

美日科技教育課程及其啟示

范斯淳* 楊錦心**

摘要

本文從比較研究的觀點，比較美日兩國科技教育課程之發展趨勢，以了解其課程改革前後之樣貌，並探討其背後之影響因素與改革目的，最終針對臺灣科技教育之困境與未來發展提出建議。具體而言，本文提出四點結論與啟示：（1）應重新思考且釐清科技教育於國高中之定位，並於十二年國教課程改革時做出適當的調整；（2）科技教育領域應有計畫的進行科技教育課程發展相關研究，以建立適用於臺灣之科技教育內容標準與課程綱要；（3）STEM 取向之科技教育課程或為未來科技教育可行之趨勢，但須審慎考量臺灣教育現況及適合的推動方式；（4）十二年國教下的科技教育，在國中階段宜重視學生基礎科技知識、技能、設計概念與工程與解決問題能力之培養；在高中階段則可實施較為分殊和深入之 STEM 取向課程。

關鍵詞：科技教育、課程與教學、比較研究、美國、日本

* 范斯淳，國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系博士生

** 楊錦心，國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系副教授

電子郵件：windscouteau@gmail.com；t83004@ntnu.edu.tw

來稿日期：2012年5月23日；修訂日期：2012年6月14日；採用日期：2012年8月18日

The Inspiration from the New Technology Curriculum in the United States and Japan

Szu Chun Fan* Jing Shin Yang**

Abstract

This paper focuses on comparing the reforming trends of technology education between the United States and Japan and involving a Comparative method to explore the factors behind their purposes of reforming. In the end, we proposed four suggestions for the development of Taiwan technology education as follows: (a) we have to reconsider and clarify the function of technology education in high school, and make appropriate adjustments in Grade 1-12 curriculum. (b) technology education need to have structured study plans to establish Taiwan technology curriculum standards and curriculum guidelines. (c) STEM technology courses are viable for the future trend, but need to consider the status of Taiwan's education carefully and find appropriate ways to promote. (d) when promoting STEM courses, this study suggested that the junior high school students should pay more attention to basic scientific and technological knowledge, skills, and engineering design concepts to develop their problem-solving ability; on the other hand, the high school students also need to implement much advanced content in the STEM courses.

Keywords: technology education, curriculum and instruction, comparative study, the United States, Japan

* Szu Chun Fan, Ph.D. Student, Department of Technology Application & HRD, National Taiwan Normal University

** Jing Shin Yang, Associate Professor, Department of Technology Application & HRD, National Taiwan Normal University

E-mail: windsouteau@gmail.com; t83004@ntnu.edu.tw

Manuscript received: May 23, 2012; Modified: June 14, 2012; Accepted: August 18, 2012

壹、前言

科技教育之目的在於培養學生具備良好的科技素養、創造力、問題解決及批判思考能力。但在科技日新月異的現代社會中，科技教育經常面臨其學科知識是否對學生具有用性與必要性的質疑（Lewis, 2004; Wicklein, Smith, & Kim, 2009）。我國科技教育在重視升學的臺灣教育環境下，也同樣因課程內涵變動過大、教學任務模糊、國高中端課程規劃銜接不良等問題而未受到應有的重視（林佳全，2003；謝文斌、耿建興，2003），這些困境促使科技教育學者思考科技教育可能的改革方向及其應有的內涵。

科技教育之推動較具代表性的國家包含美國、日本、英國、澳洲等，日本從第二次世界大戰結束至今，每 10 年都會依據當時的教育問題、國際教育改革思潮、社會期待與政治經濟等目的，針對其國家課程標準《學習指導要領》加以修訂，同時帶動課程與教學研究的新方向與潮流（林明煌，2008）。在 2008 年最新修訂之《學習指導要領》中，科技教育的課程綱要也做了部分的調整。

近年來美國相關研究報告書（National Governors Association [NGA], 2007）指出，科學、科技、工程與數學（Science, Technology, Engineering, Mathematics，以下簡稱 STEM）等學科整合之素養與能力的培育，對於美國保持未來經濟競爭力與創新能力有密切相關。因此，美國政府與各級教育與研究機構紛紛致力投入 STEM 的教育與相關研究。主導美國科技教育之國際科技教育學會（International Technology Education Association, ITEA）亦大力推動融入工程教育與 STEM 整合之科技教育，甚至於 2010 年正式將學會名稱更改為國際科技與工程教育學會（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA），以顯示工程教育與 STEM 理念在科技教育中的重要性。

臺灣科技教育的發展主要追隨美國之腳步，但亦曾受到日本教育的影響。由於臺、日兩國的教育現況與問題亦較為相似，因此，在面對當前科技教育所遭遇的問題時，美日科技教育課程修訂的方向是否

有助於改善臺灣科技教育問題？本文比較美、日科技教育課程之修訂趨勢，了解其課程改革前後之樣貌，並探討其背後之影響因素與改革目的，希能提出未來臺灣科技教育發展或革新之建議。

本文所比較及分析的科技教育課程文獻方面，臺灣國中階段的科技教育是以教育部 2008 年所修訂之九年一貫課程綱要中「自然與生活科技課程綱要」為依據、高中階段則以教育部 2010 年實施之「高中生活科技課程綱要」為基礎；美國的科技課程則以國際科技教育學會於 1990 至 2005 年所規劃之「美國全民科技教育」（Technology for all Americans）專案、以及從 1986 年發展至今的「工程進路引導計畫」（Project lead the way, PLTW）、和國際科技與工程教育學會於 2005 年開始發展，並推行至今的 STEM 取向科技課程模組「設計導向工程計畫」（Engineering by Design™, EbD）為基礎；日本的科技課程則以文部科學省於 2008 年公布之《中等學校學習指導要領》以及《高等學校學習指導要領》中與科技教育相關之課程綱要為主。

貳、美國科技教育之發展

以下分析美國科技教育的發展、美國進行科技教育革新的緣起與目的、並針對科技取向、準工程取向及 STEM 取向之科技教育課程進行比較，以歸納出美國科技教育課程改革之特色與趨勢。

一、美國科技教育的發展

美國的科技教育之發展，從最早期的家庭手工傳襲，歷經強調操作技術的手工藝訓練，到 1960 年代工業體制概念的工業社會理論，再到 1981 及 1990 年代的科技素養以及問題解決能力的重視（張玉山，2011），已有百餘年的歷史。1990 年代後，美國科技教育的典範乃「美國全民科技教育」專案所規範之科技教育理論及架構，該專案由美國國科會（National Science Foundation, NSF）和航太總署（National Aeronautics and Space Administration, NASA）資助國際科技教育學會，從 1994 年起投入研究，並於 1996 年至 2005 年分別完

成《美國全民科技教育：學習科技的理論與架構》（Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology）、《科技素養的標準：學習科技的內容》（Standards for technological literacy: Content for the study of technology）、《科技素養的精進：學生評量、專業發展和學程標準》（Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards）、《全人的科技素養：學習科技的理論與架構》（Technological literacy for all: A rationale and structure for the study of technology）等四份科技教育的重要文件（ITEA, 1996, 2000, 2003, 2005）。其中，ITEA（2000）明確指出科技教育之目的在於培養學生具備有良好之科技素養，而科技素養即是能夠正確使用、管理、評鑑與了解科技的能力；科技課程標準由 K（幼稚園）至十二年級（相當於我國高中三年級）連貫而成，依據不同的年級分成 K一二、三一五、六一八以及九一十二年級四個階段，各階段都規劃有：「科技的本質」、「科技與社會」、「設計」、「在科技世界中的能力」、「設計的世界」等主題，各主題所含括的課程內涵如表 1 所示，每個階段皆明定有學生應學習的內容標竿與細部的指標課程之規劃。

