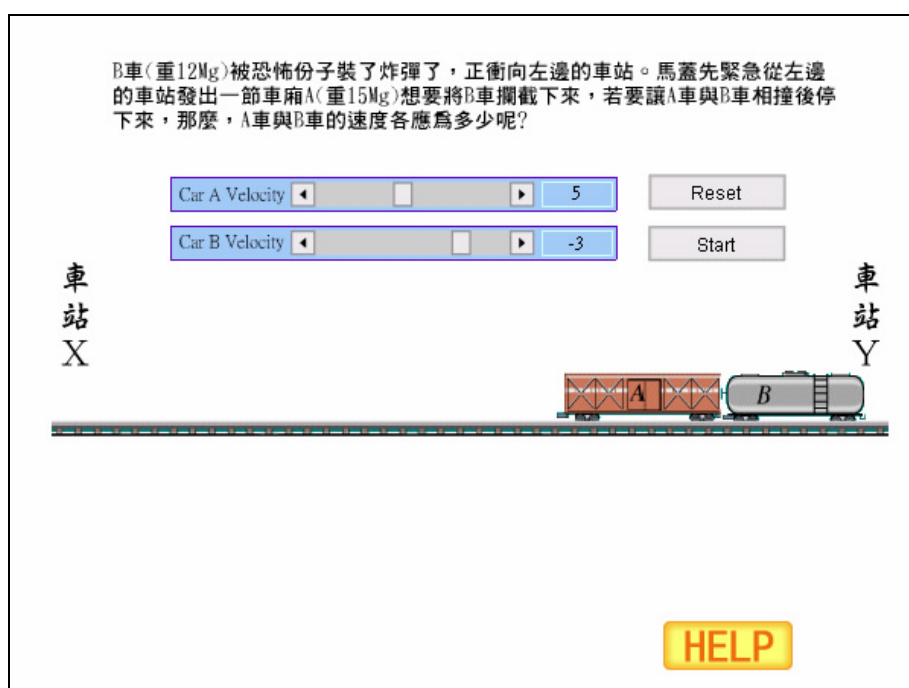


圖 5.6 互動式例題元件之部分畫面

5.6 整合式影音教材

● 設計理念：

數位影音教材因具有記錄完整教學資訊的特性而成為重要的多媒體教材，並隨著網路頻寬的增加與資訊技術的成熟使數位影音教材可以容易的整合其他類型的教材以增加教學成效。

整合式影音教材乃是指整合線上影音串流、簡報文字與超連結文件的教材，可以突顯以上三類教學媒體的優點並完整整合文字與影音提供更為豐富的教學內容。線上影音與教材的整合技術已經非常成熟，本元件以工程動力學的相對速度單元課程做為教材內容，結合業界上市之產品來實際發展整合式影音教材。

● 設計方法

此元件主要利用訊連科技所生產的串流大師產品來編輯整合工程力學的簡報文件檔案與授課教師上課的實際錄影，製作出可以於網路上閱覽的整合式影音教材。學習者於畫面左上方的撥放器觀賞授課教師的實際教學，並配合於畫面右方的筆記文字或是授課教師的講義來學習工程力學的課程內容。整合式影音教材的簡報文件並可隨著動畫影片的撥映而自動更替，可供學習者專注於教學影片及內容。

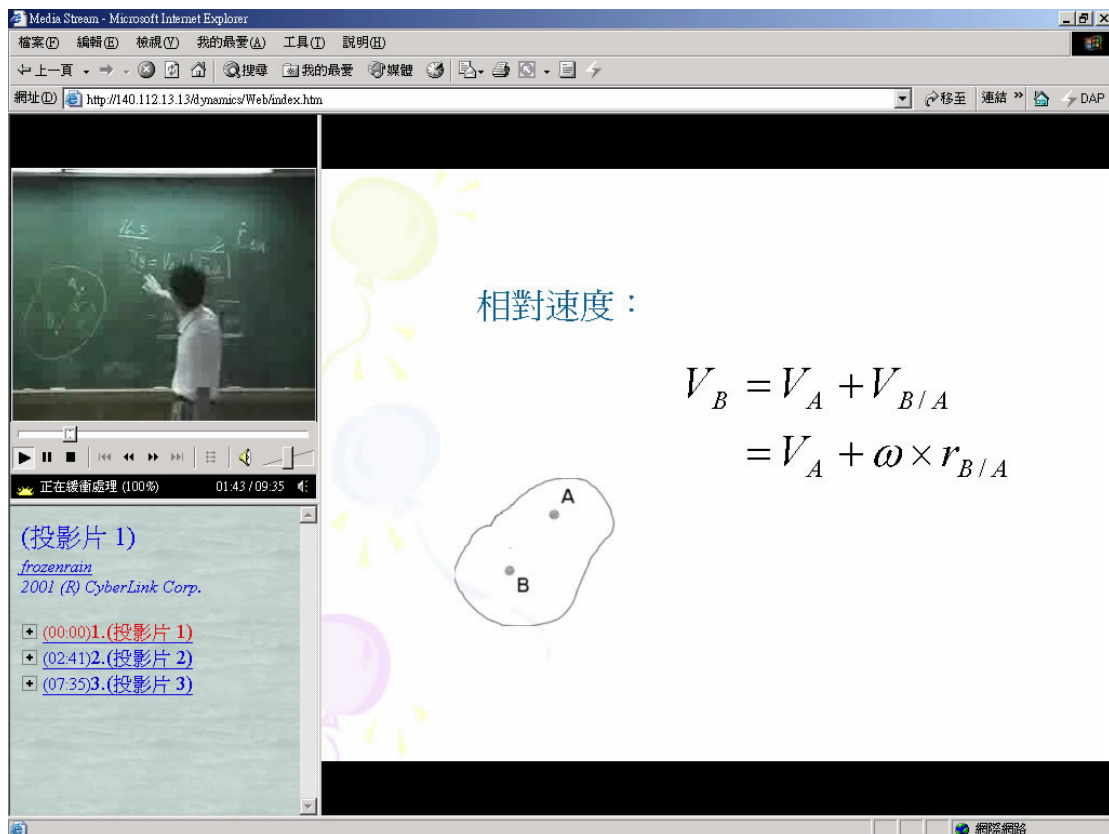


圖 5.7 整合式影音教材之部分畫面

5.7 成果評估

5.7.1 評估方法

本研究建構一小型實驗平台，用以評估各種不同元件對於動力學學習上的輔助效果，實驗對象為台灣大學土木系一年級學生。

於各元件開始測試使用前，皆有一目的說明，在使用各個元件之間，亦有說明文件可以查詢。整體設計的目標為：使用者能夠直覺的使用各個元件，並且思考該元件是否能輔助學習。因此在部分元件中加入了引導的步驟，輔助受測者進行各個測試。

