

目 錄

目 錄.....	I
圖目錄.....	V
表目錄.....	IX
摘 要.....	XI
Abstract.....	XIII
第一章 緒 論.....	15
1.1 研究目的.....	15
1.2 研究方法與步驟.....	16
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.....	17
1.2.2 子計畫一：力學核心課程之整合規劃、設計與發展.....	18
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.....	19
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.....	20
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.....	23
2.1 問卷設計與調查.....	23
2.2 教師問卷統計分析結果與討論.....	24
2.2.1 針對力學課程所進行的問卷調查.....	24
2.2.2 針對數學課程所進行的問卷調查.....	30
2.2.3 針對力學與數學課程整合所進行的問卷調查.....	34
2.3 學生問卷統計分析結果與討論.....	36
2.3.1 針對力學課程所進行的問卷調查.....	36
2.3.2 針對數學課程所進行的問卷調查.....	40
2.3.3 針對力學與數學課程整合所進行的問卷調查.....	44
2.4 電腦輔助教學工具在力學與數學教學上的需求探討.....	46
第三章 基礎力學與工程數學課程之單元規劃與整合.....	49
3.1 圖示說明.....	50
3.2 工程數學.....	50
3.3 靜力學與動力學.....	56
3.4 材料力學.....	62
3.5 結構學.....	64
3.6 土壤力學與流體力學.....	67
3.7 課程內容重複的單元.....	72
3.8 力學課程單元說明.....	73
3.9 力學課程安排(以靜力學與動力學為例).....	74
第四章 虛擬流體力學實驗室之建立.....	77
4.1 虛擬流體力學實驗室之建立方法.....	77

4.1.1 進入網頁.....	78
4.1.2 瀏覽教材.....	81
4.1.3 教材內容.....	86
4.1.4 互動教學.....	90
4.1.5 教學效果.....	91
第五章 互動性教學元件設計與評估.....	95
5.1 虛擬材料力學實驗室之互動元件.....	95
5.2 動力學線上影音教材.....	100
5.3 流體力學學習輔助元件.....	102
5.4 引導式例題元件.....	106
5.5 互動式動畫範例元件.....	108
5.6 概念地圖學習元件.....	110
5.7 線上筆記元件.....	112
5.8 互動式例題元件.....	114
5.9 套裝數學軟體於教學之應用.....	116
5.10 成效評估.....	120
5.10.1 虛擬材料力學實驗室互動元件之評估.....	120
5.10.2 動力學線上影音教材之評估.....	120
5.10.3 互動式教學元件之評估.....	133
第六章 工程力學與數學資源共享網站.....	137
6.1 登入與權限控管.....	137
6.2 資源分類與搜尋.....	139
6.2.1 資源分類.....	139
6.2.2 資源搜尋.....	140
6.3 資源上傳、下載與線上瀏覽.....	142
6.3.1 資源上傳.....	142
6.3.2 資源下載.....	144
6.3.3 資源線上瀏覽.....	145
6.4 資源評分與各項排行.....	146
6.4.1 資源評分制度.....	146
6.4.2 最新資源.....	148
6.4.3 熱門資源.....	148
6.4.4 優秀資源賞析.....	149
6.4.5 貢獻排行.....	150
第七章 結 語.....	153
參考文獻.....	157
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	161
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	169

附錄三：動力學多媒體影音線上課程教材使用意見問卷調查	177
附錄四：教學元件目錄	179
附錄五：EMRS 教學資源共享網站操作手冊.....	193
附錄六：「工程力學與數學創意教學研討會」議程.....	211

圖目錄

圖 3.1 課程單元說明圖示.....	50
圖 3.2 工程數學課程單元大綱.....	51
圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續).....	52
圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續).....	53
圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續).....	54
圖 3.3 靜力學課程單元大綱.....	57
圖 3.4 動力學課程單元大綱.....	60
圖 3.5 材料力學課程單元大綱.....	63
圖 3.6 結構學課程單元大綱.....	65
圖 3.7 土壤力學課程單元大綱.....	68
圖 3.8 流體力學課程單元大綱.....	70
圖 4.1 流體力學虛擬實驗室首頁.....	78
圖 4.2 『一般實驗室安全須知』資訊畫面.....	79
圖 4.3 流體力學虛擬實驗室部分畫面.....	79
圖 4.4 流體力學虛擬實驗室部分操作畫面.....	80
圖 4.5 實驗室的景觀可以 360 旋轉.....	81
圖 4.6 實驗儀器之虛擬立體圖.....	82
圖 4.7 操作實驗儀器虛擬立體圖部分畫面.....	82
圖 4.8 操作「示範影片」之畫面.....	83
圖 4.9 實驗的教材內容(1).....	84
圖 4.10 實驗的教材內容(2).....	84
圖 4.11 實驗的教材內容(3).....	85
圖 4.12 實驗的教材內容(4)，結束後才開始做線上虛擬實驗。.....	85
圖 4.13 虛擬實驗數據操作畫面.....	86
圖 4.14 渦流試驗開頭的教材.....	86
圖 4.15 射流試驗開頭的教材.....	87
圖 4.16 邊界層試驗開頭的教材.....	87
圖 4.17 管系損失試驗開頭的教材.....	88
圖 4.18 文德利管試驗開頭的教材.....	88
圖 4.19 閘門試驗開頭的教材.....	89
圖 4.20 堰流試驗開頭的教材.....	89
圖 4.21 各試驗環場圖展示，在網頁上需要以滑鼠操作才看的到全場每一項試驗 都包含 4.1.2 節中所敘述的每一部分。.....	90
圖 4.22 虛擬實驗數據操作畫面.....	91
圖 4.23 虛擬實驗數據操作畫面.....	91
圖 4.24 針對『本網站的頁面安排是否清楚而明確？』的統計圖.....	92
圖 4.25 針對『本網站的美工設計給使用者的感受是否良好？』的統計圖.....	92

圖 4.26 針對『本網站的所給的資訊是否讓你了解如何做實驗?』的統計圖	93
圖 4.27 針對『本網站的功能是否能夠滿足你的學習需求?』的統計圖	93
圖 4.28 針對『在瀏覽過本網站, 是否有達到預習的效果?』的統計圖	94
圖 4.29 針對『本網站的 3D 環景展示是否讓你了解實驗儀器的使用?』的統計圖	94
圖 5.1 活動式虛擬儀器製作 - 測微計	97
圖 5.2 組合型虛擬儀器製作 - 試桿組裝	98
圖 5.3 教學影片與互動式虛擬實驗儀器搭配教學 - 試桿組上架	99
圖 5.4 面版式虛擬儀器製作 - 荷重計。 a. 按鈕 b. 旋鈕 c. 數據顯示區	99
圖 5.5 教學影片與互動式虛擬實驗儀器搭配教學 - 荷重控制器	100
圖 5.6 整合式影音教材之部分畫面	101
圖 5.7 引導式例題元件之部分畫面	108
圖 5.8 互動式動畫範例元件之部分畫面	109
圖 5.9 概念地圖範例 (Novak and Gowin 1984)	111
圖 5.10 概念地圖學習元件之部分畫面	112
圖 5.11 線上筆記元件之部分畫面	114
圖 5.12 互動式例題元件之部分畫面	115
圖 5.14 【請問你平常是使用哪種網路頻寬上網】統計結果	122
圖 5.15 【請問你平均一週的上網時數】的統計結果	123
圖 5.16 【在本學期的課堂上課中, 靜力學與動力學的教材呈現方式不盡相同, 請問你比較能接受哪一種呈現方式?】的統計結果	124
圖 5.17 【本學期所採用的動力學上課錄影教材, 你花多少時數看這些教材】的統計結果	125
圖 5.25 問卷調查之畫面	134
圖 5.26 問題總得分平均統計圖	136
圖 6.1 資源共享網站註冊畫面	138
圖 6.2 資源共享網站登入畫面	138
圖 6.3 資源搜尋功能介面	141
圖 6.4 資源搜尋結果畫面	141
圖 6.5 檔案式的資源上傳畫面	143
圖 6.6 新增超鏈結式資源畫面	143
圖 6.7 資源內容描述畫面	144
圖 6.8 swf 檔特有的 Flash 展示頁	145
圖 6.9 超鏈結式資源的開啟畫面	146
圖 6.10 資源的評分畫面	147
圖 6.11 資源的平均分數畫面	147
圖 6.12 最新資源列表	148
圖 6.13 熱門資源列表	149

圖 6.14 優秀資源賞析.....	150
圖 6.15 貢獻排行列表.....	151

表目錄

表 3.1 工程數學課程建議時數與教學目標表	54
表 3.1 工程數學課程建議時數與教學目標表(續)	55
表 3.1 工程數學課程建議時數與教學目標表(續)	56
表 3.2 靜力學課程建議時數與教學目標表	58
表 3.2 靜力學課程建議時數與教學目標表(續)	59
表 3.3 動力學課程建議時數與教學目標表	61
表 3.4 材料力學課程建議時數與教學目標表	64
表 3.5 結構學課程建議時數與教學目標表	66
表 3.6 土壤力學課程建議時數與教學目標表	69
表 3.7 土壤力學課程建議時數與教學目標表	71
表 3.7 土壤力學課程建議時數與教學目標表(續)	72
表 3.8 靜力學課程安排表	75
表 3.9 動力學課程安排表	75
表 5.1 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例	103
表 5.2 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例(續)	104
表 5.3 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例(續)	105
表 5.4 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例(續)	106
表 5.5 【請問你平常上網的時段】的統計表	121
表 5.6 【請問你平常是使用哪種網路頻寬上網】的統計表	122
表 5.7 【請問你平均一週的上網時數】的統計表	123
表 5.8 【在本學期的課堂上課中，靜力學與動力學的教材呈現方式不盡相同，請問你比較能接受哪一種呈現方式？】的統計表	124
表 5.10 【本學期所採用的動力學上課錄影教材，你花多少時數看這些教材】的統計表	125
表 5.11 【你認為本學期所採用的動力學上課錄影教材有助於你複習教學內容嗎】的統計表	126
表 5.12 【你會因為知道課程中有提供動力學上課錄影教材，而不想去上課嗎】的統計表	127
表 5.13 【你認為這樣的教學方式可以取代課堂面對面的上課方式嗎】的統計表	128
表 5.14 【你認為以自己平常使用的網路頻寬，可以接受這種類型的線上教材嗎】的統計表	129
表 5.15 【你認為使用此類上課錄影教材的時機為何】的統計表	130
表 5.16 【請問你如何使用動力學上課錄影教材】的統計表	131
表 5.17 【你認為此類上課錄影教材的最佳組合為何】的統計表	132
表 5.18 各元件平均評等表	135
表 5.19 元件一 引導式例題	136

表 5.20 元件二 互動式動畫範例.....	136
表 5.21 元件三 觀念地圖.....	136
表 5.22 元件四 線上筆記.....	136
表 5.23 元件五 互動例題.....	136
表 5.24 所有元件評等之平均.....	136
表 6.1 資源共享網站登入權限與功能列表.....	139
表 6.2 資源類別.....	140
表 6.3 資源搜尋項目說明.....	140

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, this research work integrates 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. The current situations and issues in course design and teaching of Engineering Mechanics and Mathematics, both domestically and internationally, are reviewed and investigated first. The learning models of modern students are also 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 are developed as resources for the curriculum. The feasibility and effectiveness of the developed interactive computer-aided instruction tools are 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, and methodologies of this work, this report presents the major results of this research work. These major 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, development of digital virtual laboratories for Engineering Mechanics experiments, and development of interactive Computer-Aided Instruction (CAI) software tools and a CAI resource sharing website. Finally, conclusions obtained from this research are drawn.

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，本研究之整體目標乃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、實驗教學與學習評鑑、輔助教學軟體工具與教學資源共享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。故本研究的目的之一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。此外，目前工程數學之教學大都是著重於解題方法的陳述與練習，僅少部份與物理問題相連結，因而較為抽象也少了物理應用來提昇學習動機。且目前工程數學教育也缺少數值分析方法及軟體的支援，讓學生不是只能以手算方式面對一些不夠真實且過度簡化的問題，而能運用相關解題的數值分析方法及軟體來解決較實際的工程數學問題。因此，將力學課程中所需之工程數學整理出來，並探討如何透過物理應用與數值分析方法及軟體的支援來提昇工程數學之教學，也是本研究之重點之一。為了增加學生對力學理論之瞭解與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在課程安排上困難度頗高，但由於目前電腦軟硬體之進步，在影像處理與虛擬實境方面之技術已相當成熟，本研究也嚐試設計發展虛擬力學實驗室來探討其對工程力學教學之輔助。此外，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，提供教與學所需的高互動性軟體工具，亦為本研究之重點之一。而現今網際網路已成資訊與資源交換共享的最佳媒介，因此，本研究設計與建置了一個工程力學與數學資源共享網站，來管理與分享本研究蒐集整理與自行研發之各類輔助教學資源。

1.2 研究方法與步驟

在研究整體分工方面，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及發展相關之輔助教學工具，乃由總計畫負責行政協調與研究成果之整合，在總計畫下又分成三個子計畫來完成整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展，與設計發展輔助力學與數學教

學之互動性元件與教學資源共享網站。以下分別就總計畫及各子計畫簡要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、舉辦演講、座談會等方式，來收集瞭解子計畫的需求、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)、舉辦座談會，邀請國內相關之專家來座談討論。

(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，總計畫之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。
3. 電腦輔助教學軟體工具之發展與應用評量：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、雛型開發與應用評量。
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. 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：

- 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與方法、教師教學心得等資料，以期歸納目前教學的現況與困難點。

- 課程單元分析與規劃設計：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。另亦分析每一課程單元的難度程度與可能之教學時數需求，讓老師可考量不同的需求而達到因材施教的效果。
- 教學策略分析與應用：本研究著重在電腦輔助教學的應用方面，重點在電腦輔助教學軟體工具的需求分析與應用研究上。

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。其研究進行步驟與方法如下：

第一部分：

- 了解目前工程數學教學的現況：以問卷調查方式，先對國內工程數學的學生學習興趣、教學方式與成效、及軟體應用情況進行了解，並對是否將工程力學所需相關數學內容於工程力學課程中一起教授之議題納入問卷調查中。
- 課程單元分析：類似工程力學課程之單元分析，先對工程數學課程內容進行課程單元分析，並與子計畫一研究人員共同整理出力學科目中用到的數學單元，及彼此的相依關聯，再與工程力學課程單元進行整合。

第二部分：

- “力學虛擬實驗室”之分析設計與其主架構之建立：除了以數值模擬與虛擬實境之方式讓學生進行力學實驗，亦規劃能讓學生能親身體驗力學現象及探索力學原理之應用的內容。
- 建構“力學虛擬實驗室”，包括使用者介面與教學內容。
- 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。研究之整體架構以力學課程為中心，規劃與設計力學教學時所需要的相關數值分析及軟體工具，並設計建構一輔助工程力學與數學教學之資源共享網站。本子計畫進行之方法與步驟如下：

- 瞭解電腦輔助教學軟體工具之需求及套裝軟體之應用現況：透過問卷調查之方式，瞭解電腦輔助教學軟體工具之需求及套裝軟體之應用現況，做為發展及應用電腦輔助教學軟體工具之重要參考。
- 開發及評估互動性的輔助教學軟體工具：根據需求分析之結果，針對較需電腦輔助教學軟體工具之課程科目及單元，應用適當的資訊技術，開發互動性輔助教學軟體工具，並進行教學應用評估。
- 輔助教學資源共享網站之規劃、設計與發展：為了交流及分享本研究之成果，本研究應用網路與 WWW 技術建構一輔助教學資源共享網站，分享本研究所規劃設計之整合性工程力學與數學課程架

構、整理蒐集及自行開發之輔助教學軟體工具、相關教學資源網站等。

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，而在不使用的因素中，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。25%的教師在教授力學時曾使用電腦輔助工具，其中以土壤力學課程佔最大多數，其次為流體力學、結構學、與動力學。在使用電腦輔助的工具方面以使用 Microsoft Office 系列軟體中的 Power Point 與 Excel 為主，其次為使用書本所附贈的動畫影片或現成的專業套裝軟體，也有部分的教師製作網頁輔助教學。

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。在這三分之一覺得找不到適當軟體的教師中以結構學與土壤力學實驗的課程所佔比例最高，其次為材料力學、靜力學的空間力系與流體力學。所需要的工具大致上可歸納為兩大類，如果是實驗性質的課程則教師覺得目前較缺乏也較不易取得的輔助教學工具是能模擬力學實驗的軟體。如果是理論性質的課程則教師覺得目前較缺乏也較不易取得的輔助教學工具是具有互動性的立體動畫或展示工具來輔助說明較為抽象的力學理論單元。可知教師普遍覺得在教授學生抽象的觀念與理論需要藉由能具體描述力學物理現象的電腦輔助教學工具來輔助教師的教學工作。

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，而在不使用的因素中，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。27%的教師在教授數學時曾使用電腦輔助工具，主要以套裝軟體為主，其中以 MathLab 佔最大多數，其次為 Mathematica、MathCAD 與 Statistica，亦有部分教師自行撰寫軟體或是蒐集現成之電腦繪圖或相關動畫。亦有使用套裝軟體的教師指出：使用坊間現成的套裝軟體有可能因軟體的設計並不符合教學概念，使學生可能淪為僅會使用軟體解析而並不了解其數學方法的精神。

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。同時大部分的授課教師認為電腦輔助教學工具應以視覺化的方式來呈現與具體說明數學的理論知識，亦不可偏離課程的主體，及須與實際的物理現象進行連結。

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。在回答「是」的教師方面，有教師指出關於向量微分方面的電腦輔助工具尚嫌不足，有部分的教師在此題中填寫「工程力學的相關課程」，但都指出缺乏相關的立體動畫輔助教學工具。

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。在回答「同意」的教師方面，有教師提出如果課程進行整合將有助於使課程的內容更為連貫一致。在回答「無意見」的教師方面，則是提出以授課教師的自主意識為主。在回答「不同意」的教師方面，大部分的教師認為授課時數不足是無法同意課程整合的主因，但也有教師提出如果能重整課程內容應可解決時間不足的問題。此外，反對課程整合之教師們大多認為數學與力學的課程應有所區隔，兩門學科各有其獨立性，整合會使授課時數不足之外，易會使學生將注意力著重在數學上的解析而忽略力學分析與應用的本質。數學的工具應於數學的相關課程嚴格要求，而在力學的課程上僅協助學生進行複習。

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情況下，此一問題值得再深入探究。在選填「不同意」的教師方面，主要的理由為數學是未來持續研究工程問題的基礎科目，同時各單元之間亦具有相依性，此做法將破壞數學課程的完整性，同時若不同的力學課程都導入部分數學的課程，將大大提高數學課程的重複性。另外一個主要的理由是認為現行的力學授課時數不足，除要增加授課時數之外，亦需配合重新規劃力學的相關課程，同時數學所涉及的例題應以力學的應用為主。

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出學習力學的用處，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。在學習力學相關課程時教師曾使用電腦輔助工具的學生方面，雖然只佔本問卷調查的17%左右，但就學生使用電腦輔助工具來協助學習力學的相關課程的統計結果顯示有近80%的同學是明確認為非常有助於學習力學的相關課程，同時也致力學相關物理知識的傳遞更具體及使學生更易理解，亦能提高學生在力學相關課程的學習動機與興趣。

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。

亦有少部分的學生在【其他】欄位中填寫一些不同類型的電腦輔助教學工具，但其形式內容皆已包含於本問卷題目所羅列的項目中，這雖然表示有學生可能不了解本問卷題目的內容，但從學生所填寫的建議可顯現學生普遍認同電腦輔助教學工具對於現行工程力學與數學在教學上的幫助。從問卷調查的統計結果可了解，過半數的學生認為任何型式的電腦輔助教學工具對於工程力學與數學的教學皆有相當程度的幫助，其中更有高達八成的學生肯定「方便學生自行操作使用的分析軟體」對教學的幫助。也有高達七成以上的學生認為「虛擬力學實驗室軟體」與「配合教材範例的解題過程教學動畫」對於工程力學與數學的學習與理解是有相當程度的幫助。

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太高。
- 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。在學習數學相關課程時曾使用電腦輔助工具的學生方面有近八成的學生肯定電腦輔助工具有助於學生學習數學相關課程知識。其中有學生提出適當的使用數學輔助工具有助於作業撰寫上的驗證與觀念上的釐清，另一方面亦可減少繁瑣重複性的運算過程而能多將焦點著重在數學觀念上的理解。

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。

問卷的統計結果顯示學生對於數學相關課程在電腦輔助教學工具方面的需求較沒有工程力學相關課程來的多，但仍有將近半數左右的學生認為各種類型的電腦輔助教學工具皆有助於數學相關課程的學習。亦有學生提出除了電腦輔助學習工具之外，可提供中英文對照的數學相關電子文件供學習者參考研讀。

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「同意」將數學課程直接於力學課程中教授的學生方面，是主張兩種課程的整合有助於學習力學知識的理解亦可使工程數學的應用更為具體、課程內容更為深化與融會貫通。在「不同意」將數學課程直接於力學課程中教授的學生方面，是主張力學相關課程的授課時數不足無法再融入數學的課程內容、力學課程本身內容已經非常的豐富與具有相當的深度，若再融入數學的課程內容必定會壓縮到力學的授課內容，因此使兩者的課程內容不夠深入而顯得不夠專業。亦有學生提出兩者課程的內容差異頗大，若直接進行整合教學將會使學習的焦點模糊而降低教學成效。另一方面，亦有學生認為課程整合將會打亂數學原有課程的連貫性而使數學的學習沒有系統。也有學生擔心若進行課程整合，在相同的授課時數下會因工程力學與數學整合後的課程內容過多而將無法完整有效地消化吸收。

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。在「不同意」將數學課程直接於力學課程中教授而不需在原有工程數學課程中教

授的學生方面，主張工程數學應保有原完整性，同時除在工程數學中探討其基本理論外，可在力學課程中再複習一次，加深印象與強化學科基礎。這表示多數的學生仍然認同數學的基本能力是理工科系所應具備的基本條件，也都想多利用一點時間將數學的基本能力提升再循序漸進學好力學的相關課程。

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，有至少超過七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，而在不使用的因素中，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，卻有五成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。表 3.1 列出教學建議時數與教學目標僅供課程老師參考，並可依據授課情況與學生上課情形，由授課老師自行決定授課節數之安排與教學目標之重點。

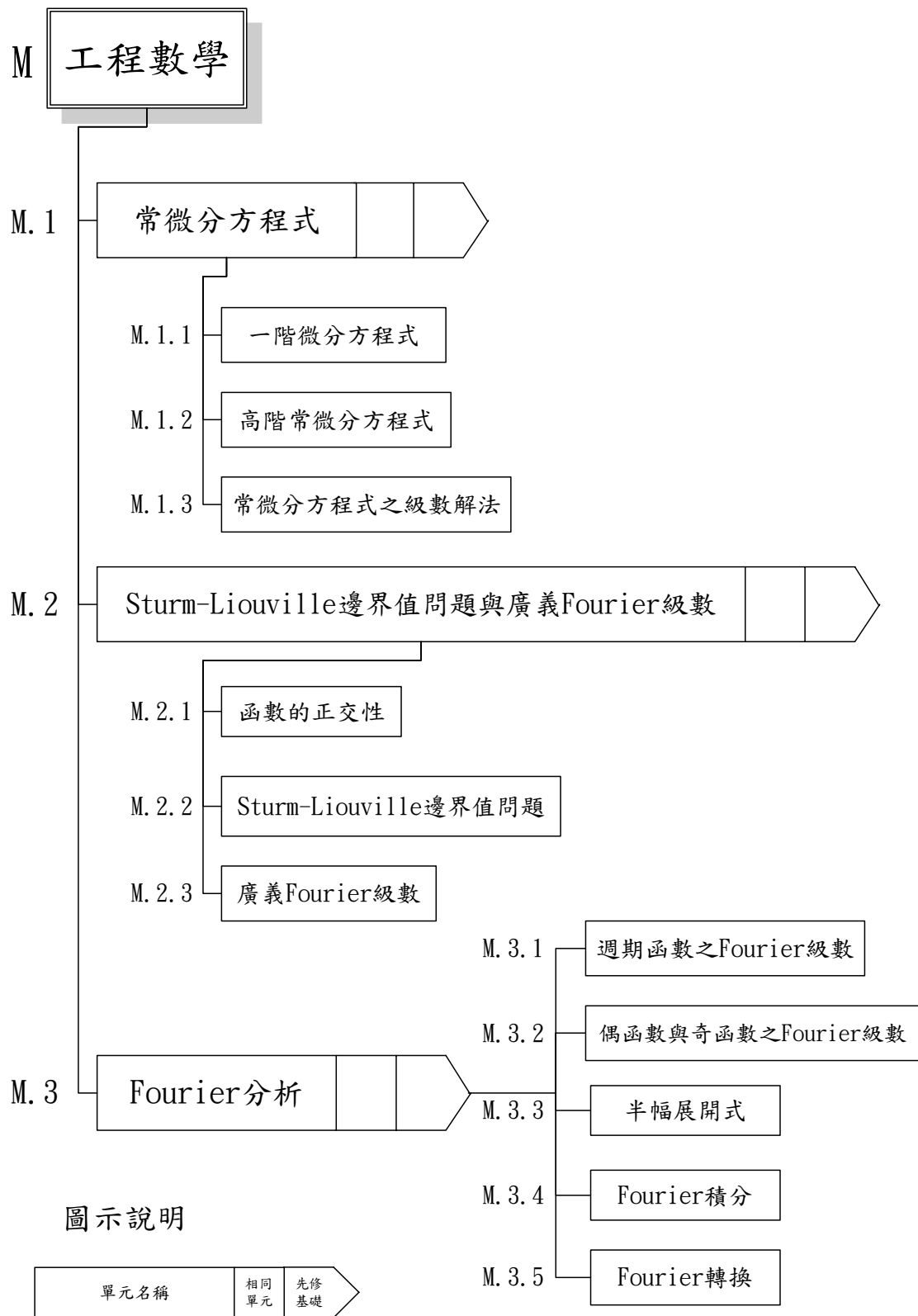


圖 3.2 工程數學課程單元大綱

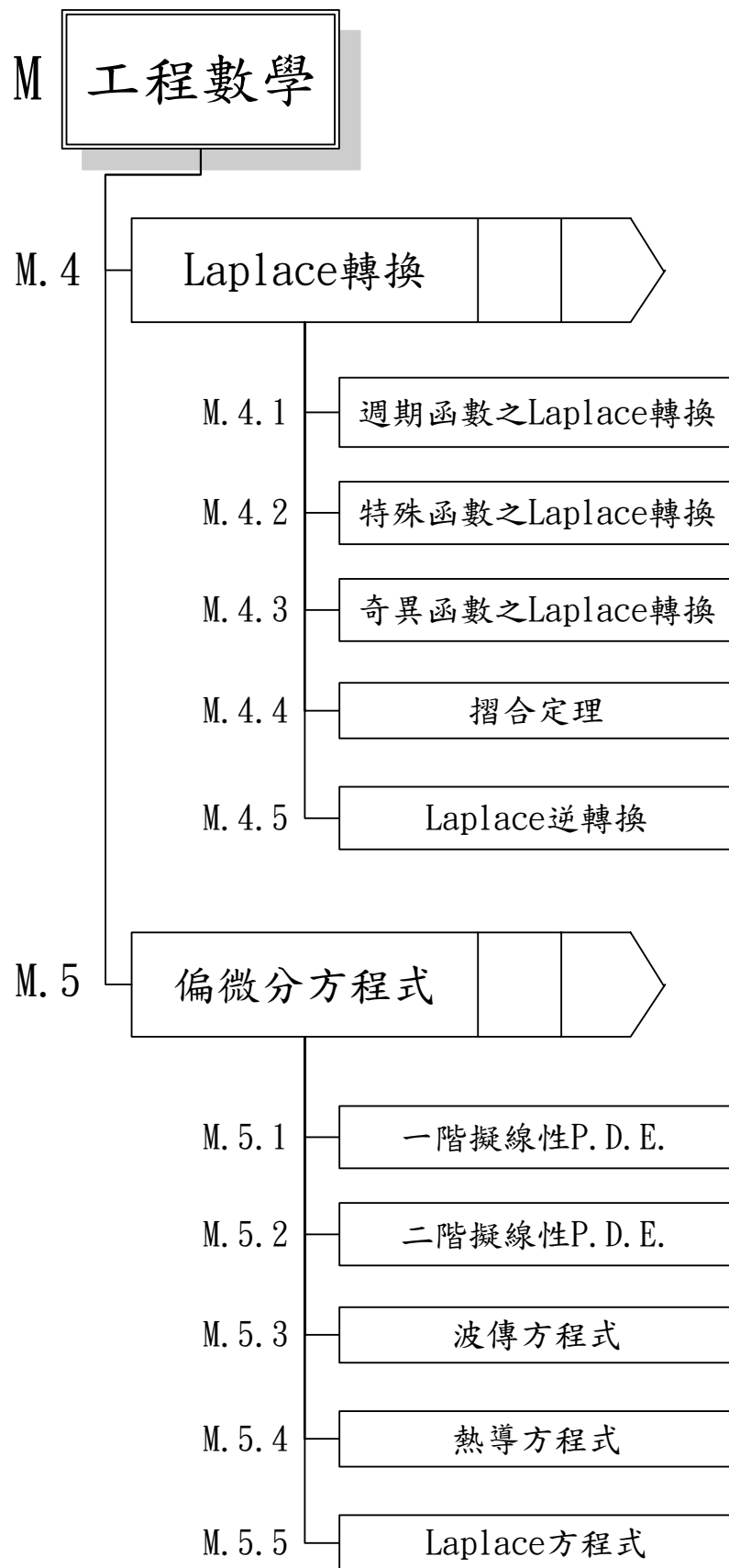


圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續)