表 1
科技課程架構表

主題	能力指標
科技的本質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生需能了解科技的特性與範圍。 2. 學生需能了解科技的核心概念。 3. 學生需能了解科技之間及科技與其他領域之間的關連。
科技與社會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生需能了解科技與文化、社會、經濟和政治間的關係。 2. 學生需能了解科技對環境的影響。 3. 學生需能了解社會在科技發展與使用中的角色。 4. 學生需能了解科技對歷史的影響。
設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生需能了解設計的特性。 2. 學生需能了解工程設計。 3. 學生需能了解設計之發展、發明與創新和實驗在問題解決中所扮演的角色。

（續下頁）

主題	能力指標
在科技世界中的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生需能運用設計程序。 2. 學生需能使用和維護科技產品和系統。 3. 學生需能評估科技和系統所帶來的衝擊。
設計的世界	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生需能了解醫療科技。 2. 學生需能了解農業與生物科技。 3. 學生需能了解能源與動力科技。 4. 學生需能了解資訊傳播科技。 5. 學生需能了解運輸科技。 6. 學生需能了解製造科技。 7. 學生需能了解營建科技。

資料來源：作者整理自 International Technology Education Association (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology* (p.15). Reston, VA: Author.

依據美國 2011 至 2012 年的全國性科技教育現況調查報告指出，美國有 33 州之科技課程皆參考上述之科技課程標準（Moye, Dugger, & Starkweather, 2012），但各州課程仍有相當大的差異。由賓州（Pennsylvania）現行的科技教育課程標準架構大致依循上述國際科技教育學會之科技課程標準加以規劃，其內容包含：「科技的範疇」、「科技與社會」、「科技與工程設計」、「科技世界的能力」、以及「設計的世界」等主題（Pennsylvania Department of Education, n. d.）；而從 2007 年起，賓州亦參加了由國際科技教育學會所主導之「設計導向工程計畫」，所有賓州的學校皆可實施由「設計導向工程計畫」所發展之 STEM 取向科技課程（“Access to ITEEA, STEMCTL-EbD Materials,” n. d.）。此外，維吉尼亞州（Virginia）的課程則分成國小（K-5）、國中（6-8）、高中（9-12）三個階段，K—五階段重視的是學生對科技的知覺；六一八年級強調的是科技系統與科技領域知識的介紹、發明與創新、及問題解決能力；九—十二年級強調的則透過具有挑戰性的活動培養學生應用科學原則、工程概念、及科技系統的能力（Virginia Department of Education, n. d.）。

二、美國進行科技教育革新的起因與目的

近年來多項學生學習成就與國家競爭力的研究報告指出，美國

學生在國內外與 STEM 相關之學科能力測驗表現日漸下滑，例如在 2003 年的學生能力國際評量計畫（Program for International Student Assessment, PISA）中，美國 15 歲學生在數學的測驗成績表現在參與測驗的 30 個國家僅優於其中 5 個國家，且有 4/1 的學生成績甚至不具有基本的數學能力（National Center for Education Statistics, 2003）。此外，根據美國大學入學測驗（American College Test, ACT）2006 年研究指出，多數美國高中畢業生對於畢業後投入 STEM 相關工作或教育研究的準備不足，有 30% 的大一新生必須接受 STEM 的輔導課程（ACT, 2006）。有鑑於許多類似的研究報告所提出的警訊，美國開始注重學生在 STEM 科際課程上的學習與整合能力，並積極投入 STEM 教育與課程的改革（NGA, 2007）。

科技課程的規劃架構雖已涵蓋工程設計相關課程，但僅為「設計」主題中的一環（ITEA, 2000），而在 STEM 風潮興起前，科技教育界便開始和工程領域結合，並發展成準工程取向的科技教育課程，乃是當時美國科技教師發現對工程感興趣之學生也越來越少；且科技教育在高中階段越來越不受到重視，甚至被排除在畢業的必修課程之外；再加上現今的學校對於要求學生達到一定的學術標準（學科能力）的壓力日漸增加，非學術性課程的地位變得岌岌可危（Lewis, 2004）。因此，越來越多的科技教師傾向於採用工程界所使用的設計與問題解決流程進行教學，而此種工程思維考量現實條件，解決真實世界問題的教學方式，使學生能更切實將所學各種知識與技術應用在活動中，其成效亦受到教師及學生的肯定。K-12 教育階段之結合科技教育與大專工程教育概念準工程課程，遂成為美國科技教育重要的一環，並帶動許多州之科技課程改為準工程取向的科技 / 工程的課程（New Hampshire Department of Education, 2008）。

隨著 STEM 教育理念的提倡，州政府亦開始設立包含有科技與工程的 STEM 課程。2011 至 2012 年美國科技教育現況調查顯示，約有 39 州的州訂課程中有科技教育，其中有 25 州有科技教育課程（technology education）、23 州設有科技與工程教育課程（technology and engineering education）、18 州設有工程教育課程（engineering education）、18 州設有包含科技與工程的 STEM 課程（STEM

education that includes technology and engineering）、另有 10 州設有資訊等相關課程（other similar information）（Moye et al., 2012）。由此可以看出，超過半數的州皆轉向準工程教育的課程，以下比較設有 STEM 課程的地區數量也明顯有所提升，此顯示美國之科技教育越來越注重準工程及 STEM 取向之課程。

三、美國之科技、準工程及 STEM 取向課程之比較

科技取向、準工程取向及 STEM 取向之科技教育課程間的差異。科技取向之課程以前述 ITEA（2000）提出之科技課程標準為主（參考表 1）；準工程取向的課程則以麻薩諸塞州（Massachusetts）所推行之「科技/工程課程」為主；而介於準工程與 STEM 取向課程者，則以「工程進路引導計畫」為代表；STEM 取向之科技教育課程則以國際科技教育學會發展之「設計導向工程計畫」課程模組為主。

麻州所推行之準工程課程名稱為「科技/工程」，其目的在於探討科學和科技的獨特性質、以及它們之間的互補性，說明科學、工程 and 技術之間如何互動。實施過程中，學生需將自己視為真正的工程師來嘗試解決所遭遇的問題。三至五年級學生學習如何選用各種工具和材料，找出解決問題的方案；六至八年級學生「追求工程問題和科技議題解決方案」，注重研究和解決問題；九至十年級則專注於透過科技/工程課程，培養學生運用科學與數學概念，解決高階科技/工程之專題導向問題，其中涵蓋工程設計、施工技術、電力和能源技術、流體、熱、電氣系統、通信技術、以及製造技術等課程；十一和十二年級的學生則可修習與先進科技相關的課程，如：自動化和機器人技術，多媒體和生物技術（Lewis, 2004; Massachusetts Department of Education, 2006）。

「工程進路引導計畫」乃美國具有全國性領導地位的科技教育計畫，歷經二十多年之發展，可算是橫跨準工程及 STEM 具有代表性及影響力的課程，提供中學和高中學生嚴謹及創新的科學、科技、工程和數學整合性課程，是兼具計畫導向（project based）和問題導向（problem based）的課程。這個課程提供動手做的課堂經驗，學生在創造、設計、建模、發現、協作和解決問題的同時，運用他們在數學

和科學課堂之真實所學，以解決真實世界的問題。同時，學生在課程中也能接觸到當地 STEM 領域的專業人士，並從業界及相關場域中體驗 STEM 知識運用情境 (PLTW, 2012)。

