

第五章 結論與建議

準工程教學活動在美國中小學實施的成效非常顯著，不僅吸引高中學生選擇升學工程與科技學系，而且因為提供學生試探機會，做好教育準備工作，而大幅降低大學工程與科技系學生流失到非應用科學領域的比例，也讓工程教育與科技教育兩個專業團體建立更密切的合作關係。美國實施準工程教育的成功經驗，是否也能夠在台灣實現？本研究以我國高中生活科技課程架構及課程目標為基礎，並配合教育部的高中課程改革政策，發展高中生活科技與工程統整之準工程教學活動，以期提供學生工程與科技試探的機會，協助學生瞭解大學工程與科技領域的學習內涵與工作發展，在工程與科技領域的學程選擇上作出正確的決定，進而能夠激發學生對工程與科技領域的興趣，選擇升讀大學工程與科技學系。本單元先就研究過程及統計分析的結果說明本研究之發現，其次再根據本研究之目的，分別說明研究的結論與建議。

第一節 研究發現

根據文獻探討、專家諮詢及教學實驗等研究過程，茲歸納本研究的發現如後：

壹、準工程學習有助於吸引學生選讀工程與科技學程，但對於女生的影響並不顯著

本研究中實驗組學生經過準工程學習後，有 39 位(占 53.4%)選擇工程與科技學程，高於控制組的比例(有 20 人，占 27.8%)，卡方同質性考驗結果達到顯著。較顯著的情形則是實驗組學生，在準工程學習前原來有 20 位學生選擇升學人文社會學程、有 9 位學生選擇自然學

程，然而在準工程學習後，人文社會學程有 11 位改選擇工程科技學程、自然學程中也有 3 位改選工程科技學程，卡方改變的顯著性考驗結果達到顯著。這樣的變化並未出現在控制組，控制組學生前測時有 22 位選擇升學人文社會學程、有 11 位選擇自然科學學程、選擇工程科技有 4 位，一學期後後測，自然科學學程有 6 位改選擇工程科技學程，人文社會學程有 2 位改選，但原選擇工程科技學程也有 2 位改選人文社會學程。

然而，高中女生在準工程學習後，對於工程科技學程選擇的傾向並無顯著的改變。顯然，高中女生並未受到準工程學習的影響而改變選擇工程科技學程。本研究中可能因為參與教學實驗的女生人數不多，在量化的數據中無法有效顯現學程選擇的改變情形。此外，女學生也可能受到傳統認知上的約束，或週遭環境的影響，在有限的學習時間後，仍無充分的信心改變選擇工程科技學程。

貳、準工程學習沒有顯著提昇學生對工程與科技的興趣

本研究中實驗組學生經過準工程學習後，以大學入學考試中心興趣量表為工具檢測，無論是以實用型單碼或以實用型與研究型雙碼考驗學生對工程與科技的興趣，結果與控制組均無顯著差異。然而，根據美國工程進路引導計畫(PLTW)的研究報告(2005a)，準工程教學能夠吸引高中學生升學大學工程與工程科技系，並且能夠大幅降低大學工程與工程科技系大一學生的流失率。換言之，準工程教學在美國實施，已有效提昇高中學生對工程與科技的興趣。

比較我國與美國實施準工程教學的結果，美國準工程已發展為一系列的課程，學校可安排於高中四年供學生選修，但本研究的準工程教學僅為一學期 2 學分的課程，學生學習後對於工程與科技的興趣可能因此無法如美國有顯著的提昇。此外，我國學生認為生活科技為非主

修科目，考試不考，升學不考，學習態度可能因此不夠用心。

參、準工程學習提供學生對工程與科技領域學習內涵與工作環境的試探，但未有效提供對學習興趣與學習能力的試探

實施準工程教學主要的目的之一，就是要在學生升讀大學工程與科技系前，提供探索的機會，讓學生認知自己的學習興趣與能力，做好學習工程與科技的準備。本研究以訪談輔導活動，直接與參與實驗研究的學生溝通，以學習興趣、學習能力、學習內涵、工作環境等四個面向，瞭解準工程學習經驗提供學生工程與科技領域的探索情形。結果在學生的認知中，準工程學習只提供學習內涵與工作環境的試探，至於學習興趣與學習能力的試探，則是以國文、英文、數學、輔導活動與測驗等學科為主，因為上述學科授課時數多，幾乎學生每天接觸，或者從測驗結果直接解釋分析學生的興趣與能力。

第二節 結論

本研究的目的是主要在研擬高中準工程教學活動，再以綜合高中學生為對象進行教學實驗，以探討準工程教學活動是否能吸引綜合高中學生選擇升學工程與科技學程、是否能激發綜合高中學生在工程與科技領域的興趣、是否能協助綜合高中學生進行工程與科技領域的職涯探索等。針對本研究之目的，分別說明本研究結論如下：

