

# 科技與人力教育季刊

109年12月號 專刊

科技領域教材教法的實踐

編輯理念：實踐科技領域的教材教法.....	1
美國 2020 科技與工程素養標準對臺灣科技教育的啟示.....	2-7
STEAM跨領域統整教學的課程示例-以閃爍電路應用設計活動為例.....	8-26
生活科技之素養導向教學評量.....	27-36
你今天動手做了嗎?生活科技課程的「教」與「學」.....	37-41
科技領域能源與動力議題教學在師培大學的實踐.....	42-48
從特徵量學習人工智慧概念.....	49-57
國小二年級運算思維教學實例與成效分析，以 code.org 為例.....	58-71
中學資訊科技教材教法設計剖析.....	72-75
桌遊輔助資訊教學的教學設計-以「Robot City 機器人蓋城市 v2」為例.....	76-83

## 實踐科技領域的教材教法

張玉山

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

我們知道，工業 4.0 和人工智慧 AI 的時代已經到了。從國家整體來看，是否投入 AI 發展，將影響國家 2035 年 GDP 的 2-3 倍。對國家經濟實力和國民生活品質的影響，非常大。根據牛津大學的研究，未來十年內，將近一半的工作可能被機器取代。未來在生活和工作上面，人工智慧 AI 就是我們最重要的夥伴。所以，學習 AI 是很重要的，而且要馬上就全力投入 AI 學習。

十二年國民基本教育本於全人教育的精神，以「自發」、「互動」、「共好」(合稱「自動好」)。108 課綱以「核心素養」作為課程發展的主軸，「核心素養」是指一個人為了適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。科技領域課程則強調「運算思維」與「設計思考」等科技素養。培養設計與製作的實作知能，以及創意思考與問題解決等高層次思考的能力。

因此，在科技高度發展的社會中，要達到設計思考與運算思維等科技素養的培養，除了課綱所提陳的課程之外，還必須有適合的教材教法與教學策略來落實。不管是素養導向、專題式學習、多元評量、跨域課程、STEM/STEAM 課程、體驗探究學習等，都受到相當大的重視。本專刊是教育部中小學科技領域教學研究中心的計畫成果之一，針對新課綱科技領綱的落實，以教育部出版的科技領域教材教法一書為基礎，做進階推動經驗的探討，內容包含生活科技與資訊科技的寶貴教學經驗，對科技領綱的落實非常有價值。

## 美國 2020 科技與工程素養標準對臺灣科技教育的啟示

范斯淳

國立高雄師範大學工業科技教育學系

### 壹、前言

因應十二年國教課程綱要推動，由教育部總策劃之分科教材教法專書編輯計畫，自 2020 年起陸續出版了「素養導向系列叢書」，其中「中學生活科技教材教法」專書，提供了生活科技現場教師及師培生，拓展生活科技課程設計與教學實踐認知的管道，無論是生活科技課程的設計理念、課程的學習重點、跨學科知識的教學與評量、以及科技教室的規劃等，在書中各章均有具體的說明。在書中，第四章之內容，針對美、英、日等國的科技教育課程理念、架構與內容作了概要的介紹，亦比較了三種不同體系的科技教育樣貌（范斯淳，2020）。

然而，同樣在 2020 年，美國國際科技與工程教育人員學會（International Technology and Engineering Educators Association [ITEEA]）公布了最新的《科技與工程素養標準：界定科技與工程在 STEM 教育中的角色》（Standards for Technological and Engineering Literacy: Defining the Role of Technology and Engineering in STEM Education [STEL]）。這套新素養指標的出版，對美國未來之科技教育發展取向具有指標性的意涵；對於世界各國而言，亦具有重要的參考價值。然而因教材教法專書編輯與出版時間較 STEL 來得早，故書中未能納入 STEL 的介紹。有鑑於此，期望透過本文之簡介，能幫助國內的生活科技教師及師培生，對於這套素養指標能有初步的認識。

### 貳、美國 2020 科技與工程素養標準（STEL）簡介

ITEA（2000）所出版之《科技素養的標準：學習科技的內容》（Standards for technological literacy: Content for the study of technology [STL]），強調以培育科技素養為核心目標之科技教育，並提供了一套學習科技的架構。此一架構，亦成為臺灣近代「生活科技」教育推動的重要參考依據。而延續 STL 所扮演的角色，ITEEA（2020a）公布之 STEL 同樣描述了現代公民

在養成高水準的科技與工程素養時，應實踐的方法及應該具備的知識，以及學習可採用的方法。在 STEL 當中，對於素養之陳述由「科技素養」轉變「科技與工程素養」，其定義為：「瞭解、使用及評估藉由科技與工程活動所產生之人為環境（human-designed environment）的能力（ITEEA, 2020a）。」更深入來看，科技被定義為「透過人造產物、系統及程序對於自然環境的修改，用以滿足需求與欲望」；工程則被定義為「運用科學原理及數學推理，來優化科技，使其能滿足被賦予之限制與標準所定義的需求（ITEEA, 2020a）。」換言之，STEL 同樣強調素養教育的重要性，然而其更明確的界定了工程所扮演的角色。

具體而言，STEL 涵蓋了三個主要的構面，包含：(1)核心學科標準（Core Disciplinary Standards）；(2)科技與工程實踐（Technology and Engineering Practices）；及(3)科技與工程情境（Technology and Engineering Contexts）（ITEEA, 2020a）。如圖 1 所示，「核心學科標準」列出了在多數科技與工程領域之中共通的資訊、概念及程序，形成學生於不同學習階段應學習並具備的基礎內容知識與技能。「科技與工程情境」則與過去 STL 當中「設計的世界（Designed World）」所扮演的角色類似，描述了在當代科技與工程領域重要的情境脈絡或議題，可作為專題內容、應用範疇或學科主題，但並非是特定的課程。而「科技與工程實踐」則是介於核心標準與科技與工程情境之間，是解決各項科技與工程問題過程中不可或缺的關鍵能力；換言之，是在不同的情境脈絡中，得以成功應用核心學科知能之關鍵態度、特質與實踐能力（ITEEA, 2020a）。