於每個元件使用完成之後，針對每個元件所預期達到的效果提出問題，以確定各元件所達到的效果於實際上的結果，如圖 5.8 所示。各元件所提出的問題如下：

- 引導式例題：各步驟間連結是否暢通？有發揮引導的效果嗎？
- 互動式動畫範例：元件能充分傳達所教學的內容呢？
- 觀念地圖：對於一個不熟悉的材料，觀念地圖有助於學習嗎？觀念地圖有助於整體觀念的了解嗎？動畫有助於了解各觀念嗎？
- 線上筆記：個人註記能夠提升互動性嗎？對於新的閱讀材料，使用類似的功能能夠幫助學習？
- 互動例題：類似的例題表現方式可以增加學習興趣？
- 整合式影音教材：整合式影音教材有助於複習？

圖 5.8 問卷調查之畫面

5.7.2 結果分析

以五個分級的問卷對土木系一年級學生所作之問卷。首先提出三個各元件共通問題，其後再提出各元件特定問題。各元件共通問題如下：

問題一：此元件的表達方式容易了解嗎？

問題二：這種方式的教學元件可以幫助你學習嗎？

問題三：這種方式的教學元件用於複習會有幫助嗎？

各元件平均評等如下表 5.1 所示：

以下所指元件為：

元件一：引導式例題

元件二：互動式動畫範例

元件三：觀念地圖

元件四：線上筆記

元件五：互動例題

元件六：整合式影音教材

表 5.1 各元件平均評等表

	元件一	元件二	元件三	元件四	元件五	元件六
問題一	4.30	4.47	3.23	3.92	4.26	4.23
問題二	4.30	4.30	3.46	4.04	4.00	4.32
問題三	4.34	4.12	3.51	3.96	3.96	4.36
問卷回收總數	50	43	35	25	27	22

由問卷調查統計結果之元件二與元件五的評等分數可以看出，學生在參與線上學習活動，或是使用電腦輔助教學元件的時候，對於容易使用、設計複雜度較低的元件較為偏好。其中評等最低的元件三反映出學生對於不熟悉的方式所製成的元件接受度較低，東方學生對於觀念地圖的接觸機會較少，較不會利用圖像化的方式連結觀念。其問卷調查統計結果如表 5.2、表 5.3、表 5.4、表 5.5、表 5.6、表 5.7 所示。此三個問題總得分平均如圖 5.9 所示：

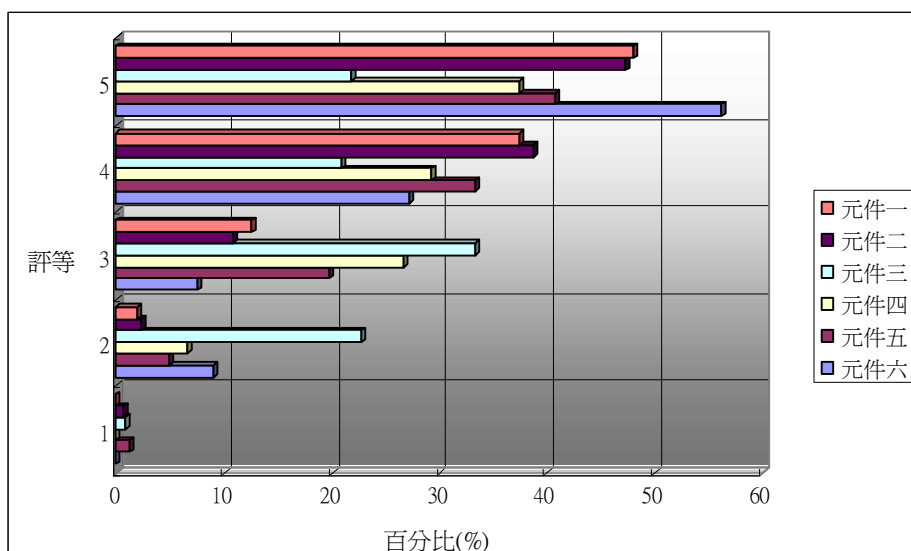


圖 5.9 問題總得分平均統計圖

各元件之特性提出問題與問卷平均評等（評等滿分為 5 分）：

表 5.2 元件一 引導式例題

此元件步驟與步驟間銜接是否暢通？	4.28
有發揮引導的效果嗎？	4.50
整體設計是否流暢？	4.28

表 5.3 元件二 互動式動畫範例

能夠了解此元件所傳達的意思嗎？	3.60
-----------------	------

表 5.4 元件三 觀念地圖

對於一個不熟悉的觀念，此元件會有所幫助嗎？	3.43
觀念地圖有助於整體觀念的了解嗎？	3.63
動畫有助於了解各觀念嗎？	4.26

表 5.5 元件四 線上筆記

個人註記能夠提升互動性嗎？	4.16
對於新的閱讀材料，使用類似的功能能夠幫助學習。	4.16

表 5.6 元件五 互動例題

進行類似的遊戲的時候，我利用計算去解出答案。	4.26
能夠了解題意所表達的情境嗎？	4.63

表 5.7 所有元件評等之平均：

	元件一	元件二	元件三	元件四	元件五	元件六
總平均	4.333	4.372	3.585	4.048	4.222	4.303

第六章 工程力學與數學資源共享網站

在工程力學或工程數學的學習中，如何適時地運用數位媒介，提供教與學所需的軟體工具，為本計畫之研究重點，網際網路正是最好的媒介，所以資源共享網站的設計與推廣格外重要。

