

第三章 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力

理論模式的建立

工程問題所涉及的層面較一般數學問題多，要解決實際工程問題之專業與數學能力，必須考量要有一定的專業背景、訊息量大與閱讀要求高、涉及的專業與數學知識的概念點較多且綜合性強(ABET,2003；奚定華，2003)。故為了要提昇科技大學學生工程問題解決的能力，在求學期間應常接觸工程問題的各種情境，培養出工程問題解決的能力。因此，需要發展出一套適合科技大學學生電子工程問題的數學解題能力模式，以解題流程方式處理，利用題目的引導式回答題比對此題目之電子工程問題的數學解題能力描述，來發掘學生在解題過程中的弱點，做為未來老師的教學與學生的學習之補強參考。

因此，本章旨在建構科技大學學生電子工程問題的數學解題能力的一種理論模式，首先提出建構理論模式的架構、學生電子工程問題的數學解題能力理論模式建構之構念程序(以科技大學電子工程系為對象)，最後建立科技大學學生電子工程問題的數學解題能力的理論模式。

第一節 建構電子工程問題的數學解題能力理論模式之架構

壹、理論模式建構之邏輯思維

工程問題解決的流程，包含實際工程問題、形成數學問題、數學問題解答、工程問題解答等四個主體架構。此四個主體有賴四種轉銜能力去循環運作，如圖 2-4 所示。其中與工程問題有關的有數學化、詮釋、驗證等三種轉銜能力，必須具備電子工程之先備知識，而與數學能力有關的有數學化、求解、詮釋等三種轉銜能力，必須具備數學之先備知識。因此，本研究之理論模式涵括了數學化、求解、詮釋與驗證等四種轉銜能力。

理論的建構，Babbie(李美華等譯，民 87)提出：社會學家經常透過歸納法來建構理論，亦即是從觀察生活中的面向開始，而後尋找出可以建立普遍性原則的模式。簡言之，歸納是從特定的狀況推到通則，而本研究即依循歸納式的建構，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，從中觀察了解到科技大學學生普遍缺乏工程問題解決能力，更不用談到創造力與研發基礎能力。故從此面向開始，尋找出可以建立電子工程問題的數學解題能力模式來訓練與增強學生此方面的能力。具體而言，係以問題解決的相關理論為基礎，在科技環境與產業界的需求下，以科技大學學生所面對的工程問題為背景，並運用適宜之研究方法，從數學能力內涵及其能力的敘述，配合電子學課程內容的分析出發，以描述、抽籬、綜合等方式歸納出數學與電子工程問題的數學解題能力之敘述草案，進而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之理論模式。

本理論模式建立之架構參考如圖 3-2 所示。圖中顯示科技大學電子工程系學生電子工程問題的數學解題能力理論模式建立之架構圖，基於外在科技環境與產業界的需求，及內在的學生電子工程問題的數學解題能力的不足下，故需要掌握外在環境之變化脈動與規劃內在環境相互配合，即以數學問題解決相關理論、核心能力內涵理論、鷹架學習理論等為理論基礎，同時以科技大學電子工程系電子學科目之教學目標、電子學電子工程問題的數學解題能力之雙向細目表與內涵作內容分析，作為進一步引伸的重要依據。以文獻分析歸納工程問題的解題流程與核心能力內涵理論，及對電子學教材內容與鷹架學習理論作深入分析與探究；並以實徵研究方法驗證模式的可行性，進而建構理論模式。

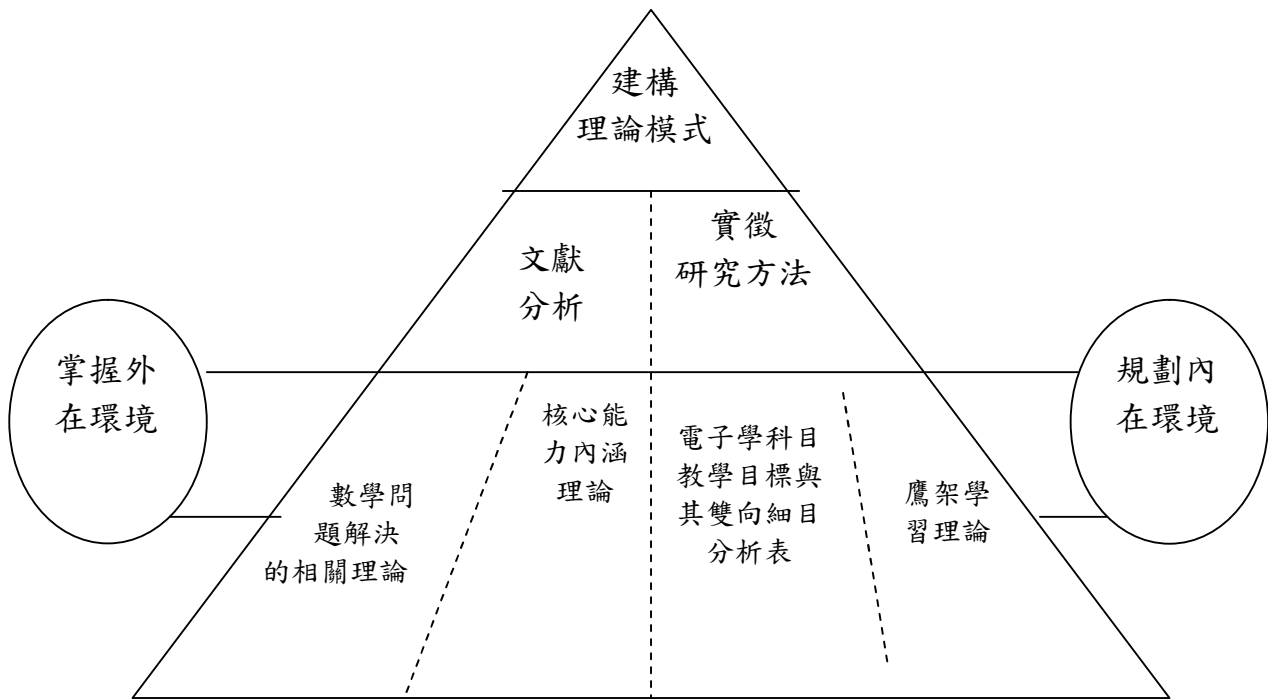


圖 3-1 科技大學電子工程問題的數學解題能力理論模式建立之架構圖
 資料來源：修改自張吉成(2002)，頁 132

貳、以科技大學電子工程系學生為對象的電子工程問題的數學解題能力理論模式建構之構念程序

本研究理論模式之建構程序，在科技環境與產業界的外在環境需求、學生工程問題解決能力不足之內在環境規劃下，以理論為基礎，以研究方法為引導，最後建構以科技大學電子工程系學生為對象之電子工程問題的數學解題能力理論模式，其建構之構念程序如圖 3-3 所示，代表由左而右逐步聚斂之效果。