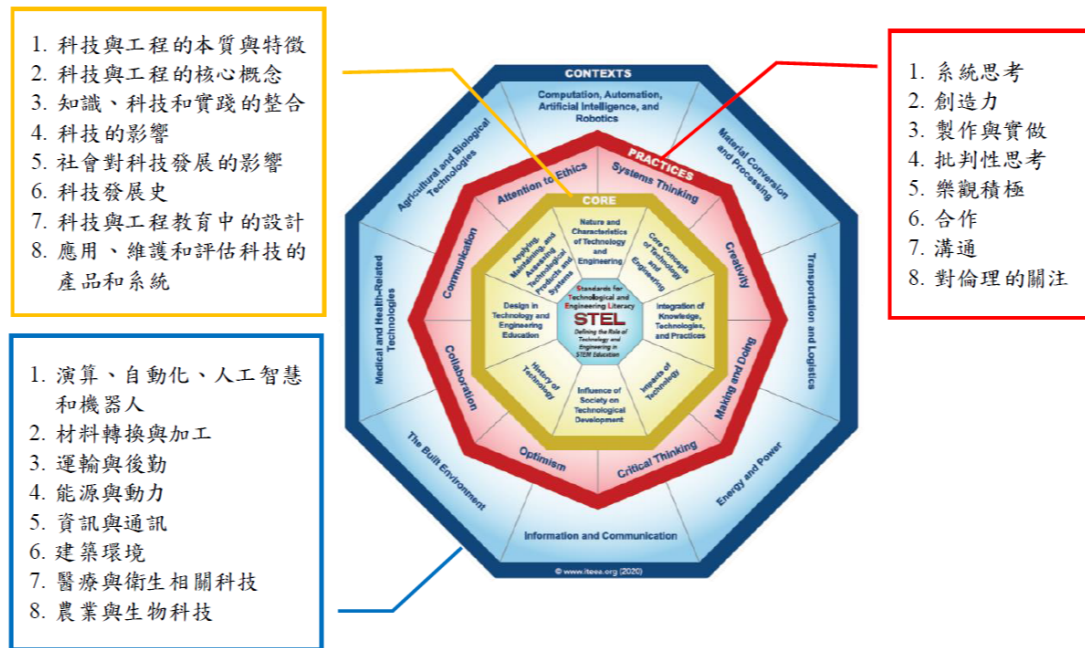


圖 1 STEL 架構圖

資料來源：ITEEA (2020a)

深入來看，如同 STL 所採取的設計方式，STEL 在三個構面之中，亦進一步針對 PreK-2、3-5、6-8 及 9-12 年級等學習階段提出更為具體之表現基準、期望指標及學習內容建議。各構面之內涵簡介如下：

### 一、核心學科標準 (Core Disciplinary Standards)

在「核心學科標準」方面，八項標準內共包含了 142 項表現基準 (benchmarks)，詳述了各階段學生應具備的知識與技能，而在各項標準之中，皆有構成該項標準的關鍵概念。具體而言，(1)「科技與工程的本質與特徵」的關鍵概念著重於理解、使用、評估和創造科技產品、系統及思考方式的知識與能力；(2)「科技與工程的核心概念」的關鍵概念著重於探討科技系統的組成要素及內涵 (如：資源的輸入、處理程序、輸出結果的權衡、最佳化、以及系統的控制等)；(3)「知識、科技和實踐的整合」則探討科技與工程與其他領域之交流及互相影響 (ITEEA, 2020a)。

另一方面，(4)「科技的影響」聚焦於瞭解科技與工程對社會及環境帶來的正負面影響(如：資源浪費及非再生資源使用的影響、永續發展資源的運用、以及個人行為的改變對社會文化及環境的影響等)；(5)「社會對科技發展的影響」探討社會當中的需求與欲望及價值觀改變對科技發展的影響；(6)「科技發展史」著重於探討科技在歷史發展的關鍵時代與事件 (如文藝

復興) 中的正負面影響 (ITEEA, 2020a)。

此外, (7)「科技與工程教育中的設計」強調設計是人類活動的基礎, 在設計活動中往往沒有唯一的正確解答, 科技與工程中的設計可透過設計的程序, 不斷地被改善與提升, 然而在工程設計中, 設計與最佳化的歷程必須符合條件與限制的約束。(8)「應用、維護和評估科技的產品和系統」強調, 具備科技素養的人可以更適切的選用科技, 在做決策之前, 可以依據資料的蒐集與分析做出客觀的判斷; 而對於科技產品、系統與程序的保養維護是使其能持續正常運作的關鍵 (ITEEA, 2020a)。

## 二、科技與工程實踐 (Technology and Engineering Practices)

「科技與工程實踐」是一套以學生為中心, 有助於其在不同的情境脈絡中, 成功的應用核心學科知能之態度、能力與特質。其內容包含 (ITEEA, 2020a): (1)系統思考、(2)創造力、(3)製作與實做 (Making and Doing)、(4)批判性思考、(5)樂觀積極 (Optimism)、(6)合作、(7)溝通、(8)對倫理的關注。

除了過去科技教育所重視之系統思考、創造力、批判思考能力及溝通合作等能力外, 在 STEL 當中特別強調了「製作與實做」及「樂觀積極」這兩項實踐的特質。其中,「製作與實做」是科技與工程教育的核心, 亦是與其他學科最大的差異, 在製作與實做的歷程中, 學生可使用電腦軟體、工具及機具或其他方法, 藉由設計、建模、建造和使用科技產品與系統, 進行動態的學習。而「樂觀積極」所強調的則是一種正向的態度, 相信在所有挑戰中都可以找到機會, 致力於透過實驗、建模和調適以針對科技問題找出最佳的解決方案, 並能堅持實踐 (ITEEA, 2020a)。