本計畫在第一年裡已對資源共享網站作初步的規劃與機制的設計，而於今年則完成了資源共享網站的功能，已可實際運作。本章針對資源共享網站做進一步介紹。

6.1 登入與權限控管

以 LearningXP 為資源共享網站的平台，資源共享的機制是簡單的。使用者必須先在網站上註冊，由系統管理者(Administrator)審核通過之後，再依據申請的帳號密碼登入資源共享網站，即可使用資源分享服務。依申請的權限不同，資源共享網站所提供的服務也有所不同。註冊、登入的畫面如圖 6.1、圖 6.2 所示

caeece.net
工程力學與數學資源共享網站

系統管理中心
會員註冊

使用者ID *		密碼 *	
身份證字號		電話(H)	
電話(O)		大哥大	
性別 *		出生年月日 *	2003 01 01
學歷 *		電子郵件 *	
名字 *		職業 *	
部門			

確定 取消

Back

Copyright (c) 2003, NTU CAE.
Pamina XML Technology

圖 6.1 資源共享網站註冊畫面



圖 6.2 資源共享網站登入畫面

在使用權限的控管方面分為 Guest、Associated Member、Member 等使用群組，並依使用群組的不同授予不同的使用權限，如表 6.1 所示。

表 6.1：資源共享網站登入權限與功能列表

使用群組	授權使用的功能
Guest	瀏覽資源、下載 Guest 可用資源
Associated Member	除 Guest 功能外，可下載 Associated Member 可用資源、上傳資源
Member	除 Associated Member 功能外，可使用個人行事曆、個人學習記錄，並可下載所有資源。

6.2 資源分類與搜尋

一個好的資源共享網站必須要有良好完善的分類與搜尋之機制，如此才能讓使用者快速找到符合自己需求的資源。基於使用性考

量，使用者不需登入亦可以 Guest 的權限瀏覽資源分類與使用搜尋資源的功能。

6.2.1 資源分類

資源共享網站將上傳的資源分成 10 個類別，其分類方式如表 6.2 所示。

表 6.2 資源類別

靜力學 基本原理，力的向量，顆粒的平衡，力的合成，.....	動力學 顆粒運動，(顆粒)力與加速度，(顆粒)功與能，(顆粒)衝量與動量，.....
材料力學 張力,壓力,剪力，軸向承載構件，扭力，剪力與扭矩，.....	結構學 結構穩定，靜定結構，彈性變形，矩陣力法，.....
熱力學 基本觀念及定義，熱力學第零定律，熱力學第一定律，純物質之熱力性質，.....	流體力學 基本理論，流體靜力學，流體動力學，系統,控制體積,質量守衡，.....
土壤力學 土壤生成結構，基本力學特性，土壤之分類，土壤滲流理論，.....	工程數學-微積分 常微分方程式，向量分析，矩陣，複變函數，.....
虛擬實驗室 虛擬力學實驗室，流體力學實驗室	其他 測試區

本系統的分類機制主要是依據工程力學的主要課題來分類，進而依照各個課題的小主題細分。並且保留各種分類的彈性，以提高平台的適用性。

因為考量到直覺的分類方式可以提高使用者搜尋的便利性，因此採用工程力學的各學門作為分類主軸，次分類則利用該學門之主題作

為依據，在經由本計畫多位教授與專家共同討論，產生出最合適的分類方式。

6.2.2 資源搜尋

LearningXP 支援多種方式的搜尋，主要可以利用元件的各種資訊作為搜尋依據，可以作為搜尋的項目如表 6.3。搜尋的使用者介面如圖 6.3 所示，搜尋完畢後，若有找到符合搜尋條件的資源，則使用者即可進入該資源的內容頁，以取得或瀏覽該資源。圖 6.4 為搜尋結果頁面。

表 6.3 資源搜尋項目說明

項 目	說 明
資源群組	資源的所屬分類群組，藉由下拉式選單，使用者可以輕易找到屬於該類別的資源。
資源作者	藉由搜尋資源的上傳作者搜尋資源。
適用對象	該資源適合對哪種學生使用為依據作搜尋。
關鍵字	利用關鍵字搜尋所有有關聯的資源。
上傳日期	可以取得該日期的資源。
何種資源	選擇是否為當期或是過期的資源。
語言	選擇資源所使用的語言作為搜尋的依據。



圖 6.3 資源搜尋功能介面



圖 6.4 資源搜尋結果畫面

除了使用資源共享中心的資源搜尋功能之外，當使用者進入任一資源分類之後，亦可使用該分類的搜尋字串功能來做資源搜尋，唯此時只能做資源名稱的字串搜尋。分類裡的資源搜尋如圖 6.5 所示。



圖 6.5 分類下的資源搜尋畫面

6.3 資源上傳、下載與線上瀏覽

資源共享網站的重點功能便是資源的上傳、下載機制。藉由資源的上載，累積龐大的工程力學資源庫，使得網站使用者得以找到適合自己使用的教學資源，經由下載或是線上瀏覽來使用該教學資源，進而達到輔助教學的目的。

6.3.1 資源上傳

資源共享網站的平台 LearningXP 採用共享式教材元件參考模組 (Sharable Course Object Reference Model，簡稱 SCORM) 來包裝

使用者上傳的資源，使得本資源共享網站的資源的封裝描述符合國際最新的教材封裝標準。

目前資源共享網站的資源分為二類，第一類為檔案式，可上傳的檔案類型包括 bmp、gif、jpg、doc、xls、ppt、mp3、mid、asf、pdf、mpeg、avi、vsd、zip、pot、mpp、chm、wmv、mht、swf 等，第二類為超鏈結，資源提供者除了提供資源外，還需為資源填入適當的名稱、分類、描述等，以利網站使用者的搜尋、使用。圖 6.6 為檔案式的資源上傳畫面，圖 6.7 則為超鏈結式的資源上傳畫面。

caace.net
工程力學與數學資源共享網站

內容管理－新增多媒體檔案

第三步：檢查檔案內容

您上載的檔案如下，請確定資料無誤後，按下一步，若沒有合格的檔案，請按取消

1 P1000237.JPG.xml	
狀態	OK 刪除這個檔案
資源名稱*	質點運動範例
提供來源*	Rovers 上傳日期* 2003/07/26 例：2001.01.01
簡介說明	一個質點在空間運動的計算例
應用分類	動力學 顆粒運動
適用對象	教授 教師 大一
語系	繁體中文 資源作者 Rovers
範例圖示	連結
開放等級	guest 系統需求 Netscape, IE(4.0) 選擇系統 Netscape 加入
關鍵字組	動力學 質點運動 動力學 例：詞一, 詞二
檔案名稱	P1000237.JPG 狀態 OK
下一步 取消	

