

新興科技融入高職精密鑄造專題製作課程之研發

An integrated program on curriculum development of incorporating emerging technology into the casting of special course in vocational high school

曹龍泉、鄧惠源、陳東慶、林益昌

摘 要

本研究是將新興科技融入職業教育之科學領域課程，藉由整體規劃、課程研發及教學實驗來構建新興科技融入「專題製作」課程特色。在實驗期間，以本校鑄造科一個年級的學生參與實驗計畫，並規劃成鑄造科未來教學課程手冊，並推廣機械學群科系。本研究的規劃與執行，是透過國家重點科技發展方針、問卷調查、專家會議以及課程研發教師等研議後，規劃出新興科技如何融入高職鑄造科專題製作的三年課程架構。另外，課程研發教師所研發之「積體電路製程」、「奈米檢測技術」、「逆向工程-成型技術」及「薄膜技術」等四個單元教材，將於 96 學年度下學期利用問題導向教學模式進行教學活動，未來還會持續進行其他單元的課程研發與實驗教學。讓學生瞭解新興科技重要，進而影響未來進入職場或大專院校。

關鍵字：新興科技、高科技材料製造與應用、奈米科技、專題製作

壹、研究背景

隨著全球化的產業競爭日益激烈國際，各國政府均全力投入發展新興科技；Hazelrigg (1995) 提到新興科技將持續性發展，並被我們接受且影響人類的生活，同時改變我們的科技教育；針對中小學生發展的新興工程與科技教育，已有接近 20 年的歷史，整個教育的推廣係透過專案的組織和計畫，例如全國性的組織 Project Lead The Way (PLTW)、美國南部地區教育委員會(Southern Regional Educational Board, SREB)的 High Schools That Work(HSTW)等，與高中、社區學院、大學、州政府教育部門、民間企業及研究機構等結盟推動。高中階段稱為工程的進路(Pathway to engineering)，初中階段稱為科技入門(Gateway to technology)，已成功的在美國各中小學實施。由 PLTW 所推動的準工程教育(Pre-engineering program) 在 1980 年代從紐約州開始實施，截至 2007 年 2 月全美參與該計畫已遍及 47 州與哥倫比亞行政特區，參加的學校已達 1500 所，接受過教育的學生超過 30 萬人。例如：美國猶他州高中教育將奈米科技融入科學教育的實驗計畫(Kurtz，2006)。另外，鄰近日本採用畢業「專題報告」方式來深入瞭解新興科技發展(Akiyama，1996)；因此美國、日本、澳洲、英國等先進國家，將高科技的知識與技能融入中小學階段的課程中，從小培養學生關心科技發展的習慣與學習新興科技的興趣。這些中小學階段對於工程與科技教育的發展經驗，以及其課程發展結果，頗值得我國參考借鏡。我國於九十二年八月起規劃奈米科技 K-12 教育並執行奈米科技人才培育計畫，其發展對象是國小、國中及高中為主(行政院國家科學委員會，2002)，對於技職教育高職領域並無適當課程領域的推廣。台灣過去能夠創造出傲人的經濟成就與「經濟奇蹟」的美譽，成為發展中國家學習的典範，主要的原因就是教育體系培養了充沛的人力資源。未來，我國要因應科技的發展，持續創造經濟奇蹟，仍然必須重視人才培育，特別是發展高科技人力資源。因此，發展新興科技融入高職課程是必要，且是先進想法。

因應高科技發展趨勢以及配合國家經建政策需求，同時也應重視高職新興科技教育的發展與接續大專院校研究發展，本研究以「新興科技融入高職鑄造科課程發展實驗計畫」，塑造高職教育之新興科技課程及創新教學環境。

貳、文獻回顧

一、新興科技相關文獻評述

新興科技 (Emerging technologies)，也稱為前瞻性科技，是一種以發展中科技為基礎的重大創新，其相關科技領域的知識仍在繼續發展中，新興科技在技術創新、產品開發、顧客需求、市場規模、創新利益等，都還存在很高的不確定。不過新興科技的背後通常蘊藏重大市場商機，未來有可能形成一個全新的產業，也可能對於現有產業與市場帶來巨大的衝擊，因此廣泛受到政府、研究機構、企業、投資者的高度重視。例如：逆向工程技術、材料科技、微機電系統、奈米科技、光電科技、電子科技、生醫科技、生物科技、網路通訊、... 等等，都是可能對於未來人類社會帶來重大影響的一些新興科技。例如：網際網路技術發展於 1960 年代的大學網路 ARPANET，市場商機則要到 1995 年 Netscape 公司發展出網路瀏覽器，並引發企業對於電子商務的市場需求（劉常勇，2004）。針對本計畫所規劃相關新興科技融入高職專題製作課程之文獻回顧，如下：

（一）數位造型技術

在十倍速的時代裏，時間為主宰成功的主要因素。縮短產品研發設計的週期，加快產品上市的速度，降低研發的成本，對於掌握市場商機及全球化有絕對的競爭優勢。往往一件擬製作的產品沒有原始設計圖檔，而是委託單位交付一件樣品或模型，如鞋模、高爾夫球頭，請製作單位複製出來。要達到這些目的，數位造型技術是不可或缺的工具；此技術包含數位造型軟體、逆向工程 (Reverse engineering) 及快速原型技術 (Rapid prototyping)，其中逆向工程、快速原型技術及整合技術是現今高職教育所缺乏的。逆向工程是針對一現有工件（樣品或模型）利用 3D 數位化量測儀器準確、快速的將輪廓劃座標量得，並加以建構曲面、編輯、修改後，傳至一般的 CAD/CAM 系統，再由 CAM 所產生刀具的 NC 加工路徑送至 CNC 加工機製作所需模具，或者送到快速成型機將樣品模型製作出來（Zhang，2003）。快速成型製造技術是國際上新開發的一項高科技成果，它的核心技術是電腦技術和材料