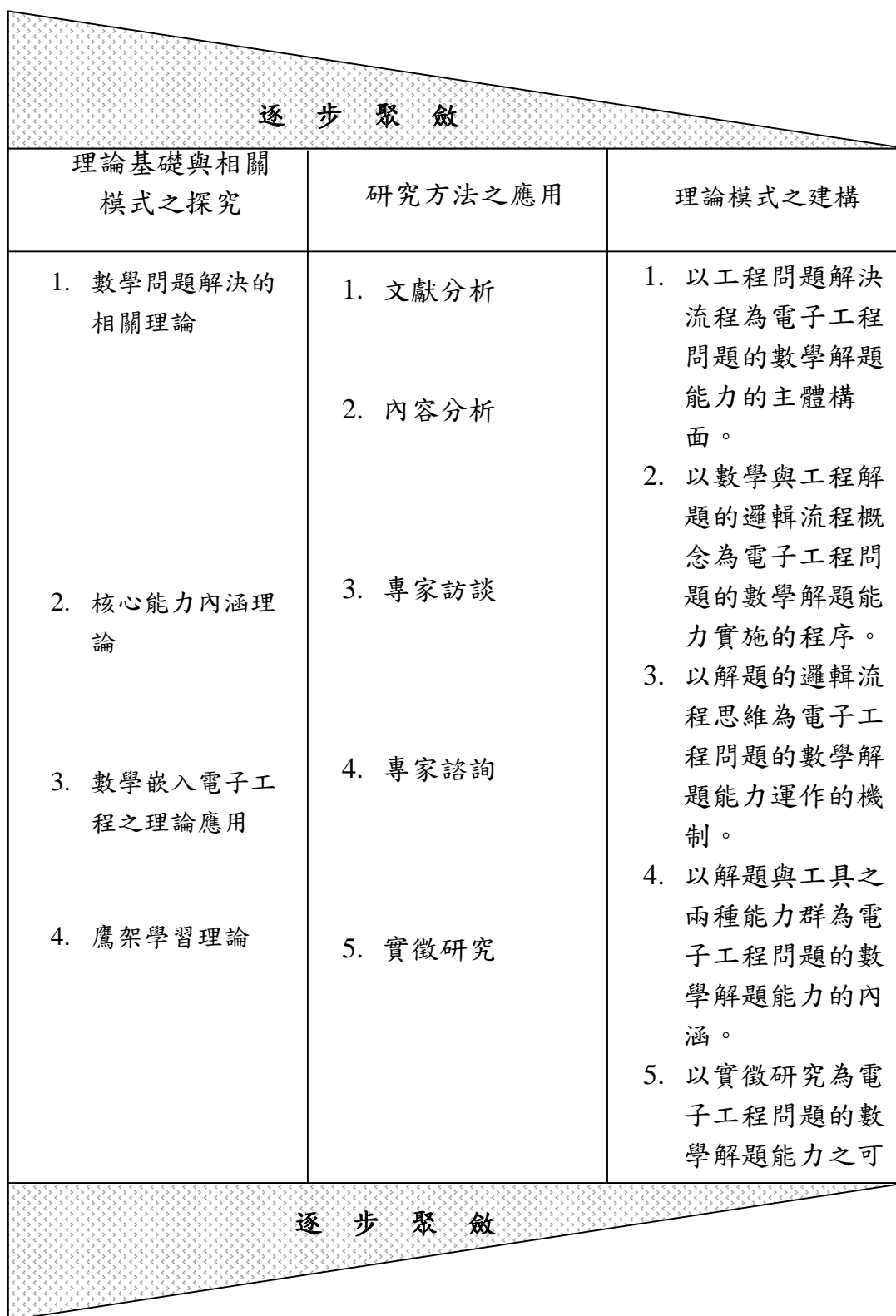


圖 3-2 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力理論模式建構之構念
程序圖

資料來源：修改自張吉成(2002)，頁 133

第二節 電子工程問題的數學解題能力理論模式之建構

壹、以工程問題解決流程為電子工程問題的數學解題能力的主體構面

工程問題解決是將已有的專業與數學領域的知識應用到新的工程問題或不熟悉的環境中，而在解決問題的過程中，學生必須能應用邏輯的思維與定律，以得到合理的解決（吳德邦，吳順治，民78）。

因此，研究者從問題解決流程的相關理論探究，獲得解決應用問題的整個過程是一種建模的過程，從數學在現代工程技術和理論研究中的應用而言，工程應用數學問題解決的流程大致可分為下列四個主體的構面，分別為實際工程問題、形成數學問題、數學問題解答、工程問題解答等（鄭毓信，2004），如圖 3-4 所示。

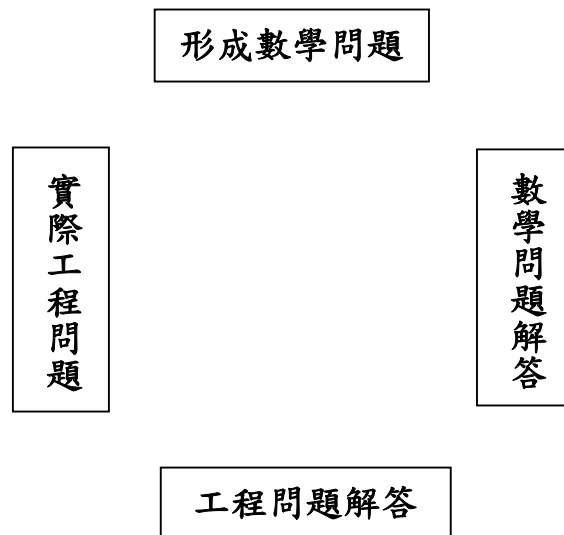


圖 3-3 工程問題解決流程之主體構面架構圖

上述四個主體構面有賴四種轉銜能力—數學化、求解、詮釋、驗證去循環運作，所謂數學化，即是將現實問題的內在特性轉化為精確的數學語言，並將其準確的表述出來，形成了數學問題；所謂求解，即是利用已有的數學知識，選擇適當的數學方法與解題策略，並能運用數學運算、推導等方法或使用計算器、適當的電腦程式軟體等工具，求出數學問題的解答；所謂詮釋，即是根據數學問題的題意及得到的結果，以數學語言表述

的解答詮釋到現實問題，並給予工程問題的解答；所謂驗證，即是從工程問題的各種訊息檢驗所得到工程問題的解答，以確保數值與波形的正確性，進而對問題作修正與改良。反之，則應重覆上述過程，重新建立或修正數學問題。