「工程進路引導計畫」課程設計乃由中學及高中之教師、大學教師、工程和生物醫學等專業領域人士及學校管理人員共同規劃，以促進批判性思考、創造力、及解決現實世界問題能力。工程進路引導計畫課程建立在傳統的職業和技術教育基礎之上，亦整合國家各項 STEM 之課程標準及原則。因此，這個計畫可算是橫跨準工程與 STEM 取向課程概念之教育計畫。至 2012 年止，全美提供工程進路引導計畫課程已超過 4,200 多所學校 (PLTW, 2012)。

在「工程進路引導計畫」課程中，國中階段的課程稱為科技入門 (Gateway to technology)，高中階段則設有工程的進路 (Pathway to Engineering) 以及生物醫學科學 (Biomedical Sciences) 等兩種課程。中學階段的科技入門又可分為基礎單元 (Foundation units) 及專業單元 (Specialization units)，而高中階段工程的進路課程分為：基礎課程 (Foundation courses)、專業課程 (Specialization courses) 及頂尖課程 (Capstone course)；而生物醫學科學課程則分為基礎課程 (Foundation courses) 及頂尖課程 (Capstone course)。各單元之課程架構如表 2 所示 (PLTW, 2012)：

表 2

「工程進路引導計畫」課程架構表

年級	課程名稱	課程內涵	
中學工程課程	基礎單元	自動化和機器人 (Automation and Robotics, AR)	
		設計與建模 (Design and Modeling, DM)	
	科技入門	能源與環境 (Energy and the Environment, EE)	
		飛行和太空 (Flight and Space, FS)	
		專業單元	綠色建築 (Green Architecture, GA)
		神奇的電子 (Magic of Electrons, ME)	
		科技中的科學 (Science of Technology, ST)	

(續下頁)

年級	課程名稱	課程內涵
高中工程課程	基礎課程	工程設計概論 (Introduction to Engineering Design, IED)
		工程原則 (Principles of Engineering, POE)
	專業課程	航空航太工程 (Aerospace Engineering, AE)
		生物科技工程 (Biotechnical Engineering, BE)
		土木工程和建築學 (Civil Engineering and Architecture, CEA)
		電腦整合製造 (Computer Integrated Manufacturing, CIM)
頂尖課程	數位電子 (Digital Electronics, DE)	
高中工程課程	基礎課程	工程設計與開發 (Engineering Design and Development, EDD)
		生物醫學科學原理 (Principles of the Biomedical Sciences, PBS)
	頂尖課程	人體系統 (Human Body Systems, HBS)
		醫療介入 (Medical Interventions, MI)
	頂尖課程	生物醫學創新 (Biomedical Innovation, BI)

資料來源：作者整理自 Project Lead The Way (2012). *Getting started*. Retrieved from http://www.pltw.org/sites/default/files/GettingStarted_2012_0.pdf

「設計導向工程計畫」的課程模組由國際科技與工程教育學會所成立之 STEM 教學與學習中心 (The STEM Center for Teaching and Learning) 所發展之 K-12 標準科技教育課程，該課程奠基於由國際科技教育學會所制定之《科技素養的標準：學習科技的內容》(Standards for technological literacy: Content for the study of technology) 及美國全國數學教師議會 (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM) 所制定之《學校數學課程之原則與標準》(Principles and standards for school Mathematics)，和由美國科學促進會 (American Association for the Advancement of Science, AAAS) 所制定之《2061 計畫：科學素養的基準》(Project 2061, Benchmarks for Science Literacy) 等三份科技、數學及科學教育標準 (ITEEA, n. d.)。其課

程模組規劃之原則乃基於以下七項主要概念（ITEEA, n. d.）：

- （一）工程透過設計來改善生活。
- （二）科技持續不斷的繼續影響日常生活。
- （三）科技推動發明與創新，乃是一個思考和執行的過程。
- （四）科技系統乃是由眾多的科技產品所組合而成。
- （五）科技產生的問題，改變了人們生活和互動的方式。
- （六）科技會影響社會，因此必須進行評估，以確定是好還是壞。
- （七）科技是改進過去與創造未來的基礎。

「設計導向工程計畫」的課程強調提供學生一個真實的、問題導向的學習情境，以達成以下六項科技教育改革目標（ITEEA, n. d.）：

- （一）提供一個基於課程標準的 K-12 課程方案，確保所有學生具備良好科技素養。
- （二）提供所有學生學習的機會，不分性別或人種。
- （三）提供明確的標準和期望，以提高學生在數學，科學和科技的成績。
- （四）提供本課程方案的領導和支持，並持續產生改進和創新的方案。
- （五）恢復美國在科技創新上的領導地位。
- （六）提供一個從小到大完整的學習計畫，使學生能夠成為下一代的科技專家，創新者，設計師和工程師。

「設計導向工程計畫」之課程架構分為國小、國中以及高中三個階段，其課程架構如表 3 所示：

表 3

「設計導向工程計畫」課程架構表

年級	課程主題	內容簡介
K—二 年級	綜合的概念和課程：科技新手	著重在生活化，綜合、概念性的科技知識。
三一五 年級	綜合的概念和課程：發明、創新與調查	依據科技能力指標規劃各單元相關內容、教學策略以及學習活動，其中包含腦力激盪、視覺化、測驗、改善以及科技設計評估。學生學習如何發明、創新以及系統化創作，並將科技融入生活中。

（續下頁）

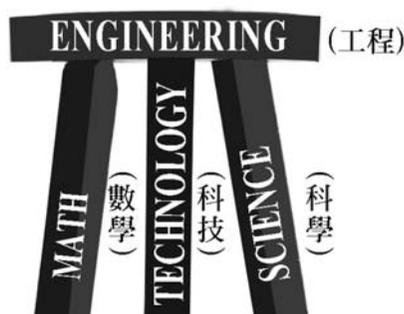
年級	課程主題	內容簡介
六年級	探索科技	提供學生機會應用設計歷程於產品、製程或系統的發明或創新。學生在活動中練習了解準則、限制或歷程如何影響設計。學習有關腦力激盪、視覺化、建模、測試、實驗以及改善設計，並發展探究資訊、交流設計資訊、和簡報成果的技能。
七年級	發明和革新	使學生了解發明和創造乃科技和問題解決的核心概念，內容包含設計、故障排除、研究與發展以及實驗。
八年級	科技的系統	教導學生科技系統彼此間是如何分工合作以解決問題或尋求機會。隨著技術變得更加完整和系統變得越來越互相依賴時，此課程提供學生背景知識以了解不同類型的系統及其之間的連接。
九年級	科技的基礎	培養學生理解和運用科技概念及流程，以建立高中科技課程的基礎。團體和個人的活動讓學生從投入創意思考、開發創新和實踐解決方案。
十一十二 年級	科技的問題和影響	使學生了解不同的觀點和問題的起源，進而進行批判思考的提問，並給予學生信心參與決策，決定科技的選用及使用。
	科技的設計	工程範疇、內容和專業實務將透過實務應用而呈現。學生在工程團隊將應用科技、科學和數學的概念，來解決工程設計和創新設計的問題。學生使用準則（如設計效能、公共安全、人爲因素和道德）去研究、發展、測試和分析工程設計。
	進階設計	提供學生機會了解和應用其所學的知識和技能，培養將抽象的概念創造、轉變爲具體產品的能力，用以滿足特定客戶的需求。
	進階科技的應用	學生將體驗工程設計中創作、整合、重覆和展示設計解決方案的歷程，並在真實的協調和互動方式中產出一個產品，再透過適當的模型呈現其外型與功用，並其進行文件化的描述。

資料來源：作者整理自 International Technology and Engineering Educators Association (2011). *ITEEA's 2010-11 STEM education product guide*. Retrieved from <http://www.iteea.org/Publications/productguide.pdf>