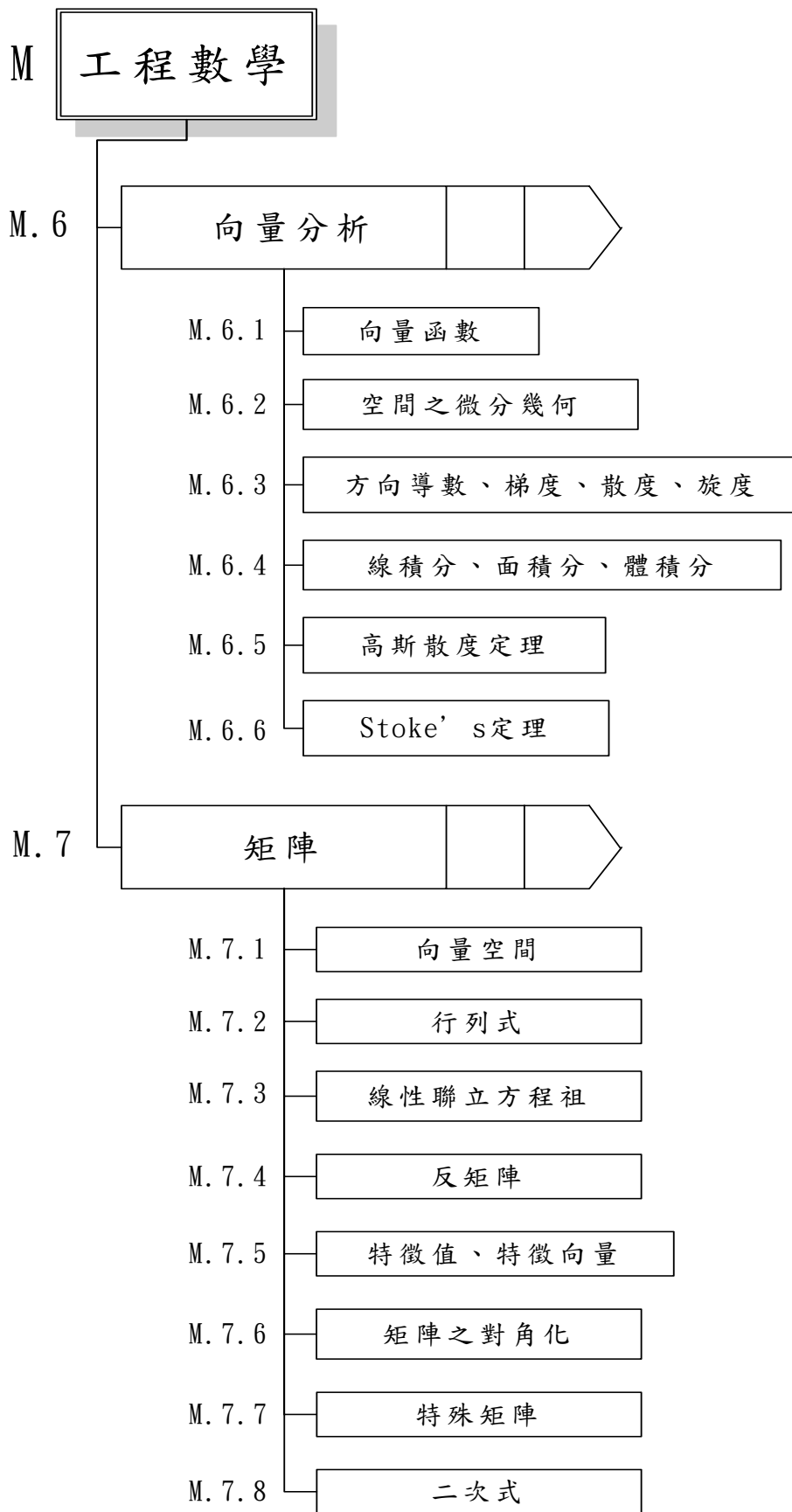


圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續)

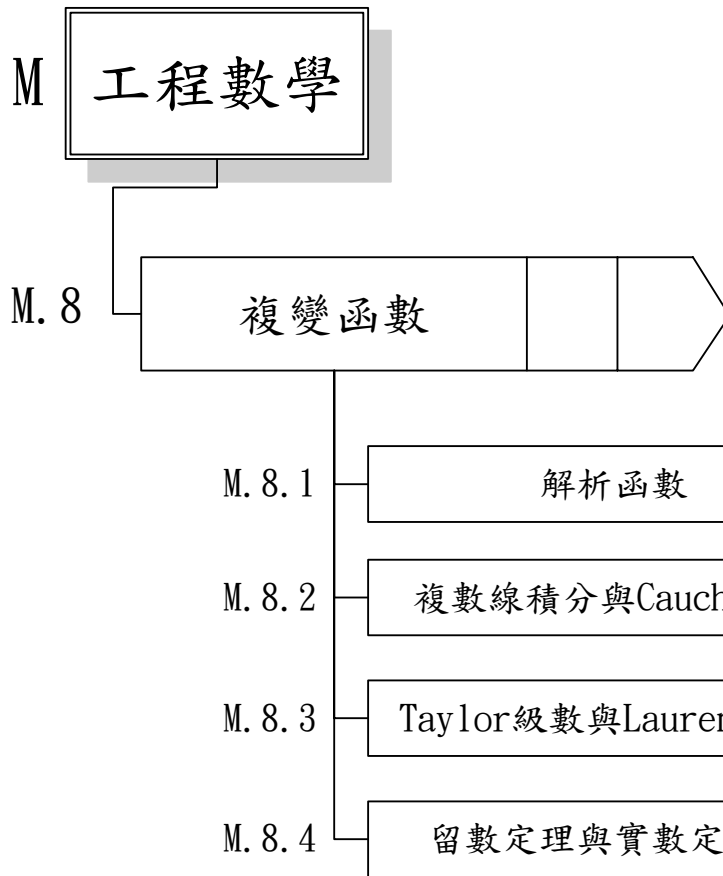


圖 3.2 工程數學課程單元大綱(續)

表 3.1 工程數學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
常微分方程式	一階微分方程式	9	1. 討論會導致微分方程式之物理及幾何問題，並對解決這些方程式的重要標準方法加以解釋。
	高階常微分方程式		
	常微分方程式之級數解法		
Sturm-Liouville 邊界值問題與廣義 Fourier 級數	函數的正交性	6	1. 介紹 Sturm - Liouville 邊界值問題與廣義 Fourier 級數，及其在數學理論與物理應用的重要性應用。
	Sturm-Liouville 邊界值問題		
	廣義 Fourier 級數		

表 3.1 工程數學課程建議時數與教學目標表(續)

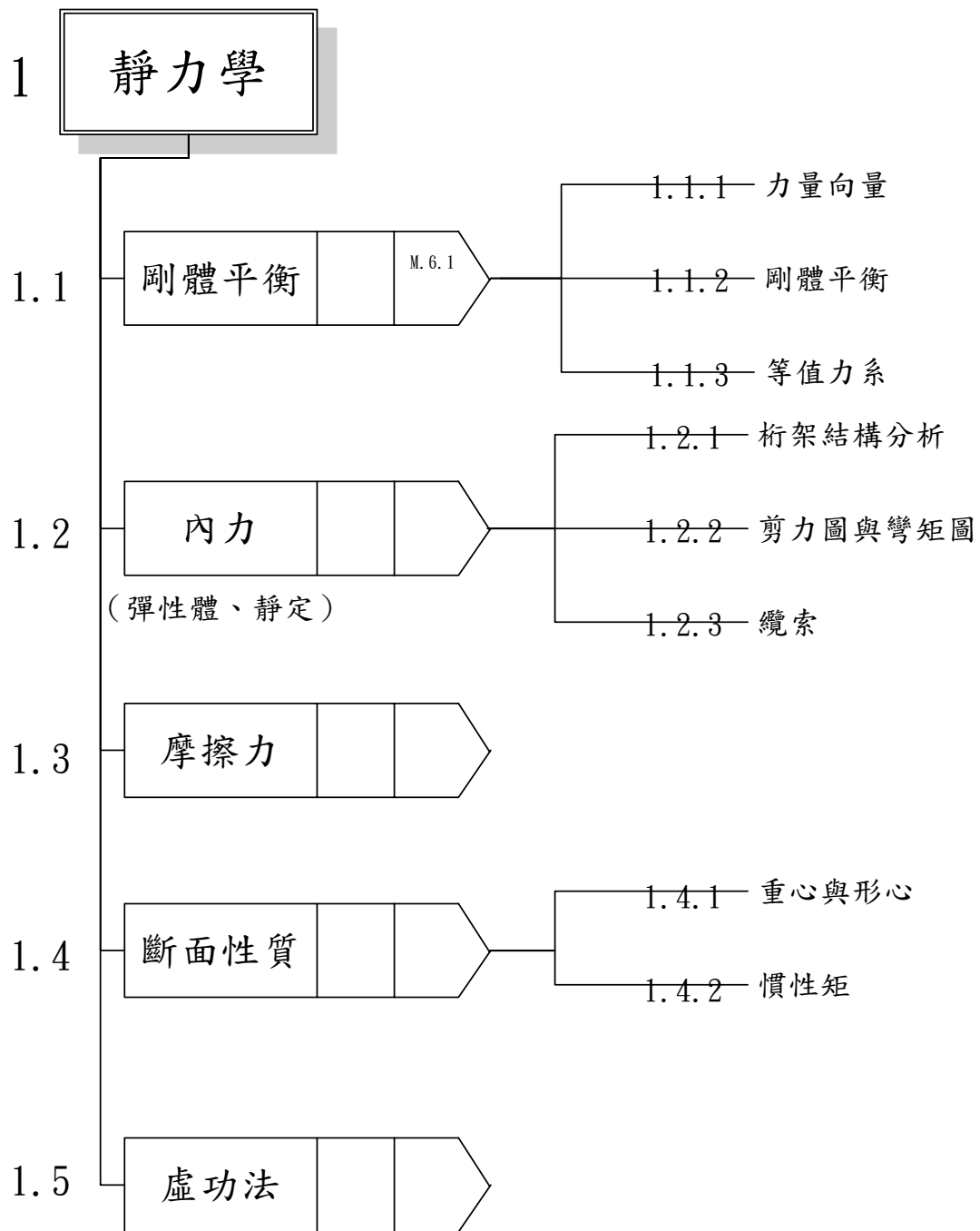
單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
Fourier 分析	週期函數之 Fourier 級數	5	1. 探討 Fourier 級數應用於物理及工程上週期性現象的解，並延伸至非週期性現象。
	偶函數及奇函數之 Fourier 級數		
	半幅展開式		
	Fourier 積分		
	Fourier 轉換		
Laplace 轉換	週期函數之 Laplace 轉換	5	1. 探討 Laplace 轉換應用於求出微分方程式及相關方程式系統之解。
	特殊函數之 Laplace 轉換		
	奇異函數之 Laplace 轉換		
	摺合定理		
	Laplace 逆轉換		
偏微分方程式	一階擬線性 P. D. E.	3	1. 討論偏微分方程式及運用 Fourier 分析，為工程上一重要工具。
	二階擬線性 P. D. E.		
	波傳方程式		
	熱傳方程式		
	Laplace 方程式		
向量分析	向量函數	6	1. 討論向量分析於積分微分之應用。
	空間之微分幾何		
	方向導數、梯度、散度、旋度		
	線積分、面積分、體積分		
	高斯散度定理		
	Stoke' s 定理		

表 3.1 工程數學課程建議時數與教學目標表(續)

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
矩陣	向量空間	6	1. 運用矩陣之計算於模擬實際問題的方程組計算。
	行列式		
	線性聯立方程組		
	反矩陣		
	特徵值、特徵向量		
	矩陣之對角化		
	特殊矩陣		
二次式			
複變函數	解析函數	9	1. 瞭解複變函數以得到對實際問題更進一步的完整性解答。
	複數線積分與 Cauchy 積分定理		
	Taylor 級數與 Laurent 級數		
	留數定理與實數定積分		

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。表 3.2 與表 3.3 列出教學建議時數與教學目標僅供課程老師參考，並可依據授課情況與學生上課情形，由授課老師自行決定授課節數之安排與教學目標之重點。



圖示說明

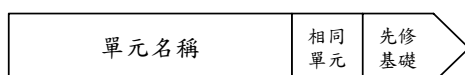


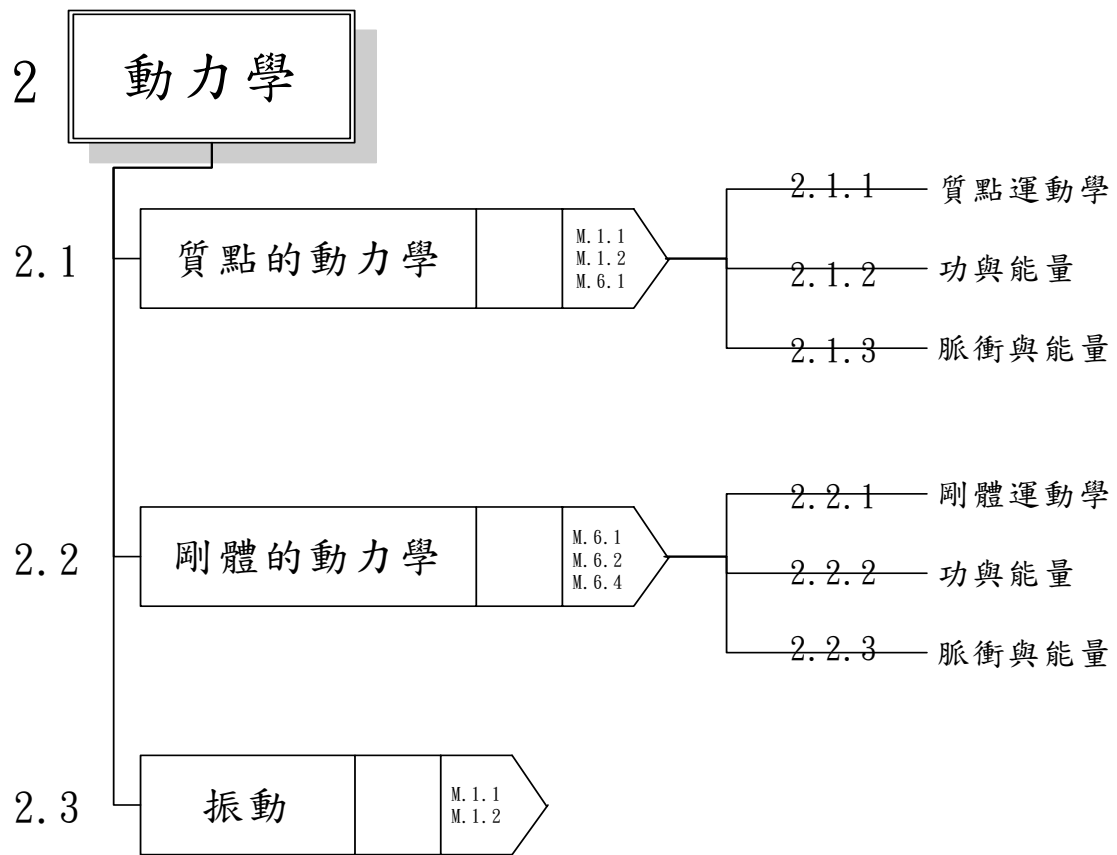
圖 3.3 靜力學課程單元大綱

表 3.2 靜力學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
剛體平衡	力量向量	1.5	1. 學會如何應用平行四邊形定理分解力量向量以及向量內積。
	剛體平衡	6	2. 介紹質點的自由體概念並運用平衡方程式解質點平衡。 3. 介紹力與力矩的關係。
	等值力系	4	4. 發展剛體平衡方程式，介紹剛體自由體圖概念，並運用平衡方程式解析剛體平衡問題。
內力（彈性體、靜定）	桁架結構分析	1	1. 介紹如何去定義桁架桿件內力，並解析鉸接的構架內力
	剪力圖與彎矩圖	1	2. 介紹如何去定義桿件內力，並繪出描述桿件內剪力與彎矩圖。
	纜索	0.5	3. 分析纜索的內力與幾何。
摩擦力	摩擦力	2	1. 介紹摩擦力概念以及解析受到摩擦力之剛體平衡。
斷面性質	重心與形心	4	1. 討論重心、質心及形心的概念。
	慣性矩	4.5	2. 發展面積慣性矩定義並討論質量慣性矩。

表 3.2 靜力學課程建議時數與教學目標表(續)

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
虛功法	虛功法	4	1. 介紹虛功原理並應用於鉸接桿件之平衡建構。 2. 建立 potential energy function 以及運用 potential energy method 來理解剛體的平衡與穩定。



圖示說明

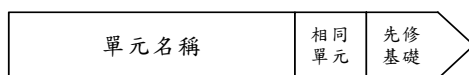


圖 3.4 動力學課程單元大綱

表 3.3 動力學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
質點的動力學	質點運動學	6	1. 闡述牛頓運動定理與地心引力並定義質量與重量。 2. 運用不同座標系統之質點運動方程式解析物體加速度運動。
	功與能量	2.5	3. 發展功能原理並應用於解決力、速度與位移的問題。
	脈衝與能量	1	4. 介紹保守力概念並應用能量不減定理去解析動力學問題。 5. 發展質點線性脈衝與衝量原理。
剛體的動力學	剛體運動學	6.5	1. 介紹定義剛體質量慣性矩的方法。 2. 發展對稱剛體之動力學運動方程式並討論實際現象之應用。
	功與能量	2.5	3. 發展物體動能方程式並定義力與力偶做功方式。 4. 應用功能原理解析剛體動力學問題。
	脈衝與能量	1	5. 闡述以能量不減定理解析剛體動力問題。 6. 發展物體線性脈衝與衝量原理。
振動	振動	1	1. 運用運動方程式與能量法討論剛體的無阻尼單自由度振動。 2. 探討無阻尼強制振動與黏滯性阻尼強制振動的分析。

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。表 3.4 列出教學建議時數與教學目標僅供課程老師參考，並可依據授課情況與學生上課情形，由授課老師自行決定授課節數之安排與教學目標之重點。

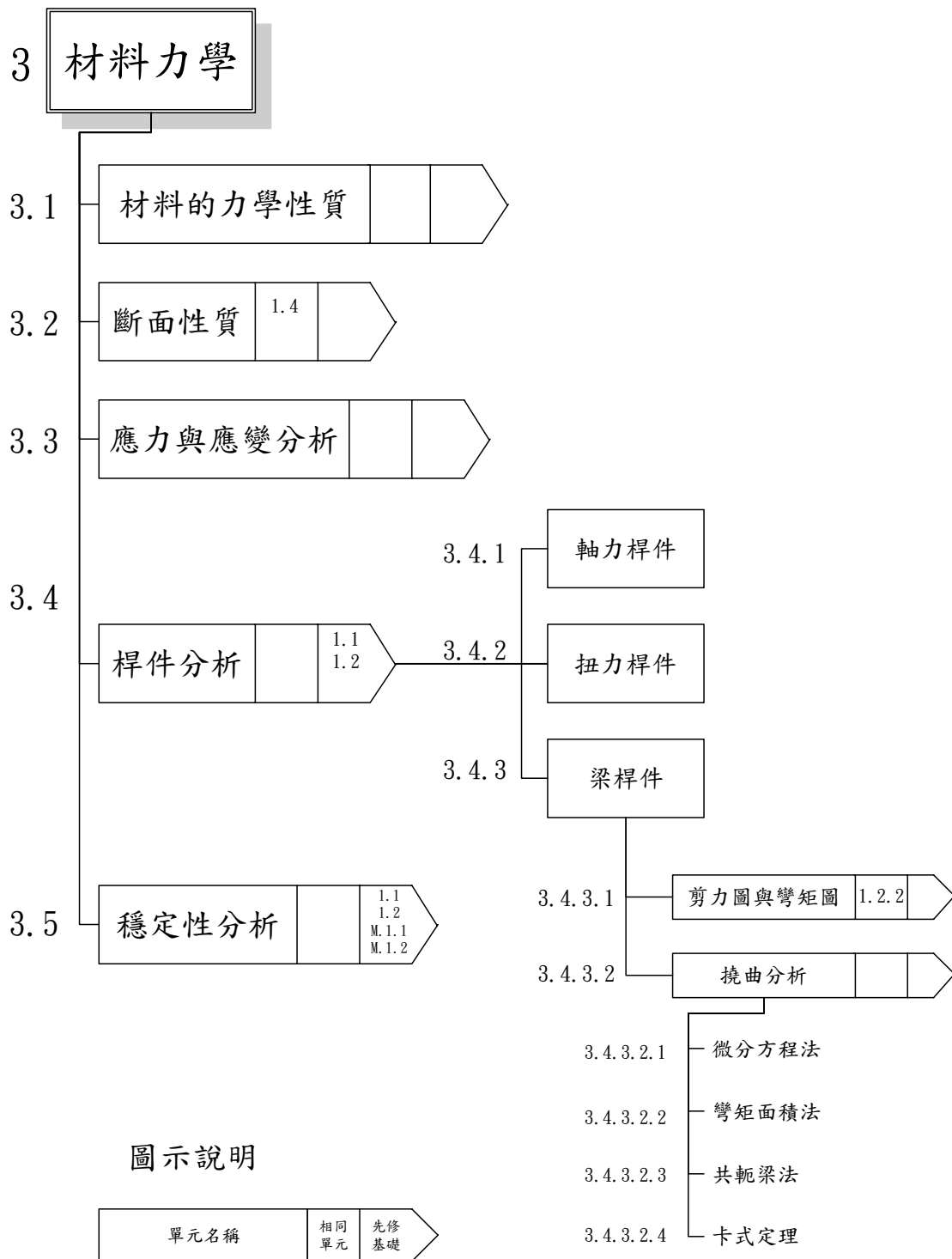


圖 3.5 材料力學課程單元大綱

表 3.4 材料力學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
材料的力學性質	材料的力學性質	6	1. 闡述材料所展現的各項力學性質及其定義。
斷面性質	斷面性質	6	1. 討論重心、質心及形心的概念。 2. 發展面積慣性矩定義並討論質量慣性矩。
應力與應變關係	應力與應變關係	12	1. 探討材料應力與應變張量關係及代表之材料性質。
桿件分析	軸力桿件	6	1. 以應力應變關係解析基礎之軸力桿件、扭力桿件、梁桿件。
	扭力桿件	6	
	梁桿件	6	
穩定性分析	穩定性分析	7	1. 探討結構挫曲所造成之不穩定性。

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。表 3.5 列出教學建議時數與教學目標僅供課程老師參考，並可依據授課情況與學生上課情形，由授課老師自行決定授課節數之安排與教學目標之重點。

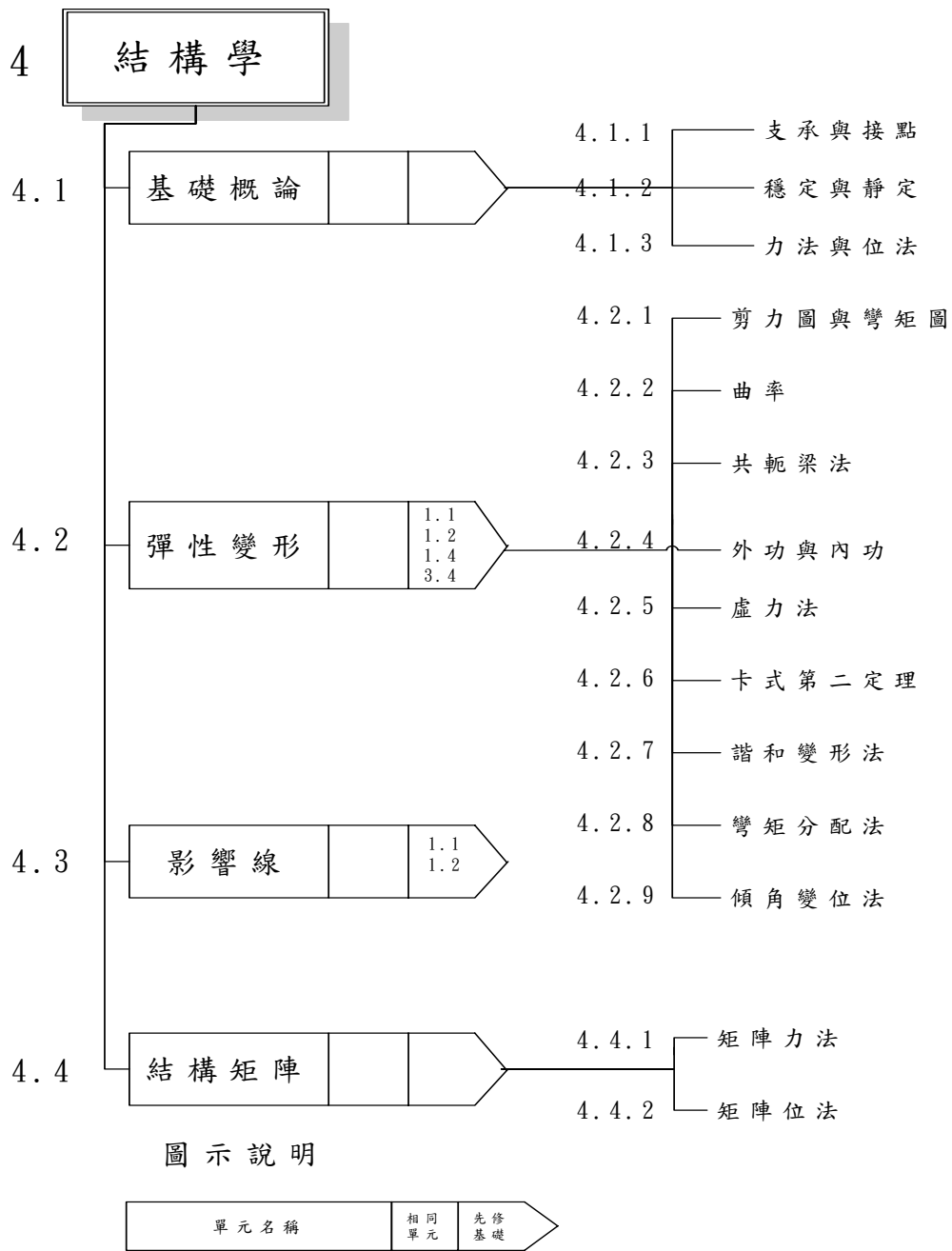


圖 3.6 結構學課程單元大綱

表 3.5 結構學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
基礎概論	支承與接點	3	1. 討論結構的各種支承或接續符號及其相間的特性，作為往後結構內容之基礎。 2. 探討結構變形與受力引致的穩定問題。 3. 介紹結構分析中常用之力法與位法。
	穩定與靜定	4	
	力法與位法	4	
彈性變形	剪力圖與彎矩圖	3	1. 介紹如何去定義桿件內力，並繪出描述桿件內剪力與彎矩圖。 2. 探討曲率與撓取變形之關係。 3. 介紹各種包含力法與位法的結構分析方法。
	曲率	3	
	共軛梁法	3	
	外功與內功	3	
	虛力法	3	
	卡式第二定理	3	
	諧和變形法	3	
	彎矩分配法	3	
	傾角變位法	3	
影響線	影響線	3	1. 探討單位垂直荷重經過一結構物時，結構某一函數的變動法則。
結構矩陣	矩陣力法	4	1. 運用矩陣技巧於結構分析中常用之力法與位法。
	矩陣位法	4	