上述與工程領域有關的轉銜能力有數學化、詮釋、驗證，必須要具備電子工程先備知識；與數學領域有關的轉銜能力有數學化、求解、詮釋，必須要具備相關數學先備知識，二者兼備才能正確的、準確的把工程問題表達出來，進而做好修正或調整的工作，其中數學化、詮釋、驗證等三種轉銜能力，在本研究之前導性訪問中，訪問者都認為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。

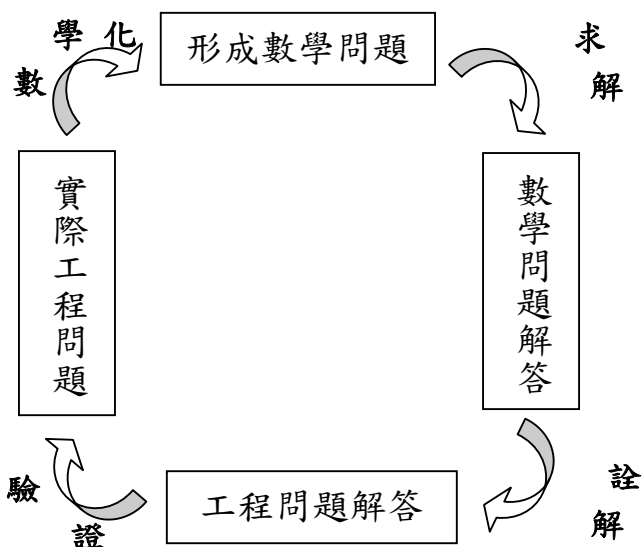


圖 3-4 工程問題解決流程之轉銜能力架構圖

貳、以數學與專業解題的邏輯流程概念為電子工程問題的數學解題能力實施的程序

數學與專業解題的邏輯流程概念是屬於應用能力型的一種，其特點為：1.需要熟悉實際的工程背景。2.閱讀能力要求較高。3.解題的條件與結構間的關係比較複雜。4.涉及的知識點較多，綜合性較強(奚定華等，2003)。依此特點可得知：數學與工程知識在轉銜能力所需的程序中都必须涉及，若缺一，則整個解題的邏輯流程概念即沒有辦法掌握。

George Polya 在其所著「How To Solve It」中，特別強調數學解題的重要性，他提出問題解決的流程包含：閱讀問題、探索問題、選擇策略、解決問題、驗證解答等五個程序。因此，本研究從數學問題解決的相關理論中，由各專家學者針對解題的流程提出不同的解題邏輯流程概念與方法，綜合歸納為下列程序：其中第 1~3 點屬於「數學化」轉銜能力；第 4~6 點屬於「求解」轉銜能力；第 7~8 點屬於「詮釋」轉銜能力；第 9~10 點屬於「驗證」轉銜能力，如下表 3-1 將十項程序與四個轉銜能力連接起來，形成正八邊形的模型圖，如圖 3-6 所示。

表 3-1 數學與工程解題的邏輯流程概念之實施程序表

| 轉銜能力 | 數學化能力 | 求解能力 | 詮釋能力 | 驗證能力 |
|-----------|---------|---------|---------|----------|
| 工程解題能力的程序 | 1. 詮釋問題 | 4. 解題策略 | 7. 轉述解答 | 9. 驗證結果 |
| | 2. 分析問題 | 5. 運算處理 | 8. 詮釋結果 | 10. 應用評估 |
| | 3. 提出目標 | 6. 求出解答 | | |

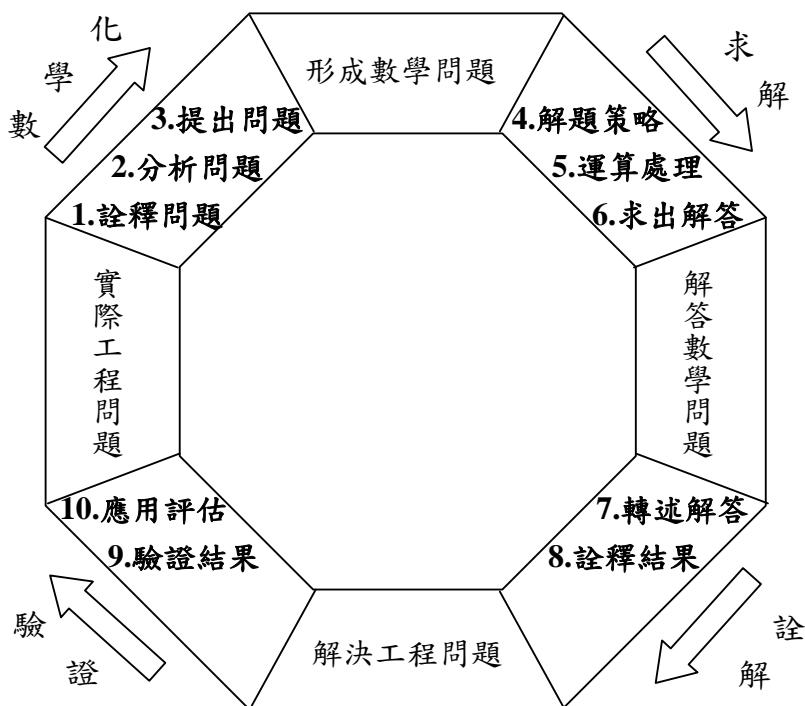


圖 3-5 數學與工程解題的邏輯流程概念之實施程序圖

參、以解題的邏輯流程思維為電子工程問題的數學解題能力運作的機制

從工程的角度來看，數學是一種技術，是將純數學與應用數學的知識體系應用於實際問題上，亦即是一種定量思維的過程（畢恩材，2002）。此過程可將建立數學模型的具體思維過程分為識模—閱讀問題情境；析模—分析思考問題情境；建模—將數學符號化為數學模型；解模—運用已有的數學知識方法、解題經驗與策略，對數學模型求解；驗模—對所求的解答若與現實不符或誤差太大時，需要作判斷或修正，再重新求解與驗證等五個解題的邏輯思維過程。

從核心能力內涵理論而言，1989 年在 NCTM 之 "Principles and Standards for School Mathematics" 的 "Curriculum & Evaluation" 中指出了數學的解題邏輯思維，如下圖 3-7：先利用解題探究及瞭解問題內容，從數學情境中形成問題，其次發展及應用策略解決不同的問題，再以詮釋及驗證原本問題的結果，最後將解答與策略一般化到新的情境；NAEP(1999) 在 1996 年所進行的數學科評量中，也提出解題的邏輯思維，如下圖 3-8：在新的情境中使用數學知識，要先確認及明確地陳述問題，能運用策略、資料、模型及相關的數學。並能創造與使用程式予以發展和修正。最後判斷解答的正確性與合理性。