圖 6.6 檔案式的資源上傳畫面

cece.net
工程力學與數學資源共享網站

小伍的專區
關於本站
系統管理中心
資源共享中心
資源管理區
上傳多媒體教材
新增資源連結
學習元件編輯器
熱門資源
資源搜尋
網路社群中心
網站使用說明
相關連結
我有話要說

內容管理－新增資源連結

文章必須資訊

資源名稱

提供來源

上傳日期 例：2001/01/01

連結

簡介說明

應用分類

文章基本資訊

資源作者

適用對象

開放等級

語系

關鍵字組 例：詞一,詞二

圖 6.7 新增超鏈結式資源畫面

6.3.2 資源下載

使用者以任何一種方式搜尋到想要的資源後，即可點選進入資源的內容頁，如圖 6.8 所示。除了縮圖與一般資訊外，若資源為檔案式資源，則不同檔案類型會有不同的瀏覽行為，如 exe 檔會跳出下載視窗，swf 檔會出現 Flash 展示頁，如圖 6.9。



圖 6.8 資源內容描述畫面

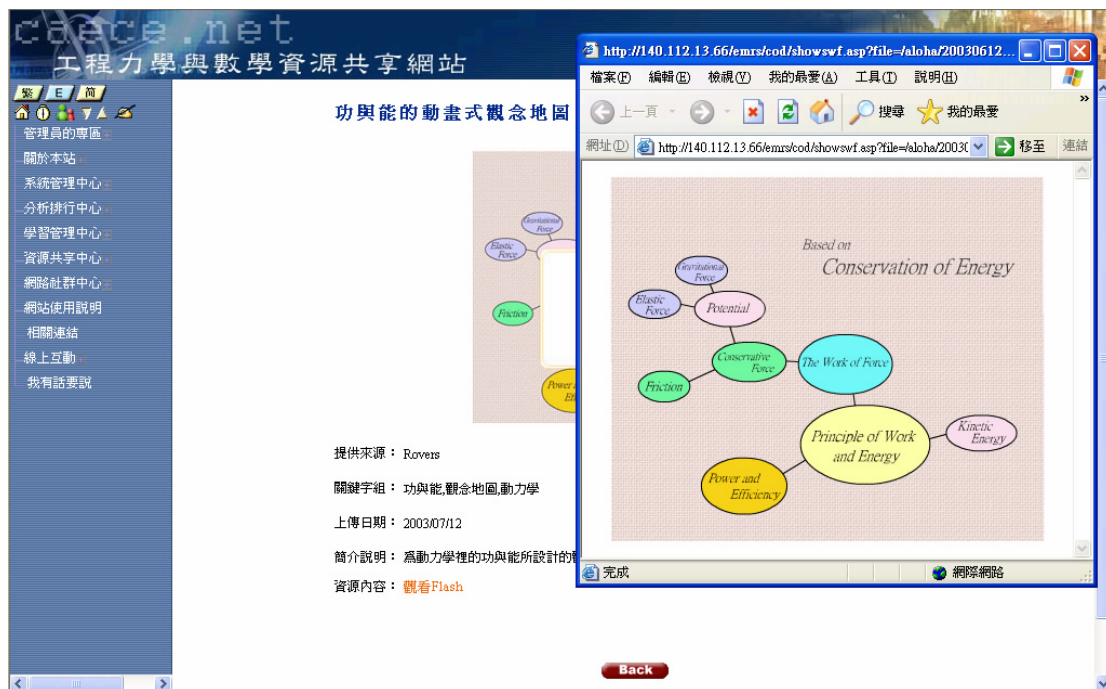


圖 6.9 swf 檔特有的 Flash 展示頁

6.3.3 資源線上瀏覽

許多的教學資源原本就屬於網頁式的，或是因智權而無法上傳的資源，即可透過上傳資源鏈結的方式加入資源共享網站。此時，當資源共享網站的使用者進入到該資源內容頁時，即可點下資源超鏈結將使用者導向該資源的網址，如圖 6.10 所示。



圖 6.10 超鏈結式資源的開啟畫面

第七章 結 語

本研究計畫試圖以一個三年期之單一大型整合型計畫，結合電腦輔助教學、教育科技、教育心理、工程力學、工程數學、電腦輔助工程之多方研究人員，針對目前大專院校工程相關科系在教授工程力學及數學課程時，普遍存在且似乎日益嚴重之學生學習興趣低落與教學效果不彰之問題，重新全面檢討工程力學與數學之課程與教學，進行需求分析、整合性課程分析與設計發展、教學策略分析設計、實驗教學、教學與學習評鑑、輔助教學軟體工具與網站之規劃設計與建構等研究，希望能提供大專工程力學與數學之課程設計教學一個新的思考方向，並發展出一套新的整合性工程力學與數學教學課程與相關輔助教學軟體工具，期能大幅改善大專工程力學與數學教學之品質與成果。在經過了近一年十個月的努力之後，總計畫下之三個子計畫皆已有了不錯的成果，各計畫（包括總計畫及三個子計畫）團隊間的分工合作與默契也十分良好，目前之主要研究成果包括對大專院校力學與數學相關課程之教學與學習概況與成效調查及結果討論、基礎力學與工程數學課程之單元規劃與整合、虛擬力學實驗室之建立、輔助教學之互動性元件的設計與評估與教學資源共享網站的規劃設計及建構成果，皆已整合並說明於本報告的第二章至第六章中。此外，本研究成果亦已發表於第 16 屆電腦輔助教學研討會(謝尚賢等，2003 及莊勝欽等，2003)，並已將部分成果投稿國外期刊(Chen et al., 2003)。

接下來，本計畫將依照第一章中所說明的研究方法與步驟，繼續深化研究的成果，目前正在積極進行且希望在近期完成的工作主要為：大專院校力學與數學相關課程之教學與學習概況與成效問卷調查結果之發表、工程力學核心課程單元之進一步整合性規劃設計與發

展、工程數學與工程力學之課程整合之問卷結果分析、繼續擴大力學
虛擬實驗室之建構成果、輔助工程力學與數學教學之資源共享網站的
持續發展等。

參考文獻

Anido, L., M. Llamas, and M. J. Fernandez (2000). "Labware for the Internet," *Computer Applications in Engineering Education*, 8 (3), pp. 201-108.