由上述三種不同課程計畫之目標與內容可以看出，科技教育基本上以「設計」及「問題解決」做爲課程設計的架構，並著重在了解科技與社會之間的關係，同時亦針對各科技領域（如：運輸、製造、營建）相關知識進行系統化的教學。而準工程教育則以專題式學習爲導

向，在活動過程中重視「系統化」、「限制」與「權衡（折衷）」，強調在各種現實因素限制下找出最佳的解決方案。準工程課程通常包含數學、科學和具有較強的工程取向的科技內涵，實施對象是九至十二年級之有興趣就讀工程相關之大學科系的高中學生。STEM 取向的科技課程則以工程之問題解決為主軸，再輔以科技（設計）、數學與科學相關知識，發展專題導向之教學模組，而形成 STEM 取向之科技教育課程（如圖 1 所示）。STEM 課程目前在工程方面尚未有固定的課程標準，但科技、數學與科學方面則參考如前述提及之各項課程標準，其目的在於培養學生科際知識整合的能力，並激發學生學習工程之興趣。

圖 1 美國 STEM 課程架構概念



資料來源：International Technology Education Association (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering*. Retrieved from <http://www.stem.vt.edu/PowerPoints/Starkweather.pdf>

四、美國科技教育課程改革之特色

綜合上述美國近年來科技課程改革，歸納其發展之特色如下：

（一）課程架構之改革由科技教育→準工程教育→STEM 取向
美國的科技教育已逐漸由傳統以培養學生科技素養為主軸之科技教育，轉化為融合工程問題解決概念之準工程教育，再朝 STEM 取向之科際整合課程邁進，以提升學生在科技教育課程之學習成效，並提高科技教育之學術性及學科重要性（Lewis, 2004），課程架構仍奠基於以往科技教育相關研究所發展出的科技課程標準，並針對 K-12 各

階段學生之學習需求進行連貫性的整體課程規劃。

傳統科技教育之課程是以科技為核心，探討各科技領域的知識、及科技與社會的互動關係，並透過設計與製作的活動培養學生之問題解決能力與科技素養；準工程取向的科技教育則以工程概念以及專題式的工程課程為基礎，例如以機器人、航太工程、生物醫學工程等單元，其內容雖較為深入、專業，但涵蓋的科技範圍則不如原本科技教育課程的廣泛，其實施對象亦以較具有工程性向的高中生為主；至於 STEM 取向課程則納入較多科技系統相關的概念與知識，強調各階段都可實施，國小階段以介紹廣泛的科技概念為基礎；國中則建立基本的科技系統知識、工程設計與問題解決能力；高中則強調學科知識的整合應用及較為深入的工程問題解決，並藉此達到職業試探的目的。

（二）教學重點由科技的問題解決轉變為工程的問題解決

準工程取向的科技課程不再使用以某項科技領域為主軸的問題解決的教學模式，而傾向以實際的工程問題解決為教學活動的主軸。其與科技教育間最大的差異在於工程的問題解決具實務性及使用者導向，重視「系統化」、「限制」與「權衡（折衷）」，強調在各種現實因素限制下，找出最佳的解決方案。此種轉變的目的是為了讓課程內容與現實生活情境更為切合，建立明確的教學任務，使其所學之有用性更為提升。

工程和科技定位亦有所變化。過去科技教育以科技領域的知識為主要教學內涵，科技為整個科技課程的主體，而準工程的課程則以專業工程領域的角度來規劃；但在 STEM 取向之科技課程中，科技與科學、數學等科目同樣被視為解決工程問題的基礎知識，所應用到的科技能力僅著重「設計」及「科技世界中的能力」，卻較少提及原先各項科技領域的知識。此外，目前美國所推動的 STEM 教育，雖以工程的問題解決為活動之主軸，並期望學生在活動中能整合運用科學與數學相關知識；但在許多州所推動的 STEM 教學活動卻由科學及數學教師主導，科技教育和工程教育在 STEM 中的作用幾乎未被提及，因此科技及工程教育的教師往往較難參與其中，導致科技與工程在 STEM 活動中的定位更模糊（Herschbach, 2011; Katehi, Pearson, & Feder, 2009）。

參、日本科技教育之發展

以下探討日本科技教育之發展及其進行科技教育革新的起因與目的，並針對日本 1989、1999、2008 年等三次科技教育課程之修訂結果進行比較分析，以歸納出日本科技教育課程改革之特色與趨勢。

一、日本科技教育的發展

日本學校制度採 6334 制，小學及國中（中學）階段為國民義務教育階段，高中階段以上則分為實施普通教育為主的普通高等學校（相當於我國一般高中）、實施專門教育為主的職業高等學校（相當於我國職業學校）、以及並設普通科與職業類科綜合制高等學校（沈姍姍，2000）。另外，日本的教育體制採中央集權制，文部科學省（相當於我國教育部）訂定有高中、國中與小學各階段的《學習指導要領》，此即各階段的課程標準。《學習指導要領》約每 10 年修訂 1 次，最近的兩次修訂是在 1999 年以及 2008 年，2008 年新版的《學習指導要領》將於 2011 年起，在小學全面實施，國中及高中則分別於 2012 年及 2013 年開始實施（黃文三、張炳煌，2010）。

小學《學習指導要領》中科技教育的課程規劃方面僅有圖畫工作的課程，類似我國國小的美勞課程；相較於臺灣九年一貫課程綱要，將國中階段之科技教育歸類在「自然與生活科技」領域，日本國中階段之科技教育將科技課程與家政課程歸於「技術·家庭」領域，2008 年《學習指導要領》規範「技術·家庭」領域整體之課程目標為：

了解生活中必要之基本知識與技能，對於生活與科技的關係有更深入的了解，進而培養出具有創造力與實踐能力之生活能力與態度。（文部科學省，2008：85）

「技術·家庭」領域之「技術」課程綱要目標則為：

經由實踐與體驗式的製造學習活動，了解並習得「材料的加

工」、「能源的轉換」、「生物的培育」、以及「資訊科技」相關之基本知識與技能，對於科技、社會與環境之間的互動關係有更深入的理解，養成能夠正確使用、評價科技的能力與態度。（文部科學省，2008：85）

此外，2008 年新《學習指導要領》所規劃之課程架構如表 4 所示（文部科學省，2008）：

表 4

日本中學 2008 年《學習指導要領》技術內涵表

主題	次主題	內容
材料與加工相關技術	日常生活與產業中所使用的技術	1. 思考科技對於提升人類生活與產業發展中所扮演的角色。 2. 了解科技發展與環境的關係。
	材料與加工方式	1. 了解材料的特徵和使用方法。 2. 了解適合的加工法、能安全使用工具和機器。 3. 能夠適切的評估與選用各種材料和加工技術。
	利用材料與加工技術進行產品之設計與製作	1. 思考關於產品之使用目的、條件、以及相關的機能與構造。 2. 了解如何傳達自身想法，能繪製產品設計圖。 3. 能進行零件之加工、組合與完成產品之製造。
能源轉換相關技術	能源轉換機器之組合與保養	1. 了解能源的轉換方式和動力的傳達架構。 2. 了解機器的基本架構、能進行保養、檢修並預防意外事故的發生。 3. 能夠適切的評估與選用能源轉換相關之技術。
	利用能源轉換技術進行產品之設計與製作	1. 能設計和選用產品所必備之能源轉換相關功能和構造。 2. 能進行產品內部電路之組裝、配線、調整與檢查。
生物培育相關技術	生物的生長環境和培養技術	1. 了解適合培育生物的條件和生物培育環境的管理方法。 2. 能夠適切的評估與選用生物培育相關技術。
	利用生物培育相關技術進行栽培或飼養	1. 能針對生物的栽培或飼養，規劃合適的、有目的培育計畫。

