

第一章 緒論

第一節 研究緣起與動機

壹、科技專精發展的趨勢，顯示電子工程問題的數學解題能力提升之重要性

科技變遷驅動長期經濟的成長，造成新產品、新技術、新觀念之形成與擴散，近年來，由於科技創新歷程與經濟社會組織變動間之緊密關連性而塑造成「資訊社會」，創造出新的工作環境(The European Commission, 1993)。

美國國家科學基金會(NSF)聲明：「跨入二十一世紀，奈米技術將對世界人類的健康、財富及安全產生重大影響，如同二十世紀的抗生素、積體電路和人工合成聚合物一樣。」(黃德歡，民 91)。

美國前總統柯林頓在解釋 NNI 計劃時說道：「這項價值 5 億美元的國家奈米技術研究計劃將用來提高原子和分子水平操縱物質的能力，試設想以下的可能性：材料強度 10 倍於鋼而重量只有目前的數分之一；國會圖書館全部館藏訊息可以壓縮到約一塊方糖大小尺寸的元件中；癌症病變還只有幾個細胞大小時就可以被探測到某些目標原本可能需要花費 20 年或更長的時間才能達到，這也正是為什麼聯邦政府要在這個關鍵時刻提出奈米技術研究計劃。」(黃德歡，民 91)。

二十世紀末期稱之為知識經濟時代，主要是以 IT 技術為平臺，將知識迅速化為生產力的一個世代。二十一世紀會由於量子電腦的出現，使人類生活面貌再做一次改變，它是第四次工業革命(奈米時代)的主要產品。而即將上市的明日之星---量子電腦，其所使用的量子位不但可進行超高速運算，且容量超過現在「pentium 4」手提式電腦的百萬倍以上，也是 2050 年前最主要的一項技術突破(孟憲鈺，民 93)。

科技的變革不僅影響到數學對職業和經濟成功的重要性，同時也影響到數學在社會各行各業中的應用 (James A.Middleton ; Polly Goepfert,1996)。因此，學生在求學期間如何迎合科技專精發展的趨勢，以提升其電子工程問題的數學解題能力，進而提升研發問題解決的能力，是現今資訊社會中各層級的教育單位與學校對數學教育必須面臨且重視的問題。

貳、電子工程問題的數學解題能力的良窳，決定科技整合與應用的成效

行政院在民國九十年提出綠色矽島經濟發展藍圖，在重要策略與政策措施中提到厚植生產資源，強化經濟基礎，其第四子項為技術開發，內涵與本論文相關的有(經濟建設委員會，民 90)：

一、鼓勵科技研發

- (一)普遍獎勵各類產業、企業、學術團體，以及個人的研究發展。
- (二)鼓勵民間計畫性派遣人員到國外學習新技術。
- (三)鼓勵技術研發服務業，協助企業特別是中小企業以及個人從事研發。

二、擴大科技整合、擴散與應用

- (一)垂直整合產、官、學界的研發技術，建立基礎學理、技術、開發、量化生產的整體研發生產體系。
- (二)開發技術媒介機構，擴大技術應用之機會及範圍。
- (三)鼓勵大學設立創新育成中心，開設推廣教育及研究所在職進修班，加強大學儲備人才及支援產業的功能。

經濟部於民國 91 年 1 月 16 日在「工業技術研究院」建立了「奈米科技研發中心」並將在今後的六年內投入 192 億新臺幣(約 6.4 億美元)的鉅額研發經費，從事奈米材料學、奈米電子學、奈米機械學和奈米生物技術等應用技術的開發研究。這一重大舉措是期望臺灣能夠在未來的五年內實現奈米技術產業化的世界先導。(黃德歡，民 91)。

近年來，隨著科學發展，技術分類更爲細微，此外電腦的發達也與科技進步的關係更密不可分。現代社會的繁榮興盛也需靠尖端科技來支援，這其中的複雜程度是過去人類無法想象的。研發這些先進科技的人們必需擁有尖端科技的專門知識，並要以數學、理科等基礎學科爲基礎，做全盤的考量與展望。也因此社會對於專攻高科技的工學院及理學院之具有理工背景出身者的期望與需求也愈大(磯 佑介、大西和榮、登阪宣好，2004)。

由於技術的開發、科技的整合、科技的擴散與應用，都離不開科技人才的運用電子工程問題的數學解題能力。因此，在這個尖端科技且要求創新的職場當中，以數學爲基礎的科學與科技學習能力之培養，即顯得更重要。所培育出來的人才其電子工程問題的數學解題能力的良窳，更會決定科技整合與應用的成效。

參、急需培養學生電子工程問題的數學解題能力，以切合當前重點產業研發與創新之需求

臺灣地區雖然整體電子產業的復甦腳步仍在緩慢增溫當中，但是臺灣地區內對於工程師的需求情況卻可用「人才恐急」來形容，光是今年就有友達、廣達、明碁、神達、鴻海等公司大張旗鼓的表示要設立研發中心，而且應徵人的規模都以數千計算。因應這個趨勢，在兩兆雙星計畫的配合下，政府爲解決科技人才不足窘境，也全面推動各種訓練課程，培育更多的學生進入科技產業(勾淑婉，民 94)。