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。表 3.6 與表 3.7 列出教學建議時數與教學目標僅供課程老師參考，並可依據授課情況與學生上課情形，由授課老師自行決定授課節數之安排與教學目標之重點。

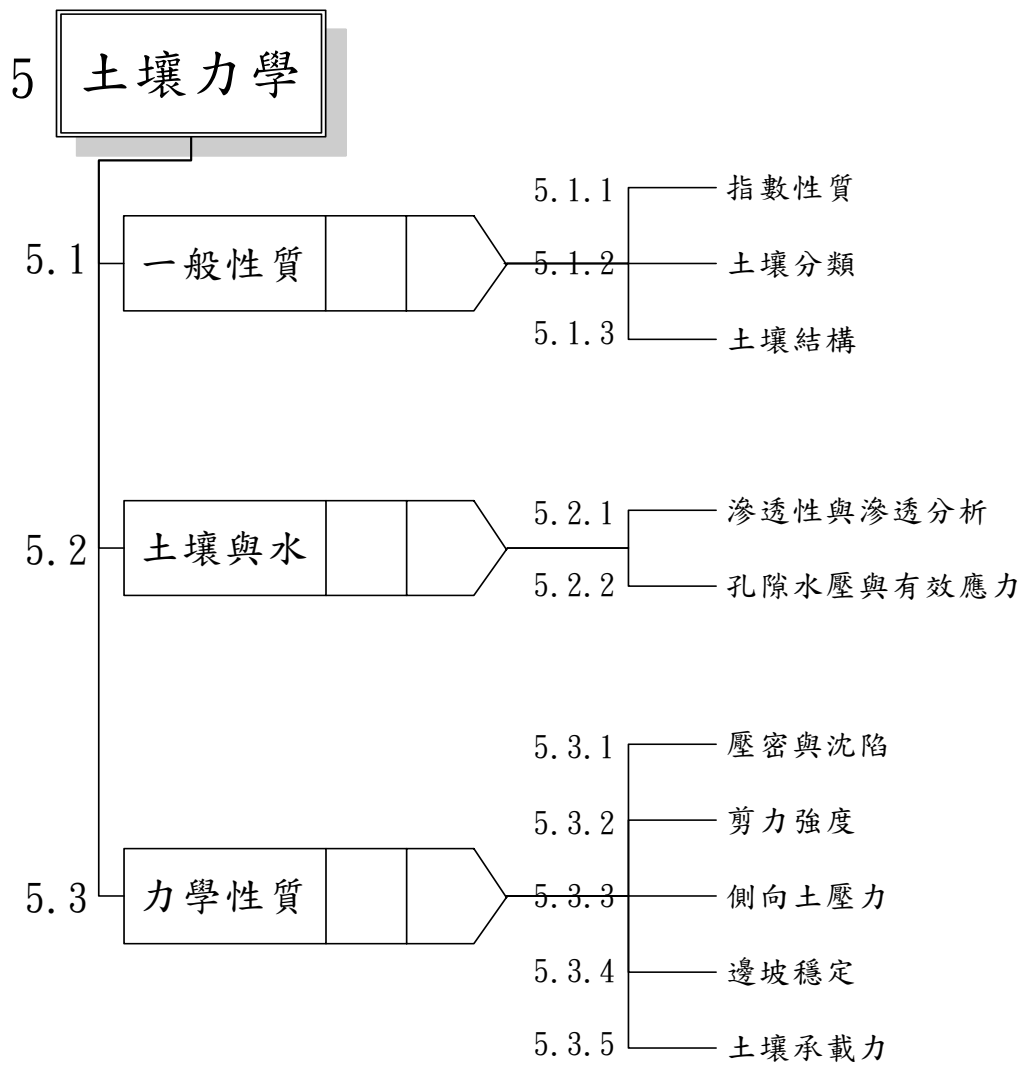


圖 3.7 土壤力學課程單元大綱

表 3.6 土壤力學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
一般性質	指數性質	2	1. 討論土壤重量-體積之關係以及含有黏土礦物的細顆粒土壤之黏滯(塑)性行為。 2. 討論如何將各種土壤，根據土壤之顆粒尺寸分佈與塑性作不同層次之分類。
	土壤分類	3	
	土壤結構	3	
土壤與水	滲透性與滲透分析	5	1. 討論各種土壤之水力傳導性。 2. 討論有效應力與孔隙水壓之計算程序。
	孔隙水壓與有效應力	6	
力學性質	壓密與沈陷	6	1. 對估計沈陷之理論作一詳述。 2. 解說土壤剪力強度的理論與量測的方法。 3. 強調如何計算擋土牆、開挖支撐、和其他土體支撐結構物所承受之側向土壓力。 4. 討論邊坡的穩定性分析。 5. 解說建構淺基礎的土壤承載理論。
	剪力強度	6	
	側向土壓力	6	
	邊坡穩定	6	
	土壤承載力	6	

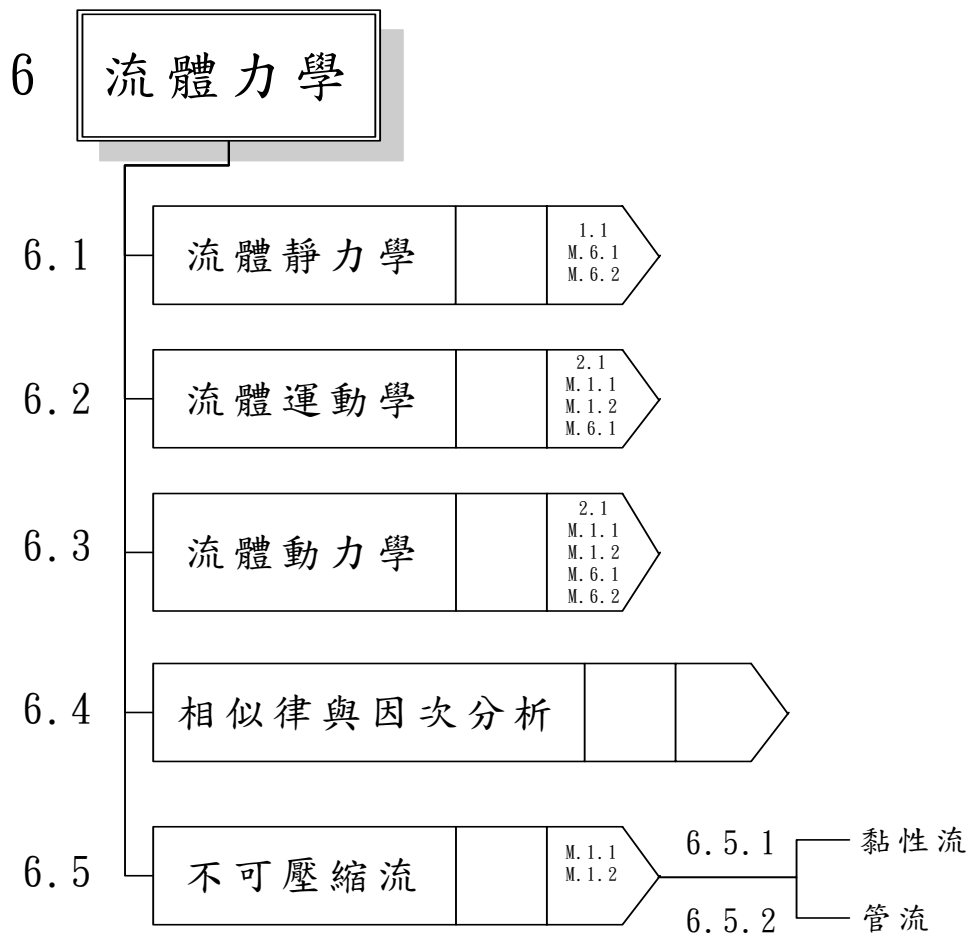


圖 3.8 流體力學課程單元大綱

表 3.7 土壤力學課程建議時數與教學目標表

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
流體靜力學	流體靜力學	9	1. 針對流體不論處於靜止或移動狀態，在相鄰的兩粒子間並無相對運動之問題的研究。探討重點為壓力及其在整個流體中的變化情形，同時壓力在潛體表面的效應亦需考慮。
流體運動學	流體運動學	10	1. 進行各方面的流體運動研究，但並不涉及引致運動所需的作用力。範疇包含流體的速度、加速度以及運動的可視化描述。
流體動力學	流體動力學	10	1. 依基本的法則，探討一些典型的流體動力學。將流體質點視為理想狀態，並以牛頓第二定理推導出伯努利方程式。
相似律與因次分析	相似律與因次分析	10	1. 介紹相似性的觀念，主要的構思是將某一系統所做的測，用以描述其他相似系統的行為。 2. 實驗室系統通常以模型的制作，再嚴密的控制條件下用以探討有去的實際現象，由這些模型的研究中，推導出半經驗公式或可作其他相似系統的局部特性的預估。

表 3.7 土壤力學課程建議時數與教學目標表(續)

單元主題	子單元名稱	建議教學節數	教學目標
不可壓縮流	黏性流	10	1. 考慮流體中的黏性效應。 2. 採用基本的統御原理，解析在管路或導管內的黏性不可壓縮流體流動。
	管流		

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 3.8 及表 3.9 的安排。

表 3.8 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 3.9 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 虛擬流體力學實驗室之建立

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方法

本章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。然後更進一步，在學生作實驗時，給予檢驗和自動化的成果繳交，以便對學生的實驗作品管。

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 V2.0，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。第二步是讓學生在詳讀各實驗的目的、理論、步驟之後，

馬上可以在網頁上利用互動式教學元件加深印象，達到預習的效果，這個部份的做法對不同實驗儀器是不同的，有的儀器需要詳細之流場模擬結果，此時就需要用不同之模擬軟體，先對各儀器中流動區做格網劃分後，利用學生輸入之不同參數來計算流場，然後以模擬結果產生之數值檔利用 Adobe Premiere 5.1 版來做成動畫，因此學生可在調整輸入參數後看到不同之流場動畫，從而瞭解流體之反應；另一種簡單的方式適用於流場較簡單的設備，此時只需以 Flash 作動畫，即可讓學生了解不同參數時的流場。第三部份，則是讓學生可以登入網頁並將在實驗室現場量測得的數據做線上輸入檢查並繳交給助教評分處理，最主要的功能是可以現場檢驗數據是否合理，是否需要重新做實驗。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[進入實驗室]後即可進入虛擬實驗室。



圖 4.1 流體力學虛擬實驗室首頁

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，因此網頁的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) 實驗室內的儀器、工具，不得隨便搬出。儀器若有損壞，必須立即報告助教及負責教士。
- (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，或以玻璃瓶收集，清洗地面，使成氯化汞後清除。
- (7) 溶液勿由嘴吸入，取液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。

流體力學各項目所需之器具：

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、細長線
閘門實驗	*水位尺、*黏土、馬錶
堰流實驗	*水位尺、馬錶
旋轉式流線儀率定實驗	*馬錶、旋轉式流線儀、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

圖 4.3 流體力學虛擬實驗室部分畫面



圖 4.4 流體力學虛擬實驗室部分操作畫面

中心圖為台灣大學土木系之流體力學實驗室全圖，學生可運用滑鼠在圖上操作，將圖放大或旋轉(如圖 4.4 與 4.5)，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。



圖 4.5 實驗室的景觀可以 360 旋轉

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 4.6，儀器環場即為三維之虛擬立體圖，學生可利用滑鼠將圖做任意方向之旋轉來仔細觀察儀器之每一細節(如圖 4.7)，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 4.6 實驗儀器之虛擬立體圖



圖 4.7 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 4.8)。



圖 4.8 操作「示範影片」之畫面

學生進入各實驗的主畫面後，為了確保學生能夠將所有實驗內容先行預習過，因此從實驗目的開始，我們讓實驗的教材分成各個步驟，讓學生循序漸進的將教材讀完並了解後才能開始做實驗，因此學生必需點選下一步，才能進入儀器與步驟，詳讀完後再點選下一步，才能進入理論與討論的部份，直到這些教材觀看完後才可以開始做數據的輸入檢驗與互動式的教學，如圖 4.9 至 4.12 所示。未來還規劃在各個步驟中加入一些問題，以檢測學生是否有真的了解實驗的意義，如果學生未能順利解答即不能進入下一個步驟。

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（目前設定可以過關誤差為 10%到 15%，視不同試驗難度而定）或根本數據錯誤，電腦會自動告訴學生（如圖 4.13），以確保學生之

實驗品質，此功能與 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。



圖 4.9 實驗的教材內容(1)

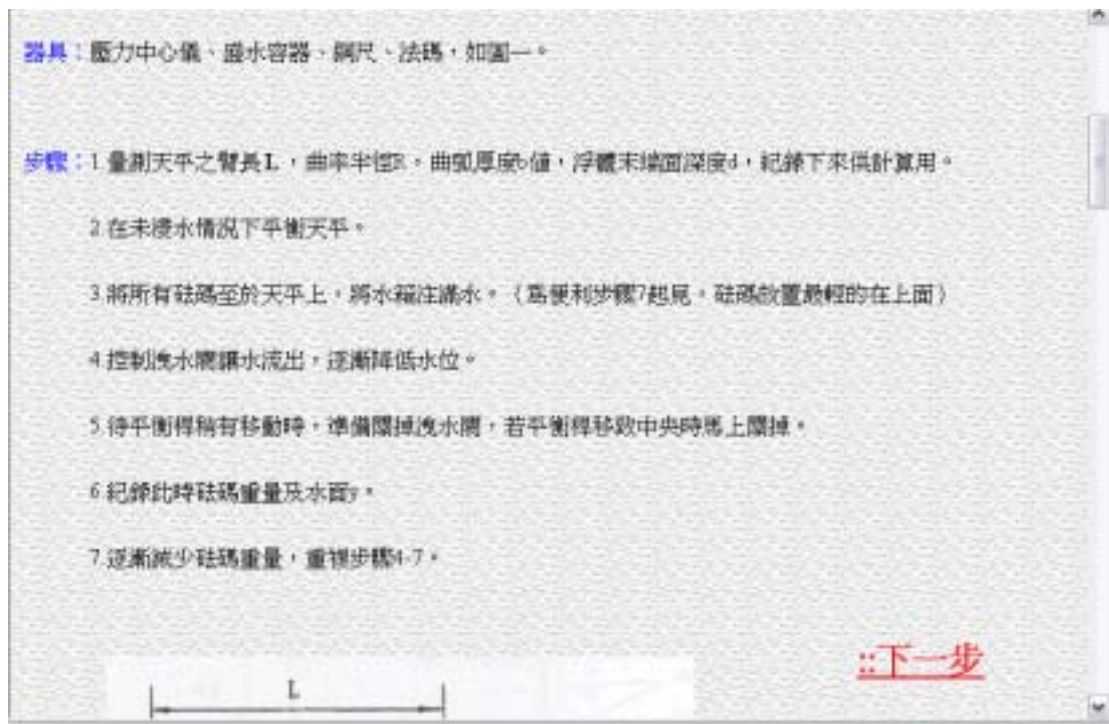


圖 4.10 實驗的教材內容(2)

理論：

1. 鉛垂面ABCD半浸沒（即 $0 < y_0 < d$ 時）情況（圖二、五）
 由於水壓 $P = \gamma \cdot A$ （ A 為水深， γ 為水單位重）
 則作用在鉛垂面ABCD之壓力合力

$$F = \frac{1}{2} \gamma y_0^2 b \quad (1)$$

作用中心在DC上方 $1/3 y_0$ 處，即 $y_c = 1/3 y_0$ ，則壓力合力之力臂即壓力中心之半徑位置：

$$R_c = a + d - \frac{1}{3} y_0 \quad (2)$$

又QD曲面之壓力作用線全通過O點，故對於O點沒有力矩產生。所以，水壓力對O點之力只剩下在鉛垂面ABCD的壓力，即理論力矩：

$$M_T = F \times R_c = \frac{1}{2} \gamma b y_0^2 \left(a + d - \frac{1}{3} y_0 \right)$$

實驗力矩為：

$$M_E = \frac{1}{2} m g l$$

所以力矩平衡時：

$$M_T = M_E$$

實驗的壓力中心： $R_c = M_E / F$
 A'B'CD之形心在CD上方 $1/3 y_0$ 處。

:: 下一步

圖 4.11 實驗的教材內容(3)

2. 鉛垂面ABCD全浸沒（即 $d < y_0 < a+d$ 時）情況（圖四、六）
 作用在AA'曲面之壓力作用線亦通過O點，故對O點不產生力矩。

$$F = \gamma b d \left(y_0 - \frac{1}{2} d \right)$$

$$y_c = \frac{1}{2} d - \frac{d^2}{6(2y_0 - d)} = \frac{3\gamma a d - 2d^2}{3(2y_0 - d)} \quad R_c = a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2y_0 - d)}$$

$$M_T = \frac{1}{2} \gamma b d \left[y_0 (2a + d) - d \left(a + \frac{d}{3} \right) \right] = \frac{\gamma b d}{6} (6y_0 a + 3y_0 d - 3ad - d^2)$$

鉛垂面ABCD之形心在DC上方 $d/2$ 處。

討論：

- 針對 $0 \leq y_0 \leq d$ 及 $d < y_0 \leq (a+b)$ 兩種情況，分別輸出：
- 說明實驗為何和理論值不一樣？列出可能的原因並計算 $0 \leq y_0 \leq d$ 及 $d < y_0 \leq (a+b)$ 時之平均誤差。

:: 開始做實驗

圖 4.12 實驗的教材內容(4)，結束後才開始做線上虛擬實驗。



圖 4.15 射流試驗開頭的教材



圖 4.16 邊界層試驗開頭的教材

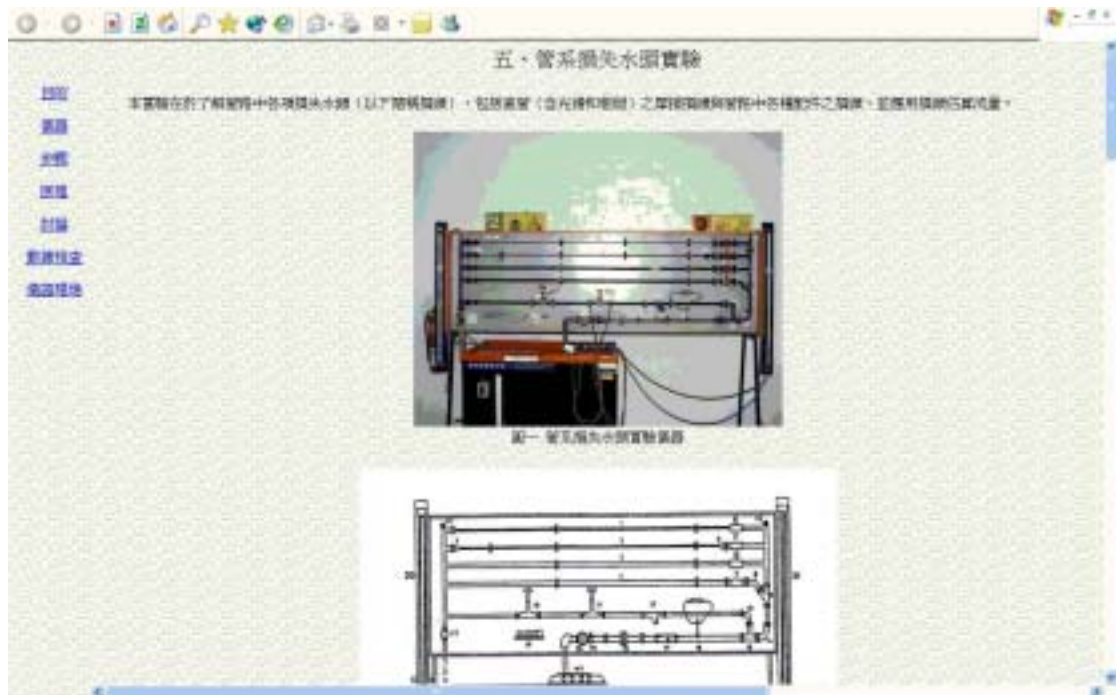


圖 4.17 管系損失試驗開頭的教材



圖 4.18 文德利管試驗開頭的教材



圖 4.19 閘門試驗開頭的教材



圖 4.20 堰流試驗開頭的教材



圖 4.21 各試驗環場圖展示，在網頁上需要以滑鼠操作才看的到全場
每一項試驗都包含 4.1.2 節中所敘述的每一部分。

4.1.4 互動教學

為讓學生能有親身操作感覺，網頁中另設有互動式教學，簡單案例是由 Flash 做，例如點選渦流實驗後，會有如圖 4.22 之虛擬實驗出來，右測有放大之控制鈕，學生可以利用滑鼠來控制水流流量，流量改變後，水面線會依理論改變，到達穩態後，學生可以用量尺測量水面線，就像真正做實驗一樣。經過此步驟，學生可以將測量數據填到上一節中敘述之表格中，經程式驗證後，算是完成一次虛擬實驗。如此可以讓學生對實驗有所了解，以便真正做實驗之前，先熟悉程序。達到預習之目的。



圖 4.22 虛擬實驗數據操作畫面

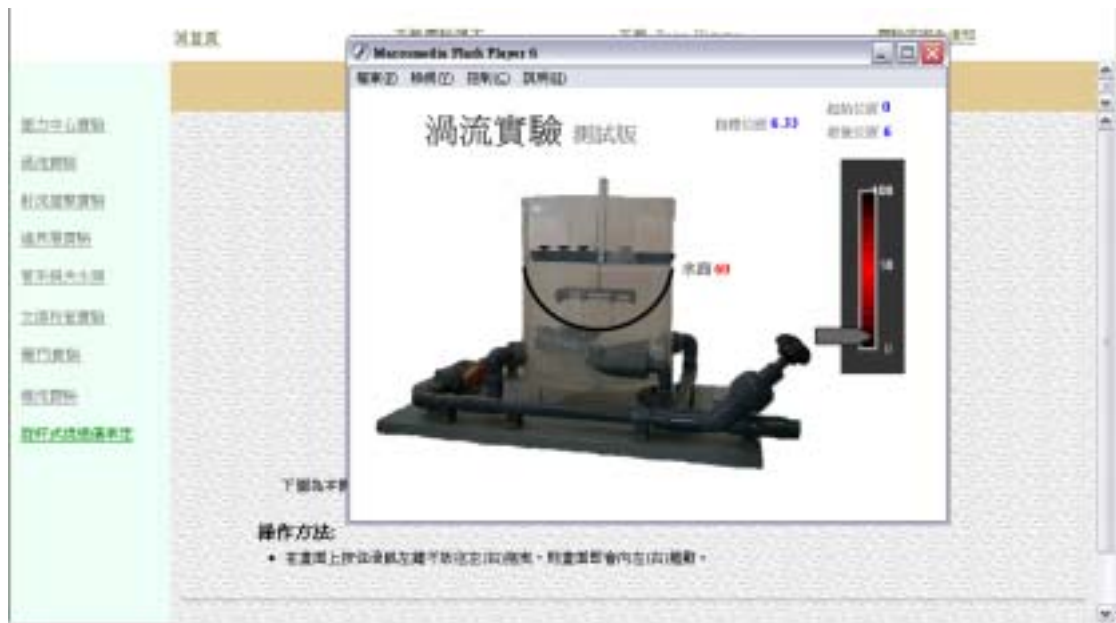


圖 4.23 虛擬實驗數據操作畫面

4.1.5 教學效果

為了測試網頁教學的效果，我們找了十位台大土木系大學部同學來試用網頁，因為需要已經做過實驗的樣本，因此我們找了一個今年為大四的土木系學生，其餘 9 人是剛畢業的同學，3 個女生 7 個男生，平均分部於土木系營管組、交通組與大地組，和環工所與應力所，