（續下頁）

主題	次主題	內容
資訊相關技術	傳播科技、網路資訊與和資訊倫理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解電腦的組成和基本的訊息處理架構。 2. 了解網路通訊方面基本的資訊使用架構。 3. 了解著作權之概念以及訊息發送的責任、思考關於資訊倫理相關議題。 4. 能夠適切的評估與選用資訊相關技術。
	數位化作品的設計與製作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知道媒體的特徵和使用方式、能進行產品之設計 2. 能結合並透過多樣化的媒體、表達自己的想法。
	程式語言的規劃與控制	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解電腦執行程式語言之規劃與控制基本架構。 2. 能考慮訊息處理的次序、撰寫簡單的程式語言。

資料來源：文部科學省（2008）。**中学校学習指導要領**（頁 85-86）。東京都：作者。

高中階段因涵蓋普通教育及專門教育（職業教育），故高中課程綱要中的規劃也分為普通科目與專門科目，在普通科目中包含有國語、地理歷史、公民、數學、理科、保健體育、藝術、外國語、家政、資訊以及綜合活動時間等。這些科目中設有部分基礎必修課程約占高中畢業學分的一半，其他學分可由校方依據學生的需求，開設各科目進階的選修課程。上述普通科目並無類似於國中階段之科技課程，僅有資訊（情報）課程，其中包含「資訊社會」以及「資訊科學」兩種（文部科學省，2009）。

二、日本科技教育改革的起因與目的

日本科技教育的發展沿革從二次世界大戰後可分為四大階段：1946-1960 年間以就業取向的職業教育為主；1960-1970 年間，受蘇聯人造衛星發射成功的刺激，激發日本重視科學與科技類的課程，於國中階段開設必修的技術（科技）課程，當時之課程教學內容有設計與製圖、木工與金工、機械、電學、及園藝等（Murata & Stern, 1993）；1970-1980 年間，因就業市場需求的改變，技術高中開始開設群集科目，一般高中則融入實地工作；第四階段則是從 1980 年代至今，由於日本進入已開發國家之林，企業外移與失業率提高等社會問題陸續產生，因此日本在 1980 年代後期開始進行有計畫的教育改革，其中最重要的改變即 1989 年增加電腦相關課程；而在 1999 年《學

習指導要領》的修正則因為原本工業教育的課程內涵無法符合現代科技社會生活方式的轉變及需求，遂由工業教育取向轉變為偏向科技素養教育，並調高資訊課程所占比例（Murata & Stern, 1993）。

2008 年的教育改革，科技教育相關學科主要依循整體教育目標加以調整，日本此次課程修訂主要為了因應 1980 年代「寬鬆教育」¹ 政策導致的學力低下、學生普遍缺乏學習自信與興趣、校園霸凌、道德教育等問題（林明煌，2008），日本教育改革乃著重學力提升，以確保國家競爭力，其所採取的策略除了將 1999 年課程綱要中許多因應寬鬆教育被刪除或整合的內容重新回復，同時增加國英數理等主科的上課時數，並降低寬鬆教育中最強調之「總合學習時間」²（山口滿，2008，引自林明煌，2008）。

三、日本 1989、1999、2008 年科技教育課程之比較

1989 年版的中學《學習指導要領》中，技術課程分為木材加工、電氣、金屬加工、機械、栽培、資訊基礎等課程。一、二年級皆須修習 70 小時，三年級則修習 70-105 小時。1999 年《學習指導要領》中之技術課程則將過去木材加工、電氣、金屬加工、機械、栽培整合成「技術及製作」科，並將原本列為選修項目的資訊基礎擴充為「資訊與電腦」課程；一、二年級仍然修習 70 小時，但三年級的課程時數則大幅縮減為 35 小時。2008 年版的課程則又將 1999 年被整合成技術與製造的課程加以切割，並重新規劃成材料與加工、能源轉換、生物培育，以及資訊相關技術等四大主題。詳如表 5 所示：

¹ 寬鬆教育的概念來自對過去填鴨式教育的反省，透過減少授課時數與課程內容等策略，以求達到開啓學生自發性學習以及消除升學競爭的目的。

² 總合學習時間乃是在寬鬆教育理念下開放個別學校開發特色課程的時間，強調提供學生能將學科知識與生活結合，並培養問題解決能力的學習活動。

表 5

1989、1999、2008 中學技術學習指導要領比較表

1989 年《學習指導要領》		1999 年《學習指導要領》		2008 年《新學習指導要領》		
主題	次主題	主題	次主題	主題	次主題	
木材加工	木製品之設計	技術與製作	科技在日常生活及產業中的作用	材料與加工相關技術	日常生活與產業中所使用的技術	
	木材的特徵與使用方法		產品設計與製作		材料與加工方式	
	木工具或木工機械之操作法與加工方法		製作過程中工具與機具的使用方式與加工技術		利用材料與加工技術進行產品之設計與製作	
	認識在日常生活或產業中各種成材的用途		機具的構造、維修與保養		能源轉換機器之組合與保養	
電氣	電氣機器的保養方法	資訊與電子計算機	利用能源轉換技術進行產品之設計與製作	能源轉換相關技術	利用能源轉換技術進行產品之設計與製作	
	簡單的電氣迴路設計		作物栽培		生物培育相關技術	生物的生長環境和培養技術
	電氣機器之組合及電氣材料		資訊工具在日常生活和產業中的作用		生物培育相關技術	利用生物培育相關技術進行栽培或飼養
電氣	認識日常生活或產業中所用的電氣		基本電腦結構與功能	資訊相關技術	傳播科技、網路資訊與和資訊倫理	
金屬加工	金屬製品之設計	資訊與電子計算機	計算機語言	資訊相關技術	數位化作品的設計與製作	
	金屬材料之特徵與使用方法		資訊與網際網路		程式語言的規劃與控制	
	金屬用手工具或機械之使用方法		電腦多媒體的運用			
	認識日常生活或產業中所用之金屬及其作用		程式語言的規劃與控制			
機械	機械的機構、要素與材料					
	簡易的活動模型之設計與製作					
	機械整備的方法					
	了解日常生活或產業中所用之機械及其功能					

(續下頁)

1989 年《學習指導要領》		1999 年《學習指導要領》		2008 年《新學習指導要領》	
主題	次主題	主題	次主題	主題	次主題
栽培	訂定植物栽培計畫				
	適合植物栽培之環境				
	栽培植物的方法				
	認知栽培與生活的關係				
資訊 基礎	電腦的組件				
	學習電腦之基本操作與編寫簡單的程式				
	電腦的運用				
	了解日常生活或產業中電腦與資訊所扮演的任務極其影響				

資料來源：作者整理自焦正一（2000）。日本科技教育課程發展的回顧與啓示。屏東師院學報，13，381-383；文部科學省（2008）。中学校學習指導要領（頁85-86）。東京都：作者。

由表 5 可知，1989 年至 1999 年技術學習指導要領的變化較大，其課程架構除了由傳統工藝教育轉變為偏向科技素養教育之內容外，亦提升資訊與電腦課程的重要性及授課時數。此因應日本整體經濟與社會環境變遷、加上實施週休二日、寬鬆教育理念、及受到當代美國科技教育思潮影響所致。2008 年《學習指導要領》則基於對寬鬆教育的檢討，將原本被精簡的「技術及製作」課程內容重新拆解，並擴增為「材料與加工相關技術」、「能源轉換相關技術」及「生物培育相關技術」等三個科目，「資訊與電腦」課程則整合基本電腦結構與計算機語言等基礎認知的課程，並加入資訊倫理及數位化作品的設計與製作等課程，大幅提升資訊倫理議題在科技教育課程中的重要性。