國內筆記型電腦大廠廣達電腦公司董事長林百里指出：雖然勞力密集生產線遭到裁減，約 400 人優退，此波人力調整結束後。將以即將落成的「廣達研發中心」爲中心，大量聘用研發技術人員 7000 人，整合全球科技資源，確保臺灣技術優勢，以臺灣總廠爲技術總部，上海松江廠爲生產基地，銜接美洲、歐洲及亞洲等分廠，建構以臺灣爲主軸的運籌中心。(鄒秀明，民 94)。

行政院國家經濟建設委員會於民國九十四年一月提出「重點人才培育

及運用規劃」簡報中可看出：爲了提升國家競爭力，未來要發展附加價值高的產業，圖 1-1 中顯示出選擇了兩兆雙星、尖端科技、重點服務業(包括：資訊服務業、研發服務業、設計服務業、流通服務業)等三大產業，及十二項培育人才之重點領域。在質的需求方面，能夠培養出下列五大能力：1.跨領域的能力。2.獨立思考及創新的能力。3.國際溝通的能力。4.吸收新知與新技術的能力。5.具備人文關懷素養。在重點服務業方面希望培植的人才包含：1.資訊服務業---高級人才核心能力：國際行銷、專案管理；中級人才核心能力：系統整合、軟體設計、客服及支援。2.研發服務業---核心能力爲專門技術及跨領域技能。3.設計服務業---核心能力爲商品計劃、外語能力、國際視野、設計管理。4.流通服務業---核心能力爲物流認證、策略規劃、經營管理(經濟建設委員會，民94)。

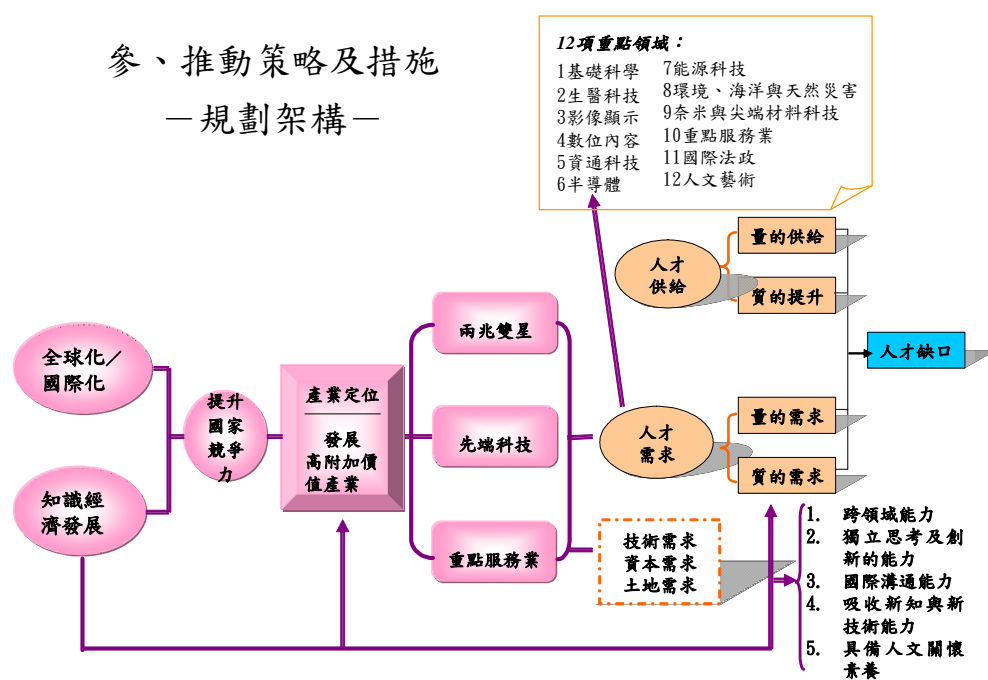


圖 1-1 重點人才培育及運用規劃推動策略及措施架構

資料來源：經濟建設委員會，民94

由於科技的變遷速度遠比學校所學的內涵快，又趕不上企業的研發步調，因此，學校在積極培養高科技研發人才時，應強調跨領域之科技學習能力及培養獨立思考及創新的能力，而這些能力的培養都離不開數學領

域，故未來產業需求的數學能力，應著重在數學跨領域之工程解題的學習能力和繼續進修的能力，進而以此為基礎，再利用團隊中的合作、討論、溝通與表達，來培養與建立學生團隊互助、互助的凝聚力，使其更符合產業界所需之研發團隊應具備的能力。

肆、推動課程認證，確保學生基礎科學及專業領域應用工程解題的能力

英美各國因應未來科技變遷，對大學工程教育實施認證。英國採用 EC 系統(目前較少被採用)、美國採用 ABET 系統，世界各國(含加拿大、澳洲、紐西蘭、英國、愛爾蘭、香港、南非)大都加入美國華盛頓公約 ABET 系統，採用 ABET 認證規範模式(楊永斌，民 94)。

我國在國科會與教育部贊助經費下，由國立臺灣大學工學院成立一個民間組織---中華工程教育學會，主辦國內之工程教育國際認證且與國際接軌。其內涵與精神如下：(楊永斌，民 94)。