Chen, C. S., S. H. Hsieh, S. C. Chuang, and S. S. Lin (2003). "A Prelab Tutoring System for Strength of Materials Experiment," *Computer Applications in Engineering Education* (in review).

Chevalier, L. R., J. N. Craddock, P. C. Riley, and B. J. Trunk (2000). "Interactive Multimedia Labware for Strength of Materials Laboratory," *Computer Application in Engineering Education*, 8 (1), pp. 31-37.

Fang, X. D., S. Luo, N. J. Lee, and F. Jin (1998). "Virtual Machining Lab for Knowledge Learning and Skills Training," *Computer Applications in Engineering Education*, 6(2), pp. 89-97.

Gere, J. M., and S. P. Timoshenko (1997). *Mechanics of Materials*, 4th Edition, PWS Publishing Company, USA.

Novak, J. D., and D. B. Gowin. (1984). *Learning How to Learn*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Zhu, G., W. Lee, S. Luk, and J. H. Yin (2001). "Web-Based Learning for Consolidation Settlement Analysis and Reclamation Design," *Computer Applications in Engineering Education*, 9(3), pp.149-156.

謝尚賢、徐新逸、呂良正、陳俊杉、劉格非 (2003)，"由大專院校力學教學現況調查看電腦輔助教學工具之需求"，第11屆國際電腦輔助教學研討會 ICCAI2003 暨第16屆電腦輔助教學研討會論文集，論文編號：A1-3，台北市，民國92年4月24-26日。

莊勝欽、林旭信、葉力仁、陳俊杉、謝尚賢(2003)，"材料力學實驗之電腦輔助預習系統"，第11屆國際電腦輔助教學研討會 ICCAI2003 暨第16屆電腦輔助教學研討會論文集，論文編號：B6-3，台北市，民國92年4月24-26日。

國立台灣大學土木工程學系編印 (1999)：材料力學實驗手冊。國立台灣大學，台北市，台灣。

附錄一：大專院校力學與數學相關課程教學概況與成效問卷調查表

各位大專院校的工學院教授，您好：

本人與幾位老師同仁們目前正執行一題目為「整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展」之國科會整合型計畫，希望能透過此研究案，探討有關大專力學相關課程（含靜力學、動力學、材料力學、流體力學、土壤力學、熱力學、結構學等）及數學相關課程（含工程數學、微積分等）之整合與其教學策略及方法之相關議題，並設計發展及導入輔助教學軟體工具、虛擬力學實驗室與輔助教學網站，以提高學生學習動機與興趣，增加學生對問題的了解與解決真實問題之能力，改善教學品質與成果。但是，首先我們需要先對目前大專院校力學與數學相關課程之教學概況與成效進行瞭解，因此需要各位教授幫我們填寫這份問卷，提供我們您在教授力學或數學相關課程上之經驗與心得，還有您對整合力學與數學相關課程之看法，在此先謝謝您的協助，撥冗為我們填答此問卷！

台大土木系 副教授 謝尚賢 敬上
91 年 5 月

如果您曾教授過力學及數學相關課程，請填寫全份問卷。
如果您僅教授過力學相關課程，請略過問卷 PART II 部份。
如果您僅教授過數學相關課程，請略過問卷 PART I 部份。

PART I：如果您曾經教授過力學相關課程，請回答下列問題：

1. 請選擇一門您曾經教授過的力學相關課程，並請直接就您在此課程之教學經驗來回答本問卷後續 2-11 題之問題：

☐應用力學（通常為靜力學與動力學之合併） ☐靜力學 ☐動力學
☐材料力學 ☐流體力學 ☐土壤力學 ☐熱力學 ☐結構學
☐其他大學部力學相關課程(請填寫)：_____

1a. 請問以上所選課程是否為必修課程？ ☐是 ☐否

1b. 請問以上所選課程需修習____學期，共____學分數，每週授課____小時

2. 請問您是否同意在教授（前題）所選力學課程時有下列之困難？

	非常同意	有些同意	沒意見	不太同意	非常不同意
(1)很難引起學生的興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(2)不是熱門的課程	☐	☐	☐	☐	☐
(3)沒有適當的教科書	☐	☐	☐	☐	☐
(4)缺乏適當的電腦輔助教學工具	☐	☐	☐	☐	☐
(5)學生沒先學好所需的數學	☐	☐	☐	☐	☐
(6)學生沒學好先修的力學課程	☐	☐	☐	☐	☐
(7)課程時數不足	☐	☐	☐	☐	☐

3. 請列出您在教授所選力學課程時，覺得學生學習上最有困難的三個教學單元，及其困難之原因：

	教學單元	困難之原因
1		
2		
3		

4. 請問您對學生學習所選力學課程之態度是否滿意？

☐十分滿意 ☐還算滿意 ☐普通 ☐不滿意 ☐非常不滿意

5. 請問您覺得目前的學生學習所選力學課程的態度與過去的學生比起來如何？

☐較佳 ☐差不多 ☐較差

6. 請問您是否同意下列是造成學生學習所選力學課程態度欠佳之原因？

	非常同意	有些同意	沒意見	不太同意	非常不同意
(1)學生缺乏學習之動機	☐	☐	☐	☐	☐
(2)教材內容安排太過艱深	☐	☐	☐	☐	☐
(3)教科書內容不夠生動活潑	☐	☐	☐	☐	☐
(4)缺乏輔助學習的軟體工具	☐	☐	☐	☐	☐
(5)上課方式無法引起學生興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(6)學生喜歡的學習方式已不同於過去，但教學方式卻尚未能隨之調整改變	☐	☐	☐	☐	☐

- (7)學生的數理基礎差 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- (8)學習評量方式不夠多元 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- (9)學習評量給分太鬆 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- (10)學生缺乏榮譽感 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7. 請問您是否同意學生的數學課程沒學好是造成其在所選力學課程上學習困難的重要原因之一？ ☐同意 ☐沒意見 ☐不同意

如果選擇「不同意」，請問原因為（可複選）：

- ☐教材本身不太需用到數學 ☐課堂上稍微補充一下所需數學就可以了
- ☐所需用到的數學工具很簡單，學生只要會基本概念即可
- ☐可以採用不同教法避開數學 ☐其他 _____