技術。根據 CAD 生成的零件幾何資訊，控制三維數控成型系統，通過雷射光束或其他方法將材料堆積而形成零件的。快速成型技術摒棄了傳統的機械加工方法。用這種方法成型，即能在最短的時間、最低的成本，得到同您所設計完全相同的實體模型，無需進行費時、耗資的模具或專用工具的設計和機械加工，極大地提高了生產效率和製造柔性。最佳應用範圍：(1)以藝術用途為主要考慮之概念模型；(2)以複雜度精度為主要考慮之成品；(3)需後續制程(如 RTV 模具)之母型；(4)某些快速仿製之應用，這概念已廣為業界所接受，並且有實際的成果，諸如裕隆、復盛、天宇 .. 等，便導入 RE 及 RP 整套的系統。在鑄造中的應用，已經用快速成形技術 (RP) 直接製作消失性模型進行精密鑄造技術，例如航太工業、汽機車工業、3C 產業、生醫、鞋業.. 的產品開發流程(Dickens, 1995。Ferreira, 2003。Wang, 2003)。

學校教育是提昇國家整體競爭力的基石，相較於我們鄰近的國家，如日本 (Santos, 2006) 及香港政府(Chin, 1998)對於逆向工程及快速原型的教育，都非常積極建置於大學教學中。在2000年職業教育年會(American Society for Engineering Education, ASEE)中 Anwar(2000)提到進入大學或技專院校前的現代科技與技術教育，明確地提到逆向工程技術為高職教育預備課程，此課程能有效地協助產品設計功能外，也接續未來就業；在2002年 ASEE 會議中，Ogot(2002)提到此技術能讓學生學習、發現過程中提高學生的創新設計方案，且適合發展於高中職到大學新生階段，同時衝擊到這些學生進入職業市場；在美國密爾瓦基市高職學校 (Milwaukee School of Engineering, MSE) 利應用 RP 技術讓高職學生從設計、成型到產品測試的實驗課程，來瞭解未來工業科技趨勢 (Musto, 2000)，同學校的 McGeen 於 2002 年 ASEE 會議中提到 RP 用於建築模型上，將原本三週以上所能完成的作品縮短成 5 天(McGeen, 2002)。Fidan 在 2004 ASME 會議中提到技術能強化設計與製造課程，並且要向下紮根到國中到高中職階段製造課程(Fidan, 2004)。此技術是新興科技快速產品化之必要技術之一。本子計畫將規劃「逆向工程技術」教學實驗室，進行專題製作課程，且接合「高科技材料熔煉與鑄造」技術、「精密鑄造」，讓學生深入瞭解逆向工程對新興科技產業及傳統產業的影響。

（二）材料科技

材料科技為一產業關聯性極大之基礎工業，舉凡製造業中的機械、化工、運輸工具、航太乃至新興之電子資訊業或奈米科技，莫不與材料科技息息相關。Gibala 在 1990 年提到材料科技教育將直接影響 21 世紀科技，特別提到冶金、陶瓷、高分子及其他計畫的重要性 (Gibala, 1990)。我國在 1990 年到 2000 年間大學廣泛設立材料科系，進而提昇材料科學的應用，例如：在金屬材料技術應用成果，(1) 傳統金屬工業升級至 3C 等高科技產業所需之特殊性能、高附加價值材料與零組件之領域；(2) 輕合金材料：鋁合金、鎂合金、鈦合金、鋰鎂合金用於輕量化技術，如電子產品機殼或車輛..；(3) 電子用金屬材料用於 PCB、導線、連接器、IC 製程、高純度靶材製作技術..。(4) 特殊合金材料用抗細菌、特殊環境..；(5) 高純度熔煉技術：金屬純化技術由 2N 提高至 4-6N (工研院)。材料科技屬於統合型新興科技之一，這些高科技材料製造均需要真空狀態下進行冶金，可見材料科技重要性。

高職教育中，鑄造科課程與材料科系最相似。卻有幾項問題：(1) 升學管道無法直接進入材料系；(2) 設備與儀器屬於傳統性；(3) 課程需增加高分子相關課程；然而，鄰近日本針對高職學生在進行畢業「專題報告」研究時，會採用合作伙伴方式與大學或機構，讓高中職的學生利用先進儀器設備進行相關材料科學實驗，如：掃描式電子顯微鏡 (SEM)、XRD、TEM (Tochizawa, 2006)。我國在去年 (2006 年) 國科會通過高中職高瞻計畫之一，其國立鳳新高級中學所提出「高級中學材料科學奠基課程規劃與發展計畫」來針對材料科系所應具備基礎學科能力的提升，如物理、化學等 (國科會高瞻計畫, 2005)，對技術性課程難於教授及練習。本子計畫將規劃一門「高科技材料製造與應用」課程，教學實驗課程為高科技材料製造與應用—「真空熔煉暨鑄造」技術，讓學生深入瞭解真空技術對高科技金屬材料冶金的重要性。另外，將結合創意設計、逆向工程技術、精密鑄造的專題製作來完成學生創意作品。

（三）微機電系統 (MEMS)

微機電系統 (Micro electro-mechanical system, MEMS) 的發展是起源於半導體製程技術與精密機械技術的結合，讓將各種產業產品的發展朝向輕、薄、短、小與