一、中華工程教育學會認證程式與內涵

中華工程教育學會認證程式與內涵，系仿照美國 ABET 系統之 EC2000 認證規範模式，將其配合我國國情改為 AC2004 認證規範模式，並報請美國華盛頓公約認可。AC2004 認證規範包含下列八大專案：1.教育目標。 2.學生。 3.教學成效與評量。 4.課程的組成。 5.教師。6.設備及空間。7.行政支援與經費。8.各學系之專業規範。

二、AC2004 之認證規範的精神

AC2004 之認證規範的精神是採用成果導向(Outcomes-Based)認證規範。即將學生表現作為教學成果的評量依據，並以促進系所持續改進作為認證的最終目標。

三、強調教學成效與評量之內涵

認證規範 3 所提到的教學成效與評量之內涵，包含兩部份：

3.1 學生在畢業時必須具備下列八大能力：

3.1.1 運用數學、科學及工程知識的能力。

- 3.1.2 設計及執行實驗，以及分析解釋資料的能力。
- 3.1.3 執行工具實務所需技術、技巧及使用工具之能力。
- 3.1.4 執行工程系統、元件或製程之能力。
- 3.1.5 有效溝通及團隊合作的能力。
- 3.1.6 發掘、分析及處理問題的能力。
- 3.1.7 認識時事議題，瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響，
並培養持續學習的習慣與能力。
- 3.1.8 理解專業倫理與及社會責任。
- 3.2 學系須提供自我評量過程及具體成果，以及持續改善的計畫
和落實的成果。

上述八大能力中從3.1.1到3.1.6共六項與數學與電子工程問題的數學解題能力有關，並與從高科技的電子相關之企業主管的深度訪談中所歸納之四大能力，必須在學校透過電子工程學系各組專業領域與多元化的教與學當中培養不謀而和。此四大能力為：1.溝通表達能力。2.團隊互動與討論的能力。3.分析、判斷與解決問題的能力。4.創新的能力(饒達欽、支紹慈等，民94)。

本研究在作前導性研究時，即針對電子工程相關的產業訪談(如附錄一)，產業界皆一致認為要重視課程認證，尤其要加強學生問題解決的能力，因為目前產業界應徵的員工進入研發部門，皆較欠缺問題解決之電子工程問題的數學解題能力的素養與經驗，造成對現今高科技創新產業的人才培育有嚴重的落差(饒達欽、支紹慈等，民94)。

由此可知，數學是一切科學與工程之母，更需要透過產業所認可之課程認證，學校所培養出來的學生才能符合產業所需求之電子專業領域應用數學與工程解題的能力。

伍、科技大學學生在專業領域上，應加強工程解題的應用性能力

在進入二十一世紀且處於高度文明化的世界中，數學知識及跨電子專

業領域應用之工程解題的能力，已逐漸成爲日常生活及職場裏應具備的基本能力。

從 AC2004 工程教育電子工程人員認證規範的內涵提到：大學層次的電子工程人員大都「以物理學爲主，數學爲工具之基礎科學知識，並具有應用微積分及工程數學之能力」(中華工程教育認證委員會，民 93)。

二十世紀的上半世紀，數學的發展主要是演繹的威力刺激的。電子計算器出現以來，機械化方法重新受到人們的重視，逐漸使數學從科學領域擴展到技術領域。應用數學既運用邏輯也用非邏輯方法，比如實驗、錯誤嘗試、模型仿真、實驗驗證等，將數學應用於物理、化學、生物科學，甚至應用於經濟建設、軍事國防、社會生活(畢恩材，2002)。

數學化”就是現代技術、特別是計算器技術發展的必然產物。這就正如美國國家科學理事會在 1984 年發表的報告“進一步繁榮美國數學”中所指出的：“高科技的出現把我們的社會推進到數學工程技術的新時代”、“高科技本質上是一種數學技術”、“由於計算器的影響，使用者比以往更加需要，而且將愈來愈需要真正懂得數學，吸收它的概念”。對上述要求顯得最爲迫切的，即是對急劇技術變化的影響特別敏感的工程師(查有梁、李果民，2003)。

科技大學電子工程系學生在專業必修科目領域中所面對之工程問題除了與學生之專業與數學之先備知識有關外，尚須重視工程問題「數學化」形成數學問題的能力、如何使用「數學方法與工具」、解決數學問題的能力，將數學問題結果「詮釋」工程問題的數學能力。如何提出解決工程問題所應具備之電子工程問題的數學解題能力模式，是當今很重要的課題。**陸、科技大學電子工程系之數學相關科目教學，普遍未能重視學生數學化**

與詮釋的電子工程問題的數學解題能力

在論文之前導性研究中，專訪多位科技大學教授及電子高科技產業研究部經理級以上人員(附錄一)，從中觀察了解到科技大學學生對工程問題

解決能力之數學化、詮釋、驗證等電子工程問題的數學解題能力普遍缺乏，更不用談到創造力與研發基礎能力。因此，產學界都認為電子工程問題的數學解題能力是目前科技大學電子工程系學生較弱且最需要學習與加強的。