我們沒找要唸水利組的同學，目的是要測試非專業的意見。問卷回收統計的結果如下，基本上同學認為這個網站的美工與功能都是目前所需要的，也對流力實驗預習上有所幫助。

第一題：本網站的頁面安排是否清楚而明確？

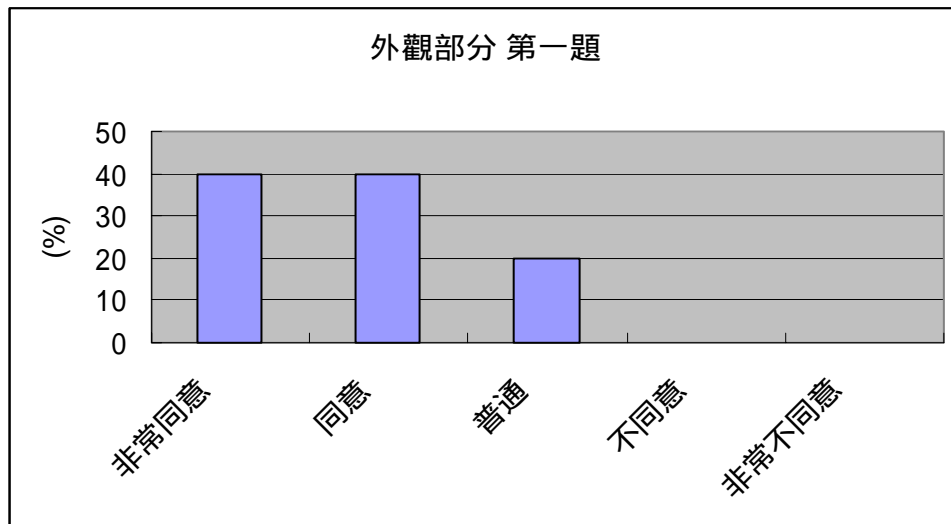


圖 4.24 針對『本網站的頁面安排是否清楚而明確?』的統計圖

第二題：本網站的美工設計給使用者的感受是否良好？

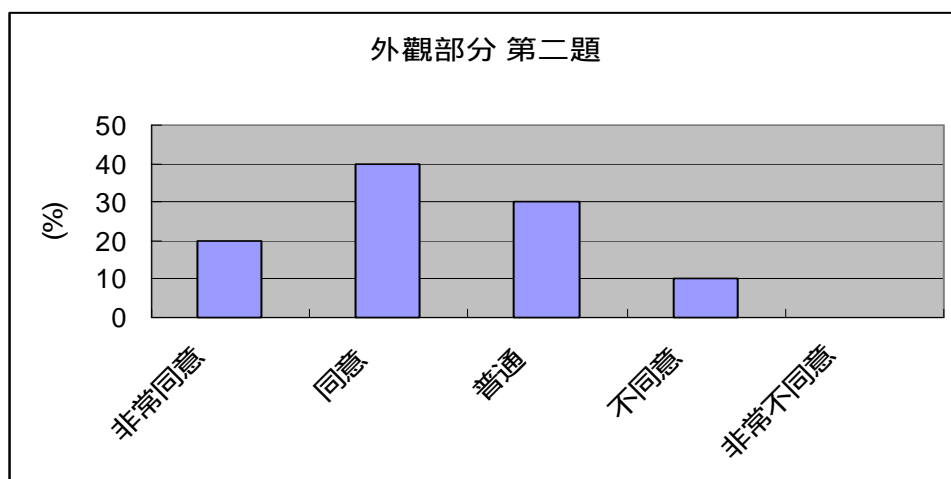


圖 4.25 針對『本網站的美工設計給使用者的感受是否良好?』的統計圖

第三題：本網站的所給的資訊是否讓你了解如何做實驗？

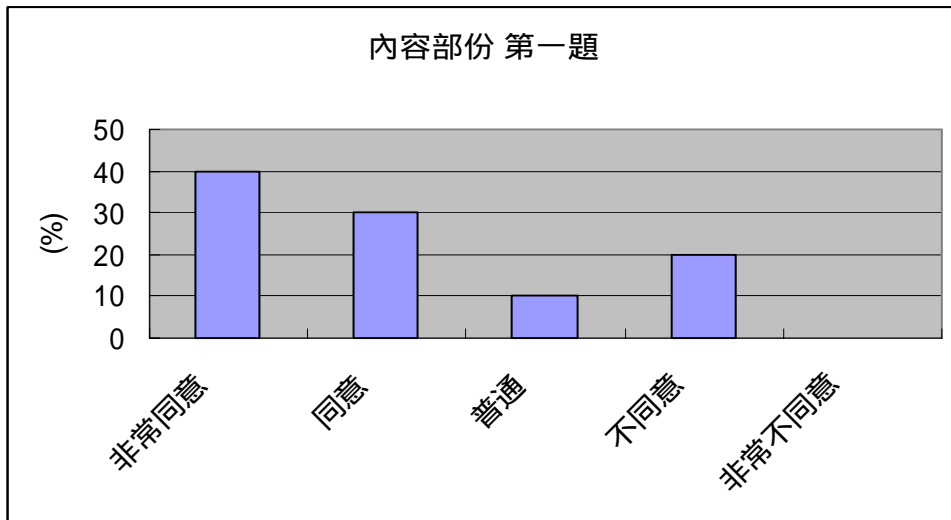


圖 4.26 針對『本網站的所給的資訊是否讓你了解如何做實驗？』的統計圖

第四題：本網站的功能是否能夠滿足你的學習需求？

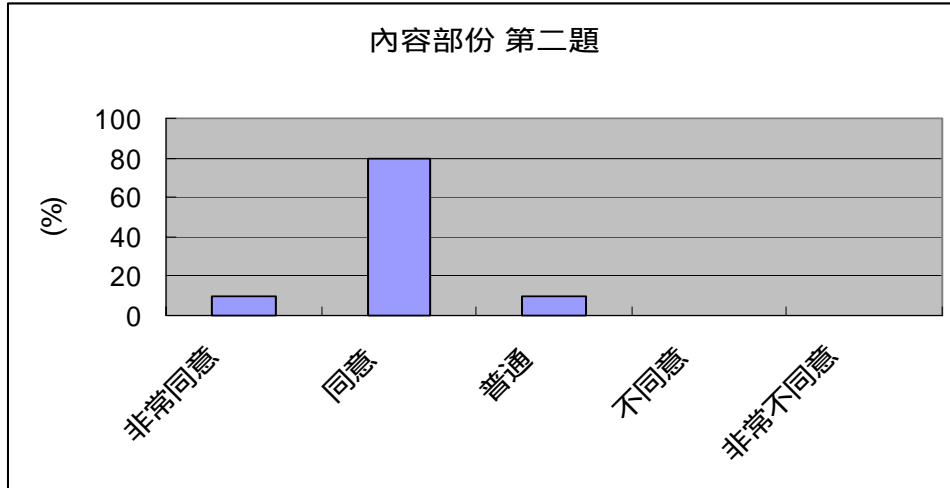


圖 4.27 針對『本網站的功能是否能夠滿足你的學習需求？』的統計圖

第五題：在瀏覽過本網站，是否有達到預習的效果？

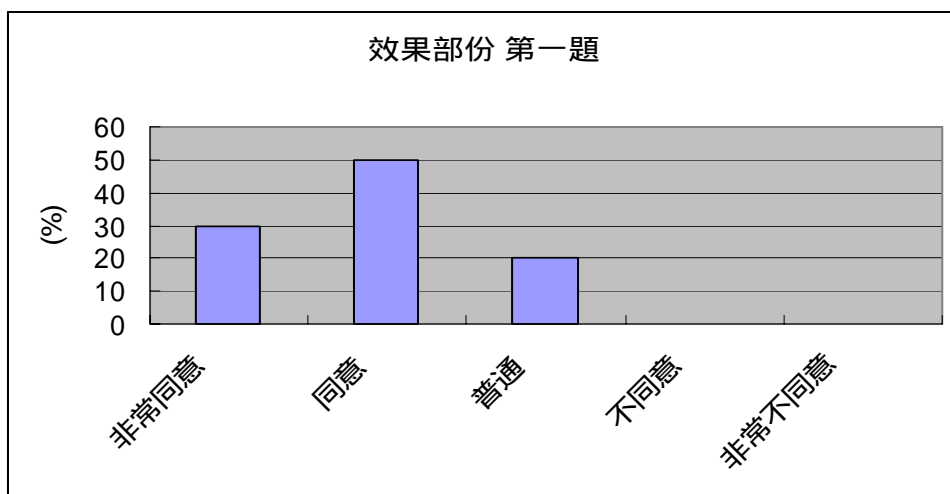


圖 4.28 針對『在瀏覽過本網站，是否有達到預習的效果？』的統計圖

第六題：本網站的 3D 環景展示是否讓你了解實驗儀器的使用？

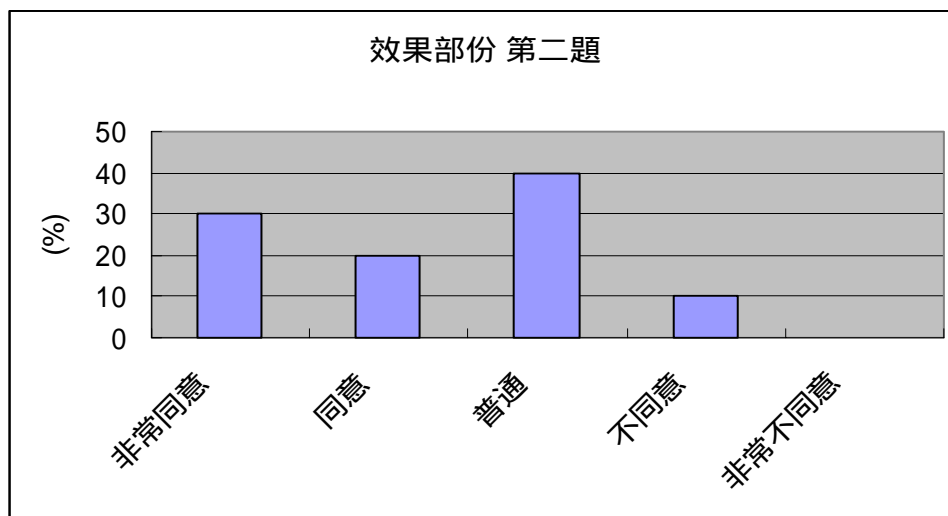


圖 4.29 針對『本網站的 3D 環景展示是否讓你了解實驗儀器的使用？』的統計圖

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，這些軟體工具或可適時地輔助，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，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。

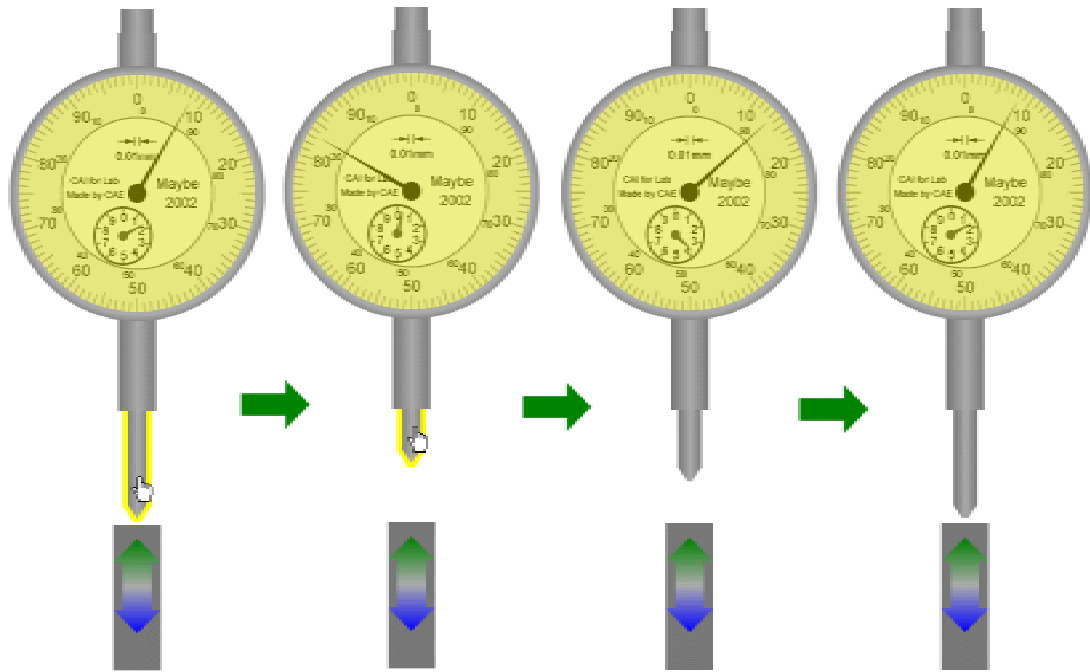
本計畫針對工程力學的部分單元所需之互動性教學元件進行設計與實作，並將學習者使用部分元件的狀況進行評估。附錄一以目錄的方式將目前已發展的教學元件表列，本章則針對部分較有特色的元件作進一步的說明。這些包括：虛擬材料力學實驗室所需之部分互動元件、動力學線上影音教材元件、流體力學學習輔助元件、引導式例題元件、互動式動畫範例元件、概念地圖學習元件、線上筆記元件、互動式例題元件等。另外如對此元件有進行評估，亦在下文一併說明與分析。

5.1 虛擬材料力學實驗室之互動元件

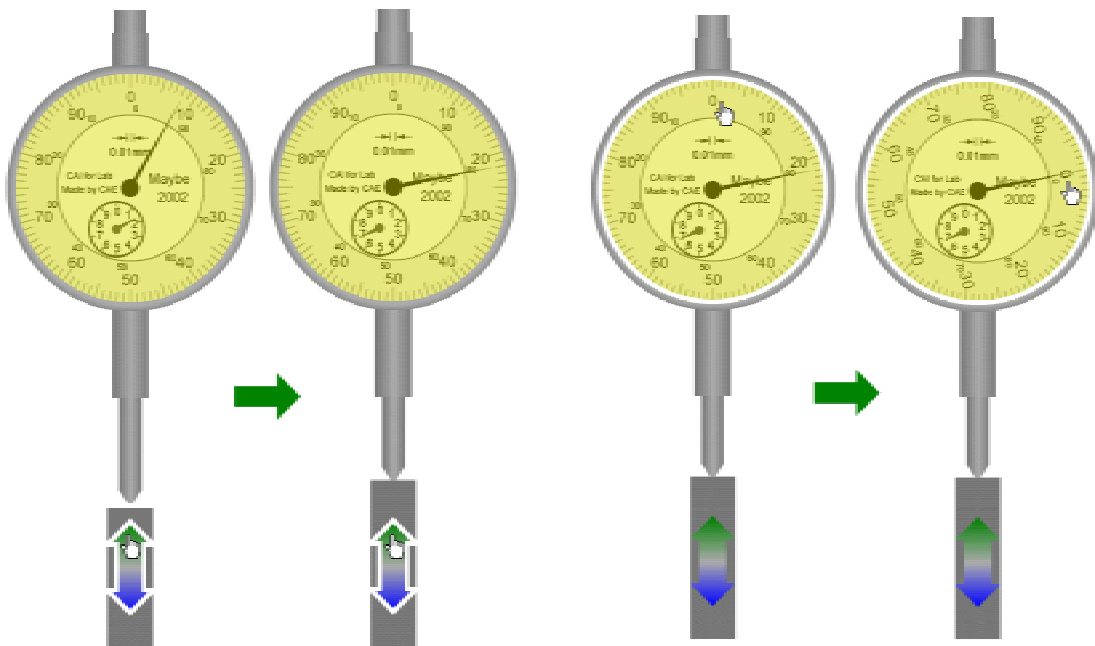
本元件之教學內容主要參考台灣大學土木系之”材料力學實驗手冊”（台灣大學土木工程學系，1999）與 Gere and Timoshenko（1997）

之” Mechanics of Materials” 教科書編寫而成。在這個雛形實作中，我們製作了 5 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 5-1 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。
2. 試桿組裝 (如圖 5-2 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 5-2(d)所示。
3. 試桿組上架 (如圖 5-3 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 5-4 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。
6. 荷重控制器 (如圖 5-5 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。



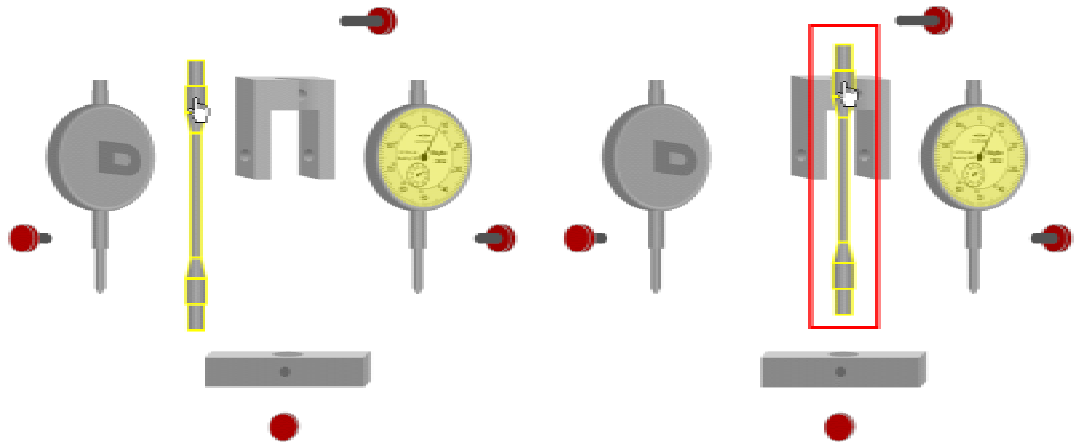
(a) 活動測針



(b) 可移動之測物

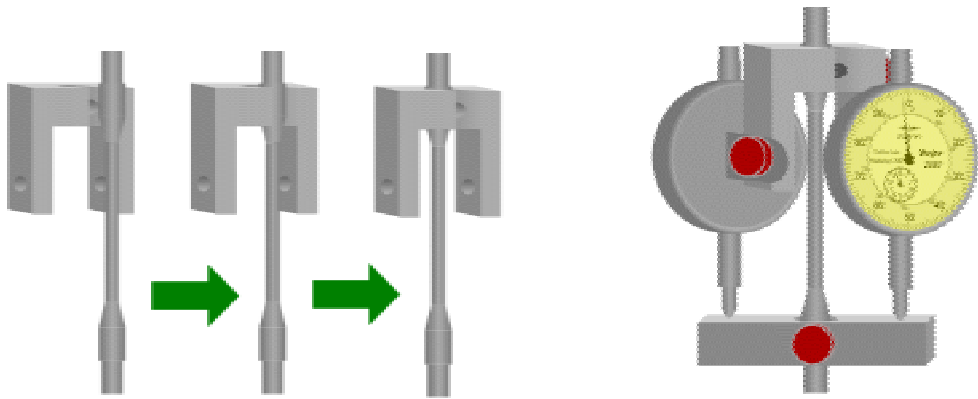
(c) 轉盤

圖 5.1 活動式虛擬儀器製作 - 測微計



(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 5.2 組合型虛擬儀器製作 - 試桿組裝

Installation of platform



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

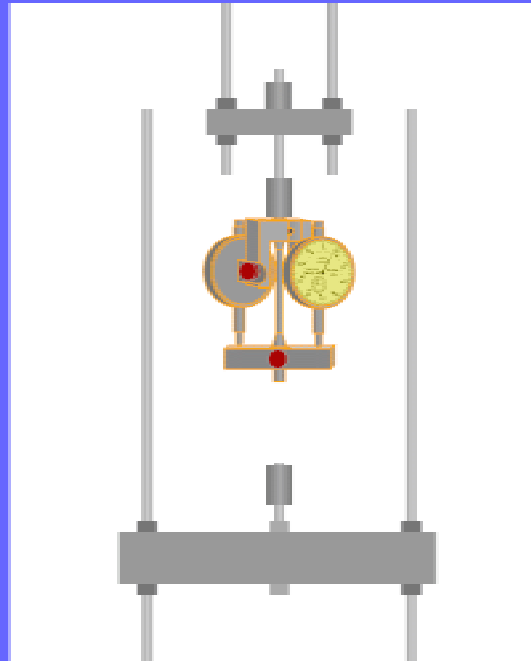


圖 5.3 教學影片與互動式虛擬實驗儀器搭配教學 – 試桿組上架

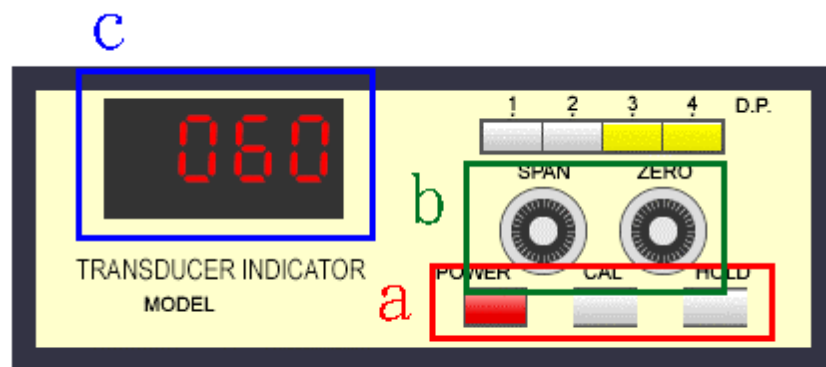


圖 5.4 面版式虛擬儀器製作 – 荷重計。 a. 按鈕 b. 旋鈕 c. 數據顯示區

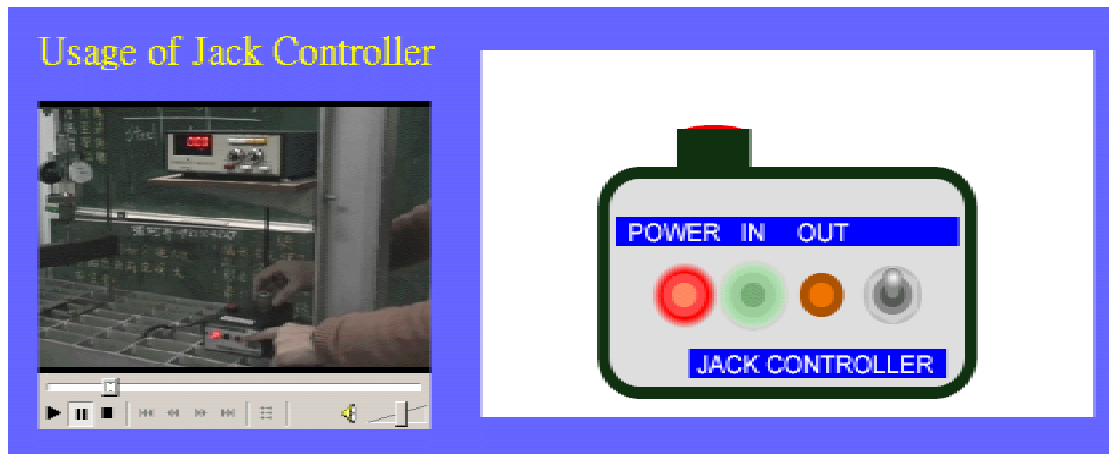


圖 5.5 教學影片與互動式虛擬實驗儀器搭配教學 – 荷重控制器

5.2 動力學線上影音教材

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。

此元件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，如圖 5.6 所示。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。

● 元件特色

本元件以上客教材及教師授課的影片所組成，學生可以挑選自己需要加強或是特別艱澀的部分使用，在使用上擁有良好的便利性。但是此類型教學元件所包含的資訊量很大，學生在使用上必須考量到頻寬問題：頻寬太窄會使下載時間變長，降低整體的流暢性。

在內容方面，本元件的內容包含了土木工程學系大學一年級動力學的大部分章節，包含：(1)質點及剛體之運動學，(2)質點及剛體之動力學，和(3)質點及剛體之功與能量法。分 17 個小節，總長度約為 24.5 小時。

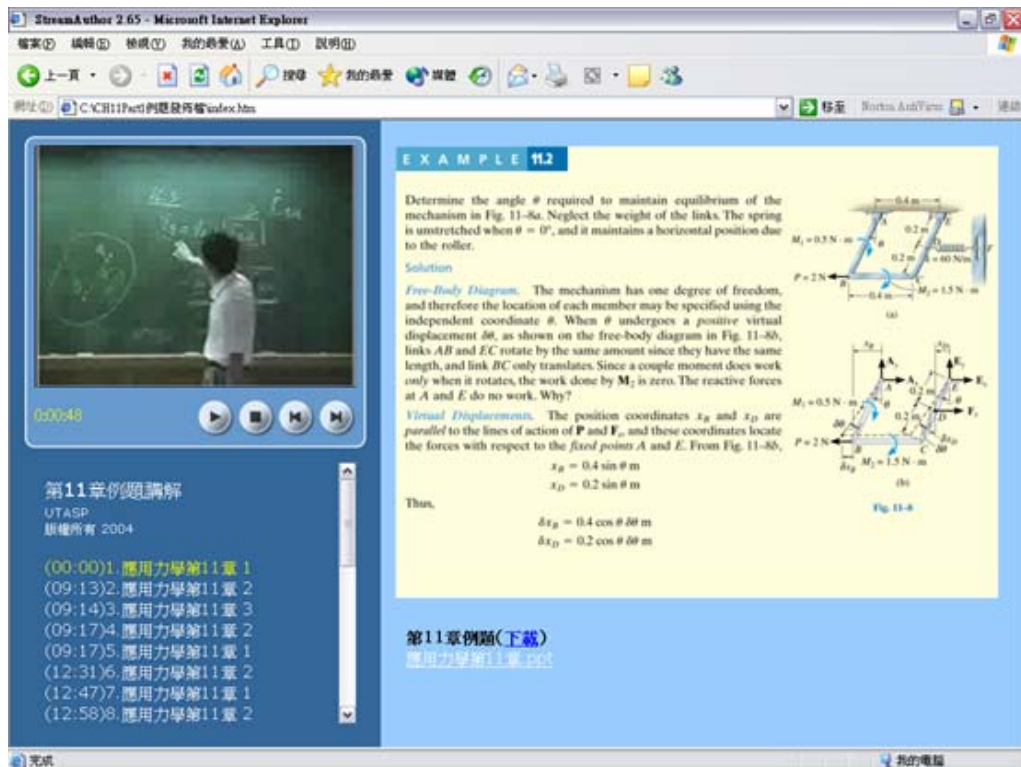


圖 5.6 整合式影音教材之部分畫面

5.3 流體力學學習輔助元件

學生對於在學習複雜的方程式的時候，常常無法輕易的了解該方程式所表達的物理現象，因此造成學習上的困難。在流體力學的學習上，學生常常會遭遇此類型的問題，為解決此一問題，我們設計了參數化的互動學習元件，將複雜的方程式圖形化，並且讓學生藉由調整參數與觀察現象的改變，解決原有的學習障礙。

各元件由可以調整參數的動畫所構成，並且有調節參數的按鈕或是輸入欄位，學生再學習理論或是解決問題的時候，除了將問題推導出答案之外，亦可以利用做中學的方式，從錯誤的參數設定中學習，並且可以由圖像的方式瞭解各種參數對於物理現象的實際影響。

● 元件特色

此元件主要由參數化的圖像所構成，因此對於學習複雜公式的推導有學習障礙的同學來說，此一方式較為容易了解，如表 5.1 所示。學生藉由調整各種參數，能夠對元件所述現象產生更為深入的了解，提高學習的興趣與成效。

表 5.1 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例

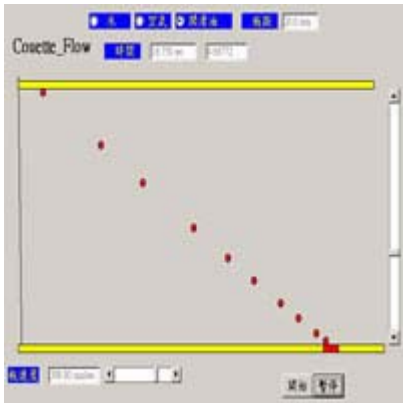
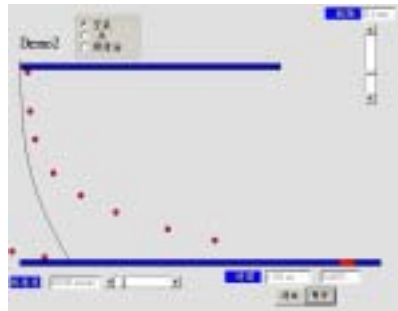
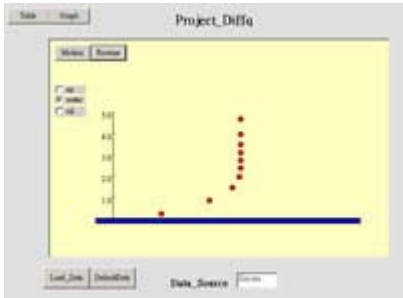
<p>Couette flow</p>	<p>一種黏性流體在兩平板間成穩定之片流，其中一平板對另一平板作均勻運動，放在此流體中之 Shearing stress 保持常數</p>	
<p>Couette Flow demo</p>	<p>以不同流體介質展示 Couette Flow 中流體之狀態，其中板速及板距皆可調整以做動畫模擬</p>	
<p>Differential equations</p>	<p>以表格及動畫展示應用 differential equations 分析不同流體介質的狀態</p>	