四、日本科技教育課程改革之特色

綜合上述針對日本近代課程改革之探討，以下歸納其科技教育課程發展之特色：

（一）課程之改革由工業教育取向→科技素養教育

日本近代三次的科技課程綱要修定較大的轉變乃 1999 年時由重視技術及職業養成的工業教育，轉變為以培育國民科技素養為目的之科技教育，傳統的實作活動的比例大幅降低，課程內容也較為寬鬆及淺顯。2008 年，雖將原本被整合之技術與製作課程比例再度加重，並修正成較具體的課程架構，但主課程內涵與精神卻未有大改變。

（二）科技教育的教學重點屬於生活實務技能教育的一環

目前日本之科技教育仍以培養國民生活必備之科技素養為主，此由其所規劃的材料加工、機具使用、作物栽培與資訊運用等課程可以看出，其目的在於使學生具備生活必備之科技能力，但未特別強調科技課程與科學、數學或工程等學科之連結，反而強調透過做中學的方式，重視實務操作能力與技術的養成。

（三）科技課程規劃以中學階段為主，但未與國小及高中連貫

由日本國小及國中《學習指導要領》可以發現，日本之科技課程規劃以國中階段為主，國小階段雖有生活課程，但並未設獨立的技術課程，而高中階段在普通高中也僅設資訊課程，而未有連貫之技術課程。換言之，高中階段除資訊課程外，僅能透過「統合學習時間」的研究課程，進行專題式的學習。

五、美日科技教育課程之比較

以下先比較美日科技教育後再與臺灣進行比較：

（一）美國強調工程設計及 STEM 整合，日本強調科技素養教育

由上述兩國之科技教育課程發展歷程可以看出，近幾年來美國科技教育越來越傾向以工程之角度結合運用科學、科技、工程與數學領域的相關知識，諸如「工程進路引導計畫」中的土木工程、航太工程、生物醫學工程等課程，其教學主軸著重工程的設計與問題解決，藉以提升科技課程之學術性，並和工程專業領域連結；日本之科技教育，仍定位在培養國民日常生活的科技素養，例如材料及加工方式、機具之組合與保養、生物培育技術等。

（二）美國以專題式教學為主，日本則強調做中學的實踐性

美國與日本之科技教育課程皆強調做中學的本質，但美國準工程

及 STEM 教育以專題導向或問題解決導向的教學為主。例如在「設計導向工程計畫」中，國際科技教育學會便曾與美國航太總署合作，發展太空運輸或太空溫室栽培等之專題式學習活動。日本的科技教育則是以傳統單元式的課程為主，由教師依據所要學習的單元，規劃學習活動，而學生則須按照活動規範製作以養成選用材料及加工之能力。

（三）美日各級教育階段之科技課程連貫性有別

美國科技教育之發展雖由工藝教育轉型至科技教育，再轉變為準工程及 STEM 取向的課程，但各時期的課程皆有 K-12 連貫性的規劃，同時亦設有可參照的課程標準；日本之科技教育僅在中學階段設有「技術」課程，國小及高中皆無技術課程之規劃，故學生在科技教育的學習上較難有良好的銜接。

肆、美日科技教育課程對臺灣之啟示

一、臺灣科技教育之現況

回顧臺灣科技教育之發展，由清末起經歷手工訓練教育期、手工藝教育期、工藝教育期、工業科技素養教育期與科技素養教育期等不同階段之演進（余鑑，2003），其課程名稱由「手工」、「勞作」、「工藝」乃至於「生活科技」。目前臺灣高中之科技教育為「生活科技」課程，國中則為「自然與生活科技」，兩者的重點皆在於培養學生科技素養、了解科技的發展並具有解決問題和設計與製作等能力。其中，「自然與生活科技」領域所強調之國民科學與技術的基本能力，依其屬性和層次，可分八項分段能力指標，並以此作為教材選編、教學實施與評量之依據，其中與科技較為相關的能力指標包含「過程技能」、「科學與技術認知」、「科學與技術本質」、「科技的發展」、「思考智能」、以及「設計與製作」等；生活科技課程之主要內容為「生活科技」（包含：食品、材料、機械應用、家庭用電、訊息與訊息傳播、居住、運輸等次主題），及「設計與發明」（包含：設計與製作、

科技文明等次主題)等兩大主題(教育部,2008)。

高中階段,「生活科技」與家政、資訊科技概論等課程合稱為「生活」領域,其授課方式乃由專業教師分科教學。高中生活科技課程相較於國中階段的課程目標,除了深入科技相關知能外,亦強調引導學生了解科技對社會、環境、文化等的影響,具有生涯試探功能。課程內容分為必修的核心課程以及選修的進階課程,此分類方式乃延續過往由工藝而至科技教育之教學理念與架構,且與國中自然與生活科技領域劃分方式不同。高中必修課程須開設2學分,選修則可開設2至4學分。其中必修核心課程——「科技與生活」認知,旨在強化學生對科技的基本認識,其內容包含科技發展、科技世界、創新設計與製作等單元;進階的選修課程——「科技的範疇」則分為傳播科技、營建科技、製造科技、能源動力與運輸科技等主題,各校得視其師資與設備,選擇適當的課程開課(教育部,2010)。

二、美日科技教育對臺灣科技教育之影響

我國科技教育之思想脈絡,主要師法美國的科技教育規劃,因應二十世紀美國工藝教育理念之興盛,我國於1962年將中學施行有年的「勞作」更名為「工藝」,以強調職業探索、工業社會適應、以及基本工業知能和技能之傳授(余鑑,2003)。1982年,教育部在修訂國民中學課程標準時,將工藝教育轉以培養科技素養為目的,直到1994年進行課程標準修訂,再將「工藝」一科更名為「生活科技」,並與「家政」合併為「家政與生活科技」,其課程以四大科技系統為主要架構,分設有「科技與生活」、「資訊與傳播」、「營建與製造」、「能源與運輸」等四大教學單元。1997年,教育部著手研訂九年一貫課程,並於2001年頒定國民中小學「九年一貫課程暫行綱要」,將「生活科技」與「自然」(含理化、地科、生物)統合為「自然與生活科技」學習領域,而持續實施至今。但現行高中課程綱要之生活科技仍與家政及資訊科技概論合稱為「生活領域」,屬必修科目。

由上述各階段生活科技課程之發展歷程可以看出,生活科技課程目標與內涵之調整,除了呼應當時社會經濟的變化,以及對學生就業或科技能力之要求外,皆受美國科技教育思潮、理念與課程架構的

影響。但在九年一貫實施以後，國中與高中階段對於生活科技課程之定位與實施方式產生很大差異，國中生活科技與自然相關學科整合為「自然與生活科技」，此雖與美國 STEM 科際整合之概念有相呼應之處，但實際上卻使生活科技課程之推動遭遇到更多困難，進而也導致下列困境。

三、臺灣科技教育之困境

因生活科技課程非臺灣升學考試科目，在考試領導教學的文化下，長久以來在落實與推動一直遭遇許多困境，目前臺灣科技教育主要遭遇到的問題如下：

（一）升學主義掛帥，影響正常教學

從美日科技教育課程比較可以發現，重視學科成績的升學主義對於科技教育之影響乃各國共通的問題，尤其臺灣國中階段，生活科技課程之教學時數較過去工藝或家政與生活科技課程更少；在高中因應必修與選修制度，多數學校僅開設最低必修之 2 學分 36 節課。在時數不足的情況下，教師難以將課程綱要之課程內容完整教授（李彩綾，2004；林佳全，2003；謝文斌、耿建興，2003）。最明顯的實例即在《普通高級中學課程暫行綱要》中，生活科技原設有必修（含核心課程、進階課程）及選修兩種課程綱要，但到了正式的《普通高級中學課程綱要》修訂時，選修課程即被刪除，究其原因，即由於各校實際開設生活科技課程之時數不足，選修課開設情況不佳。反觀美日對於科技教育的重視雖受到學科成績與升學壓力之影響，但其授課時數仍遠多於臺灣，因此，提升科技教育在臺灣國中小及高中的重要性與授課時數乃首要的改革方向。