多功能、智慧化、省能源的微型化產品。此技術為本世紀最具發展潛力之整合型科技產業(Wechsung, 1998)，在 1990 年德國、美國及日本等先進國家，分別投入了龐大的資金，企圖改善傳統加工技術及應用半導體製程技術，來製造微小的元件，試圖將各式機械元件微小化(國科會，2003)。因此，近年來各國則逐漸重視高深比(High aspect ratio)微形元件的製作的其他材質及其它精微加工技術，例如微熱壓成型(Hot embossing)(Becker, 2000。Schift, 2002)、微加工(Liu, 2002)、微鍛造(Microforming)(Piotter, 2000)、微射出粉末冶金(Micropower jeting)(Liew, 2001。Baumeister, 2002)及微鑄造技術(Microcasting)(金工中心, 2002)。其中微鑄造技術具有低成本和大量生產技術之一，因此這幾年有被發展趨勢，此技術是從精密鑄造技術所延續而來。我國在精密鑄造是屬於高技術層次，高附加價值，污染程度及能源依存度低，不需大廠房空間，適合台灣鑄造之發展條件。另外，台灣精密鑄造產業在 2002 年總產值約 NT\$69 億元，尤其是高爾夫球頭。「微鑄造技術」能將金屬合金製造出幾乎相同形狀的微形元件，又稱淨形成形技術(Net shape forming technology)，並且有高的機械性質和鑄造出高深比的微結構。此技術利用消失蠟的消失模法並利用離心力鑄造或真空加壓鑄造法將熔融金屬液注入石膏模內之模穴，待其金屬液凝固後隨之取出金屬微形元件。關於微鑄造技術研究或是製造 MEMS 之金屬微形元件的國外文獻報告至今僅有 3 篇(Ruprecht, 1997。Baumeister, 2002。Bach, 2003)，1997 年 Ruprecht 研究報告提到許多貴金屬能被利用於製造金屬微形元件，微形元件最小厚度所獲得高深比之問題；亦有研究者以離心鑄造法或真空製鑄造法來探討微鑄造的毛細現象能力。至於國內研究機構，本計畫主持人在第 8 屆亞洲鑄造國際會議提出新式微鑄造技術製造 MEMS 元件；此技術結合用 SU-8 光阻劑的特性及材料等溫凝固反應特性，將低熔點的基材與微粉末金屬粒所混合的複合金屬材料，將複合金屬材料熔化後注入 SU-8 的微形模穴內，待其冷卻所獲得的微形齒輪(Tsao, 2003)。本計畫主持人於 93 年度與張晉昌教授共同申請國科會專題計畫名稱為「利用微鑄造技術製造 MEMS 金屬微型元件(NSC 93-2216-E-003-002)」，其研究 MEMS 金屬微型元件可達到 100 μ m 以下(曹龍泉, 2004、2005)。將依據此技術讓高職學生利用「真空熔煉暨鑄造」技術來進行微鑄造 MEMS 金屬元件的專題製作，讓學生深入瞭解 MEMS 的重要性。

(四) 奈米科技

奈米科技 (Nano technology)，將是廿一世紀科技與產業發展最大的驅動力；在奈米結構、奈米尺度、物理、化學及生物特性和現象方面，是一個令科學家們充滿了想像空間的神奇領域，例如質量變輕、表面積增高、表面曲度變大、熱導度或導電性增加...等。因此衍生了許多新的應用 (Regis, 1996)。另一方面，電子元件微小化所面臨的材料及技術瓶頸，也將因奈米科技的應用研發而有所突破。預測未來奈米科技所產生的新材料、新特性及其衍生之新裝置、新應用及所建立之精確量測技術的影響，將遍及儲能、光電、電腦、記錄媒體、機械工具、醫學醫藥、基因工程、環境與資源、化學工業等產業 (Whatmore, 1997)。如何將奈米科技的特性，轉成實際應用進而產生具體經濟成效，是今日所有科技發展先進國家重視奈米科技最主要因素。這幾年來，在我國政府相關政策制定會議中，陸續揭櫫重要之奈米科技政策，如民國九十三年八月，李世光教授出任國家科學委員會工程處處長，繼由臺灣大學應用力學研究所劉佩玲所長接任教育部顧問室奈米科技領域召集人一職，繼續帶領奈米人才培育先導型計畫之前進。鑒於國民教育及科普教育為銜接高等教育及學術研究最重要之根基，以「K-12」及「大學研究所」兩大主軸平行推動。同時加速培育奈米科技所需人才，奠定我國奈米科技厚實之基礎 (國科會, 2002)； 本子計畫主持人在師大工教系及機電研究所教授「奈米科技導論」課程，以及 93 年度與張晉昌教授共同申請國科會之兩件研究案，分別為 MEMS 領域之「利用微鑄造技術製造 MEMS 金屬微形元件」及奈米領域 (曹龍泉, 2004)。另外，本計畫共同主持人投稿多篇有關奈米鑄造技術於國內外期刊，其利用離心法將熔融鉛鈹合金液鑄造進入 80nm 奈米範本成為鉛鈹合金奈米線 (Kuo, 2005)。個人教學與研究經驗，在高職體系要規劃奈米實驗課程，可利用化學實驗之無電鍍鎳或銅技術，或是物理原理之鍍金機、鍍碳機來規劃學生的奈米專題製作，本項目將採用合作伙伴模式讓學生到大學教授實驗室進行相關專題製作與研究。

二、問題導向教學（PBL）模式文獻回顧

PBL(Problem-based learning)是一種以鼓勵學習者運用批判思考、問題解決技能和內容知識，去解決真實世界的問題和爭議的教學方法(Levin, 2001、張民杰, 2002)。簡單說明，是一種由「問題」來引導學習的學習方式；在學生進行學習活動之前，先提出一個問題，讓學生必須在完成相關知識的學習之後，才可能具備解決這個問題的能力。其具備以學生為中心的學習、小團體的學習、以問題匯聚焦點刺激學習，而教師是促進者和引導者角色的四項特徵(Aspy, et al., 1993; Barrows, 1996)。

（一）以學生為中心的自我導向學習

強調以學生為中心，學生必須自己負起學習的責任，了解應該要知道什麼，以什麼方式學習，提出問題、蒐集資料、提出可能的解釋和所依據的證據等，而對問題有更好的了解和解決。學生透過自我導向學習，就像實際的從業人員一樣(real practitioners)，一起討論、比較、分析、檢視大家所學到的知識和能力(Barrows, 1996。Wilkerson & Gijsselaers, 1996)。