表 5.2 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例(續)

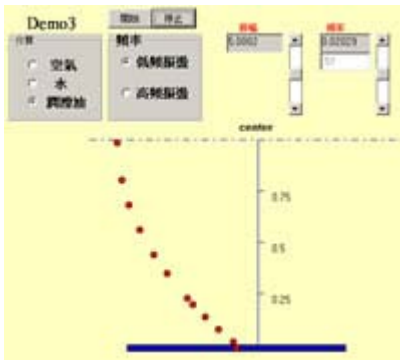
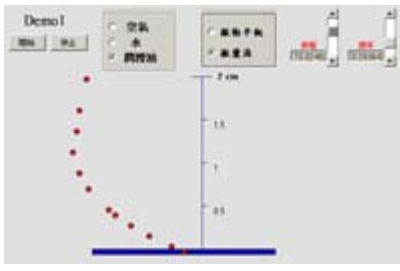
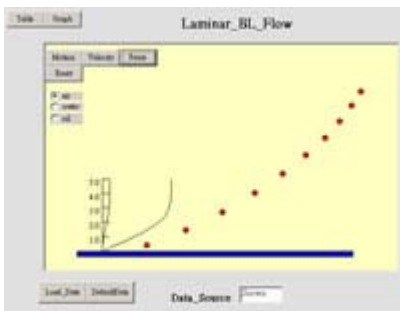
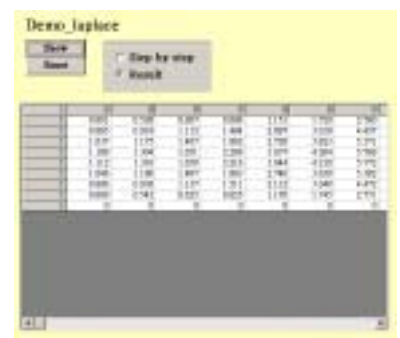
<p>Fluid Above an Oscillating Plate-1</p>	<p>可調整振盪頻率及振幅，以動畫表現不同介質中流體的振盪狀態</p>	
<p>Fluid Above an Oscillating Plate-2</p>	<p>除可調整振盪頻率及振幅，亦可選擇讓平板振盪或者流體振盪，以動畫表現不同介質中流體的振盪狀態</p>	
<p>Laminar Boundary Layer Flow</p>	<p>以表格及動畫展示 Laminar Flow 中流體之狀態</p>	
<p>Laplace Demo</p>	<p>可指定迭代的次數，以表格的方式展示 Laplace Equation 的運算結果</p>	

表 5.3 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例(續)

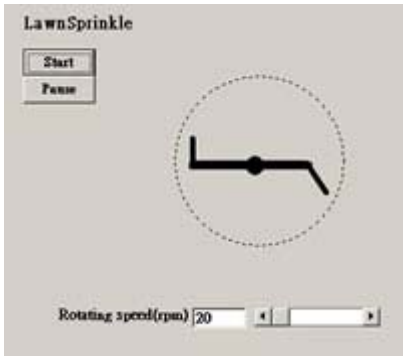
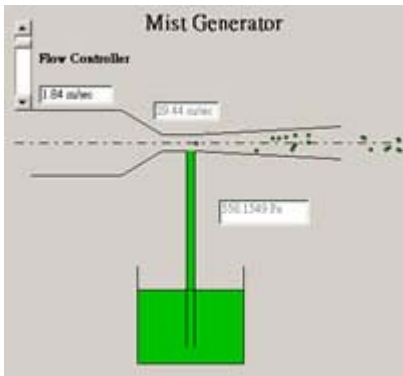
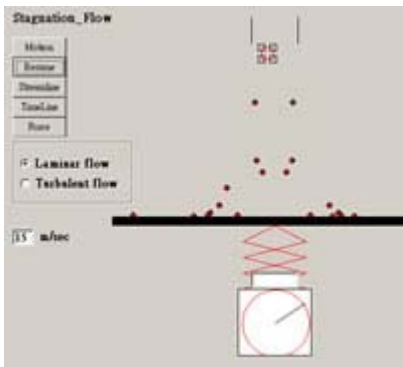
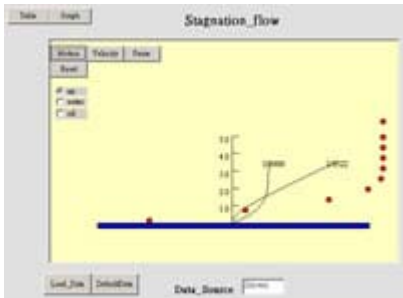
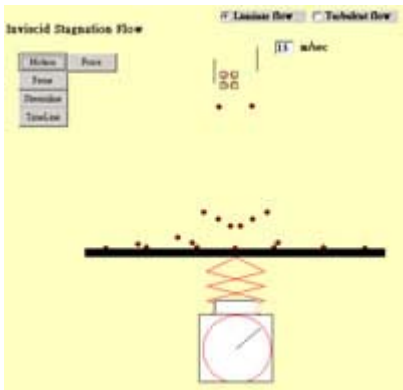
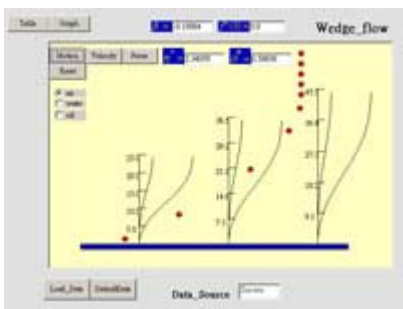
<p>Lawn Sprinkler</p>	<p>灑水器之原理，利用流體噴射之反作用力，讓灑水器旋轉。本元件展示不同轉速的灑水器動畫</p>	
<p>Mist Generator</p>	<p>本元件以動畫展示噴霧器之原理</p>	
<p>Stagnation Flow</p>	<p>本元件展示 stagnation flow，當流體將碰撞到固體時會產生停滯點而使流線彎曲，並對該固體面產生壓力。元件中可觀察到不同流速下的流線以及產生的壓力</p>	
<p>Stagnation Flow 2</p>	<p>以動畫及表格展示 stagnation flow 中流體的狀態</p>	

表 5.4 各個流體力學學習輔助元件的簡略說明與圖例(續)

<p>Stagnation flow in viscid</p>	<p>與 stagnation flow 相同，不同的是這次是在半流體中</p>	
<p>Wedge flow</p>	<p>以動畫及表格展示 wedge flow 中流體之狀態</p>	

5.4 引導式例題元件

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。

● 元件特色

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 5.7 所示。



圖 5.7 引導式例題元件之部分畫面

5.5 互動式動畫範例元件

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。

● 元件特色

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 5-8 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。

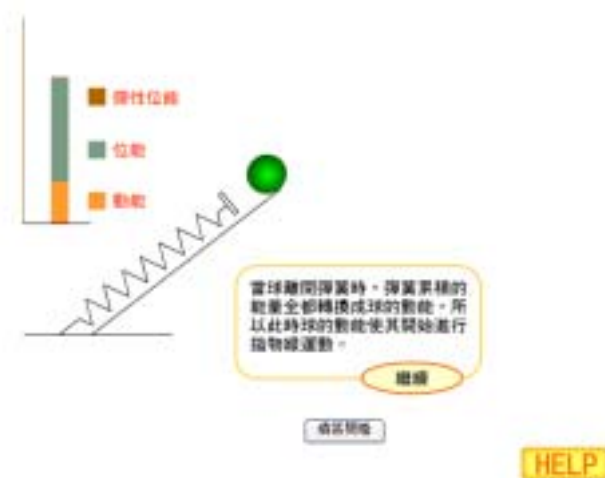


圖 5.8 互動式動畫範例元件之部分畫面

5.6 概念地圖學習元件

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，如圖 5.9 所示。

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，並在不需要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。

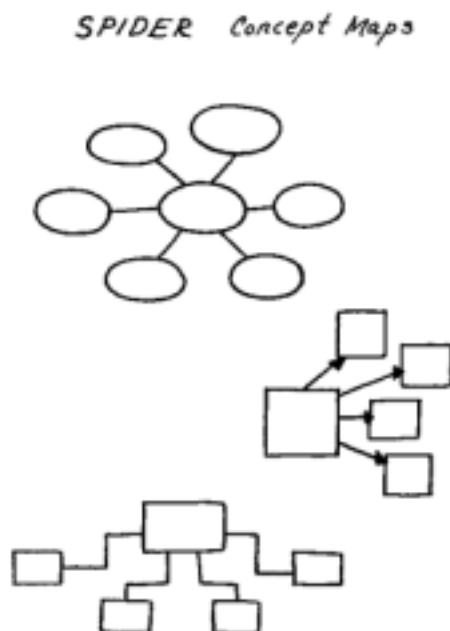


圖 5.9 概念地圖範例 (Novak and Gowin 1984)

● 元件特色

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 5.10 所示。

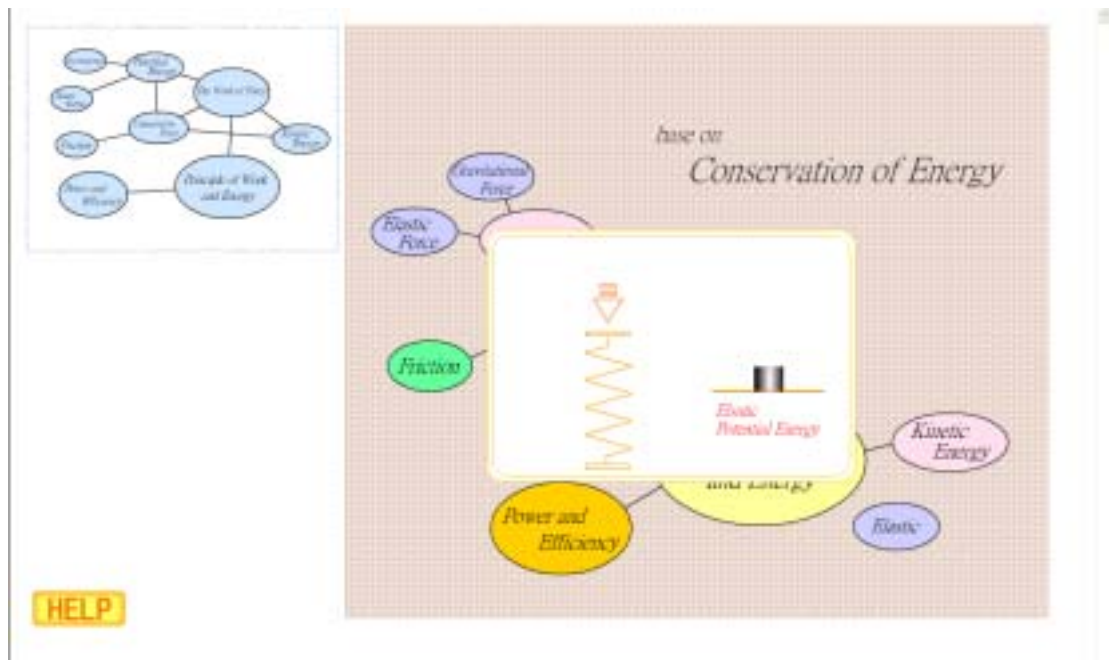


圖 5.10 概念地圖學習元件之部分畫面

5.7 線上筆記元件

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。

● 元件特色

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 5.11 所示。

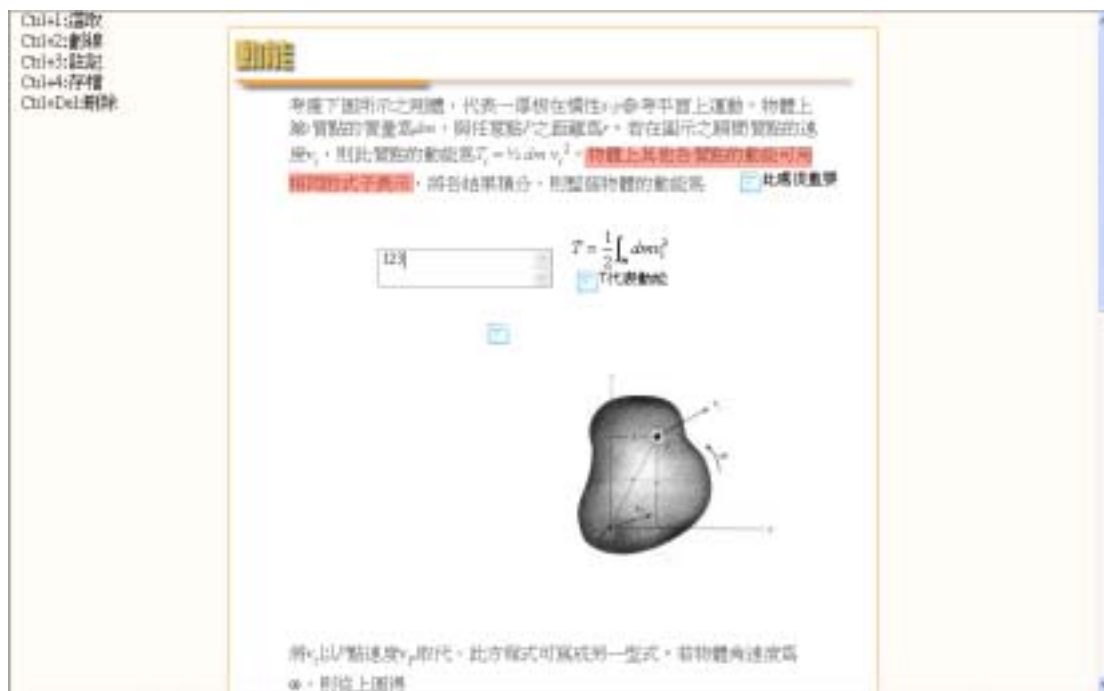


圖 5.11 線上筆記元件之部分畫面

5.8 互動式例題元件

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。

- 元件特色

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 5.12 所示。



圖 5.12 互動式例題元件之部分畫面

5.9 套裝數學軟體於教學之應用

除了上述自行發展的教學工具外，市面上還有已經存在的數學軟體，這些軟體功能都很強大，可以擁來做各種計算與繪圖，原則上都可以用來做教學輔助工具，其中最有名且常用的有 Macsyma、Mathematica 和 Maple，下面就依軟體在市場上出現順序，做一概括性的介紹。

Macsyma 是美國麻省理工學院(MIT) 於 1969 年研發成功，可在電腦上執行數學（不僅是算術）運算的軟體，特色為可以執行符號運算（general-purpose Symbolic Computation systems.）。基本上，這類的軟體有三種不同的功能：

1. 符號運算（symbolic manipulations）。譬如代數運算、微積分等
2. 數值分析（numerical computations）
3. 繪圖表示（graphical representations）運算所得之函數或數據

其中最大的突破是符號運算的部分。一般程式都可以把解答解出來，但是那是數值的解答，符號運算可以告訴使用者一個方程式的通解為何，而非數字而以。如此完整的整合允許使用者更能深入地探索數學，特別是微分或積分方程的解，這對工程或物理觀念上的了解與應用將有莫大的助益。剛出來的時候，深受麻省理工學院師生愛用，將其應用於各方面的研究，因此其影響力很快的擴展開來，因為

其允許使用者自行寫程式的特性，因此其功能隨著使用者增加而快速增加，甚至有「只要是人能做的計算，Macysma 都做得到」的說法。但究竟這只是以人工智慧觀念發展的軟體，其程式錯誤與弱點很快就顯現出來，因此讓其他類似產品有機會上市。

Mathematica 是一套由 Wolfram Research, Inc. 在 1970 中所開發的數學軟體，目前已到第五版，一樣不只可以做數值運算，它的代數符號運算能力跟 Macysma 不相上下，而其網路版 webMathematica 的出現，使我們可以將它的強大運算能力放在網路上，讓所有人共用，就如在我們線上計算網頁上所展示的幾個例子一樣，更增加其普及性，因此目前最普遍流行的，似乎是 Mathematica。Maple 為是加拿大滑鐵盧大學的研究成果，於 1985 年公開發行銷售，但剛開始十年其軟體問題很多，一直到最近改版(最新版是 MAPLE VI)才做了大幅修正與功能增強，使用的人才漸漸增加。

這些軟體的使用方式相同，在使用過程中就是不斷的叫不同模組來執行運算的動作，在執行符號運算時，能做的功能很多，以下列出一些工程與教學用的到的功能。

微積分：微分與積分之數值或符號運算、極限、級數和等

解方程式：線性，非線性方程組、微分方程之符號、數值或級數解，遞迴關係

基本及特殊函數：三角函數、指數函數、誤差函數、對數函數、Bessel 函數、Zeta 函數、Gamma 函數、超幾何(Hypergeometric) 函數等等

線性代數：矩陣運算、方程式解、特徵值、特徵向量、特殊矩陣

其它計算工具(工程相關): 組合論、複數、微分型 (Differential Forms)、Integral Transforms、線性最佳化、數論 (Number Theory)、數值近似、正交多項式、平面幾何、統計等等

繪圖: 2D 繪圖 (含保角映射、等高線)、3D 繪圖 (含曲面)

動畫: 2D 及 3D 以交談式製作

輸出格式: 出到 Postscript, LaTeX、或將式子轉換為 Fortran 或 C 的程式碼

基本上這些程式能做一個大學畢業生能做的幾乎所有的數學題, 從簡單的代數運算直到解偏微分方程。以下以一個簡單的立自來說明符號運算的方式。例如進入 Mathematica 的視窗後, 要求多項式或有理數多項式方程的根, 可以輸入

Solve[方程式, 變數];

答案就會出來。例如解兩個聯立方程式求解 x, y , 可以輸入

Solve $\frac{1+x}{-1+y} == 0, 2-3y+y^2 == 0, x, y$

程式的輸出為

$x=-1, y=2$

這就是標準答案。同理, 若輸入

Solve (diff(y,x)-x, y)

解答為

$y=x^2 + \text{constant}$

因此這類功能事實上對學生學習工數或其他需用數學工具的科目，會有一定的幫助。而大學部學生需學習工程數學的範圍，已經完全包含在這些軟體的功能範圍內。有許多學校（如台灣大學與中央大學）早已或正在開設教學生這些軟體的課程，因為這些軟體應用範圍很廣，因此往往是結合一種主要應用，來教相關的軟體功能。

最新的版本繪圖工具都相當完善，更可做出動畫來展示，因此一個使用者可以完全依賴軟體達到成果展現的目的，但是一般測試的結果，整體表現仍不如專業套裝繪圖軟體。

這類軟體最大的缺點，是缺乏與其他程式的介面，如果今天有位老師要用 Ceiba 製作教學用工具，有些部分想借重 Macsyma 的計算能力，例如想考學生懂不懂基本觀念，要求學生寫計算步驟，每一步驟由 MACSYMA 去算，就會因為沒有兩個軟體的介面而失敗。因此這些人工智慧軟體目前為複雜研究工作的好幫手，但是卻無法在簡易互動教學中用到。雖然軟體能將式子轉換為 Fortran 或 C 的程式，但是只是一個文字檔，並非真正介面，因此此種功能只有在推導出複雜的算式時才用的到。

而不同於上述的軟體其他還有如 Matlab 和 MatCad，這些雖然功能也很多，但是仍然只是一般程式語言且多偏單方向用途，如 Mathlab 就不能表現計算過程，功能上偏重矩陣運算，嚴格說只能執行數值運算，而無符號運算功能，但是隨著時間發展，其功能的擴展，值得注目等待。

5.10 成效評估

在教學元件的成效評估方面，我們依據元件的特性，分別以問卷的方式做不同程度的調查。

5.10.1 虛擬材料力學實驗室互動元件之評估

本元件是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，幫助學生們充份瞭解實驗儀器之操作及實驗過程。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 98% 的同學認為，在此互動元件的輔助之下，更容易瞭解實驗與相關學門之間的關係

5.10.2 動力學線上影音教材之評估

為了有效評估線上影音教材對於學習的幫助，我們將一學期的課程依照內容分成兩個部分：靜力學與動力學。靜力學的部分採用傳統的教學與教材；動力學的部分除了傳統教學與教材之外，另外提供學生線上影音教材。於學期末針對動力學線上影音教材以問卷的方式調查成效。

針對動力學線上影音教材的教學成效評估，我們作了一系列的問卷調查，總共回收 43 份有效問卷。問卷內容共分為三個部份，第一、第二部份未填而第三部分填答者有 1 份。第三部分為選擇性回答供有使用網路教學平台者選答，有 5 份問卷只填答第一及第二部分而未填第三部分。問卷之中有兩題為複選題，複選題統計結果以直方圖顯示。而其餘單選題之統計結果以圓餅圖顯示。

第一部分：基本資料

1. 請問你平常上網的時段（可複選）：

表 5.5 【請問你平常上網的時段】的統計表

選項	半夜 (12 點以後到 6 點)	早上 (6 點到 12 點)	下午 (12 點到 6 點)	晚上 (6 點到 10 點)	晚上 (10 點到 12 點)
人數	17	4	3	18	39

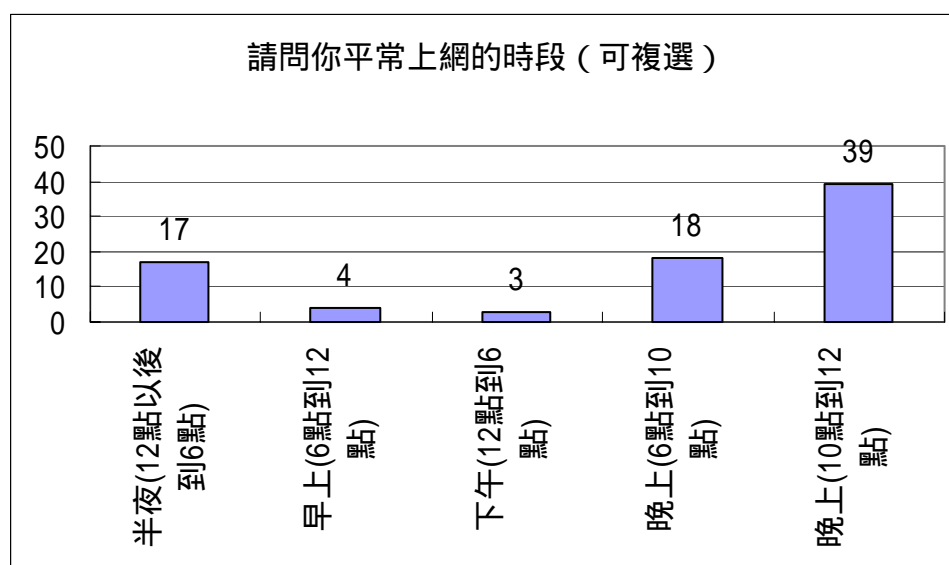


圖 5.13 【請問你平常上網的時段】的統計結果

由表 5.5 及圖 5.13 的統計結果可發現比例最高選項依序為「晚上 10 點到 12 點」(39 人)、「晚上 6 點~10 點」(18 人)及「半夜 12 點~6 點」(17 人)。學生使用網路以晚間 11 點為高峰，稍早或稍晚則使用人數較少。因此，可推論大部分的修課學生集中在深夜上網。

2. 請問你平常是使用哪種網路頻寬上網：

表 5.6 【請問你平常是使用哪種網路頻寬上網】的統計表

選項	撥接	ADSL	Cable	學術網路	其他
人數	2	23	3	11	1

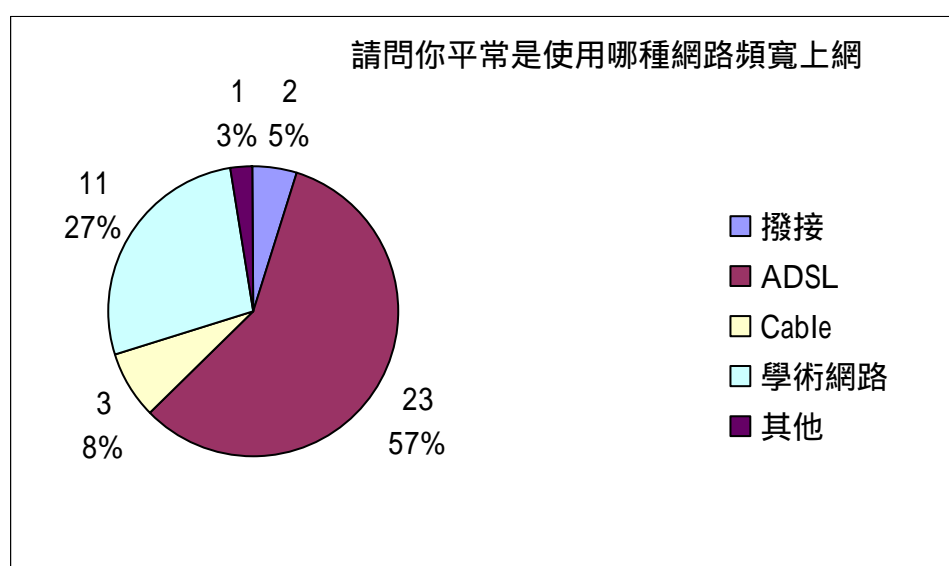


圖 5.14 【請問你平常是使用哪種網路頻寬上網】統計結果

從表 5.6 及圖 5.14 的分析結果可發現修課的學生使用網路頻寬的類型以 ADSL 佔最大比例佔 57%，其次為學術網路佔 27% (為住宿學生使用網路管道)。撥接、Cable、及其他總計 16%。在本次問卷樣本當中 ADSL 為目前學生族群主流的網路頻寬。

3. 請問你平均一週的上網時數為：

表 5.7 【請問你平均一週的上網時數】的統計表

選項	3 小時以下	3-5 小時	5-10 小時	20 小時以上
人數	5	9	12	16

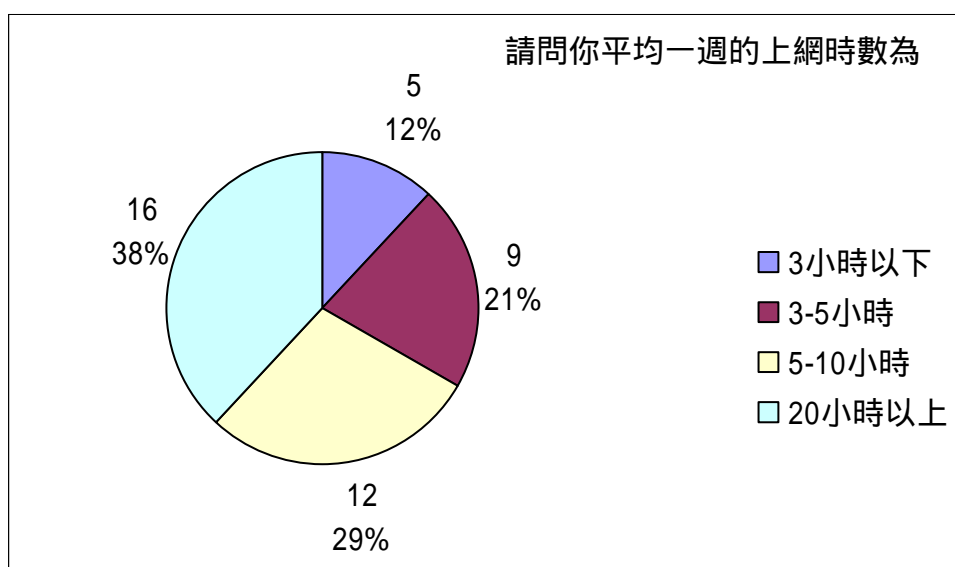


圖 5.15 【請問你平均一週的上網時數】的統計結果

由表 5.7 及圖 5.15 的統計結果可發現大部分的修課學生一週使用網路的時間皆超過 5 個小時。其中最高比例的選項為每週上網 20 小時以上，顯示修課的學生具備使用網路的基本知識。而每週使用 5~10 個小時的選項也有 29% 的比率，顯示有三分之二的學生平均一天至少使用一個小時的網路。