## 三、科技與工程情境 (Technology and Engineering Contexts)

「科技與工程情境」是由廣泛的科技與工程領域當中聚焦而成的八項領域, 可以作為教學單元規劃及專題導向課程設計的參考依據。其內容包含 (ITEEA, 2020a): (1)演算、自動化、人工智慧和機器人; (2)材料轉換與加工; (3)運輸與後勤; (4)能源與動力; (5)資訊與通訊; (6)建築環境; (7)醫療與衛生相關科技; (8)農業與生物科技等範疇。對照 STL 當中「設計的世界」可發現, 其分類概念雖基本相近、但更為聚焦, 並新增了「演算、自動化、人工智慧和機

器人」此一範疇。

深入來看，科技與工程情境之敘述除了說明各領域所涵蓋的重點外，亦針對不同學習階段提供學習活動之建議，並具體說明了各項科技與工程情境中，如何連結核心學科標準及科技與工程實踐。以「能源與動力」為例，在 STEL 當中，七年級之能源與動力課程建議連結核心學科標準中「科技與工程教育中的設計」之子項目「辨識及應用設計中的人為因素，創造問題的解決方案」以及科技與工程實踐中的「創造力」；引導學生以團隊合作的方式，規劃並創造一個能源或動力相關的模型，使其在一個不常見的情境中、解決多數中學生經常面臨的問題（如身處在海上或沙漠中，必須為通訊設備充電）(ITEEA, 2020a)。

而在 8 年級的課程，則建議可連結核心學科標準中「社會對科技發展的影響」之子項目「分析發明與創新如何被歷史脈絡所影響」以及科技與工程實踐中「對倫理的關注」；針對離網（off-grid）房屋的設計進行研究，探討經濟、政策、文化、環境對其設計的影響，進而分析替代能源的方案、暖氣、冷氣與使用水的供應、建築材料、能源及食物取得等議題，並製作房屋模型進行簡報 (ITEEA, 2020a)。換言之，以科技與工程情境為引，可向內連結核心學科標準之內涵，並於過程中學習應用科技與工程的實踐。

### 參、與十二年國教科技領域/生活科技課程綱要之呼應與反思

深入來看，STEL 的改變回應了近代科技教育的發展趨勢，強調工程所扮演的角色及重要性，並試圖釐清科技與工程教育於 STEM 教育中的定位。在 STEL 當中提到，科技與工程是複雜且不斷快速發展的；因此，教師應聚焦於引導學生投入在科技與工程情境中的「認識、思考與實做 (Knowing, thinking, and doing)」，而非僅耗費時間講解發散零碎的知識。「認識」包含蒐集與組織資料，瞭解理論與實務的關連性；「思考」包含透過提問理解訊息裡的意涵、分析及決策；而「實做」則包含設計、製作/建造、生產及評估 (ITEEA, 2020b)。此一理念，與十二年國教科技領域/生活科技當中「做、用、想」的概念具有異曲同工之妙。此外，由前述簡介亦可發現，STEL 在核心學科標準及科技與工程實踐當中所強調的內容，亦與科技領域/生活科技課綱的學習重點多有呼應，由此可見，此應為當代科技教育發展的學科典範與重要趨勢。

然而，由 STEL 反思我國科技領域/生活科技課綱之內涵，亦可發現國內之科技教育目前尚缺乏對於生物、醫療相關科技領域的關注；此外，目前我國生活科技課程在專題情境的設計上，與真實世界中的科技與工程問題（議題）之連結性亦較為薄弱，進而較難深入連結科技本質和科技與社會的探討。由此來看，STEL 之科技與工程情境明確提出八項當代重要的科技發展領域與議題，並對不同學習階段提出具體的教學建議，其對於真實科技問題（議題）在教學上的轉化及引導，以及對於核心學科知識、能力與實踐的連結，可作為生活科技教師教材設計的重要參考，並有助於深化學習經驗的建構。

## 肆、結語

從 STL 的出版到 STEL 公布，相隔了 20 年的時間，這段期間國內之科技教育亦歷經了許多的改革與轉變。在十二年國教課綱實施的同時，除了應深入理解科技領域課綱之理念與學習重點外，亦應掌握國際科技教育發展趨勢。透過本文之簡介，期待能幫助現職生活科技教師及師資生對於 STEL 有初步的瞭解，然而，更希望讀者在閱讀本文後，能主動深入探討 STEL 內涵，相信應能對於未來生活科技教學之規劃與實踐有具體的幫助。

## 伍、參考文獻

范斯淳 (2020)。第四章 美、英、日科技教育課程理念、架構與內容。載於游光昭 (主編)，*素養導向系列叢書：中學生活科技教材教法* (頁 53-71)。臺北：教育部。

International Technology Education Association. (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: Author.