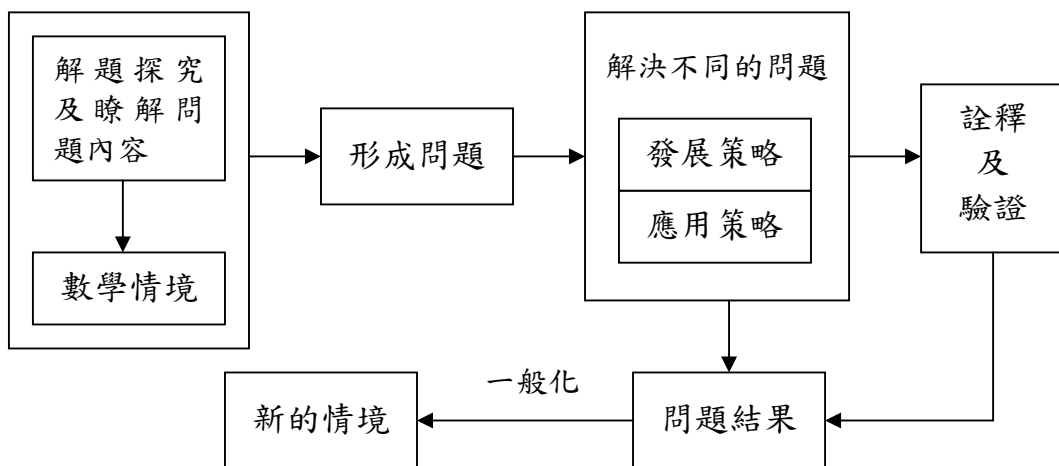


圖 3-6 NCTM 之數學解題邏輯的思維圖

資料來源：修改自 NCTM(1999)

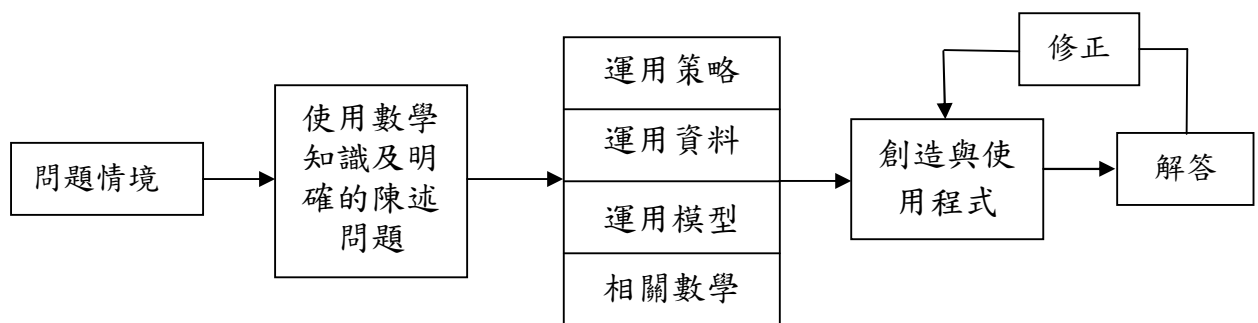


圖 3-7 NAEP 數學解題的邏輯思維圖

資料來源：修改自 NAEP(1999)

依圖 3-6 所提之數學與專業解題實施的程序圖，配合上述圖 3-7、圖 3-8 之數學解題的邏輯思維概念及考量工程問題(物理觀念)解決的實際情境，綜合歸納得下表 3-2，又在圖 3-6 之正八邊形的模型中，取四個主體構面的中點，繪出菱形圖，表示「數學化」之程序及機制的形成要考量實際工程問題、形成數學問題兩個主體構面；「求解」之程序及機制的形成要考量形成數學問題、數學問題解答兩個主體構面；以此類推。故在此架構下，更可得出表 3-2 之合理性。

表 3-2 工程解題的邏輯思維運作之機制

| 工程解題之轉銜 | 電子工程問題的數學解題能力 | 電子工程問題的數學解題能力之機制 |
|---------|-------------------------------|--|
| 能力 | 題能力之程序 | 能力之機制 |
| 數學化能力 | 1. 詮釋問題 2. 分析問題 3. 提出目標 | (1) 理解術語 (2) 理解題意 (3) 找出問題之已知與未知關係 (4) 擬定解決問題之數學語言 |
| 求解能力 | 4. 解題策略 5. 運算處理 6. 求出解答 | (5) 選擇數學方法、運算法則與公式 (6) 數學符號與形式化 (7) 運用適當的運算工具 (8) 數學語言的解答 |
| 詮釋能力 | 7. 轉述解答 8. 詮釋結果 | (9) 以數學語言轉述結果 (10) 解讀與詮釋數學語言 (11) 給予工程問題解答 (12) 工程問題的最佳解 |
| 驗證能力 | 9. 驗證結果 10. 應用評估 | (13) 檢驗數字的正確性 (14) 檢驗波形的正確性 (15) 驗證結果解決問題 (16) 判斷與修正 |