***** 以下 8-11 題中所討論之電腦輔助工具，並不包括僅是將教材以電子化方式呈現之文書處理及簡報軟體工具**

8. 請問您教授所選力學課程是否曾使用電腦輔助工具？ ☐是 ☐否

如果答「是」，請問是哪個課程單元，又所使用之工具為何？

	課程單元	使用之工具
1		
2		
3		

如果答「否」，請問原因為（可複選）：

- ☐沒有需要 ☐找不到適當的電腦輔助工具 ☐對電腦工具不熟悉
- ☐課堂時間不足 ☐軟體價格太貴 ☐無適當人力協助
- ☐教室設備不足 ☐其他(請說明)： _____

9. 請問您認為教授所選力學課程是否需要電腦輔助工具？

- ☐十分需要 ☐還算需要 ☐沒意見 ☐不需要 ☐完全不需要

原因： _____

10. 如果要使用電腦輔助工具來協助所選力學課程之教學，請問下列工具對教學之幫助程度為何：

- | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 非
常
有
幫
助 | 有
些
幫
助 | 不
清
楚 | 不
太
有
幫
助 | 非
常
沒
幫
助 |
| (1)配合教材範例的解題過程教學動畫 | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| (2)方便學生自行操作使用的分析軟體 | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| (3)非同步網路輔助教學網頁 | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| (4)配合力學教學所設計的遊戲程式 | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| (5)虛擬力學實驗室軟體 | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

(6)其他：_____

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

11. 請問您是否曾有想使用電腦軟體工具來輔助所選力學課程之教學，卻找不到適當軟體工具之經驗？

☐ 否

☐ 是，在_____單元，需要_____（工具所提供功能）

PART II：如果您曾經教授過數學相關課程，請回答下列問題：

12. 請選擇一門您曾經教授過的數學相關課程，並請直接就您在此課程之教學經驗來回答本問卷後續 13-21 題之問題：

☐ 工程數學 ☐ 微積分 ☐ 其他(請填寫)：_____

12a. 請問以上所選課程是否為必修課程？ ☐ 是 ☐ 否

12b. 請問以上所選課程需修習_____學期，共_____學分數，每週授課_____小時

13. 請問您是否同意在教授（前題）所選數學課程時有下列之困難：

	非常同意	同意	不同意	非常不同意
(1)很難引起學生的興趣	☐	☐	☐	☐
(2)不是熱門的課程	☐	☐	☐	☐
(3)沒有適當的教科書	☐	☐	☐	☐
(4)缺乏應用實例（例如力學相關問題）	☐	☐	☐	☐
(5)缺乏適當的電腦輔助教學工具	☐	☐	☐	☐
(6)學生沒學好先修的數學課程	☐	☐	☐	☐
(7)課程時數不足	☐	☐	☐	☐

14. 請列出您在教授所選數學課程時，覺得學生學習上最有困難的三個教學單元，及其困難之原因：

	教學單元	困難之原因
1		
2		
3		

15. 請問您對學生學習所選數學課程之態度是否滿意？

☐ 十分滿意 ☐ 還算滿意 ☐ 普通 ☐ 不滿意 ☐ 非常不滿意

16. 請問您覺得目前的學生學習所選數學課程的態度與過去的學生比起來如何？

☐較佳 ☐差不多 ☐較差

17. 請問您是否同意下列是造成學生學習所選數學課程態度欠佳之原因？

	非常同意	有些同意	沒意見	不太同意	非常不同意
(1)學生缺乏學習之動機	☐	☐	☐	☐	☐
(2)教材內容安排太過艱深	☐	☐	☐	☐	☐
(3)教科書內容不夠生動活潑	☐	☐	☐	☐	☐
(4)缺乏輔助學習的軟體工具	☐	☐	☐	☐	☐
(5)上課方式無法引起學生興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(6)學生喜歡的學習方式已不同於過去，但教學方式卻尚未能隨之調整改變	☐	☐	☐	☐	☐
(7)學生的數理基礎差	☐	☐	☐	☐	☐
(8)學習評量方式不夠多元	☐	☐	☐	☐	☐
(9)學習評量給分太鬆	☐	☐	☐	☐	☐
(10)學生缺乏榮譽感	☐	☐	☐	☐	☐

***** 以下 18-21 題中所討論之電腦輔助工具，並不包括僅是將教材以電子化方式呈現之文書處理及簡報軟體工具**

18. 請問您教授所選數學課程是否曾使用電腦輔助工具？ ☐是 ☐否

如果答「是」，請問所使用之工具為何？_____

如果答「否」，請問原因為（可複選）：

- ☐沒有需要 ☐找不到適當的電腦輔助工具 ☐對電腦工具不熟悉
☐課堂時間不足 ☐軟體價格太貴 ☐無適當人力協助
☐教室設備不足 ☐其他(請說明)：_____

19. 請問您認為教授所選數學課程是否需要電腦輔助工具？

☐十分需要 ☐還算需要 ☐沒意見 ☐不需要 ☐完全不需要
 原因：_____

20. 如果要使用電腦輔助工具來協助所選數學課程之教學，請問下列工具對教學之幫助程度為何：

	非 常 有 幫 助	有 些 幫 助	不 清 楚	太 有 幫 助	非 常 沒 幫 助
(1)現有商業套裝軟體（如 Matlab、Mathematica 等）	☐	☐	☐	☐	☐
(2)配合教材範例的解題過程教學動畫	☐	☐	☐	☐	☐
(3)非同步網路輔助教學網頁	☐	☐	☐	☐	☐
(4)配合數學教學所設計的遊戲程式	☐	☐	☐	☐	☐
(6)其他：_____	☐	☐	☐	☐	☐

21. 請問您是否曾有想使用電腦軟體工具來輔助所選數學課程之教學，卻找不到適當軟體工具之經驗？

☐ 否

☐ 是，在_____單元，需要_____（工具所提供功能）

PART III：請回答下列有關力學與數學相關課程整合方面之問題：

22. 請問您覺得下列力學相關課程所需用到的數學程度如何？

	一 般 程 度	較 高 程 度	不 清 楚
(1)應用力學	☐	☐	☐
(2)靜力學	☐	☐	☐
(3)動力學	☐	☐	☐
(4)材料力學	☐	☐	☐
(5)流體力學	☐	☐	☐
(6)土壤力學	☐	☐	☐
(7)熱力學	☐	☐	☐
(8)結構學	☐	☐	☐
(9)其他：_____	☐	☐	☐