第二部份、課程教材呈現方式

- 一、 在本學期的課堂上課中，靜力學與動力學的教材呈現方式不盡相同，請問你比較能接受哪一種呈現方式？

表 5.8 【在本學期的課堂上課中，靜力學與動力學的教材呈現方式不盡相同，請問你比較能接受哪一種呈現方式？】的統計表

選項	靜力學的傳統授課教材	動力學的投影片教材	無影響
人數	12	15	15

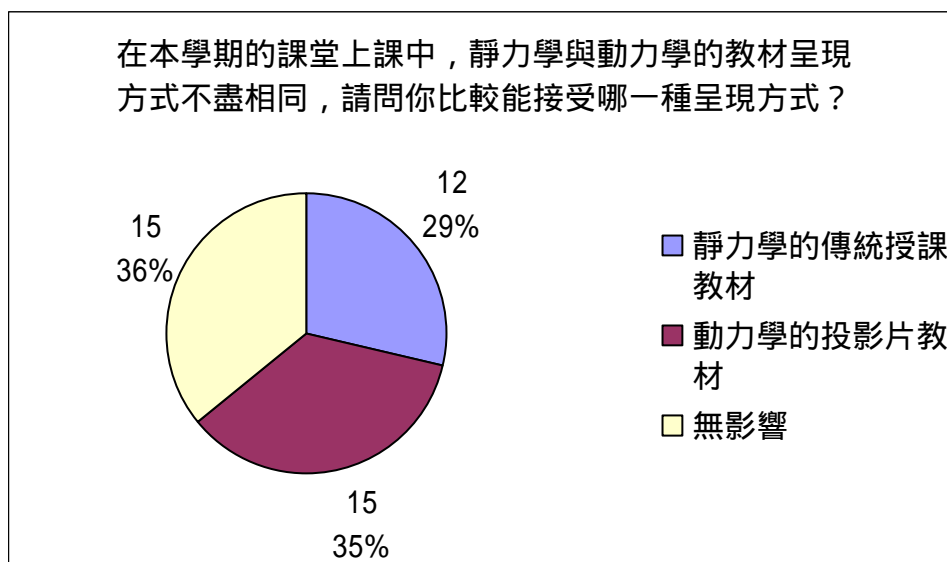


圖 5.16 【在本學期的課堂上課中，靜力學與動力學的教材呈現方式不盡相同，請問你比較能接受哪一種呈現方式？】的統計結果

由表 5.9 及圖 5.16 的統計結果可發現學生接受教材呈現的方式呈現各約三分之一的填答率，分別為「無影響」15 人與「動力學投影片教材」15 人最高，及 12 位受訪學生較能接受傳統抄寫黑板的教

學方式。而喜好投影片教學方式的比率比傳統教學方式略多了 6 個百分點，推測可能是因為投影片教學模式下，教師與學生均不需要抄寫筆記使教學進度快速進行原因。

三、如有透過網路使用動力學上課錄影教材，請繼續回答下列問題：

1 本學期所採用的動力學上課錄影教材，你花多少時數看這些教材？

表 5.10 【本學期所採用的動力學上課錄影教材，你花多少時數看這些教材】的統計表

選項	小於 1 小時	少於 5 小時	少於 10 小時	少於 20 小時	多於 40 小時
人數	16	12	6	5	0

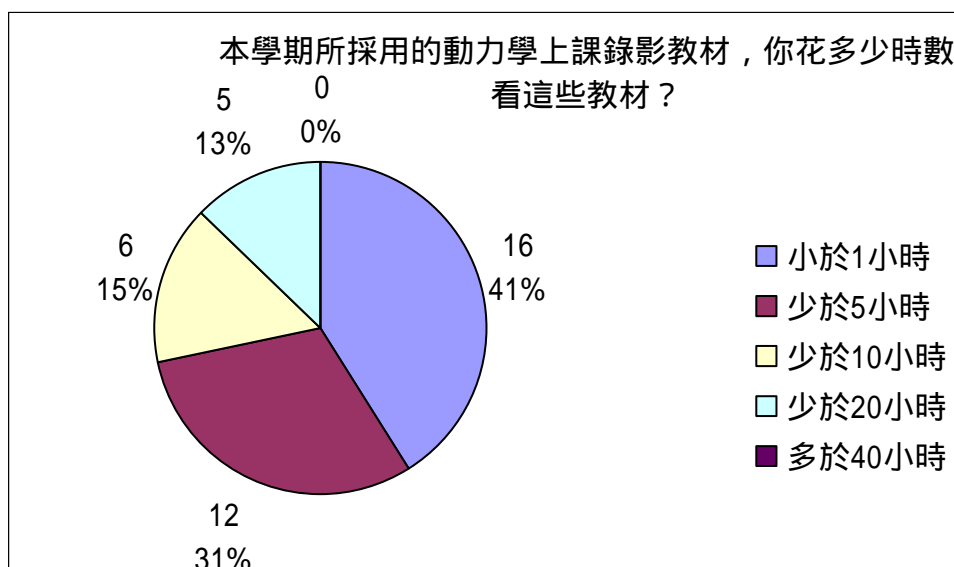


圖 5.17 【本學期所採用的動力學上課錄影教材，你花多少時數看這些教材】的統計結果

從表 5.10 及圖 5.17 的統計結果可發現「使用 1 小時以下」的選項比率最高佔 41%，「使用 5 小時以下」也佔了 31%。顯示有三分之二的學生花不到五小時使用網路教材。與教材總時數約 20 小時比較起來，只觀看了 25%內容。初步推論可能由於網路教材直接錄影課堂授課內容，重複性極高，使學生沒有興趣再重新觀看網路教學教材。

2 你認為本學期所採用的動力學上課錄影教材有助於你複習教學內容嗎？

表 5.11 【你認為本學期所採用的動力學上課錄影教材有助於你複習教學內容嗎】的統計表

選項	沒有幫助	幫助很少	有一些幫助	很有幫助	極大幫助
人數	3	8	19	7	1

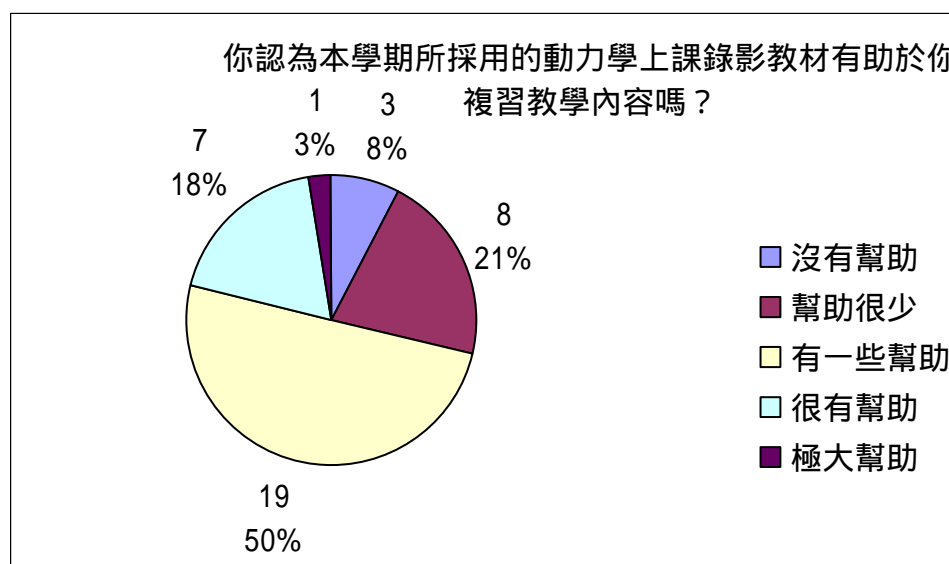


圖 5.18 【你認為本學期所採用的動力學上課錄影教材有助於你複習教學內容嗎】的統計結果

從表 5.11 及圖 5.18 的統計結果可發現分佈曲線略呈現鐘形對稱，以「有一些幫助」選項比率最高，佔 50%，但認為「沒有幫助」的比例比「極大幫助」較高，又「幫助很少」比「很有幫助」較高，。持反面意見（共 29%）比持正面意見（共 21%）者多。因此推論修課的學生肯定錄影教材對於課程複習的幫助。

3 你會因為知道課程中有提供動力學上課錄影教材，而不想去上課嗎？

表 5.12 【你會因為知道課程中有提供動力學上課錄影教材，而不想去上課嗎】的統計表

選項	會, 完全不想去上課	會, 偶而缺席一下	不會
人數	4	14	21

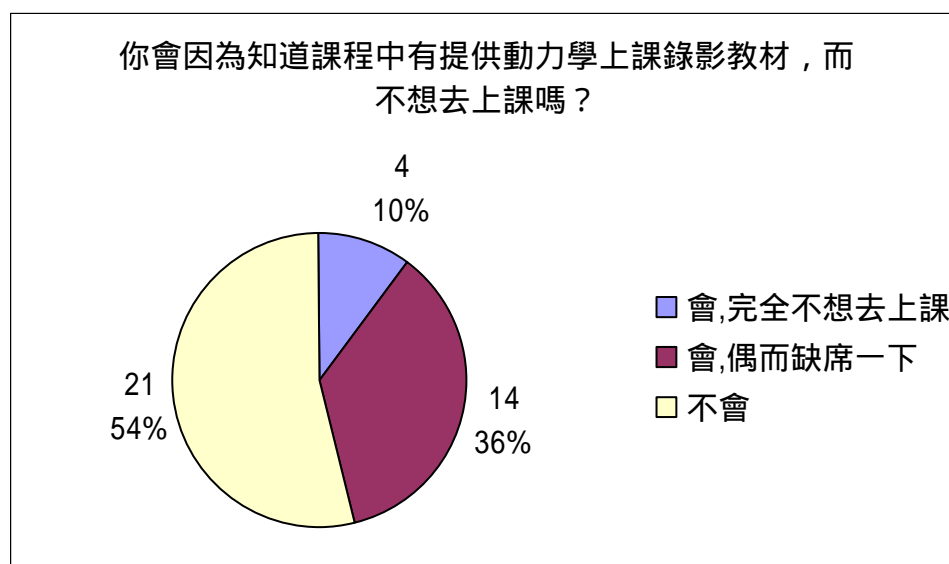


圖 5.19 【你會因為知道課程中有提供動力學上課錄影教材，而不想去上課嗎】的統計結果

從表 5.12 及圖 5.19 的結果可發現有超過一半以上（54%）學生認為不會影響接受傳統授課的意願，剩下的學生也有 36%認為只會偶爾缺席，推測學生人然十分重視課堂的互動，或者學生缺席動機與是否有提供錄影教材無關。

4 你認為這樣的教學方式可以取代課堂面對面的上課方式嗎？

表 5.13 【你認為這樣的教學方式可以取代課堂面對面的上課方式嗎】的統計表

選項	不可能取代	可以嘗試取代	可以取代
人數	18	21	0

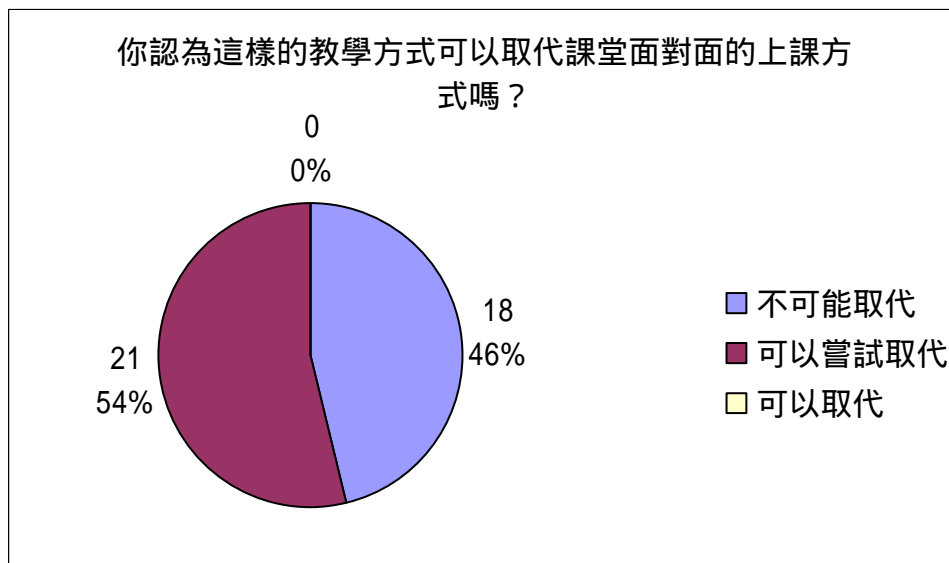


圖 5.20 【你認為這樣的教學方式可以取代課堂面對面的上課方式嗎】的統計結果

從表 5.13 及圖 5.20 的統計結果可發現，有 46%的學生認為「不可能取代」面對面的上課方式與有 54%的學生認為認為「可以嘗試取代」面對面的上課方式，其結果大約各佔一半，而沒有學生認為網路

教學可以取代傳統教學。可以見得大部分學生仍然希望維持傳統教學方式。對於認為「可以嘗試取代」受訪學生，應再進一步詢問希望網路教學取代傳統教學的方式。

5 你認為以自己平常使用的網路頻寬，可以接受這種類型的線上教材嗎？

表 5.14 【你認為以自己平常使用的網路頻寬，可以接受這種類型的線上教材嗎】的統計表

選項	不能接受	有點慢	可以接受
人數	3	10	24

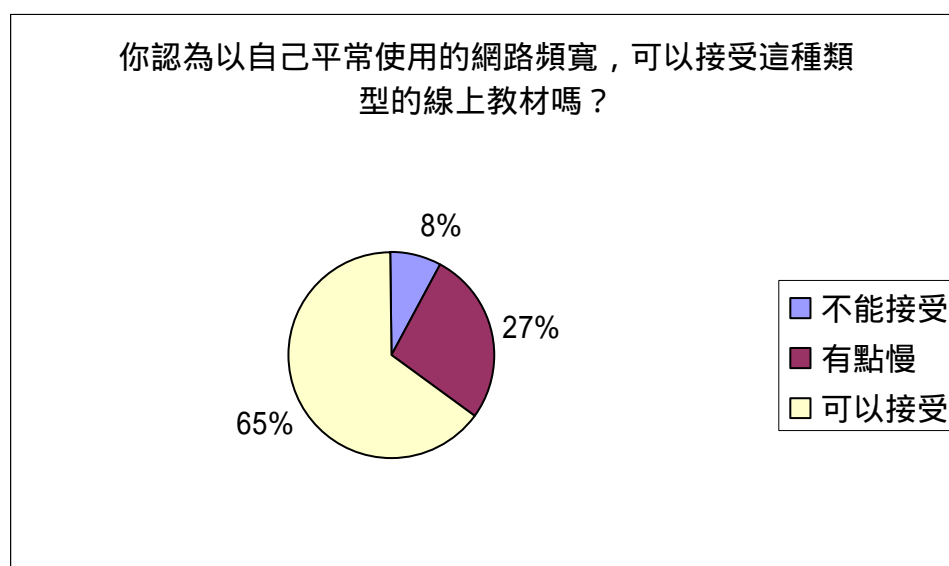


圖 5.21 【你認為以自己平常使用的網路頻寬，可以接受這種類型的線上教材嗎】的統計結果

從表 5.14 及圖 5.21 的統計結果並配合第一部份第二題(針對使用不同頻寬的族群)作分析可發現。而「可以接受」的選項比率最高超過一半(佔 65%)。可初步推論「可以接受」的受訪者大多與使用

ADSL 族群重疊，顯示目前主流的網路頻寬，如 ADSL 適合播放影音及投影片整合型的教材且不會阻礙網路學習。

6 你認為使用此類上課錄影教材的時機為何（可複選）？

表 5.15 【你認為使用此類上課錄影教材的時機為何】的統計表

選項	課前預習	課後複習	考前複習
人數	8	28	18

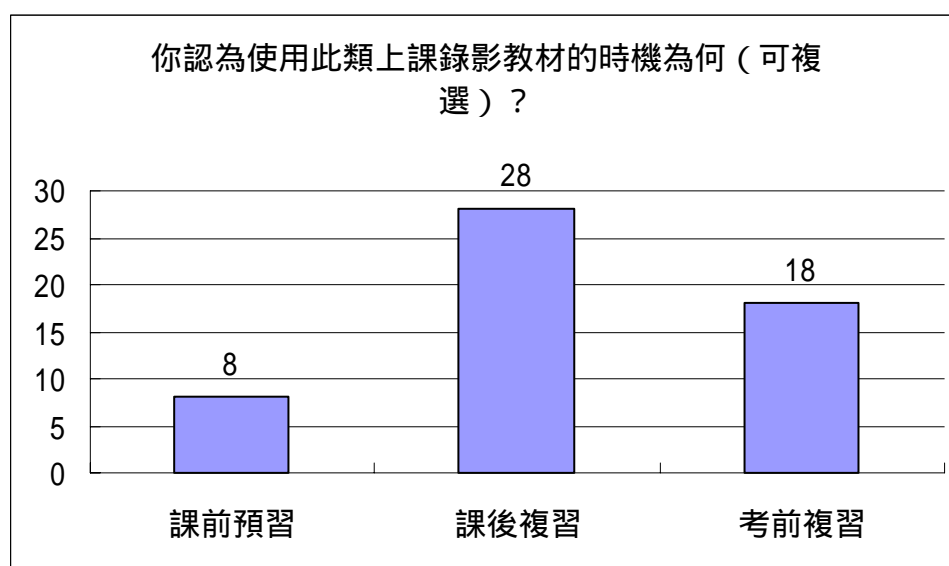


圖 5.22 【你認為使用此類上課錄影教材的時機為何】的統計結果

從表 5.15 及圖 5.22 的統計分析結果可發現有大部分的學生（28 人）認為應於課後複習時使用。然而本次問卷相關的網路教學教材為課堂授課現場錄影，學生無法於課堂授課之前利用網路教材作預習，可能影響學生的判斷。另外考前複習也有 18 人的填答數佔第二位，

與課後複習合計共 46 人(含複選)，顯示學生認為網路教材較適用於複習用途。

7 請問你如何使用動力學上課錄影教材？

表 5.16 【請問你如何使用動力學上課錄影教材】的統計表

選項	循序整套使用	只挑自己需要的部分
人數	8	31

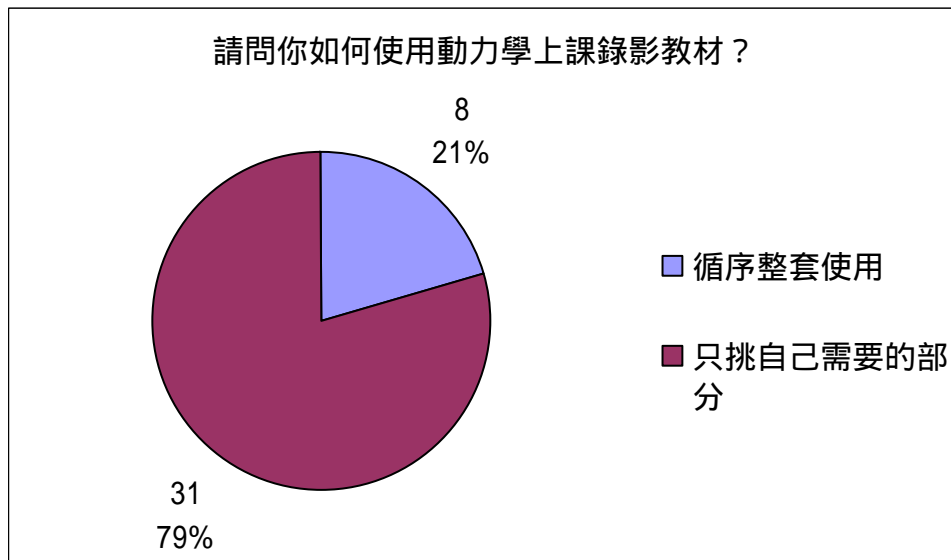


圖 5.23 【請問你如何使用動力學上課錄影教材】的統計結果

從表 5.16 及圖 5.23 的統計結果發現有 79% 學生不會將所有的網路教材看完，符合第三部分第一題的結果。不過如同之前分析，可能與兩種教材的重複性極高有關。相對的這也顯示本次將網路教材分段提供點選的模式，為學生所使用並接受。

8 你認為此類上課錄影教材的最佳組合為：

表 5.17 【你認為此類上課錄影教材的最佳組合為何】的統計表

選項	影像 + 聲音 + 投影片 (目前的方式)	聲音 + 投影片
人數	34	2

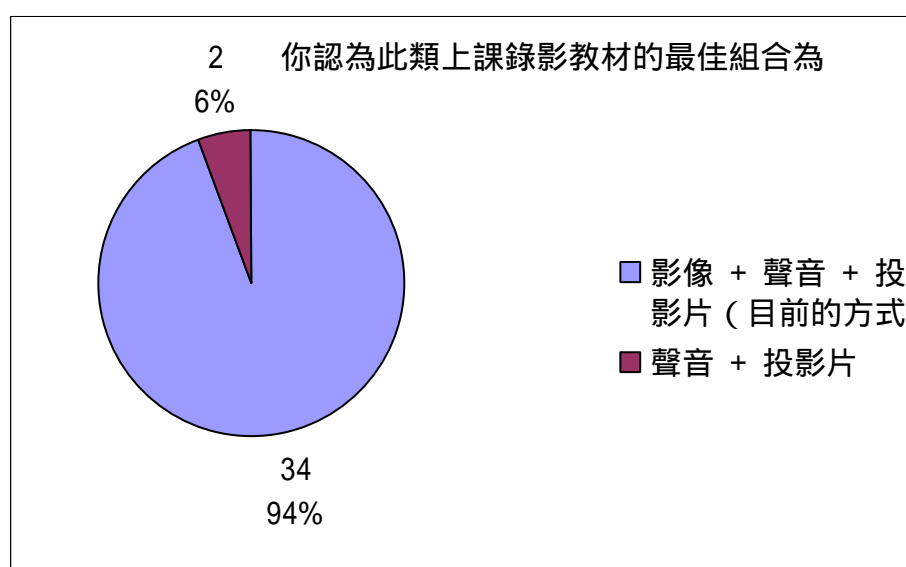


圖 5.24 【你認為此類上課錄影教材的最佳組合為何】的統計結果

從表 5.17 及圖 5.24 的結果可發現有 94% 學生認為上課錄影教材的組合影像是必須的，僅 6% (2 人) 認為可以去掉影像，由此顯示教師教學影片雖然增加網路流量負擔，但對學生使用上的感受有重大影響。

其他修課學生對於動力學上課錄影教材的建議：

- ◇ 看不見 mouse 就不曉得教到那個部分
- ◇ 畫重點時，如果用螢光綠會看不太清楚

- ◇ 網頁有時無法連上
- ◇ 可已有一個老師能寫字的區域(不然老師都只能畫線或寫很醜的字)
- ◇ 平常使用的方式就不錯，不過建議教授買手寫版來用
- ◇ (網路投影片教材)比較容易分心，沒有參與感，也比較容易聽不懂
- ◇ (使用投影片時機)考前不足時間時使用
- ◇ 能提供中文更好
- ◇ 為何考前網站進不去？

學生意見以反應技術性問題居多。關於畫重點的筆色、手寫版、的部分可以立即因應學生反映而改善。若需要在投影片教學時加入手寫的區域，可能需要簡報軟體的支援，或是採用雙螢幕方式，改善成本較大。另外網站無法連上的問題，應檢討現行的伺服器管理及是否能負擔使用流量。「能提供中文更好」應是指投影片能夠有中文版本，但由於教師已經使用中文授課，並且配合英文教科書，不適應英文投影片的問題應該由學生本身改善。

5.10.3 互動式教學元件之評估

綜合 5.4-5.8 的互動元件，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 5.25 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？

	非常不同意	有點不同意	普通	有點同意	非常同意
此元件的表達方式清楚了嗎？	C1	C2	C3	C4	C5
這種方式的教學元件可以幫助你學習嗎？	C1	C2	C3	C4	C5
這種方式的教學元件對於學習會有幫助嗎？	C1	C2	C3	C4	C5
此元件外觀與本實驗室其他設備類似嗎？	C1	C2	C3	C4	C5
你自願閱讀這份學習嗎？	C1	C2	C3	C4	C5
整體設計是否完備？	C1	C2	C3	C4	C5

如果你有其他意見，請填寫於下：

送出 重置

國立中央大學土木工程學系
National Central University Department of Civil Engineering

圖 5.25 問卷調查之畫面

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 5.18 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 5.18 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 5.19、表 5.20、表 5.21、表 5.22、表 5.23、表 5.24 所示。此三個問題總得分平均如圖 5.26 所示：

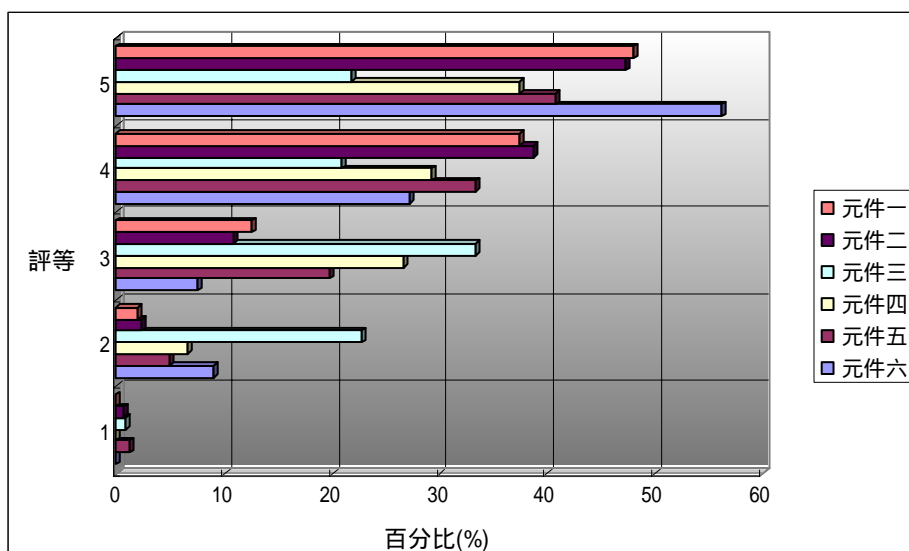


圖 5.26 問題總得分平均統計圖

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 5.19 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 5.20 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 5.21 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 5.22 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 5.23 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 5.24 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，於第二年完成了資源共享網站的功能，並於第三年修正部分網站功能與實際運作。本章即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，一般使用者僅需在網站上填寫 ID 與個人基本資料即可進行註冊。送出申請後，系統將會自動以亂數產生密碼，並寄至申請者的電子郵件，申請者在收到系統所寄的密碼通知郵件後，即可登入成為一般使用者，使用資源分享服務。註冊、登入的畫面如圖 6.1、圖 6.2 所示。

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。

工程力學與數學資源共享網站 Resource sharing

登入 線上註冊

會員註冊

* 帳號：

身分證字號：

通訊號碼：

國籍：

家裡電話：

辦公室電話：

手機：

* 性別： 女 男

* 出生年月日：

教育學歷：

* 電子郵件：

* 學校科系：

* 學校系所：

* 英文系所：

* 英文科系：

通訊地址：

* 公用名稱：

職稱：

* 有訂閱服務請向學工中心洽

圖 6.1 資源共享網站註冊畫面

工程力學與數學資源共享網站 Resource sharing

登入 線上註冊

登入系統

請輸入帳號與密碼

帳號：

密碼：

[忘記密碼，請聯絡系統管理員](#)

© 臺灣聯合大學系統 - Copyright © LearningDigital.com Inc.