（二）教改腳步過快，配套措施不全

綜觀美日進行教育改革前，必先經過長期且嚴謹的研究與規劃，同時亦會規劃相關支配套措施；反觀臺灣教育改革腳步太快，教育政策變動不定，使得科技教育的課程標準、設備標準、教材內容以及師資培育課程難以隨之調整，亦難以發展完善的配套措施（張智翔、朱益賢，2009；謝文斌、耿建興，2003）。如同在《普通高級中學課程暫行綱要》中，雖設有「科技與工程」、「科技與社會」等選修課程，

但現行科技師資培育課卻較少著墨於工程相關專業知識、以及科技與社會互動因素之探究，導致教師對此課程內容較不熟悉，自然在規劃授課內容時便會偏向於較為專長的科技領域，使得選修課程之立意無法落實。若要改善此問題，需要長期且嚴謹的科技教育理論基礎、課程架構以及內涵等各面向之研究，方能找出真正適用於臺灣的科技教育課程，進而在師資培育及相關設備等配套措施有效配合。

（三）科技教育的角色定位不清

臺灣科技教育的科技常常被界定為「應用科學」，被視為科學的一部分，因而在自然與生活科技學習領域中，生活科技與自然的關係就被視為從屬關係，而非對等的學科（李隆盛，2004；林佳全，2003；謝文斌、耿建興，2003）。此外國中階段將生活科技與自然合併為同一學習領域，但在高中階段卻又將生活科技與家政及資訊科技概論等學科合稱為生活領域，課程規劃之觀點便有所差異，使得課程內容難以銜接。借鑑美日科技教育課程之角色定位，在日本，其對於國中技術課程之角色定位相當明確，乃是以培養生活中科技相關實用技能與知識為主；而在美國準工程及 STEM 課程推動的初期，科技教育雖也同樣面臨角色定位不清的問題，但整體科技教育之目標與宗旨卻未有改變，因此，目前美國也已逐漸釐清科技教育在 STEM 課程中所扮演的角色。

（四）科技教育的資源較為缺乏，課程理念難以落實

我國科技教育缺乏有力的社會團體支持，且家長與學校行政單位對於學科之了解亦不多，在教育現場往往得不到足夠的經費與設備等資源的支持，此外，受限於教學現場之設備與環境，部分生活科技課程之理念並不容易實施，且因現代科技發展過快，使得課程內容變動快速而難以掌握，所需之硬體設備亦往往難以及時更新，導致部分科技活動之設計易與生活應用脫節（李隆盛，2004；林佳全，2003；張智翔、朱益賢，2009）。此亦是各國科技教育的問題，尤其在科技快速發展的現代社會中，此更考驗著教師對於科技新知的學習速度與能力。反觀美國科技教育之推動，除了由國際科技與工程教育學會主導外，亦與航太總署等研究單位合作，使教師能獲得較為專業的協助，此乃值得臺灣科技教育學習之處。

（五）國高中授課情況與課程內容銜接不良

因國中階段未落實生活科技之教學，導致學生進入高中以後科技先備知識不足，教師難以進行教學（李隆盛，2004；林佳全，2003；謝文斌、耿建興，2003）。此外，因應一綱多本的政策及國高中生活科技定位的不同，在教科書的內容方面往往也產生不連貫或內容重複的問題，進而導致課程內容銜接不良。此困境究其原因，雖有部分是升學歷力及教育政策的雙重影響所造成，若想改善此一問題，仍可參考美國科技教育課程的規劃與銜接方式，以美國而言，其 K-12 的課程設計之國小階段多以探索科技世界為主軸，國中階段則以建立基本概念性與程序性知識以及實作技能為主，高中才設有較艱深之工程設計或應用課程。

伍、啟示

本文借鏡美、日新科技教育課程之發展歷程與特色，反思臺灣當前科技教育所遭遇到的困境，並提出以下啟示，提供臺灣未來規劃科技教育之參考：

一、於十二年國教課程改革時做出適當調整

目前臺灣的科技教育定位存在矛盾：國中之科技教育與自然科合為自然與生活科技領域，較偏向 STEM 科際整合取向，但高中科技教育又被歸屬於生活領域，課程內容與日本國中階段之技術教育較為類似，偏強化學生對科技的基本認識，以及探討與日常生活相關的範疇。因此，臺灣之科技教育應重新思考，並釐清其在國高中教育的定位，俾在十二年國教課程改革時適當的調整。

二、建立適用於臺灣之科技教育課程綱要

借鏡於美日的科技教育改革，臺灣之科技教育改革應有計畫的進行科技教育內容、課程綱要及能力指標的相關研究，以建立科技教育發展之基礎。以美國為例，透過美國全民科技教育專案所建立之科技

課程標準，不但廣為多數州政府所採用，亦是STEM課程之重要基礎。此外，在進行任何課程改革前，應評估適合於國家整體情境之課程，如日本每次科技教育課程改革時，均會依據社會現況而有所調整，國家整體教育及課程架構卻不會輕易做大幅度的更動。臺灣科技教育之發展與改革，需要長期且嚴謹的教育改革研究，方能找出真正適用於臺灣的科技課程架構，進而能在師資培育及相關設備等配套措施有效調整。

三、借鏡STEM取向之科技教育課程需考量推動方式

我國國中階段之科技教育已被納入自然與生活科技領域中，高中階段之科技教育亦日漸重視學生創新設計與製作能力，由於此一改革趨勢偏向美國科技教育之走向，故推動STEM取向之科技教育課程成為可行之改革方向之一。但臺灣與美國之社會環境及對科技教育之重視程度有很大差異，以目前臺灣之教育現況與體制來看，反而與日本之教育制度較為接近。日本目前仍將中學的科技教育視為生活應用能力與科技素養教育的一環，而尚未將科技教育推向STEM取向之發展。因此，考量臺灣教育現況，應推動適用於臺灣的STEM取向科技教育課程。

科技教育之主要目的在於培養學生之科技素養，故不應侷限於設計與工程，其他科技對社會環境影響等議題，亦是不可忽略的部分。因此，規劃STEM取向之課程不可偏廢科技課程內涵。析言之，STEM課程應以科技為核心，運用科學、數學為知識基礎，並以問題解決流程及相關技術為手段，達成科技「改善並滿足人類生活需求」之目的。

四、國中科技教育應重視基礎科技知能、設計概念與解決問題能力之培養；高中則可實施分殊和深入之STEM取向課程

依據美國及日本科技教育改革之經驗，科技教育課程的規劃應注重不同階段科技課程之連貫性與整體性。以臺灣科技教育之實施現況來看，國高中科技教育最大的困境即在於無法落實科技課程，使學生在進入高中後科技先備知識嚴重落差。此外，高中的進階課程亦無法

實質開課，在學生程度及教學時數不足的情況下，教師難以實施較為深入的準工程或 STEM 取向課程。為解決此一困境，參照美日兩國之科技課程改革經驗，國中科技教育應培養學生具備基礎的科技知識、實作技能與問題解決能力；如此，高中階段方能依據各校學生程度與特色之實施分殊和深入之 STEM 取向科技教育課程。準此，高中生活科技課程可嘗試與國家研究機構或民間科技產業合作，發展較為專業的 STEM 取向課程，如此，既可減輕教師備課之壓力外，亦能拓展生活科技課程之深度與廣度。