（二）小團體的學習方式

強調以學習者為中心的小班分組教學，每指派一人擔任指導者，或是可額外指派研究生擔任指導的角色。

（三）、教師是促進者和引導者角色：

教師在學習活動中擔任隨機移動的走動式促進者，周旋在各小組中，透過詢問問題探知學習者的對問題的理解，並使用摘要式教學或整班討論的方式進行教學活動。

（四）以問題匯聚焦點刺激學習

問題呈現了學生實際要面對的挑戰，提供了學習的相關性和動機。學生在嘗試了解問題時，他就會知道應該學些什麼，問題給了學生從很多學科的角度，統整獲得的新資訊。為了做為學習的原動力，問題最好是真實(Authentic)、複雜(Complex)、模糊(Confusing)、開放(Open-ended)，而且結構不良(Ill-structured)的問題(Edens, 2000)。

此四種模式各有其特色，教師在設計模式時可就當時設計之理念輔以四種模式特色的參，或將四種模式混合搭配、設計以求達到目的，例如：

美國伊利諾州數學與科學學會(Illinois mathematics and science academy, IMSA)所隸屬的 PBL 中心也提出了一個 PBL 單元的教學模式，包括下列九個步驟：

- (a) 為學習者準備：考慮學習者年齡、興趣和背景，讓他們對 PBL 有所準備。
- (b) 提出問題：並讓學生了解對問題的利害關係，產生解決的動機。
- (c) 確認我們知道什麼，我們必須知道什麼及我們的理想情況：催化學生對問題情境的先備知識、發展探索的知覺並提供蒐集解決問題資訊的焦點。
- (d) 定義問題的陳述：確認問題的主要議題及好的解決方案應考慮的狀況。
- (e) 蒐集和分享資訊：計畫和實施有效地蒐集、分享和意義了解的策略，評估新資訊對了解問題的貢獻，發展人際溝通及合作學習，以助於問題解決。
- (f) 產生可能的解決方案：讓學生陳述他們所發現的資訊，形成全方位的解決方案。
- (g) 決定最適合的解決方案：使用標準評估每個方案的利益和後果。
- (h) 呈現解決方案：讓學生有效地陳述和證明他們知道什麼、如何知道、有何重要等。
- (i) 提出問題的報告：讓學生一起反省所學。如表一(Trop & Sage, 1998)。

問題導向學習強調學生學習的主體性，在知識、資訊爆炸的時代，學習型社會及終身學習的理念下，透過問題導向學習，能提高學生主動學習的動機，閱讀、蒐集資訊及自我學習與解決問題的能力，並能培養團隊合作精神。因此本子計畫規劃教學方法的模式，引導學生自我學習新興科技的能力。擬以 PBL 教學模式及其發展的教案，進行文獻分析，結果進行課程發展與教學實驗之參考。

表一、PBL 單元實施過程表

教與學的事件	
● 教師像教練 ● 對學習者準備 ● 提出問題 ● 確認我們知道什麼、我們必須知道什麼及我們的理想情況 ● 定義問題的陳述 ● 蒐集和分享資訊（3.4.5. 步驟可重複進行，像剝洋蔥一樣層層分析） ● 產生可能的解決方案 ● 決定最適合的解決方案 ● 呈現解決方案 ● 提出問題的報告	進行教學與評量
	

培訓學生

資料來源：1996, Illinois Mathematics and Science Academy, Center for Problem-Based Learning Aurora, III.

參、研究目的及方法

一、研究目的

因應高科技發展趨勢以及配合國家經建政策需求，同時也應重視高職新興科技教育的發展與接續大專院校研究發展，本研究以「新興科技融入高職鑄造科課程發展實驗計畫」，塑造高職教育之新興科技課程及創新教學環境。

（一）第一年（96 年度）研究目的

1. 進行本研究三年所規劃一系列課程之專家會議，並修訂課程目標及大綱。
2. 本年度將收集「新興科技導論」相關文獻、技術及產業應用，以發展課程架構、綱要、編撰教材及教學，讓四個子計畫之參與學生進行實驗教學，進而讓參與學生瞭解構建整合型科技知識。
3. 建置新興科技之「數位造型技術」之實習工場設備與教學環境，即將應用於（1）「新興科技導論」教學實習；（2）配合本科既有課程，如精密鑄造、電腦輔助模型設計與製造等；（3）配合本科藝品鑄造及琉璃鑄造等課程；（4）專題製作，並將成果，進行師生作品發表。
4. 收集大學材料系所現今在高科技材料研究及應用範圍、相關文獻及產業發展趨勢等資料，進行第二年上學期所規劃與發展「高科技材料製造與應用」課程。

（二）二年（97 年度）研究目的

1. 本年度（上學期）將收集適合高職教育之「奈米科技導論」相關文獻及技術，以發展「奈米科技導論」課程架構、綱要、編撰教材及教學，讓本子計畫之參與學生進行實驗教學（下學期），進而讓參與學生瞭解 K12 奈米科技教育向下紮根。
2. 建置高科技材料製造與應用之「真空熔煉與鑄造技術」實習工場設備與教學環境，即將應用於（1）「高科技材料製造與應用」教學實習；（2）高純度熔煉技術建立；（3）專題製作：MEMS 之微鑄造技術及精密鑄造產品開發；（4）配合數位造型技術。
3. 規劃與發展「專題製作」相關教材。
4. 編修「新興科技導論」課程之融入單元教學目標及講義，且持續開設此課程。
5. 本子計畫第二年研究、教學等成效評估，並整理第一年成果發表會議期刊。

（三）第三年（98 年度）研究目的

1. 編修「新興科技導論」、「數位造型技術」、「高科技材料製造與應用」及「奈米科技導論」等課程大綱及教材內容，並持續開設這些課程。

2. 實施「專題製作」的實驗教學，在本科進行數位造型技術、真空熔煉暨鑄造、微鑄造及精密鑄造等四項技術結合之新興科技融入專題製作。
3. 配合總計畫進行教學成果的發表及推廣。
4. 配合總計畫建置網路成果分享資源平台。

二、研究方法

本研究以行動研究為架構，並以文獻探討、專家座談及教學實驗等方法，來進行本計畫之課程研究與實驗的推動。整體規劃可分為「課程規劃與研發」、「教材講義研發」、「教學實驗」及「成果與推廣」等四部分。其「課程規劃與發展」之內容包含：大學與技專院校課程分析、整體課程規劃及課程計畫書等三項。「教材講義研發」之內容包含：課程架構、課程目標與綱要及講義撰寫等四項。「教學實驗」之內容包含：教學過程、評估與分析、回饋與修正。另外，「課程推廣」工作，配合總計畫執行工作，將本研究、執行及成果能有效地推展於全國高中職學校。