International Technology and Engineering Educators Association [ITEEA]. (2020a). *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education*. <https://www.iteea.org/STEL.aspx>

International Technology and Engineering Educators Association [ITEEA]. (2020b). *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education (Executive Summary)*. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=168785&v=fb52b0c8>



## STEAM 跨領域統整教學的課程示例-以閃爍電路應用設計活動為例

高靖岳

新北市立永和國民中學

### 壹、 背景

依據我國 12 年國教科技領域課綱的基本理念，強化學生的動手實作與跨學科知識整合運用，是課程研修的重點。STEM 跨領域統整教學，也是藉由動手實作中，在學習個體本身手腦並用的「做、用、想」，而從經驗與新知中締造知識連結，在科技活動當中，與科學、工程、數學的知識連結較為明確，而能形成跨越學科界線的教學策略，但依照學科屬性與活動設計不同，所解釋的 STEM 跨領域課程也略有差異。當結合了以人為本的設計思考活動( design thinking )，也考慮了人文、藝術、美感的層次，由象徵「主幹」的「STEM」擴展為「有動力與溫度的蒸汽」—「STEAM」，希望在學習解決問題且能創造溫暖打動人心的產出。科技課程不僅是設計創作活動，而且是依據課綱指引的科技教育重點，結合到學生真實生活的情境與問題，以合適學生學習脈絡的教材，以及配合學生特質與學校條件選擇適切的教學方法，達成中學階段學生獲得科技素養的正式課程。

因此，在規劃跨科技領域的統整教學活動與課程時，亦需參考科技課程綱要內涵，並重教材選擇與教學策略選擇，依照學習表現擬定評量方法以確認跨領域教學活動也能夠提供學生知識、技能、態度與統合能力的學習與自我反思的機會。

### 貳、 STEAM 跨領域教學

近年來，STEM 跨領域課程特別受到各學科與各國教育重視(林坤誼，2018;張玉山、楊雅茹，2014)，主要的原因是產業上所需要的科學、科技與工程的創新人才不足，從高等教育著手調整人力資源結構，而後將 K-12 也納入，希望大家多重視科學、科技、工程與數學科目，以培養這些科目相關的專業人才，之後，教育家發展整合式的 STEM 教育，將四個獨立科目中某些元素結合，用另外一個縮寫 iSTEM 更強調整合的課程而有別於僅強調這四個科目(de

Vries,2019)。

由於 STEM 跨領域課程或教學能培養問題解決、批判思考、合作學習等未來關鍵能力 (Soros, Ponkham, & Ekkapim,2018;Siregar,Y.E.Y.,Rachmadtullah,Pohan & Zulela,2019), 受到世界各國的重視, 也成為熱門的教育議題, 然而, 部分社會科學研究認為, STEM 課程在學科屬性偏向理科與工程特質, 跨域人才培育上需要更全面的思考, 而有倡議加入博雅( liberal arts )的想法, 包含: 歷史、文化、藝術、設計、人文、社會研究等元素, 更強調以學生為學習中心的教育理念, 進而提倡 STEAM(Miller & Knezek,2013;Lewis,2015; Connor,Karmokar&Whittington,2015)。而從人類器物發展的觀點看, 人類並不僅滿足於能解決問題, 因此, 器物的型態因為美的需求而進化演變, 例如: 人類使用陶器已經有很長的歷史, 然而現代陶器的形式, 與過往有很大的改變; 同樣的觀點在人類建築上, 不僅要能安全與遮風避雨, 還要在感官上的舒適, 甚至要挑戰世界最高大樓或最長橋梁的人為意志與美感表現。

另一方面的觀點, 科技教育源自於工藝教育(industrial arts), 除了產業技術, 科技(technology)的內涵更包括了科技與社會、設計與製作, 科技造就的文明進展、文化傳遞、藝術型態與制度, 因此, 牽涉到的人文思考層次更顯得重要。例如: 汽車產業不只是讓做出能動的載具, 建築師也不只是有蓋房子就好, 就連防疫口罩都衍伸出配色與花樣。科技的本質除了是解決問題, 更要滿足人類的欲求 (ITEA,1996)。

然而, 當 1990 年代, 美國的工藝教育轉換為科技教育, 從工業技術的學習重點, 轉換培育科技素養的一般學科, 更強調科技知識體以及理解科技對社會文化的影響與衝擊(余鑑, 2003)。在眾多科技課程的教學取向中, 其中就提供了科際整合(Interdisciplinary)的方法( Kemp & Schwaller,1988 )。科技教育是學校課程中一門具有整合許多相關科目知識特質的科目 (Zuga,1988), 科技教育教學需要許多科目的知識, 當科技教師開始從跨科目整合的觀點教學, 能致使科技教師與其他教師建立合作工作關係並且增進學校教師社群對於科技教育的覺知。我國科技教育思潮受到美國科技課程影響較深, 很早就提出科技素養的概念, 並著重問題解決能力的培養 (方崇雄, 1998;李隆盛, 2004;朱曜明, 2004), 在九年一貫課程中, 提倡以培養能力導向的主題式課程 (李隆盛, 1999; 蔡福興, 2001), 以當時的教學活動為例: 營建科技活動—橋樑結構, 知識內容上就是靜力學概念; 傳播科技活動—閃爍燈, 知識內容就

是電子學；設計與製作－工程製圖中所學到的，也是數學幾何的基礎。因此，在九年一貫時代的科技課程活動中，能與數學、科學橫向聯繫、知識水平遷移的特性。

而十二年國教科技領域綱要所訂定的生活科技學習內容，所涵蓋的向度不僅止於技術能力與知識體的連結，對於學生未來生活中可能面臨到的社會現象與科技問題，透過專題導向學習，強化學生的動手實作及跨學科，如科學、科技、工程、數學等知識整合運用的能力（教育部，2018），以具體的專題設計活動培養學生技術、邏輯、思辨、創新與正確的科技態度，課程目標涵育了探索、創造性思考、邏輯與運算思維、批判性思考、問題解決等高層次思考的能力培養（教育部，2018）與目的培養廣博達的智慧的博雅教育相互呼應。博雅教育透過基礎人文學科與自然科學的教導，使受教者具備良好的表達、推理、反省能力，以及對抽象藝術形式的感受能力（江宜樺，2005）。