圖 6.2 資源共享網站登入畫面

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。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。

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

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
資源分類	資源的所屬分類群組，藉由下拉式樹狀選單，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。
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

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，第二類則為網際網路之超鏈結。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 6.5 為檔案式的資源上傳畫面，圖 6.6 則為超鏈結式的資源上傳畫面。



圖 6.5 檔案式的資源上傳畫面



圖 6.6 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，可立即看到部分的資源資訊，如資源名稱、上傳日期、資源描述等。當使用者點選進入資源的內容頁時，即可進入資源檔案之下載頁面，如圖 6.7 所示。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、圖片檔會直接顯示於頁面中等，如圖 6.8。



圖 6.7 資源內容描述畫面



圖 6.8 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 6.9 所示。



圖 6.9 超鏈結式資源的開啟畫面

6.4 資源評分與各項排行

在資源共享機制中，資源的評分與使用排行亦是很重要的一環，藉由評分機制，使用者可針對資源的優劣投票，如此一來系統可收集使用者對資源的滿意程度。在「資源各項排行」功能中，提供了「最新資源排行」、「熱門資源排行」、「優秀資源賞析」與「貢獻排行」，以供使用者參考。

6.4.1 資源評分制度

在資源共享網站中，為資源評分是非常簡單的。當使用者欲為資源評分時，僅需進入資源的內容頁面，在畫面右下角處展開評分欄，並點選分數，即可立即為資源評鑑，並觀看該資源之平均分數。圖 6.10 為評分畫面，圖 6.11 為觀看資源平均分數畫面。



圖 6.10 資源的評分畫面



圖 6.11 資源的平均分數畫面

6.4.2 最新資源

資源共享網站提供列出最新資源的功能，此功能將網站中的所有資源依上傳時間做排序，以方便資源共享網站的常客快速檢視最新的資源。在此功能中，每頁可列出 10 筆資源記錄，使用者可快速進入資源內容頁，立即下載最新資源。最新資源功能如圖 6.12 所示。



序號	文章標題	文章建立時間	觀看文章
1	Couette Flow-down	2004-05-19	☞
2	Darcy Laplace	2004-05-19	☞
3	Differential equations	2004-05-19	☞
4	Fluid Above an Oscillating Plate-1	2004-05-19	☞
5	Fluid Above an Oscillating Plate-2	2004-05-19	☞
6	Laminar Boundary Layer Flow	2004-05-19	☞
7	Lamin Spindler	2004-05-19	☞
8	Mat Generator	2004-05-19	☞
9	Sagnac Flow	2004-05-19	☞
10	Sagnac Flow 2	2004-05-19	☞

圖 6.12 最新資源列表

6.4.3 熱門資源

在資源共享網站中，熱門資源乃指點閱率高的資源，故熱門資源列表為網站所有資源依照閱讀人次做排序所產生。以每頁列出十筆資源的方式，提供網站的新使用者快速檢視人氣較高的資源內容。熱門資源列表如圖 6.13 所示。

序號	文章標題	提供人	觀看次數
1	MEDGlobe數學繪圖工具	48	88
2	臺灣物理學 Java Applet	57	88
3	繪製片力圖、剪力圖以及彎矩圖	28	88
4	功與能之觀念地圖	19	88
5	Circle Floor plan	17	88
6	功與能之觀念圖例	16	88
7	非靜止系動力學	13	88
8	概念圖工具	11	88
9	數量3	11	88
10	功與能之目標式問題	10	88

圖 6.13 熱門資源列表

6.4.4 優秀資源賞析

在資源共享網站中，提供使用者為資源評分的機制，而根據各資源之平均得分排序後所產生的列表即為優秀資源列表，如圖 6.14 所示。使用者利用此功能可快速找到最受好評的資源，節省一一搜尋、試用的時間。

工程力學與數學資源共享網站 Resource sharing

管理共享中心首頁

資源各項排行

- 最新資源
- 熱門資源
- 推薦資源賞析
- 貢獻排行

種次賞析

序號	文章標題	推薦人次	文章平均評分	編輯文章
1	MathCAD計算輔助的工具	1	10	✎
2	於科學之動畫影片	4	9.25	✎
3	影帶輔助學 Java Applet	3	7.5	✎
4	於科學之觀念地圖	2	5	✎
5	蒙皮3	1	5	✎
6	繪圖工具	1	5	✎

圖 6.14 優秀資源賞析

6.4.5 貢獻排行

貢獻排行乃依照上傳資源總數對資源上傳者代號做一排序列表，上傳越多的資源，則名次越高。在資源共享網站中以此榮譽機制鼓勵使用者多上傳分享其擁有的教學資源。圖 6.15 為貢獻排行列表示意圖。



圖 6.15 貢獻排行列表

第七章 結 語

本研究計畫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。在經過三年的努力之後，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，主要研究成果如下：

- 以問卷調查方式，瞭解大專院校工程力學與數學相關課程之教學與學習概況與成效，並經分析討論後，得到許多有價值且可供工程力學與數學的教授教師與學生參考的資訊。
- 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，規劃設計出一套整合性課程，並結合輔助教學軟體工具與資源共享網站，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。

- 建構一虛擬流體力學實驗室，並結合適當的數值方法及資訊技術，以輔助工程力學的教學，除了能讓學生透過虛擬實驗來對理論有更深入的了解，也提高學生的學習動機與興趣。
- 設計發展數種輔助工程力學教學之互動性元件，並透過教學實驗評估其於教學上之應用性。
- 建構一整合性工程力學與數學輔助教學資源共享網站中，以利提供並推廣本研究成果與經驗，讓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。

以上這些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)，並已將部分成果發表於國際研討會(Hsieh et al., 2004) 及國外期刊(Chen et al., 2003)。

本計畫並將研究成果以研討會的形式於九十三年十月一日於國立台灣大學思亮館舉行「工程力學與數學創意教學研討會」(議程請參見附錄六) 進行研究成果的推廣(謝尚賢, 2004)，並邀請學者專家進行知識交流與經驗分享，及對本研究之成果提出指教與建議，期望能繼續擴大本研究之各項成果及持續發展輔助工程力學與數學教學之資源共享網站。

誌 謝

本研究感謝台灣大學土木系洪宏基教授、黃良雄教授、黃燦輝教授、台灣大學應用力學研究所郭茂坤教授、台灣大學機械系伍次寅教授、交通大學土木系蔡武廷教授、中央大學土木系朱佳仁教授等人在問卷設計上所給予之建議，還要感謝成功大學徐德修教授、逢甲大學李秉乾教授、淡江大學王人牧教授、台灣科技大學黃世建教授、中興大學林宜清教授、雲林科技大學彭瑞麟教授、台灣大學伍次寅教授、台灣大學郭茂坤教授、中華大學徐增興教授、交通大學蔡武廷教授、中央大學朱佳仁教授、宜蘭技術學院郭榮欽教授以及東南技術學院周雲虎教授在問卷調查上所給予之協助。

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*.

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.

Hsieh, S. H., C. S. Chen, H. Y. Shyu, L. J. Leu, K. F. Liu, C. C. Lu, and K. Y. Chang (2004). "On Computer-Aided Instruction Tools for Teaching College Engineering Mechanics Related Courses," *Proceedings of the 10th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* (in CD-ROM), Paper No. 167, Weimar, Germany, June 2-4, 2004, 10 pages.

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 (主編) (2004), *工程力學與數學創意教學研討會論文集*, 民國 93 年 10 月 1 日, 國立台灣大學, 台北市, 101 頁。

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)：_____

a. 請問以上所選課程是否為必修課程？ 是 否

b. 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)不是熱門的課程	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)沒有適當的教科書	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)缺乏適當的電腦輔助教學工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)學生沒先學好所需的數學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)學生沒學好先修的力學課程	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)課程時數不足	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)教材內容安排太過艱深	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)教科書內容不夠生動活潑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)缺乏輔助學習的軟體工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)上課方式無法引起學生興趣	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- (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 | 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 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (2)方便學生自行操作使用的分析軟體 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (3)非同步網路輔助教學網頁 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (4)配合力學教學所設計的遊戲程式 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- (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 |
| | | | | | 非 |
| | | | | | 有 |
| | | | | | 些 |
| | | | | | 同 |
| | | | | | 意 |
| | | | | | 見 |
| | | | | | 不 |
| | | | | | 太 |
| | | | | | 同 |
| | | | | | 意 |
| | | | | | 非 |
| | | | | | 常 |
| | | | | | 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)教材內容安排太過艱深	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)教科書內容不夠生動活潑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)缺乏輔助學習的軟體工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)上課方式無法引起學生興趣	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)學生的數理基礎差	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)學習評量方式不夠多元	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9)學習評量給分太鬆	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(10)學生缺乏榮譽感	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)靜力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)動力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)材料力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)流體力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)土壤力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)熱力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)結構學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9)其他：_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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：

1. 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)：_____
2. 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
3. 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)：_____

4. 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)考試成績不高導致興趣降低	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)越學力學越有興趣	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)力學是有用的，而且是必須學的科目	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)懂得學力學對日後發展會有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)上力學課的時候，我不太用功	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)我不覺得力學可以用來解決日常生活的問題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)我一點都不怕力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9)我很怕力學考試	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(10)我不是個能學好力學的料子	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(11)我相信，只要用功就可以學好力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(13)我的力學程度比班上大部分同學好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(15)學力學很有成就感	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)認為將來不會用到，因此沒興趣學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)因無法與生活經驗結合而覺得很難理解課程內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)教科書內容不夠生動活潑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)教科書內容不夠淺顯易懂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)因為使用英文教科書	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)教材內容安排太多	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)教材內容太過艱深	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9)缺乏輔助學習的軟體工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(10)數學基礎不好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(11)沒先學好先修的力學課程	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(12)老師的教學方式不適合我	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- (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

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

***** 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**

6. 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			

7. 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

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

PART II：請回答下列有關學習數學相關課程之問題：

9. 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)：_____

10. 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

11. 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)考試成績不高導致興趣降低	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)越學數學越有興趣	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)數學是有用的，而且是必須學的科目	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)懂得學數學對日後發展會有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)上數學課的時候，我不太用功	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)我不覺得數學可以用來解決日常生活的問題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)我一點都不怕數學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9)我很怕數學考試	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(10)我不是個能學好數學的料子	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(11)我相信，只要用功就可以學好數學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(13)我的數學程度比班上大部分同學好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(15)學數學很有成就感	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)認為將來不會用到，因此沒興趣學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)因無法與生活經驗結合而覺得很難理解課程內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)教科書內容不夠生動活潑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)教科書內容不夠淺顯易懂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)因為使用英文教科書	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)教材內容安排太多	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)教材內容太過艱深	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(9)缺乏輔助學習的軟體工具	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(10)數學基礎不好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- (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**

13. 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？_____

14. 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

15. 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）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)配合教材範例的解題過程教學動畫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)非同步網路輔助教學網頁	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)配合數學教學所設計的遊戲程式	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)其他：_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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：

16. 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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)靜力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)動力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)材料力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)流體力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(6)土壤力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(7)熱力學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(8)結構學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. 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_____

18. 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：

19. 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_____

20. 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！

附錄三：動力學多媒體影音線上課程教材使用意見問卷調查

一、基本資料

1. 請問你平常上網的時段（可複選）： 半夜（12 點以後到 6 點）
 早上（6 點到 12 點）
 下午（12 點到 6 點）
 晚上（6 點到 10 點）
 晚上（10 點到 12 點）
2. 請問你平常是使用哪種網路頻寬上網：撥接 ADSL Cable 學術網路 其他
3. 請問你平均一週的上網時數為：3 小時以下 3-5 小時 5-10 小時 20 小時以上

二、課程教材呈現方式

1. 在本學期的課堂上課中，靜力學與動力學的教材呈現方式不盡相同，請問你比較能接受哪一種呈現方式？
靜力學的傳統授課教材 動力學的投影片教材
無影響

三、如有透過網路使用動力學上課錄影教材，請繼續回答下列問題：


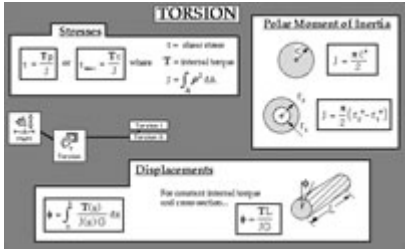
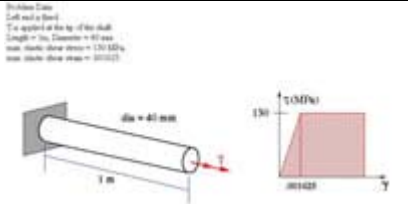


1. 本學期所採用的動力學上課錄影教材，你花多少時數看這些教材？
小於 1 小時 少於 5 小時 少於 10 小時 少於 20 小時 多於 40 小時
2. 你認為本學期所採用的動力學上課錄影教材有助於你複習教學內容嗎？
沒有幫助 幫助很少 有一些幫助 很有幫助
極大幫助
3. 你會因為知道課程中有提供動力學上課錄影教材，而不想去上課嗎？
會，完全不想去上課 會，偶而缺席一下 不會
4. 你認為這樣的教學方式可以取代課堂面對面的上課方式嗎？
不可能取代 可以嘗試取代 可以取代
5. 你認為以自己平常使用的網路頻寬，可以接受這種類型的線上教材嗎？
不能接受 有點慢 可以接受
6. 你認為使用此類上課錄影教材的時機為何（可複選）？
課前預習 課後複習 考前複習
7. 請問你如何使用動力學上課錄影教材？
循序整套使用 只挑自己需要的部分

- 8 你認為此類上課錄影教材的最佳組合為：
- 影像 + 聲音 + 投影片 (目前的方式)
- 聲音 + 投影片
- 其他 (請註明 _____)


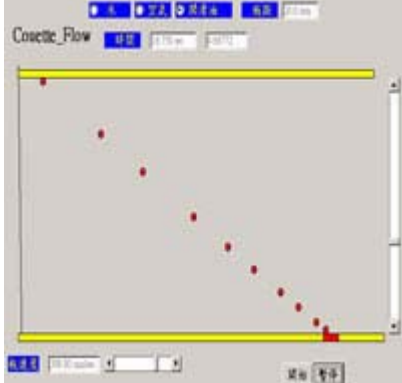
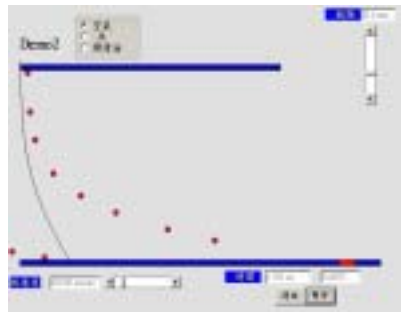
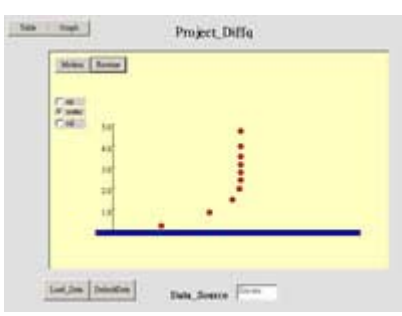
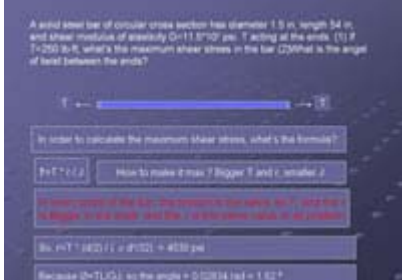
其他針對動力學上課錄影教材的建議：

附錄四：教學元件目錄

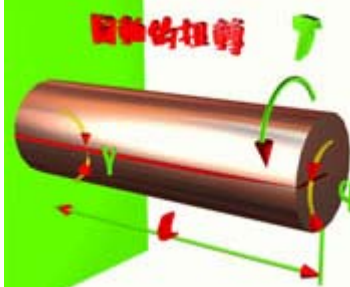
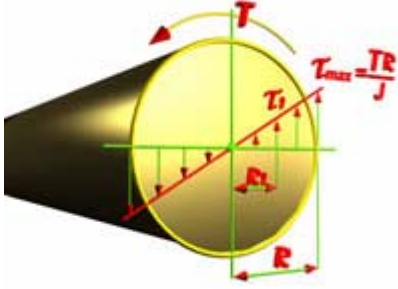
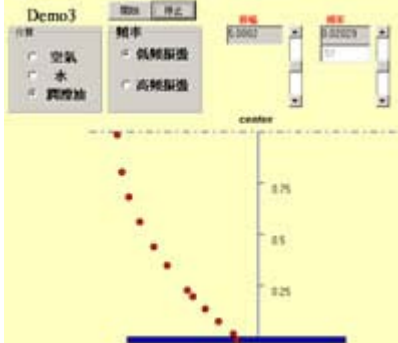
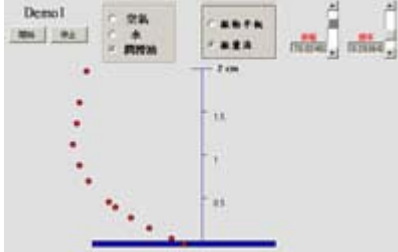
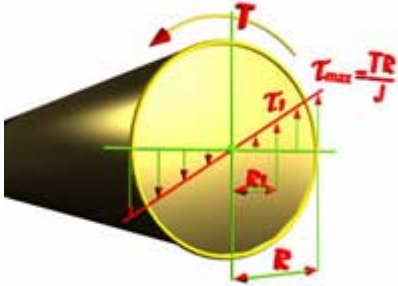
附表 4.1 教學元件一覽表

元件名稱	元件說明	元件外觀
A real life example for connection to the theory	This spanner (wrench) illustrates the real world example How much torque should add to move the screw? If the screw is fixed will it break? At what position? Try to think about!	
A key summary of the course	A overview for the course	
A test or exercise for learner to familiar	A test or exercise for learner to be familiar with the concept	
A textbook content for more information	A textbook content for more information for more understand from mechanics of materials	
beamboy 教學輔助工具	beamboy 為一套免費的教學輔助工具	

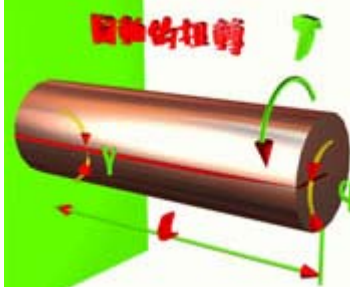
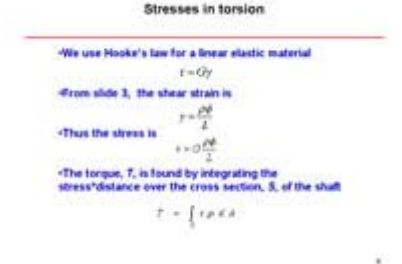
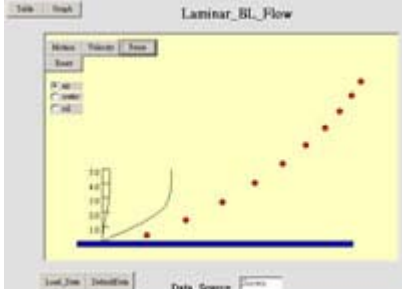

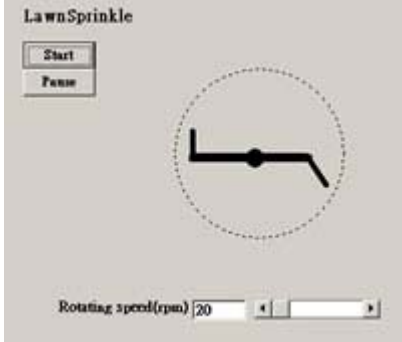
附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
Concept map for elastic torsion formula	A visualization presentation of key knowledge of the course	
Couette flow	一種黏性流體在兩平板間成穩定之片流，其中一平板對另一平板作均勻運動，放在此流體中之 Shearing stress 保持常數	
Couette Flow demo	以不同流體介質展示 Couette Flow 中流體之狀態，其中板速及板距皆可調整以做動畫模擬	
Differential equations	以表格及動畫展示應用 differential equations 分析不同流體介質的狀態	
Example1	Thought step by step calculation for learner to understand the example	

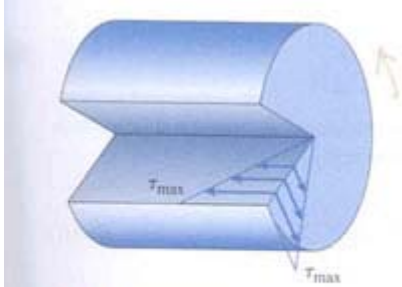
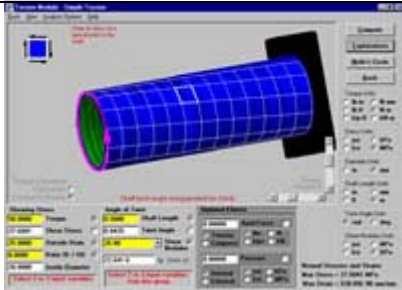
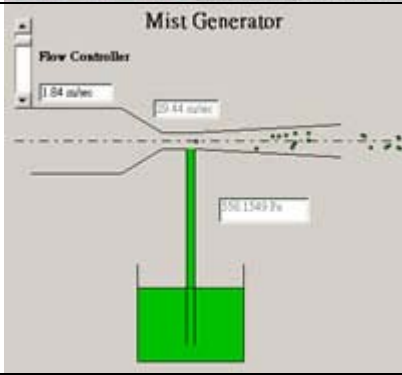
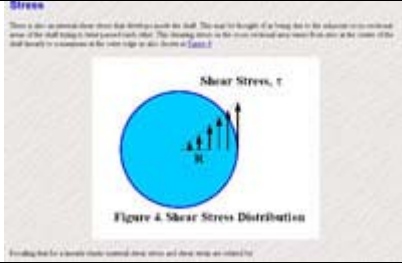
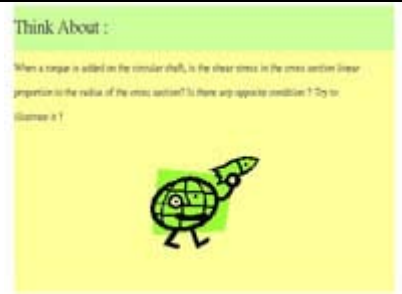
附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
Example2	Example for the angle of twist and the shear stress	
Example3	Example for calculate maximum bearing torque	
Fluid Above an Oscillating Plate-1	可調整振盪頻率及振幅，以動畫表現不同介質中流體的振盪狀態	
Fluid Above an Oscillating Plate-2	除可調整振盪頻率及振幅，亦可選擇讓平板振盪或者流體振盪，以動畫表現不同介質中流體的振盪狀態	
For understand the shear stress of torsion	Description and animation for understand the shear stress of torsion	

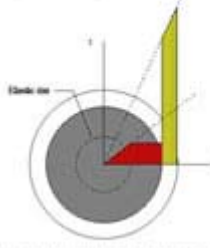

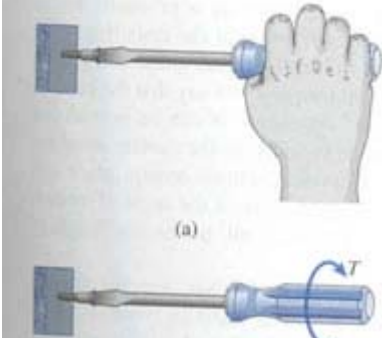


附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
For understanding the angle of twist	Some description and animation for understanding the angle of twist	
Key note	For a linear elastic material, using Hooke's law, we can write the shear stress as tau is equal to G times gamma, where, G is the Shear Modulus	
Laminar Boundary Layer Flow	以表格及動畫展示 Laminar Flow 中流體之狀態	
Laplace Demo	可指定迭代的次數，以表格的方式展示 Laplace Equation 的運算結果	
Lawn Sprinkler	灑水器之原理，利用流體噴射之反作用力，讓灑水器旋轉。本元件展示不同轉速的灑水器動畫	

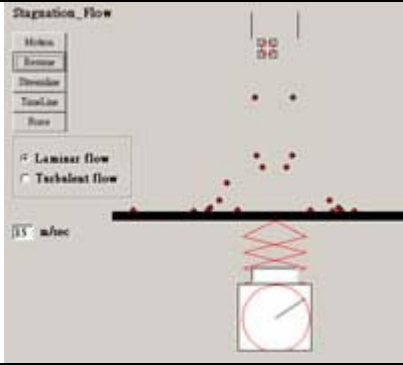
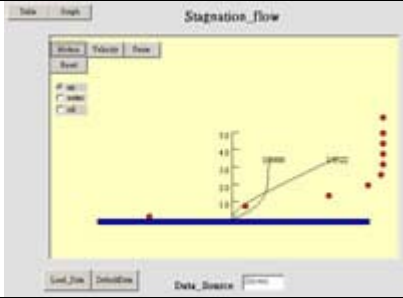
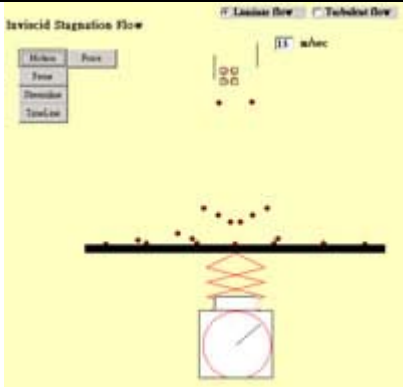

附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
Longitudinal and transverse shear stresses in a circular bar	A picture for Longitudinal and transverse shear stresses in a circular bar	 <p>Fig. 3-7 Longitudinal and transverse shear stresses in a circular bar</p>
MDSolids 教學輔助工具	尋找你週遭的結構體使用此工具將實際情況輸入觀看計算出來的數據是否與實際相符合	
Mist Generator	本元件以動畫展示噴霧器之原理	
More description for the theory	Please read the stress chapter to understand the theory	 <p>Figure 4. Shear Stress Distribution</p>
One problem for think about	Give learner a problem for more thinking	<p>Think About :</p> <p>When a torque is applied on the circular shaft, is the shear stress in the cross section linear proportion to the radius of the cross section? Is there any specific condition? Try to illustrate it!</p> 

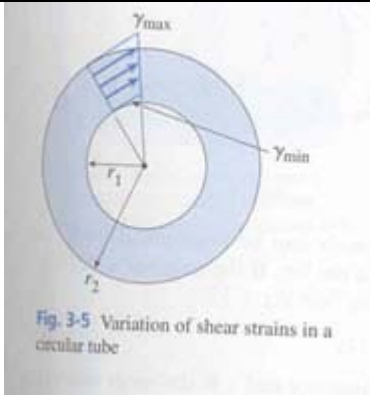
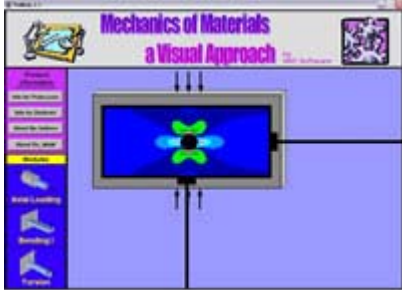
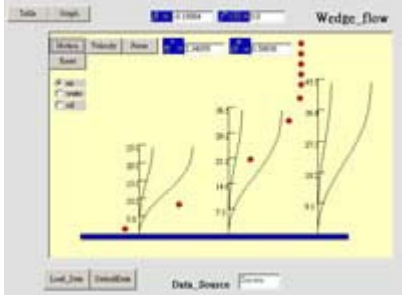
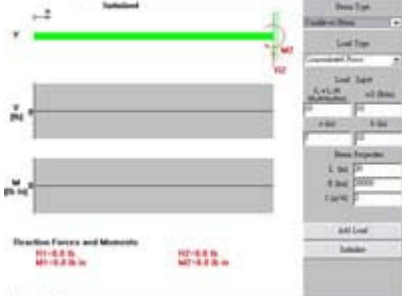
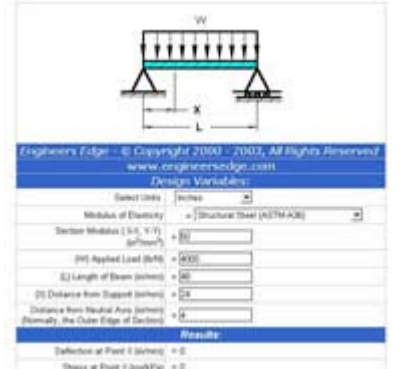
附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
Online textbook	An online multimedia textbook for more learning material reference	<p>This is an example of a non-homogeneous circular bar in a state of isotropic stress and strain.</p>  <p>The core has become isotropic while the shell is still elastic.</p>
Overview of the course	an overview of the course and the connection to the other course previous course next course.....etc	
Real life example	A real life example for illustration	
Shear stress in a circular bar in torsion	A picture for shear stress in a circular bar in torsion	
Some reference data describe the theory	Please read the page8 page9 to understand the torsion formula	<p>Torsion of Shafts</p> <ul style="list-style-type: none"> Shafts are structural members with length significantly greater than the largest cross-sectional dimension used in transmitting torque from one plane to another.  <p>Learning objectives</p> <ul style="list-style-type: none"> Understand the theory, its limitations and its applications for design and analysis of Torsion of circular shafts. Develop the discipline to visualize direction of torsional shear stress.