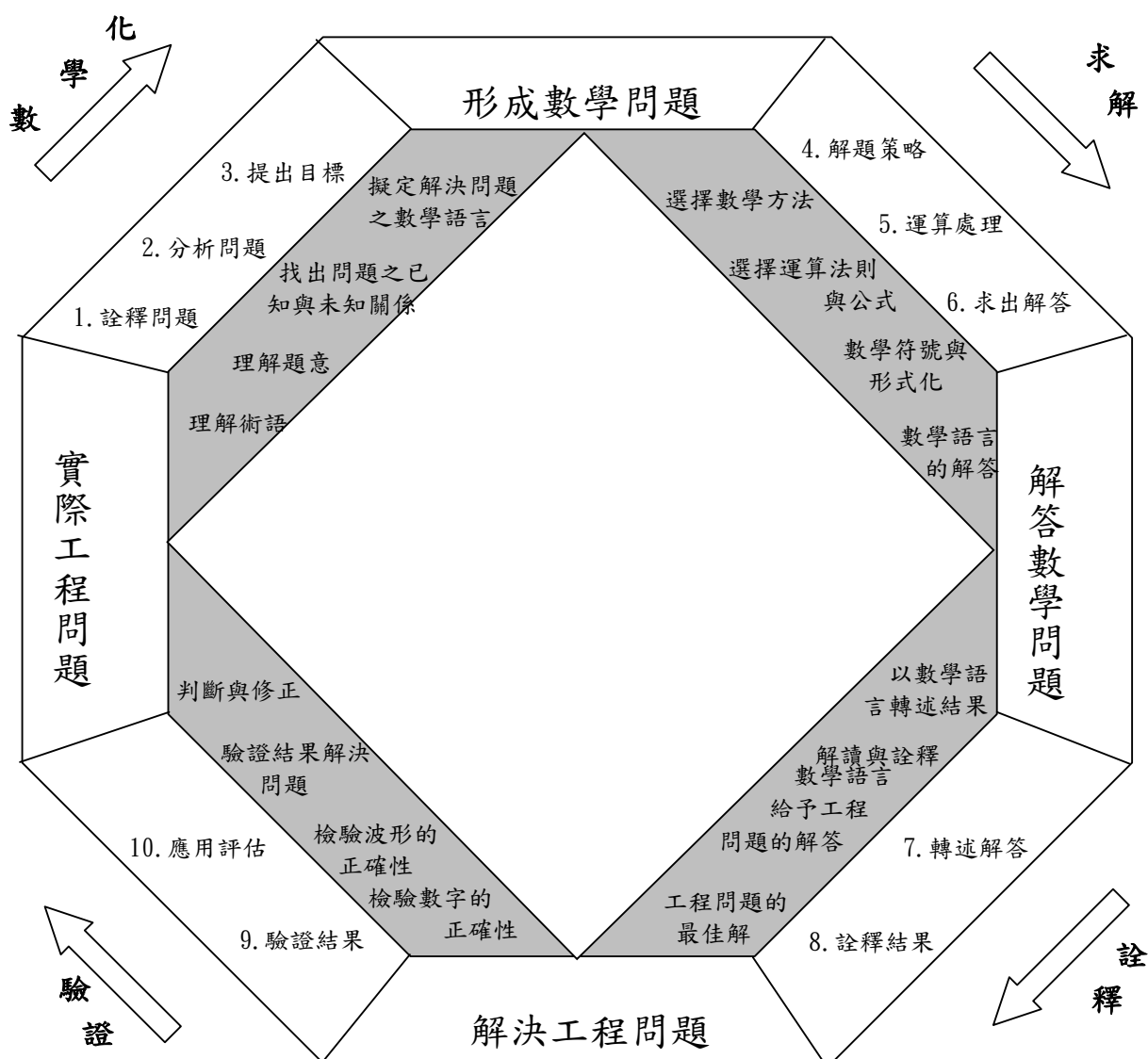


圖 3-8 數學與工程解題的邏輯思維運作之機制圖

肆、以解題與工具之能力群為電子工程問題的數學解題能力的內涵

丹麥數學家 Niss(2003)認為數學能力是指瞭解、判斷、實作以及能在各種不同數學情境與脈絡的內外環境中使用數學。其數學能力結構分成解題與工具兩種能力群，內涵包括：1.數學思維。2.擬題與解題。3.數學建模。4.數學推理。5.數學表徵。6.符號化與形式化。7.數學溝通。8.工具的使用。

國立台灣師範大學林福來教授(民 95)在教育部九年一貫數學領域課

程綱要小組中提出：認為數學是探究規律的一門學問，透過數學的模式可以描述許多自然與社會的現象，所以數學成為一種語言；同時運用數學可以解決各種生活上、科學上與工程上的問題，此時數學也是一種解決問題的工具。所以，從功能上顯示有兩種電子工程問題的數學解題能力，一為提出問題與解決問題之解題能力群，另一種為語言與工具能力群。本文以解題與工具為兩個架構，將 Niss 所提的上述八項數學能力結構進行歸納，再進一步從中分析具有廣度與深度的能力內涵。亦即嘗試以 Niss 的八項數學能力成分為架構，並以文獻探討之各專家學者所提出的數學能力歸類表為內涵，分析兩種能力群與運作的機制、能力內涵之間的歸類關係，如表 3-3 所示。由表 3-3 可歸納其科技大學學生電子工程問題的數學解題能力分析項目草案，如表 3-4 所示。也可將表 3-3 所歸納之能力繪入圖 3-9 之菱形圖中，並將它分成三部份：菱形圖之左邊為專業解題能力；菱形圖之右邊為數學解題能力；菱形圖之中央圓圈深黑色部份為電子工程問題的數學解題能力之核心能力。

表 3-3 電子工程問題的數學解題能力運作的機制與能力的內涵歸類表

| Niss的八大能力 | 提出問題與解決問題之解題的能力群 | | 語言與工具的能力群 | |
|----------------------|------------------|------------|----------------|----------|
| | 運作的機制 | 能力的內涵 | 運作的機制 | 能力的內涵 |
| 1數學思維 (邏輯思維) | 找出問題之已知與未知關係 | 綜合應用能力 | 以數學語言轉述結果 | 數學語言轉換能力 |
| | | 符號與形式化能力 | | 概念理解能力 |
| | 選擇數學方法、運算法則與公式 | 邏輯思維能力 | 解讀與詮釋數學語言 | 數學語言轉換能力 |
| | | 選擇策略能力 | | |
| 數學記憶能力 | | | | |
| 擬定解決問題之數學語言 | 數學知識連結能力 | | | |
| | 邏輯思維能力 | | | |
| | 抽象概括能力 | | | |
| 2擬題與解題 | 給予工程問題的解答 | 概念理解能力 | 以數學語言轉述結果 | 連結能力 |
| | | 理解題意 | | 閱讀理解能力 |
| | 選擇數學方法 | 數學表徵能力 | | |
| | 數學符號與形式化 | 選擇策略能力 | | |
| 3數學建模 | 工程問題的最佳解 | 符號運算能力 | 解讀與詮釋數學語言 | 數學語言轉換能力 |
| | | 數字的正確性 | | 解題能力 |
| | 理解題意 | 閱讀理解能力 | | |
| | 選擇數學方法、運算法則與公式 | 數學建模能力 | | |
| 4.數學推理 | 工程問題的最佳解 | 連接使用具有模式能力 | | |
| | | 判斷與修正 | 專業判斷與設計能力 | |
| | 驗證結果解決問題 | 專業判斷與設計能力 | | |
| | 給予工程問題的解答 | 數學表徵能力 | 解讀與詮釋數學語言 | 數學表徵能力 |
| 5數學表徵 | 工程問題的最佳解 | 連結使用具有模式能力 | | |
| | | 數學符號與形式化 | 數學表徵能力 | |
| | 理解題意 | 閱讀理解能力 | 擬定解決問題之數學語言 | 抽象概括能力 |
| 6符號化與形式化 | 理解術語 | 數學與專業符號能力 | 選擇數學方法、運算法則與公式 | 數學記憶能力 |
| | | 數學符號與形式化 | | 概念理解能力 |
| 7數學溝通 (數學表示) | 選擇數學方法、運算法則與公式 | 解讀數學語言 | 數學語言的解答 | 符號與形式化能力 |
| | | 數學表示能力 | | 符號運算能力 |
| | 工程問題的最佳解 | 數學表示能力 | | 表達能力 |
| | 找出已知與未知關係 | 數學表徵能力 | | |
| 8工具的使 用(運用工 具) | | | 運用運算工具 | 運用計算器與電腦 |
| | | | 數字的正確性 | 軟體能力 |
| | | | 波形的正確性 | |