課綱訂定的科技領域的學習內容包含：科技的本質與演進、科技系統的運作、科技產業與其發展趨勢、科技科學與工程的關係、設計/工程設計/解決問題流程、製圖與識圖、材料選用及常用機具操作、了解科技與社會、理解環境的互動關係及影響、以及新興科技議題，學習整合應用科學、科技、工程與數學等學科知識，使其能實踐創意構想，解決生活中的科技問題（教育部，2018）。從中培養學生學習科技知識、態度、操作技能與實作統合能力。除了注重技術也培養學生看待科技世界的視野，並透過實務的專題應用整合跨學科知識，實踐設計與製作，以有效的溝通與合作發揮創意表現，養成正確的科技態度。因此，在科技教育課程中運用 STEM/STEAM 的跨領域教學設計應是重點也是與先進國家教育銜接的亮點，例如：美國的 STEM/STEAM 教學設計或方法，多採用問題或專案導向的 PBL、DT(design thinking)、創客自造者方案活動，以及主題跨領域的統整課程教學設計（湯維玲，2019）。

美國紐約州整合數學、科學與科技三個學門，提出三種 MST 參考模式（游光昭、林坤誼，2004）：TMS 模式，透過單一學科的統整，由科技教師在科技課程提及關聯的數學與科學知識，又稱為 T-MS 關聯式統整模式（林坤誼，2020）；M+S+T+(MST)統整模式，由各科教師合作發展科際整合課程，選擇一個主題可整合相關知識，並透過動手活動實踐理論與實務達成整合學習目標，或稱為科際統整模式，在高中階段強調工程設計，因此能將之融入為 STEM 科際統整模式；MST 跨領域統整模式，焦點從科目教師的教學翻轉為學習者本身的學習統整，

科目的界線極為淡化，學習的重點是統整的知識體系（林坤誼，2020），因此跨領域統整教學的方法多以工程專題，在其中科學、科技、工程、數學分別扮演相互支援補位的角色，例如：FRC 機器人專題，對於機器人在設計上的材料力學、運動學、流體力學等都是科學的知識與經驗，當遇到的機器運作上的困難也需要用科學的方法分析解釋，機器人運作的元件、機構相關的選擇、裝配、測試、改造都需要科技的方法，而工程是處理競賽條件下調校機器運轉最佳狀態的連續流程，最後所有的數據紀錄、測試紀錄、圖表分析、經費支出控管都是以數學統計為基礎，並支援科學與工程分析上的計算應用。

在科學方面，Dare, Ring, & Roehrig (2019) 針對 37 位參與研習的科學教師訪談，找出 Ring, Dare, Crotty, & Roehrig(2017)提出 STEM 課程的八種模式中，科學教師嚮往的 STEM 模式程度調查，最高的分為：真實世界問題解決、以科學為主脈絡、整合學科課程；中等的則有：以工程設計程序為脈絡、科學與工程設計程序為脈絡、工程做為脈絡；最低的則是：STEM 為各自獨立的課程縮寫詞、STEM 學科有關聯。從中可得知，科學教師對於真實世界問題、整合學科課程或以科學作為主要脈絡連結其他領域知識的跨域認同度最高。與張玉山(2018)提出的 STEAM maker 課程模式內涵是相呼應的，教師各自專業背景不同有機會發展合作專案對於教育深度與廣度能有機會兼顧，提出四類的整合課程方法：(一)單元式融入，把實作活動融入到各科的教學，透過動手做探究學科學習。(二)跨科聯絡式教學，把相關概念連結，在科技教學中提示到其他科目關聯概念或知識，例如：在示範教學砂磨能提醒學生摩擦力的概念；在用電安全課程中提醒關於導體絕緣體的概念或電子軌域概念。(三)多科統整，以共同的主題的單元教學，讓多個科目分配教學活動，例如：花燈課程，科技課操作銲接與電路元件連接技能，視覺藝術指導燈具藝術技法。(四)主題式課程，以大主題單元活動，作為各科教材設計為主軸，通常結合真實世界的情境問題，例如：潔能省電，結合到閱讀教育、國內外議題的文本選讀、科學能源知識、新科技能源知識與活動、社會地理環境變遷、童軍體驗教育、公民思辨討論、環保教育行動準則討論等。讓學生進行主動的、深度的、應用的、整合的學習（張玉山，2018）。

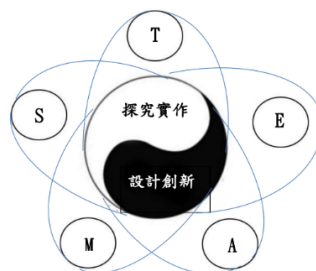


圖 1 STEAM Maker 課程理念 (張玉山, 2018)

依照科技教育教學活動目標設定採用 STEM 或 STEAM 的跨領域知識內涵，實務上，對於理型結構問題導向的學習活動適合採用 STEM 的知識，例如：機械人、液壓手臂、線控車、投石機等模擬救援物資運送的問題解決專題活動，裡頭牽涉到的應用科學與工程技術；而牽涉到社會文化方面的產品設計，例如：燈具設計、機構玩具設計、製造科技產品開發等強調需求定義與設計思考的原型產出，可採用 STEAM 跨領域應用連結，以提示學習著重人文關懷與藝術層次的創作思考。或者採用 STEAM Maker 的理念，依照實際授課條件，尋求適當的跨科合作對象並研發可行課程。

以下將以筆者參考《中學生活科技教材教法》設計九年級生活科技課程—閃爍電路應用設計活動，作示例說明。

### 參、 STEAM maker 多科統整教學範例

在十二年國民基本教育科技領域課程綱要中，工程設計的內涵在高中階段，若要在國民中學階段實施跨領域教學可參考 MST 模式或 STEAM maker 選擇適合結合的知識內容。範例以科技教師與視覺藝術教師協同教學，在「閃爍電路應用設計活動」中，以兩科目統整分配教學內容。