附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
Stagnation Flow	本元件展示 stagnation flow，當流體將碰撞到固體時會產生停滯點而使流線彎曲，並對該固體面產生壓力。元件中可觀察到不同流速下的流線以及產生的壓力	
Stagnation Flow 2	以動畫及表格展示 stagnation flow 中流體的狀態	
Stagnation flow in viscid	與 stagnation flow 相同，不同的是這次是在半流體中	
Textbook content of mechanics of materials	Textbook content of mechanics of materials for understanding more from Mechanics of Materials	





附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
Variation of shear strains in a circular bar	Shear stress distribution in a circular bar	
Visual Mechanics of Materials courseware	The Visual Mechanics of Materials courseware is intended primarily for use in an undergraduate course in Mechanics of Materials	
Wedge flow	以動畫及表格展示 wedge flow 中流體之狀態	
互動式工具	一個 Java Applet 寫的小程式，可自訂靜定梁的形式，任意增加載重，然後觀看剪力圖、彎矩圖等梁的內力	
互動式教學輔助工具 1	藉由這項工具輸入固定的數據變更不同的材料觀看其變化並思考為什麼	

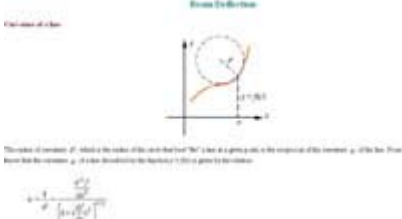

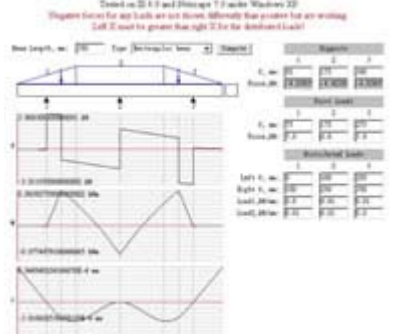


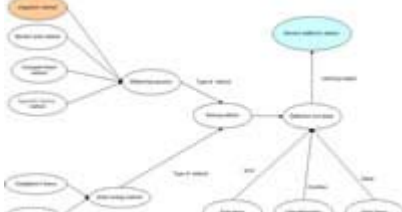
附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
<p>互動式教學輔助工具 2</p>	<p>根據該元件中的受力情形將 Moment diagram Shear force diagram deflection slope 畫出來並計算結果利用此工具比較是否相同</p>	
<p>功與能之引導式例題</p>	<p>以漸進引導的方式提示使用者例題的解題邏輯</p>	
<p>功與能之動畫範例</p>	<p>以簡單的動畫方式及文字表達質點運動時動能與位能間的轉換</p>	
<p>功與能之觀念地圖</p>	<p>動力學功與能章節所應用到的觀念關聯圖</p>	
<p>生活實例 1</p>	<p>觀看此結構圖思考可能會產生撓度的地方以及其產生後的形狀</p>	

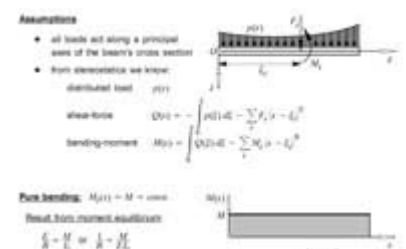
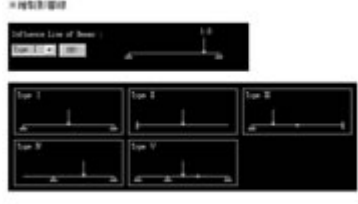
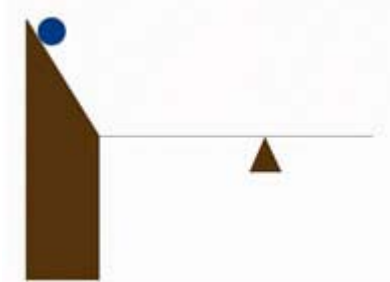



附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
生活實例 2	觀看此文件可以了解實際生活中撓度的一個實驗例子了解實際的情況	<p>MID SPAN DEFLECTIONS</p> <p>To better understand factors affecting deflections, find a 300 mm office ruler and hold it overhanging the desk 100 mm. Then apply a known force or steady finger pressure to the centre of free span and estimate the mid-span deflection.</p>  <p>Now do the same this time with the ruler overhanging the desk by 300 mm and estimate how much more the ruler deflects.</p>
思考性問題一	請思考該元件的所提出的問題 試著去思考可能發生的情形觀看結果是否與你所想的一樣	<p>Try to think about the following problem</p>  <p>As the above figure, you know that the given force will result deflection on the beam, we know the deflection line will like the line between A and B, to think about what kind of shape of the BC curve? And Why?</p> <p>Solution</p>
思考性問題二	思考該問題的解題方式運用你的知識提出創新的見解	<p>Try to think</p>  <p>Please try to think about this condition, under this situation, how do you get the $M(x)$ first? What's your strategy? Creative ends?</p> <p>possible solution</p>
記憶公式	觀看 Deflection equations and diagrams 這一章節其中幾個不同形狀的撓度狀況並記憶公式	<p>Moment of inertia for rectangular section</p> $I = \frac{bh^3}{12}$ <p>where b is the dimension on the plane of bending, i.e. in the axis in which the bending moment is applied.</p> <p>Moment of inertia for round section</p> $I = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi d^4}{64}$ <p>where r and d are the radius and diameter respectively.</p> <p>Key to deflection diagrams and symbols</p> <p>Fixed support: The diagrams show two types of support, fixed and simple. At a fixed support, the angular deflection at the point of fixing is zero. At a simple support, the beam can rotate according to the force being applied on the beam.</p>
動畫	請觀看這一個生活中範例並試著根據該狀況思考其力學圖撓度圖	

附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
參考文獻	請閱讀該額外的課程輔助文件以便能有更深入的了解	
參數化互動例題	此元件是一個簡單的互動遊戲，利用參數化的設計，增加學習的互動性。請嘗試調整兩車速度，以解決題目所產生的問題。	
虛擬實驗室	請根據該虛擬實驗步驟從第一步驟到第十三步驟以了解整個饒度產生的狀況	
概念介紹	觀看本 PDF 檔案中 page3 可以了解本課程的一個整體了解	
概念性測驗	請根據題目將左方的方塊按鈕移動由上而下排列你的解題策略觀看是否有錯誤之處	
概念構圖	觀看此概念構圖它以本節為中心的概念描述透過此能與其他觀念相連結	

附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
解題流程	請閱讀本 PDF 檔的 page4 說明了解題方式解題流程透過此教材的協助將有助於你對於計算方面的策略流程更有幫助	 <p>Assumptions</p> <ul style="list-style-type: none"> all loads act along a principal axis of the beam's cross section from elementary we know: distributed load $p(x)$ <p>shear force $Q(x) = -\int p(x) dx = -\sum p_i(x) \cdot \Delta x_i$</p> <p>bending moment $M(x) = \int Q(x) dx = -\sum M_i(x) \cdot \Delta x_i$</p> <p>For bending: $M(x) = M + \dots$ Result: shear moment distribution $\frac{dM}{dx} = Q = -p(x)$</p>
影響線教學 Java Applet	影響線的教學	 <p>影響線教學</p> <p>Influence Line of Beam</p> <p>Step 1, Step 2, Step 3, Step 4, Step 5, Step 6, Step 7</p>
撓度動畫範例	一個承受動態載重的梁變形動畫	
撓度實驗	觀看該元件可了解撓度的實驗狀況以及其結果進而了解真實的情況	 <p>Figure 2. Deflection after load force</p> <p>Figure 3. Loading device and weight weight</p>
範例動畫 -Deflection	以簡單的動畫表達 Deflection	
範例解說	請閱讀本檔案中的 1.8.3 節請觀看此範例以了解解題的過程	 <p>Exercise</p> <p>For the beam and loading shown, please use the integration method to find the deflection of the beam, and point out the position of maximum deflection and its value.</p>

附表 4.1 教學元件一覽表(續)

元件名稱	元件說明	元件外觀
練習範例	根據題目詳細寫出計算式以解答此問題然後再與解答做一番比較以便能夠發現錯誤	
課程重點	閱讀此元件了解本章的基本公式重點整理 Key Note	
課程鳥瞰	本多媒體描述課程的鳥瞰與其他知識相連結的描述	
繪製反力圖、剪力圖以及彎矩圖	繪製反力圖、剪力圖以及彎矩圖	
邊界條件解說	觀看該元件裡面的邊界條件的情形並思考是否與你所想的相同	

附錄五： EMRS 教學資源共享網站操作手冊

一、 首頁介面說明

1. 登入前

2. 登入後

二、 進入系統

1. 註冊

2. 如何登入

3. 忘記密碼怎麼辦

4. 如何登出

5. 修改個人資訊

三、 資源共享中心

1. 資源搜尋

2. 資源下載

3. 資源上傳

4. 資源各項排行

一、首頁介面說明

當使用者進入資源共享網站時，必須進行登入的動作。以下將分為登入前及登入後兩部分來介紹。登入前的畫面，主要在介紹平台目的與提供登入介面；登入平台後，可分為個人首頁與資源共享中心二部分。以下分別介紹資源共享網站之各首頁畫面與功能說明。

1.1 登入前

在使用者登入前，可看到如圖 1 的首頁畫面，此首頁之功能說明如下：











-  工具列：提供網站快速導覽、控制功能，其所提供之功能如表 1 所示。
-  功能選單：在登入之前，提供登入與線上註冊的功能
-  快速登入區塊：提供使用者快速登入系統



圖 1 未登入之首頁畫面


表 1 工具列之按鈕功能說明


圖示	說明
	隱藏功能選單
	展開功能選單
	回到網站首頁
	瀏覽網站地圖
	查詢目前的線上使用者名單
	關於 Learning XP 平台的資訊
	登出
773	累積上站人數


在未登入首頁中，提供一組試用帳號供未註冊的使用者登入參觀，帳號為 user，密碼為 emrsguest。使用此試用帳號登入，可瀏覽、下載部分資源，但不提供上傳資源的功能。

1.2 登入後

在登入系統之後，首先會進入個人首頁，如圖 2 所示。此個人首頁之畫面構成說明如下：

 工具列：功能同登入前，參考前節表 1。

 功能選單：針對不同的頁籤提供相對應的功能按鈕。

 頁籤：提供使用者切換個人首頁/資源共享中心之用。

1.2.1 個人首頁

在個人首頁中，使用者可看到網站之設立目的、網站最新消息與最新增加的資源，在左方的功能選單中，提供了「登入」、「我的資訊異動」、「FAQ」三種功能，說明如下：

1. 登入：此處登入之目的為提供使用者重新以別的帳號登入
2. 我的資訊異動：此功能可讓使用者重新設定個人詳細資訊，如密碼、電話、通訊地址等。值得注意的是身分證字號、中英文姓名、學歷、電子郵件在註冊完後，即無法再變更，如有需要變更，必須聯絡網站管理員為之。

3. FAQ：此功能為整理出一般使用者經常遇到的問題，並回答於此區，以提供未來其他使用者遇到相同問題時，快速得到解答。



圖 2 登入後之個人首頁畫面

1.2.2 資源共享中心首頁

資源共享中心為本網站之重點功能，所有使用者可在此分享、下載教學資源，並利用下載的教學資源輔助教學或學習。由於平台之限制，在資源共享中心中，許多系統功能文字所提及的「文章」實則為「資源」，如文章索引實際上為資源索引功能。資源共享中心之首頁如圖 3 所示，其中各區塊之功能說明如下：

- 工具列：功能同登入前，參考表 1。
- 功能選單：針對不同的頁籤提供相對應的功能按鈕。
- 頁籤：提供使用者切換個人首頁/資源共享中心之用。
- 搜尋：提供列出所有資源、資源進階搜尋的功能。
- 資源索引：在資源共享網站中，所有資源皆被歸類至各課程單元，而使用者在此區可快速搜尋任一課程單元之資源。

☐ 排行檢視區：資源各項排行之快速瀏覽區。



圖 3 資源共享中心首頁

二、進入系統

在使用者登入系統前，幾乎無法使用任何資源共享網站之功能，故一般使用者進入系統的首要工作便是登入。雖然資源共享網站提供了一組試用的參觀帳號，但並不鼓勵使用者經常性使用，使用者最好能註冊申請一個專屬個人的帳號，以利資源的分享與使用，方符合本網站之設立精神。

2.1 註冊

在未登入之首頁中，點選左方功能選單之線上註冊，可看到如圖 4 的畫面，此時使用者需填入個人基本資料，再點選右下方的「新增」按鈕，即可送出註冊資訊。在各需填項目中，具有紅色星號的項目為必填項目，無紅色星號的項目則為選擇性項目，可填可不填。

當使用者送出註冊資料之後，將可看到如圖 5 的畫面，此時系統將在約 10 分鐘內將密碼通知信寄到使用者所填寫的電子郵件信箱。使用者需開啟個人郵件，找到系統所寄的密碼通知信，使用信中所附的密碼即可登入資源共享網站，如圖 6 所示。此時即完成註冊動作。



The screenshot shows the registration page of the 'Engineering and Mathematics Resource Sharing Website'. The page title is 'Resource sharing'. On the left, there is a navigation menu with '登入' (Login) and '線上註冊' (Online Registration). The main content area is titled '會員註冊' (Member Registration) and contains a form with the following fields:

- * 帳號: [text input]
- * 密字: [text input]
- * 確認密字: [text input]
- * 通訊號碼: [text input]
- * 國籍: [dropdown menu, currently showing '台灣']
- * 家裡電話: [text input]
- * 辦公室電話: [text input]
- * 手機: [text input]
- * 性別: 女 男
- * 出生年月日: 2004-06-23
- * 教育程度: [dropdown menu, currently showing '高中以下']
- * 電子郵件: [text input]
- * 中文姓氏: [text input]
- * 中文名字: [text input]
- * 英文名字: [text input]
- * 英文姓氏: [text input]
- * 通訊地址: [text input]
- * 公司名稱: [text input]

At the bottom of the form, there is a '新增' (Add) button and a '取消' (Cancel) button. Below the form, there is a small note: '* 有紅色星號的項目為必填'.

圖 4 線上註冊



圖 5 送出註冊申請後之系統畫面



圖 6 系統自動寄發的密碼通知信

2.2 如何登入

在尚未登入的首頁中，使用者可以在快速登入區塊輸入帳號與密碼來登入。或者點下功能選單的登入功能，在如圖 7 的登入區塊中輸入帳號密碼來進行登入。若為已登入狀態，使用者仍可利用個人首頁的登入功能來重新登入。



圖 7 登入區塊

2.3 忘記密碼怎麼辦

使用者忘記密碼時，只要先在功能選單中點入「登入」，即會看到如圖 8 的畫面，再點擊紅色圈起來的部分，則會進入圖 9 的畫面。此時，使用者僅需輸入帳號與註冊時所填的出生年月日，按下「送出」鍵，系統將在 10 分鐘之內重新寄一份新的密碼給使用者。收信之後，再以原帳號與新的密碼登入系統即可。



圖 8 忘記密碼處理動作(一)



圖 9 忘記密碼處理動作(二)

2.4 如何登出

登入之後，可利用在上方框架的工具列中的登出鈕(登出圖示)來登出。按下登出鈕之後，系統將會出現如圖 10 的畫面，按下「LOGOUT」按鈕，即可完成登出，

亦可於登入區塊輸入其他帳號密碼，同時完成舊使用者登出與新使用者之登入。



圖 10 登出之選擇畫面

2.5 修改個人資訊

在資源共享網站中，修改個人資訊亦為重要的功能之一。使用者在得到系統自動產生的密碼通知信之後，可以於此變更密碼，以改成較容易記的密碼，方便未來之登入。在登入之後，使用者可點入個人首頁中功能選單的「我的資訊異動」，即可進入個人資訊修改頁面，如圖 11 所示。



圖 11 個人資訊修改頁面(一)

在個人資訊修改頁面中，使用者僅可變更密碼、電話、手機、地址等資訊，註冊時所填的資訊大多不能再變更。如欲變更，則必須聯絡網站管理員，由其直接更改。



圖 12 個人資訊修改頁面(二)

三、資源共享中心

在資源共享網站中，資源共享中心為最主要的功能，所有使用者皆在此瀏覽、下載、上傳、評鑑資源。以下針對資源共享中心的各項主要功能做說明

3.1 資源搜尋


資源搜尋能讓使用者可依資源關鍵字、作者、上傳日期、種類、分類快速地找到所需的資源。使用者首先在資源下載中心首頁的右下內容頁點選「進階搜尋」鈕，將可看到如圖 13 的畫面，即可依所選擇搜尋的方式來搜尋線上資源。搜尋的結果頁範例如圖 14 所示。在結果頁中，可看到資源的標題、上傳日期、描述三種資訊， 按鈕可轉寄給好友，點擊資源標題，則可進入資源內容頁。



圖 13 資源搜尋頁



圖 14 資源搜尋結果

3.2 資源下載

在資源共享網站中，資源的形式分為網路資源與檔案資源。當點擊進入資源內容頁之後，若資源為直接顯示的圖片，則使用者可於圖片上按下右鍵，選擇「另存新檔」以下載至使用者端的電腦。若資源為檔案式，則使用者可於下載文字處或「reference: link」處按下滑鼠右鍵，選擇「另存新檔」以下載至使用者的電腦中，如圖 15 所示。若資源為網路資源且為一網站或網頁，則使用者僅可直接於線上瀏覽、利用。


當使用者使用資源過後，可使用資源共享中心所提供的資源評分功能，為使用過的資源作評分。此評分將能提供系統管理人員與其他使用者對該資源優劣好壞的一種參考。評分的方式為按下如圖 15 中  圖示按鈕，即可對資源評分，並看到該資源目前所得的平均分數。



圖 15 下載檔案式資源

3.3 資源上傳

資源上傳為一重要功能，為了達到資源共享的目的，系統鼓勵使用者多利用上傳的功能分享個人所擁有的教學資源。在資源共享中心首頁的功能選單中，第二項功能為「新增學習資源」，即用來提供使用者上傳資源之用。點入該功能之後，使用者將會看到如圖 16 的畫面，此頁面分為四種功能，介紹如下：

1. 匯入電子文件：可將多媒體檔如圖片、影音檔，以及 Microsoft Office 系列的檔案或 XML 以外的檔案以此功能上傳，上傳介面如圖 17。若上傳的檔案不止一個，則可按下「more…」以增加上傳欄位數；或是利用 zip

- 的格式先行壓縮，再上傳該 zip 檔案，系統將會自行解壓縮。
2. 快速新增文章：可快速的新增一篇文章，適合文字內容的資源，介面如圖 18 所示。
 3. 新增文章連結：網路式資源即可以此功能輸入，在「參考連結」欄位中填入網路式資源的網址即可。介面如圖 19 所示。
 4. 學習元件編輯器：利用線上文字編輯器輔助編輯文章，可供使用者設計出更精美的資源內容頁面。



圖 16 新增學習檔案功能



圖 17 匯入電子文件功能之介面



圖 18 快速新增文章功能之介面



圖 19 新增文章連結功能之介面

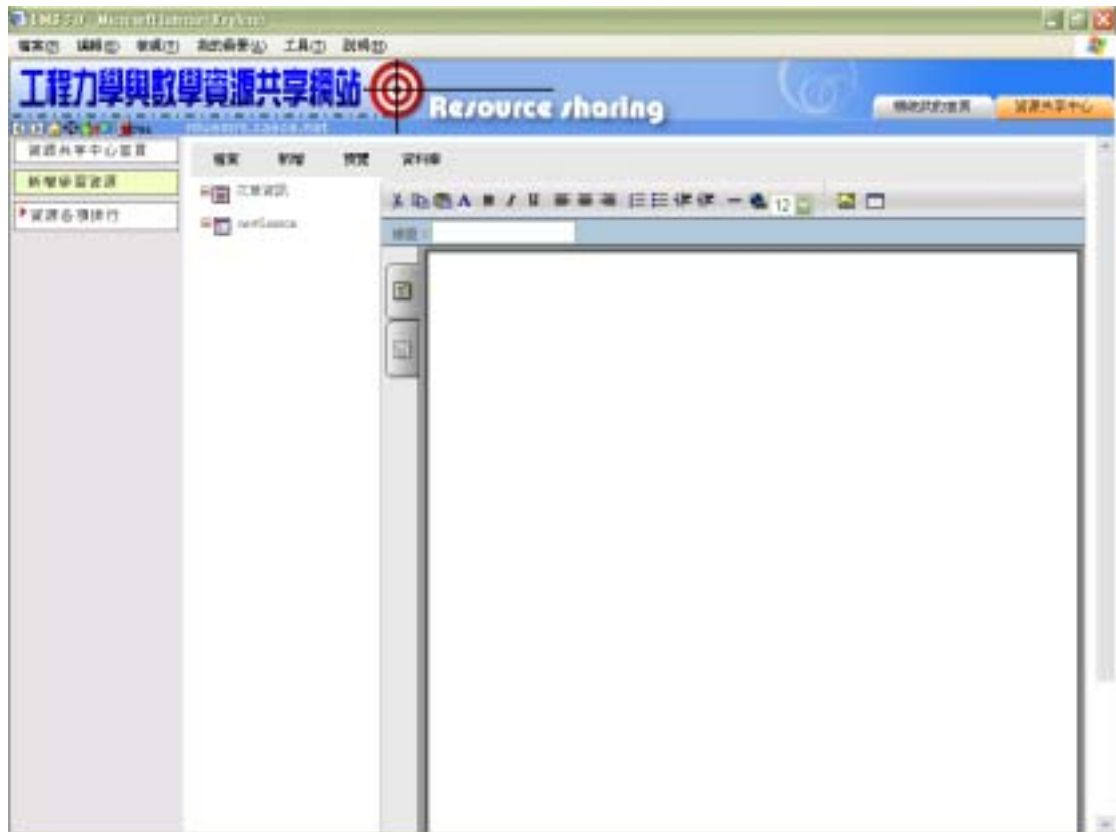


圖 20 學習元件編輯器功能之介面

3.4 資源各項排行

在資源共享中心裡，針對資源的四種情況作排序列表，分別為「最新資源」、「熱門資源」、「優秀資源」、「貢獻排行」，使用者可善用這些排行以更快速的取得資源。

觀看資源排行的方法有二，一是利用資源共享中心功能選單的第三項功能「資源各項排行」，或利用資源共享中心首頁下方的排行檢視區，皆可看到資源的排行。

3.4.1 最新資源

最新資源乃針對資源的上傳日期作排序而得，每頁列出十筆資源，非常適合經常上站的人快速的瀏覽新增的資源有哪些。在最新資源的列表中，按下「觀看文章」的圖示鈕(📄)即可快速地進入資源的內容頁。「最新資源」的範例如圖 21 所示。



圖 21 最新資源功能之範例

3.4.2 熱門資源

所謂熱門資源乃是指點閱數最高的資源，而熱門資源排行則是依點閱數進行排序所得的資源列表。與最新資源相同，使用者只要點入「觀看文章」的圖示按鈕即可快速進入該資源的內容頁面。



圖 22 熱門資源功能之範例

3.4.3 優秀資源

資源共享網站提供了對資源評分的功能，而優秀資源排行即是針對資源的平均得分作排行，也就是以使用者的角度對資源的優劣作排序。在優秀資源排行中，亦可看出投票人次與資源平均得分之間的關係，使用者藉此自行評估資源平均得分之可靠性。

序號	文章標題	觀看人次	文章平均評分	圖示功能
1	Mathcad 教學輔助工具	1	10	
2	功科能之動畫影片	4	9.25	
3	影碟錄教學 less Applet	3	7.5	
4	功科能之觀念地圖	2	5	
5	動畫3	1	5	
6	觀念圖工具	1	2	

圖 23 優秀資源功能之範例

3.4.4 貢獻排行

貢獻排行乃是以使用者的上傳資源總數作貢獻排名。由此功能可看出哪些使用者分享了多少資源，亦可利用「相關文章」圖示按鈕快速搜尋該使用者所上傳過的所有資源。

序號	文章上傳人姓名	發表文章次數	相關文章
1	mlm	45	
2	系統管理員	25	

圖 24 貢獻排行功能之範例

附錄六：「工程力學與數學創意教學研討會」議程

(九十三年十月一日星期五)

時 間	組 別	主 講 人	主 持 人
08:30~09:00	報到		
09:00~09:20	開幕式	貴賓致詞	謝尚賢教授
09:20~10:10	專題演講	Engineering Education---Past, Present and Future Prof. Mirosław J. Skibniewski	張國鎮主任
10:10~10:30	茶點、休息		
10:30~12:00	成果報告	【整合性工程力學與數學教學課程之規劃、設計與發展】計畫成果報告與討論 謝尚賢教授等人	曾惠斌副主任
12:00~13:30	中午休息		
13:30~15:10	論文發表	工程數學創新教學經驗談 陳正宗教授	陳俊杉教授
		用 Mathematica 對自然數之負次方和的探討 沈淵源教授	
		以 X3D 建置動力學與流體力學教學模擬教材之研究 蔡進發教授	
		基礎力學網路學習教材製作 林昌佑教授	
		流體力學之創意教學 卡艾璋教授	
15:10~15:30	茶點、休息		
15:30~16:20	綜合討論 (一)	◎討論大學工程力學與數學必修課程內容與教學策略。 引言者：呂良正教授 與談人：徐德修教授 伍次寅教授	謝尚賢教授
16:20~17:10	綜合討論 (二)	◎討論如何透過e化來改善力學教學環境。 引言者：洪士林教授 與談人：李秉乾教務長 曾惠斌副主任	謝尚賢教授