（一）課程規劃與研發

此項研究為本子計畫第一年核心工作項目之一。將進行國內大學及技專院校之理工學院的課程及研究方向，再結合近五年國家重點科技發展方向來進行分析，研發適合高職核心課程之「新興科技導論」，再進行專家會議並修訂課程目標及大綱。

（二）教材講義研發

將本子計畫所規劃第一年「新興科技導論」、第二年專題製作基礎課程含「高科技材料製造與應用」、「奈米科技導論」及「數位造型技術」、第三年整合型的「專題製作」等課程，進行台灣產業應用的現況、文獻、未來產業趨勢及國際教育等四項進行分析後，擬定各課程的課程綱要、課程目標，經由本子計畫研究員撰寫適合高中職教材講義內容後，再進行審閱與修正後，以行動研究方法融入教學過程。

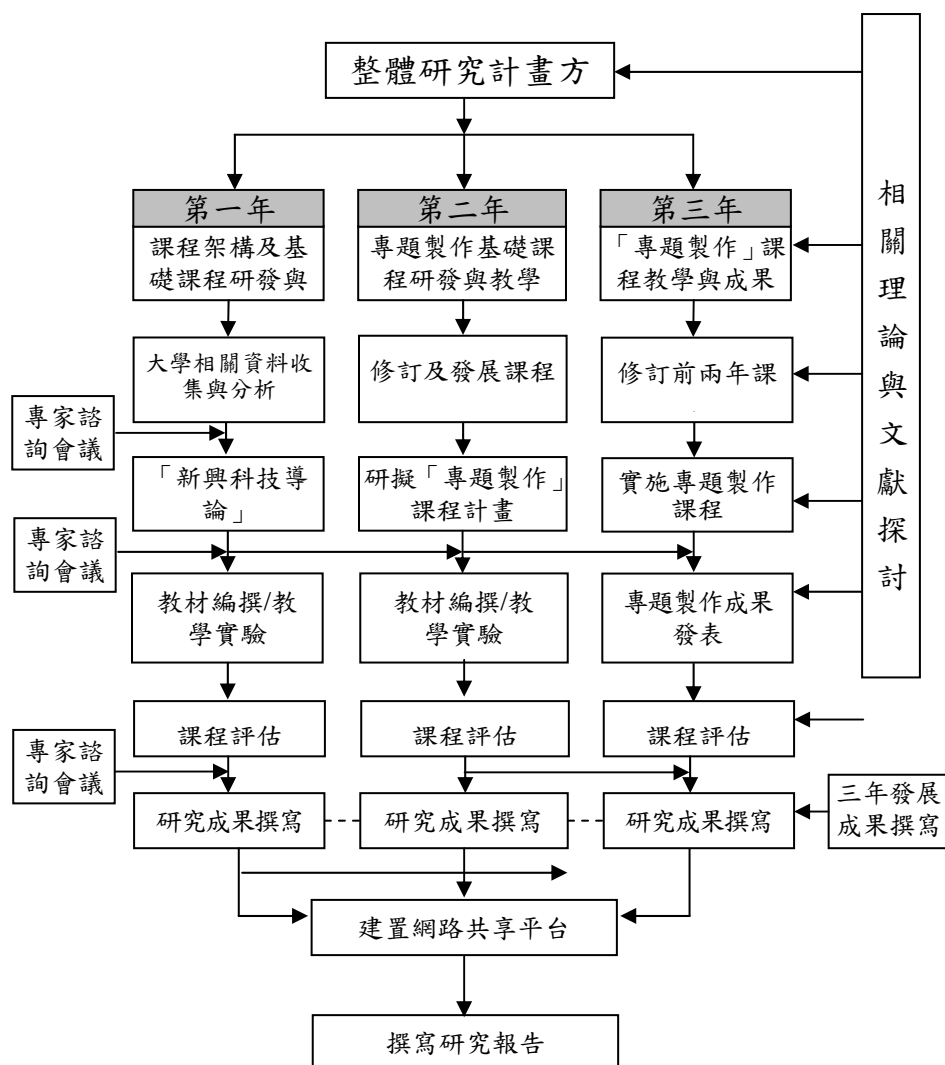
（三）教學實驗

依據規劃課程內容進行教學情境構建及教學實驗，既採購教學實驗設備與器材，進行教學與實驗、評估與分析、回饋與修正，提出具體結論與建議方案。其實

驗對象以鑄造科學生（約40人）為主，其他子計畫的學生為輔。另外，本校學生含綜合高中專業學程有選修本子計畫也在此範圍內。本子計畫第三年執行暨高中職三年級課程，其「專題製作」課程教學模式，採用參觀大學實驗室及專家演講授教後，在本校進行「專題製作」教學、實習及完成「專題製作」成品與報告。讓學生從做中學習及感受到研究實驗室的研究風氣。