科技大學電子工程系在大一與大二期間，都會開設數學相關之必修科目，如：微積分、微分方程、線性代數、複變函數、機率與統計等課程。而這些課程中，極大部份都是由數學科班出身之數學教授授課，所教的都是以數學內涵之理論與運算為主，未能強調其工具性與應用性，導致專業科目教授與數學系教授的立場與想法有極大的差異，學生將來上專業領域科目時，無法將數學當作有效的工具使用。其根本原因即是數學內容未能有效銜接與應用在專業科目領域上。尤其工程用的計算器運算軟體問市(如：MATLAB 數學運算軟體)，更為明顯。因此，如何做好此銜接與應用，除了要加強學生運用數學概念與使用數學工具的能力外，更應重視學生將工程實際問題「數學化」形成數學問題，再將數學運算的結果「詮釋」與「驗證」工程問題的答案。這就是為什麼要研究本論文题目的緣由。

綜合上述，本研究基於

- 一、以「趨勢」呈現本研究論文的重要性。
- 二、以電子工程問題的數學解題能力的良窳，呈現能力與績效間的高相關。
- 三、以需求彰顯培養學生基礎科學與專業領域數學與工程解題學習能力的迫切性。
- 四、為確保學生基礎科學與專業領域之應用的電子工程問題的數學解題能力，以符應全球工程教育課程認證的潮流。
- 五、以基礎科學與專業領域之應用的電子工程問題的數學解題能力，來加強數學化與詮釋的能力。
- 六、科技大學電子工程系之數學相關科目教學，普遍應重視學生數學化

與詮釋的電子工程問題的數學解題能力。

第二節 研究目的與研究問題

壹、研究目的

- 一、探究電子工程問題的數學解題能力模式之相關理論。
- 二、建立科技大學電子工程問題的數學解題能力模式。
- 三、提供科技大學提昇電子工程問題的數學解題能力的策略。

貳、研究問題

- 1-1 科技大學學生在工程問題解決的四個主體構面及其轉銜能力運作
 流程圖之建立為何？
- 1-2 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力及其能力的敘述為
 何？
- 2.1 引導式回答題對電子工程問題的數學解題能力的學習歷程為何？
- 2-2 科技大學電子工程問題的數學解題能力模式之建立為何？
- 2-3 科技大學電子工程系學生實施電子工程問題的數學解題能力模式
 驗證其可行性為何？
- 2-4 建立科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力分析
 項目表為何？
- 2-5 建立引導式回答題之五種命題型式及其功能比較為何？

第三節 研究架構

本研究架構依循研究目的，首先對數學能力及其能力之敘述進行歸納、對科技大學電子工程系電子學科目之單元教材進行內容分析，並依歸納式建構之邏輯順序完成研究。於是先行探究數學問題解決相關理論、核心能力內涵理論後，建構出電子工程問題的數學解題能力之理論架構模式作為本研究之假設，接著針對四種不同背景之專家訪談進行分析與比較，並藉由鷹架學習理論進行研究工具的編製，兩次的專家諮詢作專家修正，以實徵面驗證研究假設，並取理論面與實徵面驗證之結果，建構科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力模式。