表 3-4 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力分析項目草案表

| 構面 | 程序 | 電子工程問題的數學解題 能力機制 | 電子工程問題的數學解題 能力分析項目 |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------------|
| 轉化能力 | 1. 詮釋問題 | 1. 理解術語 | 1. 專業能力 |
| | | 2. 理解題意 | 2. 數學與專業符號能力 |
| | 2. 分析問題 | 1. 找出問題已知與未知關係 | 1. 閱讀理解能力 |
| 2. 數學表徵能力 | | | 2. 數學表徵能力 |
| 求解能力 | 3. 提出目標 | 1. 擬定解決問題之數學語言 | 1. 綜合應用能力 |
| | | | 2. 邏輯思維能力 |
| | 4. 數學解題策略 | 1. 選擇適當的數學方法 | 3. 符號與形式化能力 |
| 4. 數學表示能力 | | | 4. 數學表示能力 |
| 5. 運算過程 | 1. 數學符號與形式化 | 1. 抽象概括能力 | 1. 抽象概括能力 |
| | | 2. 概念理解能力 | 2. 概念理解能力 |
| | 2. 運用適當的運算工具 | 1. 選擇適當的數學方法 | 1. 選擇策略能力 |
| 2. 選擇適當的運算法則與公式 | | 2. 數學知識連結能力 | |
| 6. 求出解答 | 1. 數學符號與形式化 | 3. 邏輯思維能力 | 3. 邏輯思維能力 |
| | | 1. 數學記憶能力 | 1. 數學記憶能力 |
| 詮釋能力 | 7. 轉述求解結果 | 2. 數學建模能力 | 2. 數學建模能力 |
| | | 3. 數學表示能力 | 3. 數學表示能力 |
| | 8. 詮釋工程問題 | 1. 給予工程問題的解答 | 1. 符號運算能力 |
| 2. 數學表徵能力 | | | 2. 數學表徵能力 |
| 驗證能力 | 9. 驗證結果 | 3. 概念理解能力 | 3. 概念理解能力 |
| | | 1. 運用計算器能力 | 1. 運用計算器能力 |
| | 10. 應用評估 | 1. 驗證結果解決問題 | 2. 運用電腦軟體能力 |
| 2. 判斷與修正 | | | 1. 數學表示能力 |
| | | 2. 連結使用具有模式能力 | 2. 連結使用具有模式能力 |
| | | 1. 解題能力 | 1. 解題能力 |
| | | 2. 專業判斷與設計能力 | 2. 專業判斷與設計能力 |

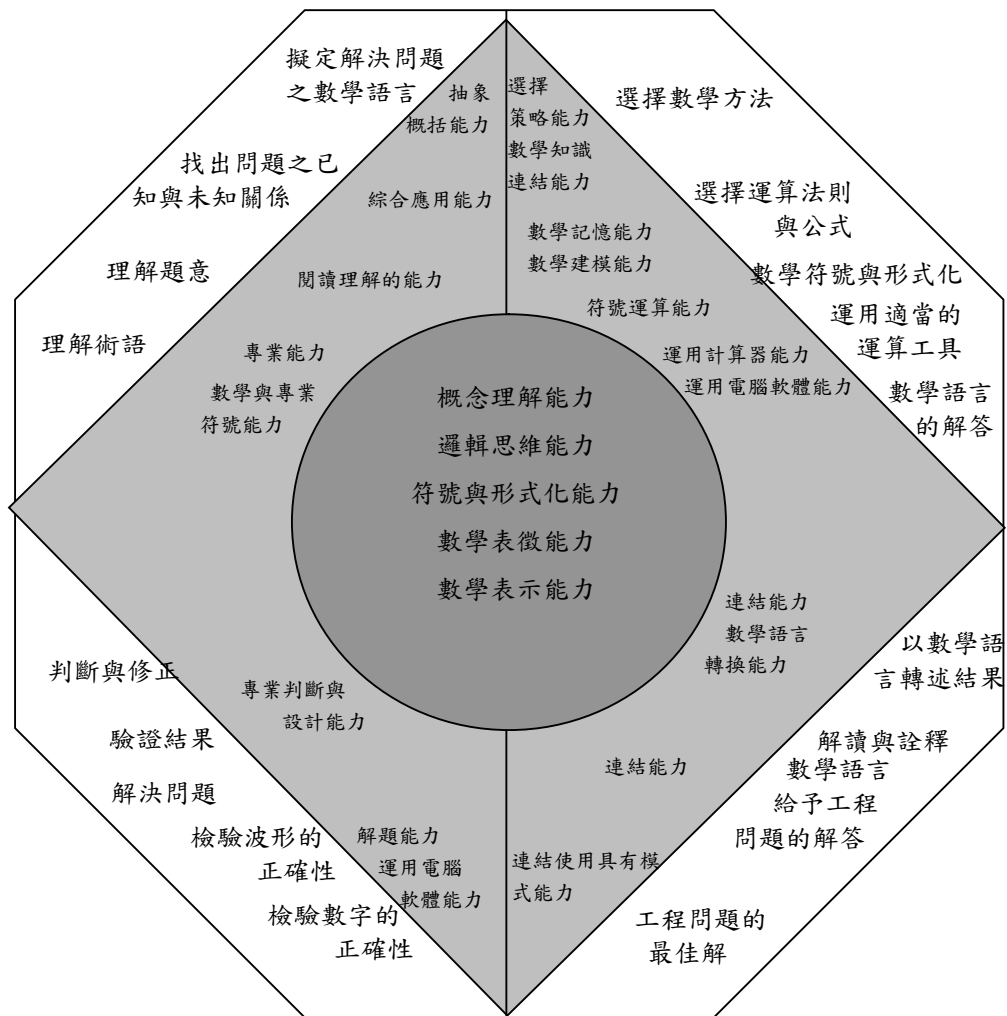


圖 3-9 科技大學生電子工程問題的數學解題能力的內涵圖

伍、以實徵研究法為電子工程問題的數學解題能力可行性的驗證

本研究屬實徵研究，先以數學問題解決的相關理論、核心能力內涵理論、數學嵌入電子工程理論之應用為其理論基礎，來建構電子工程問題的數學解題能力之理論模式，再配合鷹架學習理論及電子學的教學目標及單元內容，擬定電子學單元雙向細目表，編製引導式回答題、試題之電子工程問題的數學解題能力的敘述、學生自評表、教師總評表等作為施測工具，檢驗學生的電子工程問題的數學解題能力。從表 1-1 全國有電子工程系之十七所科技大學及入學錄取分數排序，可知公私立學校之入學錄取分數落差很大，其施測成績無法在各校間比對。因此，本研究以各學校為單