壹、工程與科技學程選擇

對於綜合高中學生在學程選擇的差異考驗，本研究以卡方(χ^2)的百分比同質性考驗與改變的顯著性考驗進行研究假設的驗證，統計與分析結果如下：

一、準工程教學活動很有可能影響綜合高中學生對於工程與科技的學

程選擇。

本研究以卡方百分比同質性考驗與改變的顯著性考驗綜合高中學生的學程選擇結果，控制組與實驗組學生的學程選擇結果達到顯著差異，實驗組學生選擇工程與科技學程選擇的百分比高於控制組；而且控制組前後測改變的顯著性未達顯著差異，然而實驗組在經過準工程學習後，前測後學程選擇達到顯著差異。因此，綜合高中學生是否接受準工程教學活動，可能影響工程與科技學程的選擇有顯著差異。

二、準工程教學活動是否影響綜合高中女生對於工程與科技的學程選擇，有待進一步實驗與考驗。

有前測實驗組的女生在後測的學程選擇結果與前測「改變的顯著性考驗」達到顯著差異，而且與控制組進行百分比同質性考驗，無論與有前測或無前測的控制組女生比較，在工程與科技學程選擇方面均達到顯著差異。然而，無前測實驗組的女生在與控制組的百分比同質性考驗結果，則未達顯著差異，也就是無前測實驗組女生在工程與科技學程的選擇，與控制組女生並無顯著不同。對於上述實驗組二個班級實驗處理效果的不同，有可能是女生人數較少，機率的元素所造成的差異。因此，女生是否會因為學習準工程教學活動而選擇工程與科技學程，仍需要進一步實驗與考驗。

參、工程與科技領域的興趣

綜合高中學生在工程與科技領域興趣的差異考驗，本研究以學生在大學入學考試中心興趣量表中實用型(R)的分數，採 t 檢定(t-test)與單因子共變數分析進行興趣組型單碼解釋的研究假設驗證。此外再以興趣量表的實用型(R)與研究型(I)的分數，採多變量變異數分析與多變量共變數分析進行興趣組型雙碼解釋的研究假設驗證。統計與分析結果如下：

一、綜合高中學生接受準工程教學活動後，對工程與科技領域的興趣沒有顯著的增加。

以單碼興趣組型統計學生對工程與科技領域的興趣，雖然以共變數分析統計控制組與實驗組學生在興趣量表實用型(R)的後測分數平均數達到顯著的差異，但是以 t 檢定考驗全體控制組與實驗組學生的後測分數平均數則未達顯著差異。

以多變量變異數分析與多變量共變數分析的統計雙碼興趣組型實用型(R)與研究型(I)，結果多變量共變數分析統計控制組與實驗組學生在興趣量表的後測分數平均數達到顯著的差異，和單因子共變數分析結果相同。但合併控制組與實驗組學生後，以多變量變異數分析結果則未達顯著差異。

綜合以上兩項分析結果，並沒有充分的條件顯示學生在接受準工程教學活動後能夠激發他們對工程與科技領域的興趣。也就是，接受準工程教學活動後的學生，對於工程與科技領域的興趣沒有顯著的增加。

二、綜合高中女生接受準工程教學活動後，對工程與科技領域的興趣沒有顯著的增加。

以單碼解釋作為女學生工程與科技領域興趣的考驗，無論是以共變數分析統計控制組與實驗組女生在興趣量表 R 的後測分數，或是以 t 檢定考驗全體控制組與實驗組女生的後測分數，都未達顯著差異。也就是女生有無接受準工程教學活動，其對於興趣量表 R 的後測分數並無差異。

以多變量共變數分析統計控制組與實驗組女生在興趣量表 R、I 的後測分數，或以多變量變異數分析考驗全體控制組與實驗組女生的後測分數，都未達顯著差異，顯示女學生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)與研究型(I)的分數沒有差異。

針對女學生在工程與科技領域的興趣，本研究分別進行單碼或雙碼興趣組型的考驗，結果都未達顯著差異。綜合兩項分析結果，綜合高中女生在接受準工程教學活動後，對於工程與科技領域的興趣沒有顯著的增加。

肆、準工程教學活動能協助學生瞭解工程與科技領域的學習內涵與工作環境，但學生不認為能獲得工程與科技學習興趣與學習能力的探索。

本研究以學習興趣、學習能力、學習內涵與工作環境等項目作為工程與科技職涯探索的內涵，探討準工程教學活動是否能提供學生職涯探索。經以次數百分比及卡方百分比同質性考驗後，大多數學生認為提供準工程學習的生活科技，沒有讓他們更加瞭解自己是否對工程與科技有學習興趣，也沒有讓他們了解是否具有工程與科技的學習能力。然而，生活科技能夠讓他們瞭解大學工程與科技的學習內涵，以及工程與科技領域的工作環境。