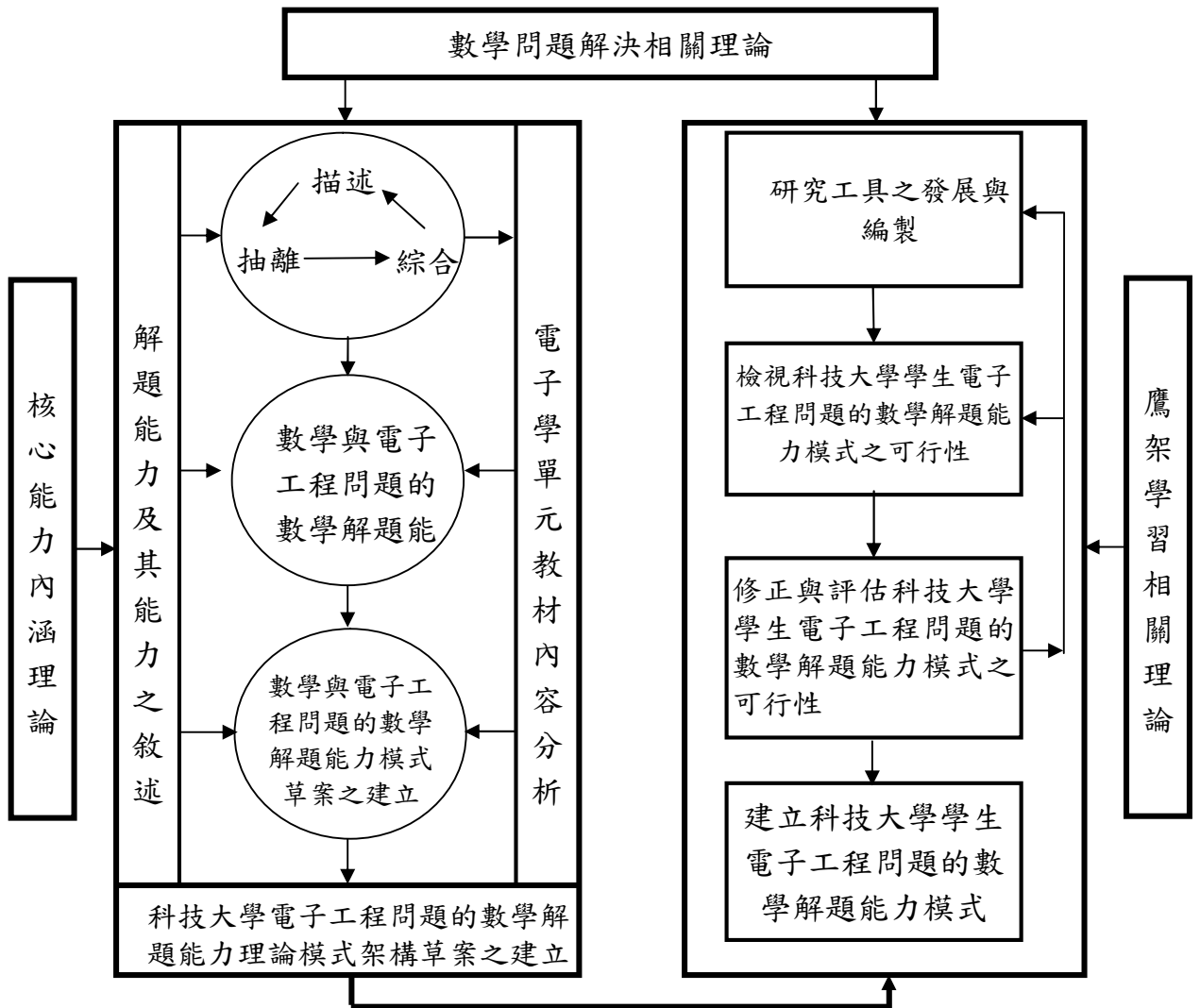


圖 1-2 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力模式之研究架構圖

第四節 研究方法與步驟

壹、研究方法

為達研究目的，本研究之研究方法先從文獻中所分析的數學解題能力，含四種轉銜能力與能力中的主體構面、程序、機制及其能力項目來探討，由於現有的文獻仍以數學解題建模為主，需要在工程解題模式與數學解題建模間折衝，乃借重專家分別在數學能力與專業領域兩個層面作專家判斷。因此，本研究分成四大部份：第一部份為從文獻中探討數學解題能力之敘述、電子工程問題的數學解題能力之敘述，並建立模式草案；第二部份為科技大學電子學教材內容分析；第三部份為從文獻探討中所獲得的電子工程問題的數學解題能力模式草案，經由一系列數學能力及專業領域之專家訪談。第四部份為前述之專家訪談之結果及研究工具所編製之所有預試題目，經專家諮詢會議上逐一討論作專家效度，取得一致性的共識。茲分述如下：

一、文獻分析：

本研究之文獻分析包含探討鷹架學習、數學問題解決、核心能力內涵等相關文獻，此文獻分析分成三個步驟：

(一)描述法：將該領域之專家學者所研究之理論成果，經研究者詳細研讀，分別描述其理論之精華。

(二)抽離法：將所描述之理論精華，分別抽離歸納其共相(共同特徵)、異相(不同特色)。

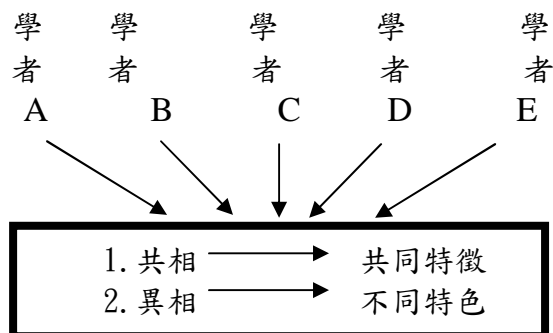


圖 1-3 方法論應用之概念圖

(三)綜合法：將抽離歸納之共相(共同特徵)、異相(不同特色)結果，作出綜合性之結論敘述，形成本研究之理論要素。

經過上述三個步驟，得到下列兩個文獻分析的結果：

- 1.在工程問題上應用數學問題解決的流程。
- 2.在工程問題上應用數學解題能力及其能力的敘述。

二、科技大學電子學單元教材內容分析

(一)電子學(一)(二)科目

- 1.科技大學電子工程系電子學(一)(二)之教學目標與單元分析。
- 2.以科技大學電子工程系電子學(一)(二)之教學目標與單元為內涵，擬定電子學(一)(二)單元內容應用數學知識內涵比對之歸類表。
- 3.以科技大學電子工程系電子學(一)(二)為內涵，擬定電子學單元與電子工程問題的數學解題能力雙向細目表。
- 4.以電子學單元與電子工程問題的數學解題能力雙向細目表為內涵，擬定電子學單元與電子工程問題的數學解題能力施測雙向細目表。

(二)電子工程問題的數學解題能力敘述之範例。

- 1.以工程問題上應用數學解題能力及其能力敘述為內涵，編製一般數學應用於數學解題能力之敘述及其範例。
- 2.以科技大學電子工程系電子學(一)(二)為內涵，編製電子學之電子工程問題的數學解題能力的敘述及其範例。

(三)從文獻分析、單元內容分析與範例模擬，歸納建立出「科技大學學生電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」。

三、專家深度訪談

本研究之專家深度訪談分成前導性、研究進行兩部份：

(一)前導性研究

本研究在論文形成之初期階段，經過五次的博士班同班同學與老師集體討論及個別訪談數學能力專家、科技大學教授、產業界經理級以上之幹部(如附錄一)，其目的旨在作初期形成研究題目之可行性諮詢，並且修正論文之研究方向。