23. 對於上題所選所需數學程度較高之力學課程，請問您是否同意這些程度較高的數學知識，可在這些力學課程中直接教授？

☐ 同意 ☐ 不同意，原因為_____

24. 請問您是否同意，如果這些程度較高的數學知識，已在這些力學課程中直接教授，

則不需在現有的工程數學中教授，進而可濃縮現有工程數學之內容？

☐同意 ☐不同意，原因為_____

PART IV：請您提供下列的基本資料：

25. 請問您目前任教之學校為_____ 科系為_____

26. 請問您從事大專教學年資為_____年，目前之職稱為_____

27. 請問您的年齡為

☐35 歲（含）以下 ☐ 35-40 ☐ 40-45 ☐45-50 ☐50-55 ☐55-60 ☐60 歲以上

麻煩請將填完之問卷以郵寄方式寄回：106 台北市羅斯福路四段一號 國立台灣大學土木工程學系 謝尚賢 教授收，再次謝謝您的協助！

附錄二：大專院校力學與數學相關課程學習概況與成效 問卷調查表

各位工學院的同學，你好：

本人與幾位老師同仁們目前正執行一題目為「整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展」之國科會整合型計畫，希望能透過此研究案，探討有關大專力學相關課程（含靜力學、動力學、材料力學、流體力學、土壤力學、熱力學、結構學等）及數學相關課程（含工程數學、微積分等）之整合與其教學策略及方法之相關議題，並擬設計發展及導入輔助教學軟體工具、虛擬力學實驗室與輔助教學網站，以提高學生學習動機與興趣，增加學生對問題的了解與解決真實問題之能力，改善教與學之品質與成果。但是，首先我們需要先對目前大專院校工程相關科系學生在力學及數學相關課程上之學習概況與成效進行瞭解，因此需要各位同學幫我們填寫這份問卷，提供我們你在學習力學與數學相關課程上之經驗與心得，還有你對整合力學與數學相關課程之看法，在此先謝謝你的協助，撥冗為我們填答此問卷！

台大土木系 副教授 謝尚賢 敬上
91 年 5 月

PART I：請回答下列有關學習力學相關課程之問題：

28. 請問你曾經修習過的力學相關課程（可複選）：

- ☐ 應用力學（通常為靜力學與動力學之合併） ☐ 靜力學 ☐ 動力學
☐ 材料力學 ☐ 流體力學 ☐ 土壤力學 ☐ 熱力學 ☐ 結構學
☐ 其他(請填寫)：_____

29. 請你自評你在學習力學相關必修課程之平均成績在同班同學中排名屬

- ☐ 前 25% 以內 ☐ 25% - 50% 之間 ☐ 50% - 75% 之間 ☐ 75% 以後

30. 請依難度依 1（最難），2，3 次序標明你覺得最難學習的三門力學課程：

- ☐ 應用力學 ☐ 靜力學 ☐ 動力學 ☐ 材料力學 ☐ 流體力學
☐ 土壤力學 ☐ 熱力學 ☐ 結構學 ☐ 其他(請填寫)：_____

31. 請問你是否同意下列你在學習上題(第3題)所選三門力學課程時之態度？

	非常同意	有些同意	沒意見	不太同意	非常不同意
(1)我對力學有興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(2)考試成績不高導致興趣降低	☐	☐	☐	☐	☐
(3)越學力學越有興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(4)力學是有用的，而且是必須學的科目	☐	☐	☐	☐	☐
(5)懂得學力學對日後發展會有幫助	☐	☐	☐	☐	☐
(6)上力學課的時候，我不太用功	☐	☐	☐	☐	☐
(7)我不覺得力學可以用來解決日常生活的問題	☐	☐	☐	☐	☐
(8)我一點都不怕力學	☐	☐	☐	☐	☐
(9)我很怕力學考試	☐	☐	☐	☐	☐
(10)我不是個能學好力學的料子	☐	☐	☐	☐	☐
(11)我相信，只要用功就可以學好力學	☐	☐	☐	☐	☐
(12)遇到一個力學題目解不出來，我會一直想，直到想出解答為止	☐	☐	☐	☐	☐
(13)我的力學程度比班上大部分同學好	☐	☐	☐	☐	☐
(14)我真不懂，為什麼有些人可以花那麼多時間學力學，而且好像很快樂的樣子	☐	☐	☐	☐	☐
(15)學力學很有成就感	☐	☐	☐	☐	☐

32. 請問你是否同意在修習第3題所選三門力學課程時，下列為產生學習困難的原因？

	非常同意	有些同意	沒意見	不太同意	非常不同意
(1)不知道學了有何用，所以很難提起學習興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(2)認為將來不會用到，因此沒興趣學	☐	☐	☐	☐	☐
(3)因無法與生活經驗結合而覺得很難理解課程內容	☐	☐	☐	☐	☐
(4)教科書內容不夠生動活潑	☐	☐	☐	☐	☐
(5)教科書內容不夠淺顯易懂	☐	☐	☐	☐	☐
(6)因為使用英文教科書	☐	☐	☐	☐	☐
(7)教材內容安排太多	☐	☐	☐	☐	☐
(8)教材內容太過艱深	☐	☐	☐	☐	☐
(9)缺乏輔助學習的軟體工具	☐	☐	☐	☐	☐
(10)數學基礎不好	☐	☐	☐	☐	☐
(11)沒先學好先修的力學課程	☐	☐	☐	☐	☐
(12)老師的教學方式不適合我	☐	☐	☐	☐	☐