位，將學生施測的答題資料，經兩位評分者分別評分後，再依施測學校之電子學(一)(二)或電子電路(一)(二)成績以名次排序，作為實徵的數據，若施測成績與學校電子學成績比對，趨於一致的話，表示達到複本信度的考驗。又其施測內涵經專家諮詢一一討論，經修正後實施，也達到專家效度與內容效度，以此驗證其可行性。

第三節 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力理論模式之建立

本研究理論模式之建立，係在理論模式建構之邏輯思維、以科技大學電子工程系為對象之理論模式建構之構念程序下，建構出電子工程問題的數學解題能力的四種轉銜能力、十個程序、十七個機制，最後建立理論模式，如圖 3-10 所示。茲將其簡述如下：

壹、工程解題的轉銜能力、程序與機制

由文獻分析所歸納之電子工程問題的數學解題能力的敘述，分成數學化能力、求解能力、詮釋能力、驗證能力等四種轉銜能力，茲簡述如下：

一、數學化能力

所謂數學化，即是將實際的工程問題轉化為數學問題，並用數學語言將其準確的表述出來。數學化能力分成三個程序：

- (一)詮釋問題：了解問題的題意、專業術語與實際背景。
- (二)分析問題：列出整個問題涉及的已知與未知之變量關係。
- (三)提出目標：以解決問題的數學語言列出假設目標。

二、求解能力

所謂求解，即是將數學問題，透過數學的解題策略與數學方法，進行運算和推導，求出數學語言的解答。求解能力分成三個程序：

- (一)數學解題策略：選擇適當的數學方法與數學解題策略。

(二)運算過程：進行數學運算和推導。

(三)求出解答：求出數學語言的解答。

三、詮釋能力

所謂詮釋，即是將求解所獲得的數學語言，詮釋到現實問題，並給予工程問題的最佳解。詮釋能力分成兩個程序：

(一)轉述求解結果：解讀與詮釋數學語言。

(二)詮釋到現實問題：給予工程問題的解答，最後還原為工程問題的最佳解。

四、驗證能力

所謂驗證，即是將求解的結果加以驗證，並進行可行性評估。驗證能力分成兩個程序：

(一)驗證結果：用工程問題的各种先備知識檢驗所得到結果的合理性與正確性。

(二)應用評估：將驗證所得到的結果評估是否能完整的解決了初始的工程問題。

貳、電子工程問題的數學解題能力項目及其敘述

以上述四個構面之轉銜能力為架構，以文獻探討所得結果為基礎，配合表 3-2 的機制與圖 3-10 電子工程問題的數學解題能力的內涵圖，將電子工程問題的數學解題能力項目及其敘述列於下表 3-5~3-8 所示。

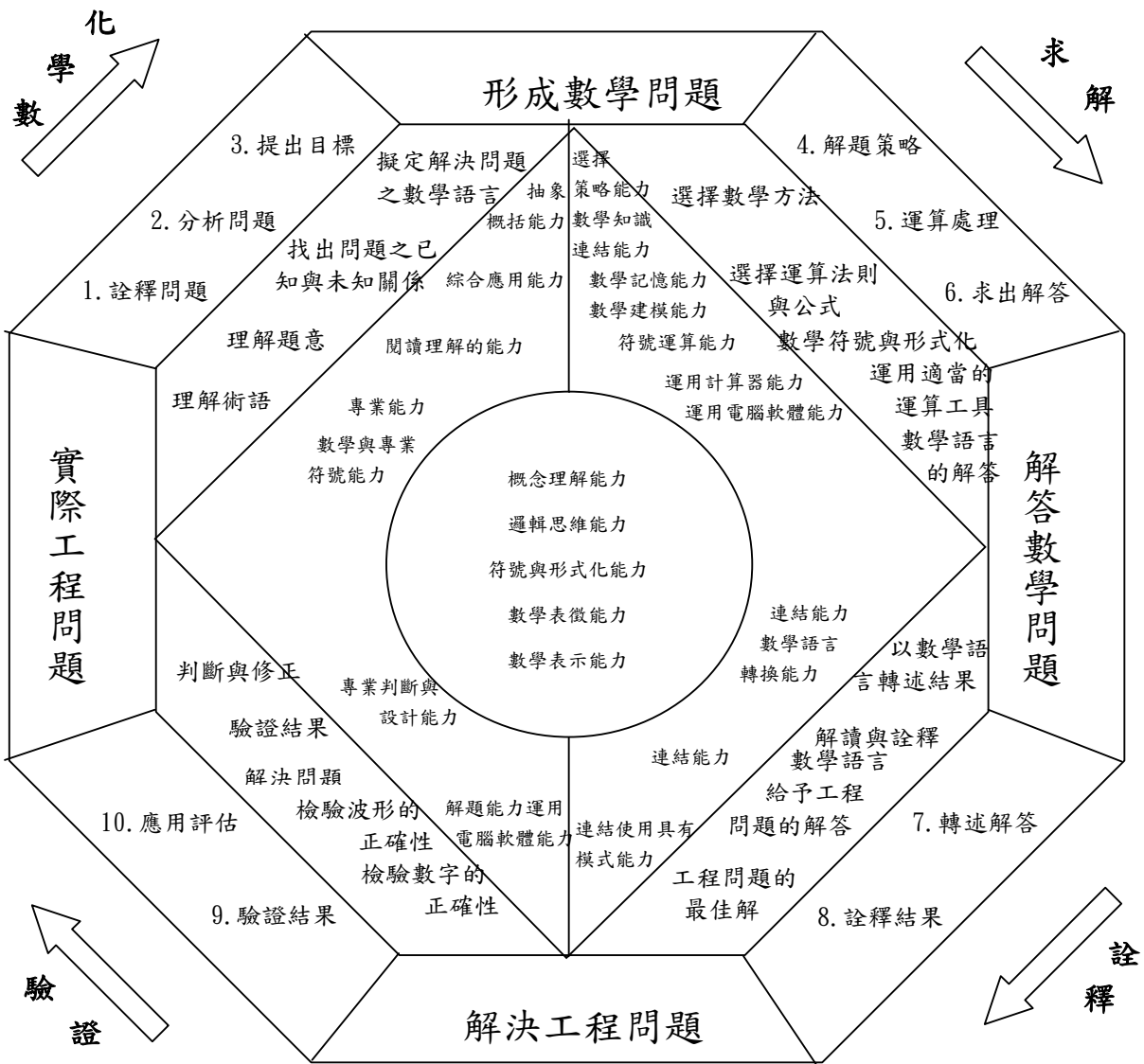


圖 3-10 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力理論模式之建立草案圖

表 3-5 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力的敘述---數學化能力表(初稿)