(二)研究進行

1.數學能力專家訪談

選擇曾參與數學奧林匹亞選手指導與命題，及曾擔任數學科巡迴訪問團講師，具有數學能力分析經驗豐富的數學能力專家。從中邀請兩位進行連續交叉式(共四回)專家深度訪談，希望從文獻分析所獲得的「在工程問題上應用數學問題解決的流程」、「科技大學電子學教學目標與單元分析」、「電子學單元內容應用數學知識內涵比對之歸類表」等架構下，能將內容分析所擬定之「一般數學應用於數學解題能力敘述及其範例」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」中模擬修正出「科技大學學生電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」，並能取得一致的共識。

2.一般數學相關科目教師專家訪談

邀請科技大學任教電子工程系與數學相關科目之專家四位進行專家深度訪談，依上述所修正過的資料整理歸納後，希望從文獻分析所獲得的「在工程問題上應用數學問題解決的流程」、「科技大學電子學教學目標與單元分析」、「電子學單元內容應用數學知識內涵比對之歸類表」等架構下，能將內容分析所擬定之「一般數學應用於數學解題能力敘述及其範例」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」中模擬修正「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題

能力敘述及其範例」，並綜合專家們意見修正之。

3. 工程數學兼電子學教師專家訪談

邀請科技大學曾任或目前任教工程數學兼電子學多年經驗之專家四位進行專家深度訪談，依上述所修正過的資料整理歸納之「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」及「電子工程問題的數學解題能力及其能力敘述」，並從內容分析所擬定之「科技大學電子學教學目標與單元分析」、「電子工程系電子學單元內容與數學相關單元比對之歸類表」、「利用鷹架學習理論編製引導式回答題格式」、「電子學單元與電子工程問題的數學解題能力施測雙向細目表」等架構下，將研究工具所編製的「預試試題之電子工程問題的數學解題能力的敘述與範例」、「預試試題命題離型與範例」、「學生自評表」、「教師總評表」中模擬修正「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」，並綜合專家們意見修正之。

4. 電子學教師專家訪談

邀請相關領域曾經或目前任教電子學多年經驗之專家六位進行專家深度訪談，依上述所修正過的資料整理歸納之「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」並從內容分析所擬定之「利用鷹架學習理論編製引導式回答題格式」、「電子學單元與電子工程問題的數學解題能力施測雙向細目表」、「學生專業與數學背景分析與樣本選擇」等架構下，將研究工具所編製的「預試試題之電子工程問題的數學解題能力的敘述與範例」、「預試試題題目、引導式回答題、試題答題指引等相關文件」、「學生自評表」、「教師總評表」中模擬修正「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」，並

綜合專家們意見修正之。

四、專家諮詢

邀請九位在科技大學電子工程系任教且對電子工程領域有多年的實際經驗之學者，及一位職訓界專家，諮詢重點如下：

- 1.依上述所修正過的資料整理歸納之「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」並從內容分析所擬定之「利用鷹架學習理論編製引導式回答題格式」、「電子學單元與電子工程問題的數學解題能力施測雙向細目表」、「學生專業與數學背景分析與樣本選擇」等架構下，將研究工具所編製的「預試試題之電子工程問題的數學解題能力的敘述與範例」、「預試試題題目、引導式回答題、試題答題指引等相關文件」、「學生自評表」、「教師總評表」中模擬逐一討論修正「科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式草案」、「電子工程問題的數學解題能力敘述及其範例」，並綜合專家們意見修正之。
- 2.針對上述之預試試題修正之結果，討論如何選擇試測樣本，並對試測樣本作數學能力與專業能力之背景分析，邀請上述十位有多年實際經驗之學者專家逐一討論，擬定選擇試測樣本原則。

五、歸納式建構

本研究採用 Babbie(李美華等譯，民 87)之歸納式建構，透過觀察發現科技大學學生對問題解決能力的普遍缺乏，本研究依循這個面向尋找出可以建立電子工程問題的數學解題能力模式。因此即先行探究數學問題解決相關理論、核心能力內涵理論後，建構出電子工程問題的數學解題能力理論模式架構以作為本研究之假設，再以實徵面進行實證檢測，最後建構完成具有普遍性原則的模式來。故本研究先探究相關理論(即第二章)後，建立研究假設(即第三章工程解題理論模式之

建構)；再以四種不同背景之專家訪談及兩次的專家諮詢進行實徵面之實證檢測分析、比較與修正(即第五章研究結果分析與討論)，接著抽取修正意見之「共識」，建構完成科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力模式(即第六章電子工程問題的數學解題能力模式之建構)。

六、預試與正式試測

(一)本研究對電子工程系曾任或目前任教數學相關科目及電子學多年之專家訪談中，發現私立科技大學學生在數學能力、專業能力普遍低落，對必須具備數學能力與工程領域背景之問題解決方面的能力落差很大，因此在選擇試測樣本時，首先必須考量先列出全國有電子工程系之十七所科技大學，如表 1-1 所示，再依此十七所之九十四學年度四技二專入學成績，分為兩個層級樣本，前九所一個層級(447 分以上)，後八所一個層級，取前九所為主要抽樣學校，但因國立虎尾科技大學電子工程系只有一年級，將此樣本學校去除，故試測學校樣本數改為八所。