（四）成效與推廣

進行教學評估與回饋工作，並配合總計畫建置網路資源共享平台、成果推廣。同時，將研究成果發表於國際會議期刊。



圖一、本研究執行步驟流程圖

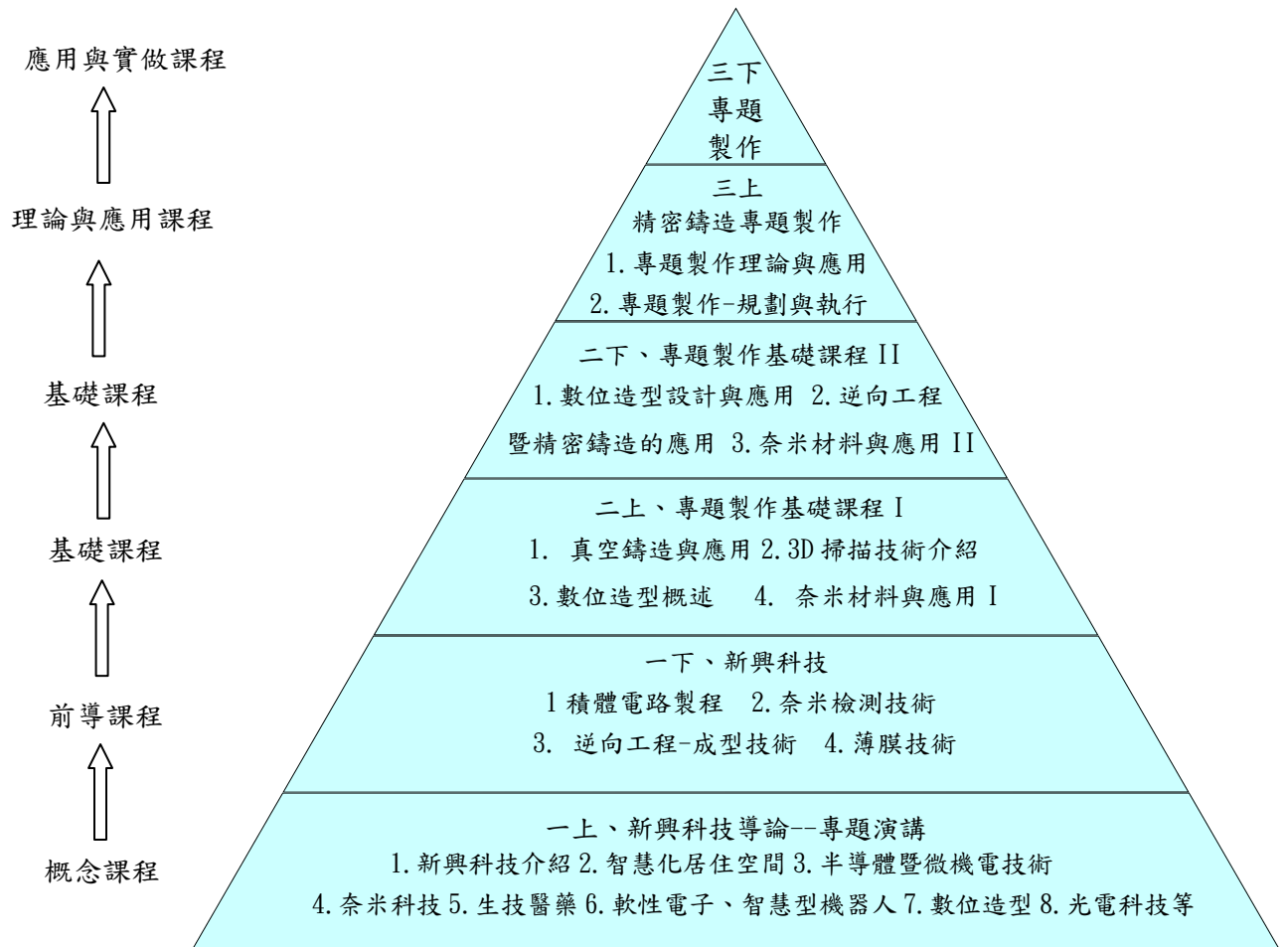
肆、執行與成果討論

本計畫擬分三年完成「新興科技」課程融入高職鑄造科精密鑄造「專題製作」課程的發展工作，經過鑄造科學生校外科技教學及問卷調查，以及本計畫專家學者及研究團隊討論與研發，擬定新興科技相關課程融入鑄造科相關課程，進而構建三年級專題製作的相關知識與技術，其三年各階段預融入課程概念及課程單元；一年級上學期為概念課程，一年級下學期為前導課程，二年級上學期為專題製作的基礎課程 I，二年級下學期為專題製作的基礎課程 II，三年級上學期為專題製作的理論與應用課程，三年級下學期為專題製作的應用與實做課程；這三年六學期所完成新興科技融入專題製作的課程架構，將是未來機械群暨鑄造科可極力推動的課程架構及內涵模式。另外，融入三年課程單元包含 1. 一年級專題演講之新興科技導論，以及新興科技課程相關單元融入鑄造科相關課程有積體電路製程、奈米檢測技術、逆向工程-成型技術及薄膜技術等四單元課程。2. 二年級為新興科技課程融入專題製作基礎課程 I、II，其課程內容包含真空鑄造與應用、3D 掃描技術介紹、數位造型概述、奈米材料與應用、數位造型設計與應用、逆向工程暨精密鑄造的應用、奈米材料與應用 I、II 等八個單元課程。3. 三年級為專題製作課程之理論、應用及實做課程內涵，其課程內容包含專題製作理論與應用、專題製作-規劃與執行、專題製作成果等三個理論與技術單元課程。新興科技融入專題製作之三年課程規劃架構圖，如圖二所示。

本研究第一年上學期所研發「新興科技」課程融入鑄造科 96 學年度一年級下學期教材課程總表（表二），融入鑄造科一年級課程有四個專題製作之前導課程，分別融入四個單元於 96 學年度一年級課程內之機械製造及造型實習等兩課程。例如：逆向工程一直是國內企業研發設計的主軸，讓企業界發揮更廣的設計創意，提升設計的品質與能力。藉由產品研發設計週期的縮短，加快產品上市(Time to market)的速度，有助於企業掌握市場商機及全球化的競爭優勢。然而，現今高職課程或設備是缺乏的。另外，機械製造之量測與品管單元，其量測內容所針對量測等級為 100 微米上，然而新興科技或台灣高科技公司的進展，已經從微米以下尺度進入奈米時代；奈米科技，將是廿一世紀科技與產業發展最大的驅動力，高職教育不能置身於外，

並需合于世界潮流。由此可見，現今高職課程已經落後兩個世代。本研發的課程架構及教材，將可適切補救高職課程的不足。讓學生在現有課程中融入新科技進而補救現今高職課程架構無法跟上科技快速發展，讓現今高職學生能與科技脈動同步。