第二節 建議

我國工程教育與科技教育分別於二個階段實施，工程教育主要在大學階段，科技教育以在中小學階段實施為主。雖然科技教育過去從工藝課程開始即已提供工程試探機會，但受限於升學主義的影響，科技課程成為次等科目，學生學習機會遭到排擠。再者，工程與科技分屬不同學門，專業人員極少合作交流，也影響到科技課程中工程概念試探課程的發展。有鑑於美國推動準工程教育的成效，以及工程教育與科技教育專業團體密切交流合作的發展趨勢，教育部及國內工程教育與科技教育團體也已關注到此一潮流。以下僅針對本研究結果與研

究者之心得，分別對準工程教育、準工程教學、準工程後續研究等，提供建議如下：

壹、對於準工程教育之建議

針對我國高中的準工程教育，本研究研提以下三點建議：

一、提昇高中女生升讀大學工程與科技領域的人數

美國的研究報告指出，女性從事工程職類或就學工程與工程科技系的人數，相對於其在全國人口的比例上明顯偏低，擔心對於工程與科技的發展產生侷限或偏頗的現象，政府及學界乃積極推動各種吸引女性就學工程與科技職類的方案，提昇女生的學習興趣。我國高中女生升學工程與科技領域的比例也有偏低現象，在本研究中，控制組與實驗組女生在前測時，無人選擇工程科技學程；後測時控制組與實驗組共 47 位女生，選擇工程科技學程僅有 7 位(占 14.9%)。在全國性的統計數字也出現類似情形，93 學年度就讀大學工程學類總學生數為 225,305 人，其中女性學生 27,591 人，僅占 12.25%。其次，學習或從事工程與科技領域的興趣方面，實驗組女生經過本研究準工程教學活動後，並無明顯高於控制組。顯然我國與美國同樣存在女性在工程與科技領域的學習人口數需要提升的問題。因此，我國也有必要針對女性發展準工程教育，提昇女性在工程與科技學習與就業的人數。

二、發展高中準工程課程與相關配套措施

本研究之準工程僅發展為一學期 2 學分的教學活動，相較於美國已發展為高中四年、初中三年的一系列課程，我國確實仍有很大的發展空間。本研究也發現我國的準工程教學可能因實施時數較少，實施成果未如美國能夠引起學生對工程與科技的興趣。美國準工程教育順利推動的兩項關鍵因素是，教師具有良好的專業發展，以及已發展完備的準工程課程。美國的準工程課程不一定適合我國，而且在教學時數

有限的環境下，如何提供學生工程與科技試探機會，吸引學生選讀工程系科，而且能達成原有的課程教育目標，工程教育與科技教育學者專家，有必要攜手合作，發展出適合我國學生學習的準工程課程。

再者，教師專業培養、教學活動與教材設計、教學設施與設備規劃、學習成果評量、教學資源媒合、…等相關配套措施，將影響準工程教育的後續推動，在發展準工程課程時，宜一併列入規劃，以利課程順利實施，並促進工程教育及科技教育之合作與發展。

三、擴大準工程教育的宣導

雖然本研究研擬之準工程教學活動的實驗成果並未完全如預期效果，然而有部分原因係學生認為「生活科技非重要的科目」，屬於「較輕鬆的課程」。但美國中小學階段準工程教育的實施經驗，其成效值得肯定與借鑑，我國應思考擴大推動實施。但在實施準工程教育前，宜先辦理教師、學生、家長的教育宣導工作，讓老師、學生及家長瞭解準工程教育的理念與重要性，進而能夠提高教師參加專業成長研習的意願，以及發展多元、適性的準工程教學活動。至於對學生及家長的宣導，可鼓勵學生積極參與學習，重視準工程學習。

貳、對於準工程教學之建議

本研究所發展的準工程教學活動，可提供高中教師選擇作為生活科技教學活動單元，教師也可參考教學活動的單元或活動設計方式，自行規劃準工程教學活動，提供學生工程與科技試探的機會。以下歸納研究者實施準工程教學時的經驗，提供有興趣的高中教師實施教學之參考。

一、增加學生動手做(hands on)的教學活動

美國工程進路引導計畫(PLTW)建議準工程教學活動，學生動手操作與老師教學活動的比例為 3:2，學生活動的時間占全部教學活動 3/5

以上。本研究輔導訪談時，學生也反應生活科技因為「有實際操作，接觸到工作內容」、「體驗親手做，做出作品」，可以讓他們瞭解工程與科技的學習內涵與工作環境。能夠讓學生從做中學(learning by doing)、在思考中學習(learning by thinking)，是準工程教學活動的最佳學習方式之一，本研究研擬的準工程教學活動也是以此原則發展。然而，PLTW 在 K-12 準工程課程方案評鑑標準(CEPEET)中強調，動手操作的學習活動不能只是以教學軟硬體為方法，讓學生自我學習的活動。因此建議生活科技教師發展準工程教學活動時，也能依照教師教學與學生學習的比例原則，盡量增加學生動手做(hands on)的教學活動。