| 程序 | 機制 | 電子工程問題的數學解題能力 | 電子工程問題的數學解題能力的敘述 |
|---------|----------------|---------------|---|
| 1. 詮釋問題 | 1.理解術語 | 1.專業能力 | 1.理解專業術語與數學術語的關係。 |
| | | 2.數學與專業符號能力 | 1.了解抽象概念的數學符號。 2.專業術語與數學符號語言間的轉換。 |
| | 2.理解題意 | 1.閱讀理解能力 | 1.運用個人先前的專業經驗、知識、技巧，了解問題的專業實際背景。 2.能閱讀問題情境，辨別題目的種類，涉及那些相關的知識領域，分清楚題目的條件和其目的。 |
| | | 2.數學表徵能力 | 1.能解讀及辨識專業術語、現象、情境的各類表徵。 2.可以在表徵之間進行選擇與轉化。 |
| 2. 分析問題 | 1.找出問題已知與未知之關係 | 1.綜合應用能力 | 1.能將數學和其他學科知識，透過文字及圖形的分析，化簡問題情境，找出已知量與未知量之關係。 |
| | | 2.邏輯思維能力 | 1.辨識各類數學敘述（條件、定義、定理、假設、臆測、數量值的敘述、案例）與經驗。 |
| | | 3.符號與形式化能力 | 1.瞭解數學語言的語意及語法。 2.將不同領域的知識進行數學連結。 |
| | | 4.數學表示能力 | 1.能夠針對實際工程問題之具體的已知量與未知量關係，用比較合理、有效的方法，概括抽象轉化為可以運算的數學模型。 |
| 3. 提出目標 | 1.擬定解決問題之數學語言 | 1.抽象概括能力 | 1.通過抽象符號---方程式、不等式、數列來表示，也可用函數、圖表、圖形等關係來表述。即把工程應用題中的專業語言轉換成數學語言，使工程應用問題轉化成數學問題。 |
| | | 2.概念理解能力 | 1.能利用精確的語言及符號來表示所求目標的概念。 |

表 3-6 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力的敘述----求解能力表(初稿)

| 程序 | 機制 | 電子工程問題的數學解題能力 | 電子工程問題的數學解題能力的敘述 |
|-------------|--------------|---------------|---|
| 4. 數學解題策略 | 1. 選擇數學方法 | 1. 選擇策略能力 | 選擇解決問題的一般求解方法。 |
| | | 2. 數學知識連結能力 | 採用不同類型的基本方法解之。如果題目許可，能以各種不同策略解題。 |
| | | 3. 邏輯思維能力 | 要培養學生正確的掌握定義、公理、定理、性質和法則，並能正確運用的能力。 |
| | 2. 選擇運算法則與公式 | 1. 數學記憶能力 | 數學型式、數學結構或數學邏輯基模的記憶力。 |
| | | 2. 數學建模能力 | 分析既有數學模式的性質與屬性，並評估該模式適用的範疇及其效度。 |
| | | 3. 數學表示能力 | 將數學問題、其他科學問題，用比較合理的有效的加以表示。 |
| 5. 運算過程 | 1. 數學符號與形式化 | 1. 符號運算能力 | 1. 基本技能的運算：即數、式、符號間之運算。 2. 能靈活運用數學及符號進行運算法則及運算條件。 3. 處理和操弄包含符號與公式的敘述與表示式。 |
| | | 2. 數學表徵能力 | 瞭解相同專業術語與數學術語之不同表徵間的關係，並掌握不同表徵的特性與限制。 |
| | | 3. 概念理解能力 | 理解數學概念、運算及關係。 |
| | 2. 運用適當的運算工具 | 1. 運用計算器能力 | 能靈活運用工程型之計算機。 |
| | | 2. 運用電腦軟體能力 | 知道目前坊間已有的電腦軟體工具或輔具的性質，並清楚其功能與限制與用法。 |
| | 6. 求出解答 | 1. 數學語言的解答 | 1. 數學表示能力 |
| 2. 符號與形式化能力 | | | 1. 瞭解數學語言的語意及語法。 2. 瞭解數學語言的單位換算。 |

表 3-7 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力的敘述----詮釋能力表
(初稿)

| 程序 | 機制 | 電子工程問題的 數學解題能力 | 電子工程問題的數學解題能力的敘 述 |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|--|
| 7. 轉 述 求 解 結 果 | 1. 以數學 語言轉 述結果 | 1.連結的能力 | 能將解答與策略連結，並詮釋到新的 情境。 |
| | | 2.概念理解能力 | 1.能詮釋或解讀既有數學式在工程 問題中的意義。 2.能指出專業術語與數學語言、符號 的相關性。 |
| | | 3.數學語言轉換 能力 | 1.如何用數學的概念、符號等準確的 描述事務對象及其關係。 2.能以精確的數學語言轉化了工程 問題的內在特性。 |
| | 2. 解讀與 詮釋數 學語言 | 1.數學表徵能力 | 1.能解讀、詮釋及辨識數學專業術 語、現象、情境的各類表徵。 2.能以表徵之間進行選擇與轉化。 |
| | | 2.符號與形式化 能力 | 能解讀與詮釋符號的形式數學語 言，並瞭解他們與物理觀念及專業術 語的關係。 |
| | 8. 詮 釋 工 程 問 題 | 1. 給予工 程問題 的解答 | 1.數學表徵能力 |
| 2.連結能力 | | | 2.能將數學連結於不同領域的知識。 |
| 3.邏輯推理能力 | | | 對於給定的結果，能清楚掌握其適用 範疇。 |
| 2. 工程問 題的最 佳解 | | 1.數學表示能力 | 能將數學問題、其他科學問題，用比 較合理的有效的的最佳解加以表示。 |
| | | 2.連結使用具有 模式能力 | |

表 3-8 科技大學學生電子工程問題的數學解題能力的敘述----驗證能力表
(初稿)

| 程序 | 機制 | 電子工程問題的 數學解題能力 | 電子工程問題的數學解題能力的敘述 |
|-----------------|-------------|-------------------|--|
| 9. 驗證 結果 | 1. 檢驗數字的正確性 | 1. 解題能力 | 能用工程問題的各种先備知識檢驗所得到的結果，判斷解答的正確性與合理性。 |
| | 2. 檢驗波形的正確性 | 1. 運用電腦軟體能力 | 能以電腦輔助軟體或示波器、邏輯分析儀等電子儀表得出波形，並判斷波形的正確性與合理性。 |
| 10. 應用 評估 | 1. 驗證結果解決問題 | 1. 專業能力 | 能驗證相關專業單元的問題，並能辨識何種答案為問題中所要的解答。 |
| | 2. 判斷與修正 | 1. 專業判斷與設計能力 | 能驗證所得到的結果是否能完整的解決了初始問題。 |