這四個融入單元教材，將於 96 學年度鑄造科一年級下學期進行教學，並利用問題導向教學模式，以鼓勵學習者運用批判思考、問題解決技能和內容知識，去解決真實世界的問題和爭議的教學方法，讓學生從「新興科技的問題」來引導學習新興科技的教學模式，完成相關知識的學習之後，進而可能具備解決這個問題的能力；以學生為中心的新興科技的學習、小團體的相互討論學習、以問題匯聚焦點刺激學習，同時教師適時地促進者和引導者角色的四項特徵來達到達到本研發教材的教學。讓高職學從做中學學習相關知識與技術，並透過問題導向學習，能提高學生主動學習的動機，閱讀、蒐集資訊及自我學習與解決問題的能力，並能培養團隊合作精神。



圖二、「新興科技」課程融入鑄造科「專題製作」課程之三年課程架構圖

伍、結 論

新興科技以科學為基礎的創新，進而改變現代工程學。這些科技將影響人類生活和技術，並藉由新的創新、新的認知、接近商品化技術及科技教育的衝擊。因此廣泛受到政府、教育機構、研究機構、企業的高度重視。本研發是將新興科技融入職業教育之科學領域課程，藉由整體規劃、課程研發及教學實驗來構建新興科技融入「專題製作」課程特色，並應用「新興科技導論」、「奈米科技導論」、「高科技材料製造與應用」、「數位造型技術」等的研發課程教材。透過學生的科技校外教學、問卷調查，專家學者，以及課程研發教師討論與研發出四個新興科技教材融入本科 96 學年度一年級課程。讓高職學生從做中學，學習相關知識與技術，並透過問題導向學習，能提高學生主動學習的動機，閱讀、蒐集資訊及自我學習與解決問題的能力，並能培養團隊合作精神。另外，本研發執行後的成效，將會改變高中職到大學一年級的技术教育，並可培養技職教育相關師資，進而影響未來進入職場或大專院校。

謝 誌

承蒙國科會經費補助本計畫：高瞻計畫(南港高工)－子計畫二:新興科技融入高職鑄造專題製作課程研發計畫(1/3) (96-2514-S-646-004-GJ960017434003)。

參考文獻

1. 曹龍泉，高瞻計畫(南港高工)－子計畫二:新興科技融入高職鑄造專題製作課程研發計畫(1/3) (96-2514-S-646-004-GJ-960017434003)
2. Hazelrigg, George A., 1995, Dimensions of emerging technologies, Proceedings of the 1995 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, pp.1-6. San Francisco, CA, USA.

3. Akiyama, H; Hagler, M., 1996 Status report on engineering education in Japan, Pceedings - Frontiers in Education Conference, v 1, Technology-Based Re-Engineering Engineering Education, pp.350-353.
4. Kurtz, A.; Anderson, M.; Kar, T., 2006, Pilot program to integrate nanotechnology in Utah's high schools, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, v 6328, Nanomodeling II, p. 63280R。
5. 行政院國家科學委員會，2002，奈米科技人才培育計畫。
<http://www.nano.edu.tw/>
6. 劉常勇，2004，新興科技的挑戰，講義，www.cme.org.tw/itkm/sub16/2-1_新興科技的挑戰.doc
7. Zhang, S.J.; Raja, V.H.; Fernandes, K.J.; Ryall, C.; Wimpenny, D., 2003, Rapid prototyping models and their quality evaluation using reverse engineering, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, v 217, n 1, Special Issue on Rapid Manufacturing, pp. 81-96。
8. Dickens, P.M.; Stangroom, R.; Greul, M.; Holmer, B.; Hon, K.K.B.; Hovtun, R.; Neumann, R.; Noeken, S.; Wimpenny, D., 1995, Conversion of RP models to investment castings, Rapid Prototyping Journal, v 1, n 4, pp. 4-11.
9. Ferreira, J.C.; Mateus, A., 2003, A numerical and experimental study of fracture in RP stereolithography patterns and ceramic shells for investment casting, Journal of Materials Processing Technology, v 134, n 1, Mar 1, pp. 135-144.
10. Wang, S.-J.; Yan, Y.-N.; Yang, W.-D.; Xu, D.; Zhai, L., 2003, Evaluation of methods of direct casting mold manufacturing based on RP technology, Jixie Kexue Yu Jishu/Mechanical Science and Technology, v 22, n 3, , p 461.
11. Santos, E. C.; Shiomi, M.; Osakada, K.; Laoui, T., 2006，Rapid

- manufacturing of metal components by laser forming, International Journal of Machine Tools and Manufacture, v 46, n 12-13, , pp. 1459-1468.
12. Chin, K.-S., 1998, Implementation of Rapid Prototyping technology - a Hong Kong manufacturing industry's perspective", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v 14, n 8, pp. 570-579 ,
 13. Anwar, S., 2000, A contemporary science and engineering program for middle school girls, ASEE Annual Conference Proceedings, 2000 ASEE Annual Conference and Exposition: Engineering Education Beyond the Millenium, pp. 147-153 .
 14. Ogot, Madara, 2002, The creative design workshop: Learning and discovery through reverse engineering, ASEE Annual Conference Proceedings, pp. 10339-10341 .
 15. Musto, J. C.; Howard, W. Ed; Rather, S., 2000, The RP Derby: A design/build/test experience for high school students, ASEE Annual Conference Proceedings, 2000 ASEE Annual Conference and Exposition: Engineering Education Beyond the Millenium, pp. 6171-6177.
 16. McGeen, M. J., 2002 ,Architectural engineering applications of rapid prototyping, ASEE Annual Conference Proceedings, 2002 ASEE Annual Conference and Exposition: Vive L'ingenieur, pp. 9711-9719.
 17. Fidan, I. ; Patton, K., 2004, Enhancement of design and manufacturing curriculum through Rapid Prototyping practices, Innovations in Engineering Education 2004: Mechanical Engineering Education, Mechanical Engineering Technology Department Heads, pp. 173-178.
 18. Gibala, Ronald, 1990, Technical education , Advanced Materials & Processes, v 137, n 1, Jan, p p.7- 86.
 19. 工研院， 金屬中心。
 20. Tochizawa, M.; Oguri, K.; Suzuki, T.; Nishi, Y.; Osada, S.; Inoue, N., 2006, SEM observation program for junior high school by collaboration with university