#### 一、 活動情境安排與課程設定

課程時間安排在上學期，以世界活動—聖誕節或元宵節花燈為由，導引學生創作符合佳節情境的燈具產品設計。並說明由兩個科目課程進行製作，科技課程以閃爍電路、開關迴路、電力規劃等電與控制內容為主，視覺藝術課程則以設計思考、生活美感與表現技法做科技與藝術的結合，科技本身的內容有涵蓋到應用科學，則另以單元式融入的方法連結科學的知識學習，也能由單一科技教師以單元式融入的方法將科學與藝術融入課程活動中。

## 二、 核心素養與學習重點說明

教學活動必須對應到課綱的規劃，因此，跨領域統整分配教學，需要涵蓋到所有科目的課綱內容，如表 1 所示：

表 1

本單元活動核心素養與學習重點列表

核心素養	學習表現	學習內容
科-J-A2 運用科技工具，理解與歸納問題，進而提出簡易的解決之道。	設 k-IV-4 能選擇、分析與運用科技產品的基本知識。	生 N-IV-3 科技與科學的關係 生 A-IV-5 日常科技產品的電與控制
科-J-B3 了解美感應用於科技的特質，並進行科技創作與分享。	設 s-IV-2 能運用基本工具進行材料處理與組裝。 設 c-IV-2 能在實作活動中展現創新思考的能力。	應用 生 P-IV-7 產品的設計與發展
藝-J-B3 善用多元感官，探索理解藝術與生活的關聯，以展現美感意識。	視 3-IV-3 能應用設計思考及藝術知能，因應生活情境尋求解決方案。	視 P-IV-3 設計思考、生活美感。

## 三、 課程活動學習內容架構

依據課綱的學習內容，規劃課程活動的架構，依照協同科目所安排的學習內容，討論細部的課程順序，依照此架構編寫或選擇適當的教材與學習單，編寫教材需要考慮到學生年級知識與技能經驗，依據學生先備知識適當給予前導組織教材，以及適當的學習任務，使學生成為主動的學習者。

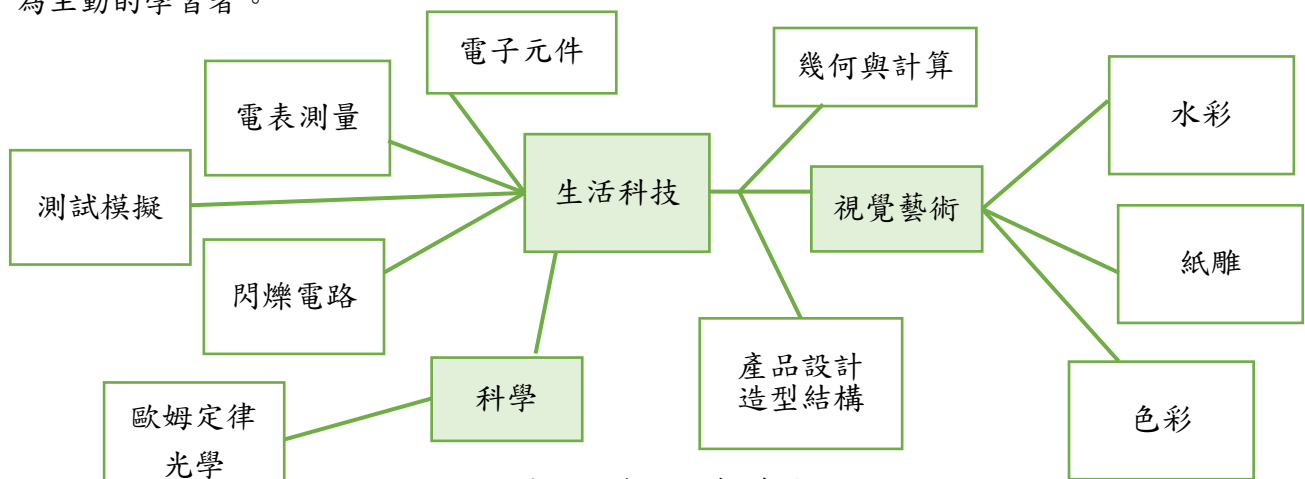


圖 2 活動課程架構圖

#### 四、學習對象與教學時數

對應到科技與藝術課綱內涵，科技領域課綱明確訂定年級學習內容，依照科技領域年級分劃，屬於九年級課程的學習活動，能結合到藝術領域視覺藝術的生活美感、環境藝術等，因此，學習對象為國中生九年級，教學時數依照分劃的學習架構脈絡，共 12 節課(或安排 6 週，分科技、視覺藝術協同進行)，以 2~3 人小組進行專題式學習。

#### 五、工具與材料表

教學活動使用工具設備與材料表如下：

表 2

本單元活動工具表

項目名稱	數量	規格	用途
線鋸機	1	不限	鋸切或鏤空製作燈具結構零件。
鑽床	1	1/2HP	鑽孔
砂帶砂盤機	1	不限	修整材料端面形狀
分度規	1	不限	規劃組合的剖面投影線需要精準畫線
直角規	1	不限	檢查材料或畫出垂直線
手電鑽	1	不限	對於無法上鑽床的工件鑽孔使用
電烙鐵	1	40W	電子銲接工具
吸錫器	1	不限	電子銲接工具
熱融膠槍	1	60W	異材質材料黏合、以熔膠防止電路板短路
斜口鉗	1	4吋	電線剪斷與剝除工具
尖嘴鉗	1	4吋	夾持工具
氣動釘槍	1	F30	釘接，木材結構黏合待乾的臨時補強
三用電錶	1	數位	測量電路電壓電流與檢測元件使用
空壓機	1	2HP	配合氣動工具，例如：釘槍、砂磨機