表 1-1 全國有電子工程系之十七所科技大學及九十四學年度錄取分數排序表

編 序	科技大學名稱	錄取 分數	備 註	編 序	科技大學名稱	錄取 分數	備 註
1	國立台灣科技大學	639		10	私立崑山科技大學	387	
2	國立台北科技大學	609		11	私立正修科技大學	372	
3	國立雲林科技大學	586		12	私立明新科技大學	351	
4	國立高雄應用科技大學	551		13	私立聖約翰科技大學	350	
5	國立虎尾科技大學	543	去除	14	私立建國科技大學	304	
6	國立聯合大學	515		15	私立高苑科技大學	301	
7	明志科技大學	508		16	私立清雲科技大學	261	
8	私立南台科技大學	470		17	私立萬能科技大學	253	
9	私立龍華科技大學	447					

(二)在試測對象之八所學校中，有五所國立科技大學、三所私立科技大學，採立意取樣選擇三所北部地區學校，分別為國立 A 科技大學、國立 C 科技大學、私立 B 科技大學。預測學校選擇國立 A 科技大學、私立 B 科技大學，此兩所學校也為正式施測學校。

肆、研究步驟

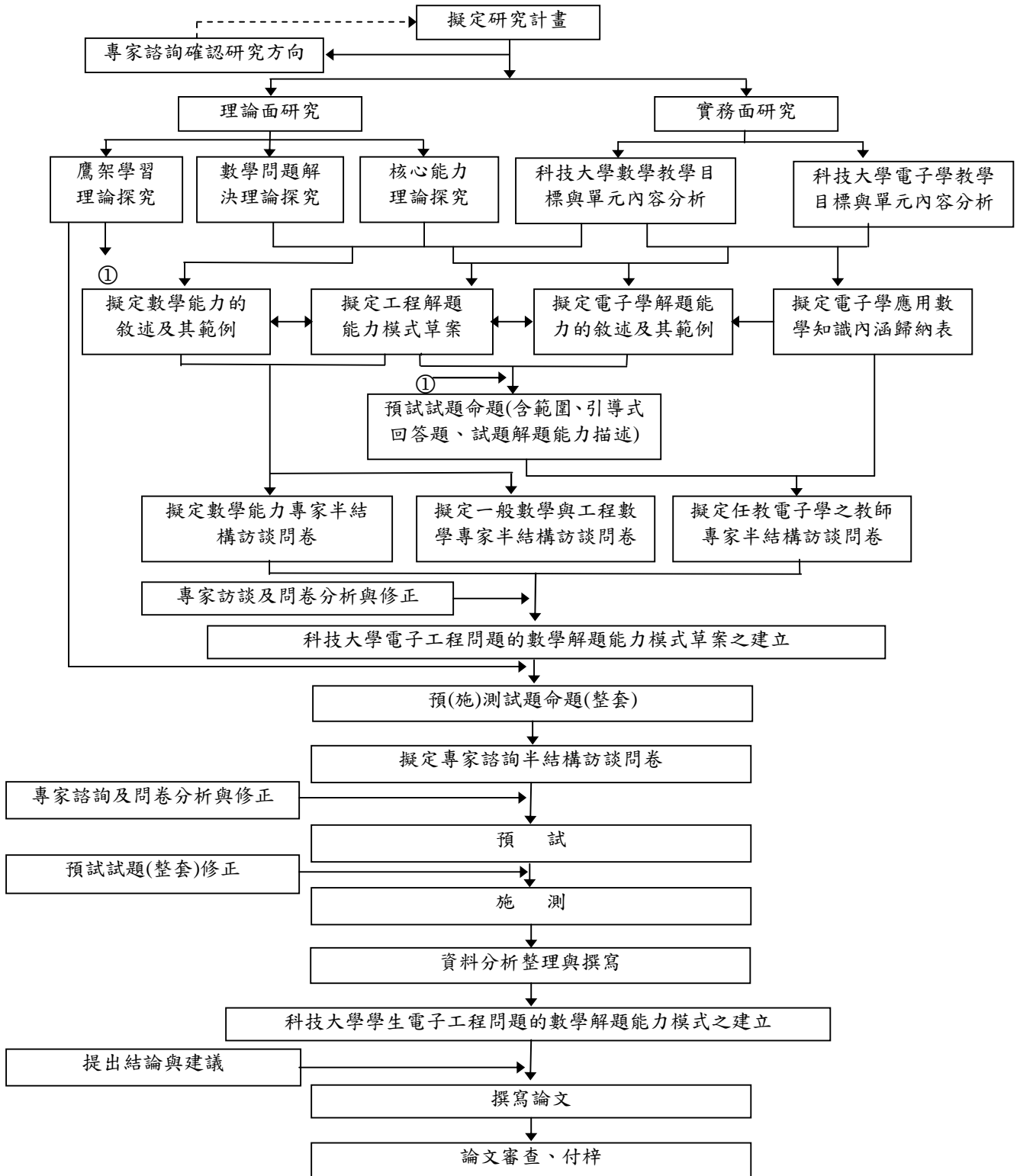


圖 1-4 研究步驟圖

第五節 研究範圍與研究限制

壹、研究範圍

- 一、本研究旨在建立科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力模式。但因電子工程系分組範圍太廣，各組的數學選修相關科目不一，加上其專業科目也不完全一樣，其例子無法含蓋電子工程系各組選修科目，因此，本研究僅限以大學電子工程系與數學相關之跨領域應用的專業必修科目——電子學及電子學實驗(一)(二)為研究範圍。
- 二、本研究所建立之電子工程問題的數學解題能力模式，必須考量學生先備之專業領域知識與數學知識，在此基礎上，去探討學生工程解題的能力。因此，研究範圍僅限於學生已具有電子學科目專業領域先備知識與數學知識之基礎上去探討。
- 三、本研究所指的電子工程問題的數學解題能力範圍，涵括數學與電子專業領域，若未以數學方式解決工程解題，不列入本研究範圍。

貳、研究限制

- 一、本研究所建立之科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力模式及其能力敘述，在不考量學校電子學科目之授課時數、任課教授的教學權及其教學活動設計下，研究本論文。
- 二、本研究所建立之科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力模式與其能力敘述，在時間與精力上，無法全面考量到學生的學習態度。
- 三、本研究因十七所科技大學的學前能力、專業能力與數學能力的落差很大，在選擇試測學校，限制在科技大學九十四學年度入學成績在447分以上之九所科技大學，因經費與時間的限制，專家訪談選擇以中南部地區學校為主；專家諮詢選擇以北部地區學校為主；預(施)

測以選擇北部地區為抽樣對象學校。

四、在選擇試測學生時，先對預(施)測科技大學學生之數學與專業背景分析後，再透過專家諮詢會議，依其所提出的選擇樣本原則做為選擇樣本的依據。