二、配合學校的設備設施，調整教學活動內容

本研究主要是參考大學工程與科技學系大一專業課程，再配合學校現有設施設備設計準工程教學活動，各單元中的教學軟硬體設施不一定適用其他學校，例如：熔解爐、type3 軟體等，建議再採用本研究教學活動時，能配合各校教學設備設施，調整教學活動內容。例如電腦繪圖軟體可以改用 AutoCAD、Solidworks、CadKey、ProE、…等，或其他套裝軟體；獎盃製作的材料可改為錫或蠟等材質，則熔解爐設備可以改用小型的坩堝爐。準工程教學活動可因各校多元化的發展，建立學校準工程教學特色。

三、依照學生能力重新調整學習單元數量及進度

學生的學習能力與速度不同，生活科技教師採用本研究之準工程教學活動前，仍須考量學生的特性，調整教學單元及各單元的教學時間。教學內涵過於艱難或簡單，都會影響學生的學習興趣，教學進度若不能符合學生的學習速度，也會影響學習態度，上述影響學習因素必須根據教學原理，妥善規劃。

四、注重工作安全與安全習慣

學生動手操作活動，建議教師應以安全為第一，上課前特別強調提醒，做安全動作示範。學生在上生活科技課時，心情一般會比較鬆懈，因此可能影響工作安全性。教師在作示範教學時，建議將安全動作列為示範項目，並強調安全的重要性。學生操作過程，教師應注意學生操作安全性，讓學生養成良好的安全全習慣。若學生在實際操作中發生意外受傷，則準工程教學成效將大打折扣。

五、參考社區中大學的工程與科技系學習內涵，發展準工程教學活動

準工程教學活動若能對準學生升學的大學，發展能銜接大學工程與科技學系的內涵，將更能落實準工程教育的理念。其次，準工程教育也強調教育夥伴關係的建立，因此教師在發展準工程教學活動時，建議能透過社區化計畫，與社區中大學校院建立教育夥伴關係，邀請大學工程與科技系教授參與發展活動內涵，支援教學設備資源，以及協助生活科技教師在準工程教學的專業成長等。準工程教學活動內涵若能有效對準大學工程與科技系教學，未來也可進一步討論學分採計或抵免等問題，以鼓勵學生積極參與準工程學習。

叁、後續研究之建議

我國在準工程教育的相關論文與研究非常有限，除了期待工程教育與科技教育的專家學者、教師未來多關心準工程教育發展，與投入相關的研究工作外，對於後續研究方向之建議提供如下：

一、研究對象涵蓋高中與綜合高中，增加樣本數量

綜合高中依據學校設置型態可分為：完全綜合高中、高中附設綜合高中、高職附設綜合高中、完全中學附設綜合高中等，本研究以臺北市立南港高工綜合高中為研究對象，屬於高職附設綜合高中型態，未能涵蓋其他類型的綜合高中，研究結果的推論性受到限制。再者，高

中學生在升二年級前，也需要選組或選擇學程，同樣會有工程與科技學程探索的需求。因此建議後續教學研究，宜突破時間與人力的限制，擴大研究實驗對象，提高準工程研究的適用性與外在效度。

二、工程與科技職涯興趣測驗工具之發展與研究

本研究主要以大學入學考試中心興趣量表為工具，考驗學生對於工程與科技領域的興趣，但此興趣量表將職業分為六個組型，分別為實用型(R)、研究型(I)、藝術型(A)、社會型(S)、企業型(E)、事務型(C)等，並未對準工程與科技職涯。本研究以單碼興趣組型-實用型(R)與雙碼興趣組型-實用型(R)與研究型(I)的分數，考驗學生在工程與科技職涯的興趣，然而R及RI的分數高，不一定就表示只在工程與科技領域感到興趣，在統計分析的解釋，恐引起爭議。因此在準工程教學實驗的後續研究，建議針對工程與科技職涯發展對應的興趣量表，建立高中學生常模，以利測驗結果的分析與解釋。

三、準工程推動模式的建構

美國推動準工程教育已20年，遍及44州及哥倫比亞行政特區。我國在準工程教育方面已落後美國將近20年，有必要急起直追。美國在準工程教育的推動工作，已建立良好的推動模式，包含：有專業組織負責推動、規劃系列準工程課程、協助教師專業成長、提供新辦理學校諮詢服務、建立教育夥伴關係、大學採計準工程學分、…等。未來我國在推動準工程教育時，建議能參考美國，研究適合我國的準工程教育推動模式。