- and science museum (Miraikan), Nippon Kinzoku Gakkaishi/Journal of the Japan Institute of Metals, v 70, n 2, February, pp. 169-172.
21. 國科會高瞻計畫，2005，國立鳳新高級中學「高級中學材料科學奠基課程規劃與發展計畫」。
22. Wechsung, R., Unal,N., Eloy J-C and Wicht, H.,1998, Market Analysis for Microsystems : an Iterim report From the Nexus Tasl Force, Proc. Micro. Syst. Technol. Potsdam, Vol. 98, pp.275-281.
23. 國科會科學技術資料中心，2003，微機電技術之世界趨勢。
24. Becker, H., and Heim, U. 2000, Hot embossing as a Method for the Fabration of Polymer High Aspect Ratio Structures, Sen. Act. 83, pp.130-135.
25. Schiff, H., Heyderman, L. Padeste,,J. C. and Gobrecht, J. 2002, Chemical Nano-patterning Using Hot Embossing Lithography, Microele. Eng. 61-62, pp.423-428.
26. Liu,Y. Liew, L. Luo, A. R. An, L. et al , 2002, Application of Microforing to SiCN Mems Fabrication, Sen. Act. A,95, pp.143-151.
27. Piottter, V., Benzler, T. and Gietzelt, T. 2000, Micropowder injection Moldering, Adv. Eng. Mater. Vol.2, No. 10, pp. 639-642。
28. Liew, L. A., Zhang, W. Bright, V. M. and An, L., 2001, Frabrication of SiCN Ceramic MEMS using Injectable Polymer-Precursor Technique, Sen. Act. A, 89, pp.64-70.
29. Baumeister, G., Muller, K., Ruprect, Hausselt, R. J. 2002, Production of metallic high ratio microstructures by microcasting, Microsystem Tech. Vol. 8, pp.105-108.
30. 微細加工應用市場分析，金屬工業研究發展中心，2002 年。
31. Ruprecht, R., Benzler, T., Hanemann,,T. Müller,,K. Konys,J. 1997, Various replication technique for manufacturing three-dimensional metal microstructures, Microsystem Tech. Vol. 4, pp.28-32.
32. Baumeister, G., Muller, K., Ruprect, R., Hausselt, J. 2002, Production of metallic high ratio microstructures by microcasting, Microsystem Tech. Vol. 8,

- pp.105-108.
33. Bach, Fr. W. Möwald, K. Holländer, U. Nakhosteen, B. 2003, Development of a new metal casting technique for micromechanical system, Z. Metallkd. Vol. 92, pp.207-211.
 34. Tsao, L. C. and Chuang, J. C. 2003, Fabrication of Metallic MEMS Using a New Microcasting Technique, The 8th Asian Foundry Congress, Bangkok, Thailand, pp.364-372.
 35. 曹龍泉、張晉昌，2004，利用微鑄造技術製造 MEMS 金屬微型元件，93 年度國科會計畫成果報告（NSC 93-2216-E-003-002）。
 36. Tsao, L. C. and Chuang, J. C. 2005, A Study of Microstructure and High Aspect Ratio of Sn-36Pb-2Ag Alloy by Microcasting Technique, J. Tai. Found. Soc., V31, n 2, pp.16-22. Taiwan.
 37. Regis, Ed., 1996, Reviews: The Emerging Science of Nanotechnology, Technology Review, v 99, n 4, p 69.
 38. Whatmore, R.W., 1997, Ferroelectrics, microsystems and nanotechnology, IEE Colloquium, n 317, Nov 14, p 1/1
 39. 國科會，2002，奈米科技人才培育網，計畫起源，<http://www.nano.edu.tw/>。
 40. 曹龍泉、張晉昌，2004，研發具有高阻抗潛變之奈米—複合 Sn3.5Ag 鉛錫”，93 年度國科會申請計畫書（93WFA0300328）。
 41. Kuo, C. G., Lo, S. Chen, C., Chiang C. C. and Chao, C. G. 2005, Formation Procedure and Microstructure Analysis of Pb₇Bi₃ (Pb-Bi) Alloy Nanowires, Jap. J. App. Phy. Vol. 44, No. 5A, pp. 3333-3336.
 42. Kuo, C. G. and Chao, C. G. 2005, Fabrication of Isolated Alloy Nanoballs and nanowires Using Centrifugal Force”, Jap. J. App. Phy. Vol. 44, No. 2, pp.1155-1159.
 43. Kuo, C. G. Chen, J. H. and Chao, C. G. 2005, A study of the Lead-Bismuth Alloy Nanowires”, J. Taiwan Foundry Soc. Vol.31, No.2, pp.33-36.
 44. Levin, B. B.(ED.).(2001). *Energizing teacher education and professional*

- development with problem-based learning*. Alexandria, VA: Association Supervision and Curriculum Development.
45. 張民杰, 2002, 統整課程與創新教學的有效方案:問題基礎學習在中小學之應用, [http:// ajds.nsysu. edu. tw/1000211487/pb12002/html/theories/](http://ajds.nsysu.edu.tw/1000211487/pb12002/html/theories/)
46. Aspy, D. N., Aspy, C. B., & Quinby, P. M., 1993, What doctors can teach teachers about problem-based learning. *Educational Leadership*, 50(7), pp. 22-24.
47. Barrows, H. S., 1996, Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, pp.3-11.
48. Wilkerson, L., & Gijsselaers, W. H. 1996, Concluding comments. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, pp.3-11.
49. Edens, K. M. 2000, Preparing problem solvers for the 21st century through problem-based learning. *College Teaching*, 48(2), pp.55-66。
50. Trop,L., & Sage,S., 1998, *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education*. Alexandria, VA: Association Supervision and Curriculum Development.