五、鷹架理論是一種「持續性的動態」過程，教師提供學生支持，協助學生達到可能發展區的最高限制，本研究以鷹架理論的概念編製施測試題之引導式回答題及試題答題指引，供樣本施測及分析結果，驗證電子工程問題的數學解題能力模式之可行性，無法作持續性的動態追蹤與隨時調整學生之可能發展區之間距。故本研究僅限制以科技大學中等或中等以上的學生為樣本，以此樣本可能發展區之間距，編製筆試型式之評量試題。

第六節 名詞釋義

壹、在工程問題上應用數學問題解決流程

以數學的方法，在工程問題上依應用數學問題解決的流程，解決實際工程問題，此流程分成四個主體構面：包含實際工程問題、形成數學問題、數學問題解答、工程問題解答等。此四個主體構面有賴四種轉銜能力去迴圈運作，如圖 2-4 所示。其中與數學能力有關的有轉化、求解與詮釋，至於驗證必須要有電子工程之先備知識才能檢視。

貳、數學能力

係指對數學掌握的綜合性能力以及對數學有整體性的感覺。在學習數學時，一般較重視的是觀念和演算，但學生的數學經驗（或數學感覺）與跨領域應用數學能力的培養卻是同等重要。它須藉由舊有的數學經驗來統合成新的直覺或邏輯經驗。

參、科技大學學生電子工程問題的數學解題能力

係指科技大學電子工程系學生在學習專業科目，面臨必須「以數學方法或途徑」來解決專業問題時，學生會從工程實際問題經「轉化」形成數學問題，再由數學問題經由運算、推導或使用運算工具「求解」得數學解答，最後由數學解答「詮釋」與「驗證」工程實際問題。在這個流程當中，轉化、使用數學運算與工具求解、詮釋、驗證等皆為科技大學電子工程系學生所應具備之重要專業與數學之轉銜能力。依此轉銜為基礎，以專業解題與數學工具為兩群所分出的電子工程問題的數學解題能力。

肆、鷹架(Scaffolding)

人類高層次的心理活動在社會互動的過程中，首先是由透過他人的調整(社會協商)，而漸漸內化為自我調整的過程，在教學上主張教師採取一個暫時性的支持架構，以協助學習者學習能力的發展，此種導引稱之為「鷹架」。鷹架的兩個重要議題便是「溝通」與「認知」，透過語言的認知功能

將有助於促進學習者對問題的解決和反思能力，以達成學習遷移的效果，並促進學習者自我導向學習能力之培養(張苑珍，民 86)。又鷹架理論是一種「持續性的動態」過程，教師提供學生支持，協助學生達到可能發展區的最高限制，亦即是要作持續性的動態追蹤與隨時調整學生之可能發展區之間距。

伍、學習可能發展區

學習「可能發展區」(Zone of Proximal Development)，簡稱為 ZPD，是指介於學習者能「獨立解決問題的實際能力水準」與經由「教師引導或以引導式回答題解決問題之潛在發展水準」之間的距離。個體在學習歷程中，經由外在的引導，使個體以理解題意與舊經驗結合為基礎，延伸至個體最大發展潛能，這樣的學習發展間距稱為學習「可能發展區」。

陸、模式

係指描述人類的思維、行為或人為之事件本身，具有系統性規律的總體概括性表現而言，就內涵的階層性言，經由數學方法與途徑達成解決工程問題，涵括工程解題之主體架構、程序、機制與電子工程問題的數學解題能力，其應用兼顧與內外環境交互作用之動態關係(修改自 Earl Babbie,1998；張吉成，民 90)。