表 3

本單元活動材料表

名稱	規格/尺寸	數量	用途
銅絲燈	2m 20 燈	1	發光二極體材料
閃爍電路材料包		1	設計製作用,內有印刷電路板、LEDx2、33Ωx2、47kΩx2、47uFx2、C1815x2
電阻器零件包	1/4w 1~10kΩ	若干	實驗測試用,讓學生嘗試更換電阻對於閃爍頻率與保護燈絲的電阻值。
電解電容器零件包	16V 22~1000uF	若干	實驗測試用,改變電容器改變閃爍的頻率。

二段開關	13mm X 20mm 6A 250V/10A 120V	1	切換不同迴路使用的開關。
USB 插座	Type B female	1	USB 插座材料
紅黑多芯導線	AWG #24 100cm	2	連接迴路的導線
USB 電源線	Type A-B male	1	USB 電纜,電腦周邊的连接線,例如:印表機連接線
白木板	600mm x100mm x10mm	1	結構用材料
白木線條板	600mm x 30mm X 10mm	1	結構用材料
密集板	200mm x 300mm x 3mm	1	結構用材料
其他造型材料	不限		

## 六、 教學規劃流程

在國中階段的科技教育課程，多運用科技問題解決流程進行教學或以設計思考步驟導引學生探討產品需求，再介入設計製作的學習安排。在設計製作前，先形成活動知識體與儀器操作技能等的通用知識，可藉由實驗探究基本知識。實際課程操作上，先了解學生過往學習經驗，彈性調整教學流程與細項內容。

此外，在進行多科統整教學需界定學習內容分工，生活科技的「生 P-IV-7 產品的設計與發展」適合與視覺藝術的「視 P-IV-3 設計思考、生活美感」連結，生活科技著重產品設計的機能、結構、操作等，造型構圖、色彩、光線等可由視覺藝術課程執行，多科統整教學執行前需思考課程順序或設計協同教學實施。在產品設計的機能操作內涵應以「生 A-IV-5 日常科技產品的電與控制應用」為主，因此，在教學上應著重培養學生學習電路控制應用的知識技能，例如：電子元件的原理、實際規格與單位辨認、電路接線實作技術、電路控制運作知識內涵等，並非僅依說明書組裝。建議的教學規劃流程如下：

### (一) 跨科聯絡式教學 (生活科技)

如圖 3，本單元在九年級科技應用內涵中，教學重點以「電與控制」為主軸，並安排適當的實作活動為學習方法，因此，以產品設計製作為實作活動題幹，導引學生設計思考，藉下圖說明教學流程，過程中，教師依照學生所具備的技術與知識導引每個步驟的學習，需要具備的通用知識與技能可透過探究實驗或示範教學的方式讓學生理解並透過練習精熟與掌握製



作技術，本活動安排在九年級也是基於學生在七八年級課程中應具備了材料加工的技術並且對於「機構與結構」、「能源與動力」具備基本的知識，在此基礎上繼續發展學習「電與控制」的課程，此外，工程設計雖是高中科技的學習方法，但國中階段可利用分析模擬軟體進行「試誤學習」，重點在於科學計算合理範圍內的試誤，且能避免儀器與材料測試的過度毀損，這也屬於科學方法與科技應用的學習範疇。

透過生活科技進行跨科聯絡式教學，並非由生活科技來傳授跨科知識，而是透過學生專題活動中，相關的知識內容的提示與應用，例如，在學習三用電表的操作，測量電壓的並聯方式與測量電流的串聯方式，與科學實驗中的電壓伏特計、電流安培計是一樣的使用方法；學生在設計規劃出多邊形角椎角柱的立體造型，在組裝上就須提及與數學幾何相關的角度計算，並且透過科技工具輔助加工裁切，適度讓學生像建築師、工程師、設計師創作一樣，運用基礎學科知識設計製作，而非大家都依照教師指示的代工作業練習。