美、日兩國雖同為先進國家，且兩國推動教育改革之目的皆有感於學生學力下降，但其所採取之對應方式卻大不相同。美國採取 STEM 科際整合方式推動課程的改革，日本則採取增加學科內容的扎實度及授課時數。各國之社會、文化不同，應找尋適合自己國家之教育制度與實施方式。因此，臺灣未來科技教育之改革應更審慎，方能使科技教育走出康莊大道。

參考文獻

- 文部科學省（2008）。**中学校學習指導要領**。東京都：作者。
〔Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) (2008). *The course of study for secondary education*. Tokyo: Author.〕
- 文部科學省（2009）。**高等学校學習指導要領**。東京都：作者。
〔Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) (2009). *The course of study for higher education*. Tokyo: Author.〕
- 余鑑（2003）。工藝教育思想的流變。**生活科技教育**，38（8），3-11。
〔Yu, J. (2003). Evolution of industrial arts educational. *Living Technology Education*, 38(8), 3-11.〕
- 李彩綾（2004）。**中德中等學校科技教育課程內涵比較研究**（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。

- [Lee, C. L. (2004). *Comparative studies on technology education curriculum in high schools in Germany and Taiwan* (Unpublished master dissertation). Department of Industrial Technology Education, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung.]
- 李隆盛 (2004)。科技教育的課題與展望。生活科技教育，37 (7)，26-29。[Li, L. S. (2004). Technology education issues and prospects. *Living Technology Education*, 37(7), 26-29.]
- 沈姍姍 (2000)。國際比較教育學。臺北市：正中。[Chen, S. S. (2000). *International comparative education*. Taipei: Cheng Chung.]
- 林佳全 (2003)。從國中科技教育的困境看國小科技教育。生活科技教育，36 (5)，17-23。[Lin, J. C. (2003). From the plight of junior high school technology education to see the technology education of elementary school. *Living Technology Education*, 36(5), 17-23.]
- 林明煌 (2008)。從日本《學習指導要領》修訂探討其教育變革與發展。教育資料集刊，40，49-84。[Lin, M. H. (2008). Educational reform and development in Japan seen from the revision of the curriculum guidelines. *Bulletin of National Institute of Educational Resources and Research*, 40, 49-84.]
- 張玉山 (2011)。科技教育的再思維。生活科技教育，44 (2)，1-3。[Chang, Y. S. (2011). Re-thinking technology education. *Living Technology Education*, 44(2), 1-3.]
- 張智翔、朱益賢 (2009)。萬能小工匠學校和孩子們的對話。生活科技教育，42 (8)，40-55。[Chang, C. H., & Chu, Y. H. (2009). The tinkering school and children's dialogue. *Living Technology Education*, 42(8), 40-55.]
- 教育部 (2008)。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。取自 http://www.edu.tw/files/site_content/B0055/ 自然與生活科技 970917 定稿 (單冊) .doc [Ministry of Education (2010). *General guidelines of grades 1-9 curriculum for elementary and junior high school education: Science and technology learning area*. Retrieved from http://www.edu.tw/files/site_content/B0055/ 自然與

- 生活科技 970917 定稿 (單冊) .doc]
- 教育部 (2010) 。普通高級中學必修科目「生活科技」課程綱要。取自 http://www.edu.tw/files/site_content/B0035/生活科技一必修.pdf [Ministry of Education (2010). *General guidelines of curriculum for senior high school education: living technology*. Retrieved from http://www.edu.tw/files/site_content/B0035/生活科技一必修.pdf]
- 焦正一 (2000) 。日本科技教育課程發展的回顧與啓示。屏東師院學報, 13, 373-402。 [Jiau, J. I. (2000). Technology/industrial arts curriculum development in Japan and it's implement. *Journal of Pingtung Teachers College, 13*, 373-402.]
- 黃文三、張炳煌 (2010) 。比較教育。臺北市：高等教育。 [Huang, W. S., & Chang, P. H. (2010). *Comparative education*. Taipei: Higher Education.]
- 謝文斌、耿建興 (2003) 。從高中課程綱要之修訂脈絡談新生活科技課程：基層教師之觀點。生活科技教育, 36 (8) , 12-28。 [Hsieh, W. P., & Keng, C. H. (2003). From the revised of high school technology curriculum guidelines to investigate the new living technology curriculum: the viewpoint of teachers. *Living Technology Education, 36*(8), 12-28.]
- Access to ITEEA, STEM CTL - EbD Materials (n. d.). Retrieved from http://www.portal.state.pa.us/portal/server.pt/community/technology_education/14635/access_to_iteea%2C_stem_ctl_-_ebd_materials/508431
- American College Test (2006). *Ready for college and ready for work: Same or different?* Iowa City, Iowa: Author.
- Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education, 48*(1), 96-122.
- International Technology and Engineering Educators Association (2011). *ITEEA's 2010-11 STEM education product guide*. Retrieved from <http://www.iteea.org/Publications/productguide.pdf>
- International Technology and Engineering Educators Association (n.d.).

- Engineering by design™ (EbD) a standards-based model program.*
Retrieved from <http://www.iteea.org/EbD/ebd.htm>
- International Technology Education Association (1996). *Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology.* Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology.* Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (2005). *Technological literacy for all: A rationale and structure for the study of technology.* Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering.* Retrieved from <http://www.stem.vt.edu/PowerPoints/Starkweather.pdf>
- International Technology Education Association. (2003). *Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards.* Reston, VA: Author.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. A. (Eds.) (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects.* Washington, DC.: The National Academies Press.
- Lewis, T. (2004). A turn to engineering: The continuing struggle of technology education for legitimization as a school subject. *Journal of Technology Education, 16*(1), 21-39.
- Massachusetts Department of Education (2006). *Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework.* Retrieved from <http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/1006.pdf>
- Moye, J. J., Dugger, W. E., Jr., & Starkweather, K. N. (2012). The status of technology and engineering education in the United States: A fourth report of the findings from the States (2011-12). *Technology and Engineering Teacher, 71*(8), 25-31.
- Murata, S., & Stern, S. (1993). Technology education in Japan. *Journal of*

- Technology Education*, 5(1), 29-37.
- National Center for Education Statistics (2003). *International outcomes of learning in mathematics literacy and problem solving: PISA 2003 results from the US perspective*. Boston, MA: Author.
- National Governors Association (2007). *Building a science, technology, engineering and math agenda*. Retrieved from <http://www.nga.org/Files/pdf/0702INNOVATIONStem.pdf>
- New Hampshire Department of Education (2008). *Technology/engineering education curriculum guide*. Retrieved from <http://www.education.nh.gov/instruction/curriculum/tech/documents/guide.pdf>
- Pennsylvania Department of Education (n.d.). *Academic standards for science and technology and engineering education*. Retrieved from [http://static.pdesas.org/content/documents/Academic_Standards_for_Science_and_Technology_and_Engineering_Education_\(Secondary\).pdf](http://static.pdesas.org/content/documents/Academic_Standards_for_Science_and_Technology_and_Engineering_Education_(Secondary).pdf)
- Project Lead The Way (2012). *Getting started*. Retrieved from http://www.pltw.org/sites/default/files/GettingStarted_2012_0.pdf
- Virginia Department of Education (n.d.). *Technology*. Retrieved from http://www.doe.virginia.gov/instruction/career_technical/technology/index.shtml
- Wicklein, R., Smith, P. C., & Kim, S. J. (2009). Essential concepts of engineering design curriculum in secondary technology education. *Journal of Technology Education*, 20(2), 65-80.