- (13)老師要求不夠嚴格
(14)修課太多，以致學習時間不足
(15)課外活動太多，以致學習時間不足

☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐

***** 以下 6-8 題中所討論之電腦輔助工具，並不包括僅是將教材以電子化方式呈現之文書處理及簡報軟體工具**

33. 請問你學習力學相關課程是否曾使用電腦輔助工具？

☐是 ☐否

如果答「是」，請問是哪個課程，又所使用之工具為何，效果如何？

	課程名稱	使用之工具	效果
1			
2			
3			

34. 請問你認為學習力學相關課程是否需要電腦輔助工具？

☐十分需要 ☐還算需要 ☐沒意見 ☐不需要 ☐完全不需要

35. 如果要使用電腦輔助工具來協助力學相關課程的學習，請問你認為下列工具對學習的幫助程度為何：

	非 常 有 幫 助	有 些 幫 助	不 清 楚	不 太 有 幫 助	非 常 沒 幫 助
(1)配合教材範例的解題過程教學動畫	☐	☐	☐	☐	☐
(2)方便學生自行操作使用的分析軟體	☐	☐	☐	☐	☐
(3)非同步網路輔助教學網頁	☐	☐	☐	☐	☐
(4)配合力學教學所設計的遊戲程式	☐	☐	☐	☐	☐
(5)虛擬力學實驗室軟體	☐	☐	☐	☐	☐
(6)其他：_____	☐	☐	☐	☐	☐

PART II：請回答下列有關學習數學相關課程之問題：

36. 請問你曾經修習過的數學相關課程有哪些（可複選）：

☐工程數學 ☐微積分 ☐其他(請填寫)：_____

37. 請你自評你在學習數學相關必修課程之平均成績在同班同學中排名屬

☐前 25%以內 ☐25% - 50%之間 ☐50% - 75%之間 ☐75%以後

38. 請問你是否同意下列你在學習數學相關課程時之態度？

	非常 同意	有 些 同意	沒 意 見	不 太 同意	非 常 不 同意
(1)我對數學有興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(2)考試成績不高導致興趣降低	☐	☐	☐	☐	☐
(3)越學數學越有興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(4)數學是有用的，而且是必須學的科目	☐	☐	☐	☐	☐
(5)懂得學數學對日後發展會有幫助	☐	☐	☐	☐	☐
(6)上數學課的時候，我不太用功	☐	☐	☐	☐	☐
(7)我不覺得數學可以用來解決日常生活的問題	☐	☐	☐	☐	☐
(8)我一點都不怕數學	☐	☐	☐	☐	☐
(9)我很怕數學考試	☐	☐	☐	☐	☐
(10)我不是個能學好數學的料子	☐	☐	☐	☐	☐
(11)我相信，只要用功就可以學好數學	☐	☐	☐	☐	☐
(12)遇到一個數學題目解不出來，我會一直想，直到想 出解答為止	☐	☐	☐	☐	☐
(13)我的數學程度比班上大部分同學好	☐	☐	☐	☐	☐
(14)我真不懂，為什麼有些人可以花那麼多時間學數 學，而且好像很快樂的樣子	☐	☐	☐	☐	☐
(15)學數學很有成就感	☐	☐	☐	☐	☐

39. 請問你是否同意在學習數學相關課程時有下列之困難？

	非常 同意	有 些 同意	沒 意 見	不 太 同意	很 不 同意
(1)不知道學了有何用，所以很難提起學習興趣	☐	☐	☐	☐	☐
(2)認為將來不會用到，因此沒興趣學	☐	☐	☐	☐	☐
(3)因無法與生活經驗結合而覺得很難理解課程內容	☐	☐	☐	☐	☐
(4)教科書內容不夠生動活潑	☐	☐	☐	☐	☐
(5)教科書內容不夠淺顯易懂	☐	☐	☐	☐	☐
(6)因為使用英文教科書	☐	☐	☐	☐	☐
(7)教材內容安排太多	☐	☐	☐	☐	☐
(8)教材內容太過艱深	☐	☐	☐	☐	☐
(9)缺乏輔助學習的軟體工具	☐	☐	☐	☐	☐
(10)數學基礎不好	☐	☐	☐	☐	☐

- (11)老師的教學方式不適合我
- (12)老師要求不夠嚴格
- (13)修課太多，以致學習時間不足
- (14)課外活動太多，以致學習時間不足

☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐

***** 以下 13-15 題中所討論之電腦輔助工具，並不包括僅是將教材以電子化方式呈現之文書處理及簡報軟體工具**

40. 請問你學習數學相關課程是否曾使用電腦輔助工具？

☐是 ☐否

如果答「是」，請問所使用之工具為何？_____

效果如何？_____

41. 請問你認為學習數學相關課程是否需要電腦輔助工具？

☐十分需要 ☐還算需要 ☐沒意見 ☐不需要 ☐完全不需要

42. 如果要使用電腦輔助工具來協助數學相關課程的學習，請問你對下列工具的需求程度為何：

	非常需要	有些需要	不清楚	不太需要	非常不需要
(1)現有商業套裝軟體（如 Matlab、Mathematica 等）	☐	☐	☐	☐	☐
(2)配合教材範例的解題過程教學動畫	☐	☐	☐	☐	☐
(3)非同步網路輔助教學網頁	☐	☐	☐	☐	☐
(4)配合數學教學所設計的遊戲程式	☐	☐	☐	☐	☐
(5)其他：_____	☐	☐	☐	☐	☐

PART III：請回答下列有關力學與數學相關課程整合方面之問題：

43. 請問你覺得下列力學相關課程所需用到的數學程度如何？

	一般程度	較高程度	不清楚
(1)應用力學	☐	☐	☐
(2)靜力學	☐	☐	☐
(3)動力學	☐	☐	☐
(4)材料力學	☐	☐	☐
(5)流體力學	☐	☐	☐
(6)土壤力學	☐	☐	☐
(7)熱力學	☐	☐	☐
(8)結構學	☐	☐	☐

44. 對於上題所選所需數學程度較高之力學課程，請問你是否同意這些程度較高的數學知識，可在這些力學課程中直接教授？

☐同意 ☐不同意，原因為_____

45. 請問你是否同意，如果這些程度較高的數學知識，已在這些力學課程中直接教授，則不需在現有的工程數學中教授，進而可濃縮現有工程數學之內容？

☐同意 ☐不同意，原因為_____

PART IV：請你提供下列的基本資料：

46. 請問你在修習大專力學與數學相關課程時所就讀之

學校為_____

科系為_____

47. 請問你目前為 ☐博士生 ☐碩士生 ☐大三 ☐大四 ☐其他：_____

麻煩請將填完之問卷以郵寄方式寄回：106 台北市羅斯福路四段一號 國立台灣大學土木工程學系 謝尚賢 教授收，再次謝謝你的協助！