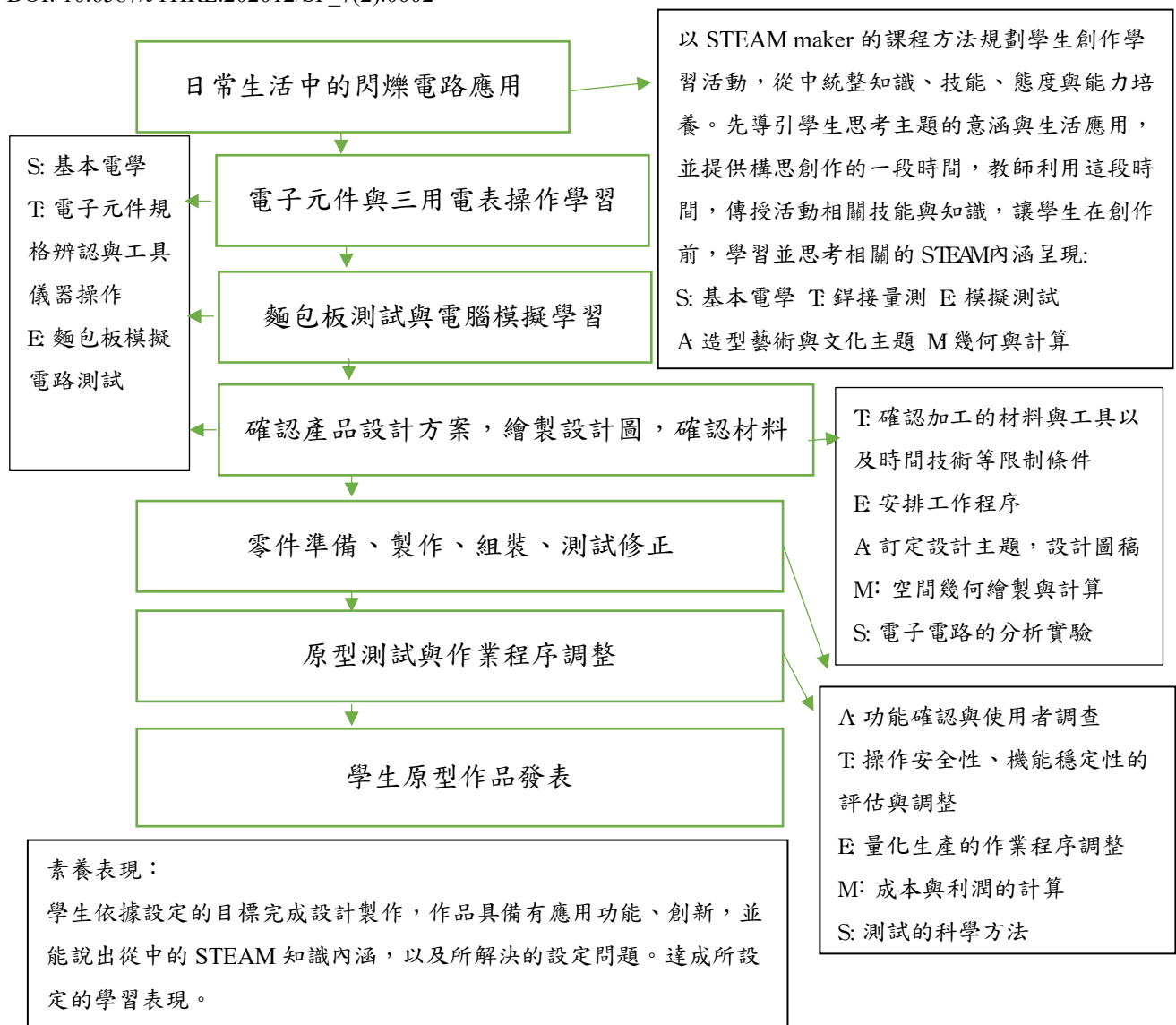


圖 3 跨科聯絡式教學流程

表 4

聯絡式教學進度建議表

節次	課程進度	教材教法或學習活動
1~2	1. 日常生活中的閃爍電路 2. 電子元件介紹 3. 三用電表操作	1. 教師講述提問，讓學生腦力激盪或以心智圖法探究自身的生活經驗，思考閃爍電路在日常生活中的應用。 2. 教師講述介紹閃爍電路中的電子元件的特色與符號，並教導學生學習使用三用電表測量電子元件與電路導通的方法。 3. STEAM 內涵: S:基本電學 T:銲接量測 E:模擬測試

		A:造型藝術與文化主題 M:幾何與計算
3~4	1. 認識電路圖 2. 麵包板接線模擬 3. 電腦輔助設計的介紹	1. 採用示範教學法，一步一步帶領學生入門使用麵包板接線以及學習對照電子電路圖完成接線作業。 2. 透過精熟策略，可安排實作測驗確認學生學習成效。 3. 利用電腦軟體模擬電路運作的效果，並說明印刷電路板的作業流程，確認零件規格。 4. STEAM 內涵: S:基本電學 T:銲接量測 E:模擬測試 M:幾何與計算
5	電子電路銲接技術與測試修正	1. 採用示範教學法，帶領學生完成銲接電路板、USB 導線。 2. 測試修正電路板閃爍功能。 3. STEAM 內涵: T:銲接量測
6	設計前置作業	1.採用設計或科技問題解決方法，以節慶布置為主題，讓學生構思後續的製作方案。 2.或採用設計思考方法，完全開放給學生定題，需要求應用閃爍電路，以符合學習重點。 3.STEAM 內涵: T:設計製作 A:造型藝術與主題
7~11	設計製作	1. 教師依照各組學生的設計圖稿，給予結構方法的建議回饋。 2. 教師提供檢核表，讓學生自我檢核使用。 3. 學生設計製作的步驟：準備零件、組合作業、電路佈線、商品精緻化與測試修正。 4. 教師針對學生進度掌握與工作態度評量。 5. STEAM 內涵: T:設計製作 A:造型藝術與主題
12	發表與評量	1. 學生發表創作的產品，透過互評機制，學習鑑賞與自我肯定。 2. 教師針對學生習作、作品，依照標準化評量表給予學習回饋。 3. 評量內容參考設定的 STEAM 的內涵。

## (二) 多科統整教學 (生活科技+視覺藝術)

多科統整的單元教學活動，教師必須事先了解彼此的分工內容，首先確認專業科目的教學內容，再者對於相關科目知識的融入與應用，以本單元為例，生活科技與視覺藝術的合作，首要為自己專業的學習內容的分工，其餘單元相關的知識涉及的討論分工，在活動中有較多

的幾何圖形創作應用在藝術領域，則相關數學幾何的部分就分到藝術，而數學應用在成本計算部分則由科技包含；自然科學光線的折射效果與色彩原理由藝術融入，而電學計算的應用由科技內容執行，最後依照各自的學習表現與學習目標評定學習表現。理想上，多科統整教學配合協同教學策略，一堂課都有兩位以上的教師協助學生學習。現實上，還是以各自課程分工，不增加學校與教師課程壓力為原則。這種多科統整教學方法的優點，在於著重各自教師的專業能力，以及並重與結合學科的教學內容，對於學習者而言，統整表現兩個科目的學習成果；然而，多科統整教學方法需要教師具有共識且願意討論合作，當個案學生在某一學科學習表現不佳可能致使另一學科學習意願低落，因此，採用多科統整，更要著重教師在教材使用上的教學策略與方法。對於偏鄉小校而言，單一教師任教多科目，採用多科統整教學，一方面能兼顧到學生各學科的學習重點，二方面能降低教師在準備教材的壓力。最後學習者所呈現的學習結果評核，都可對應到各自的科目學習表現。

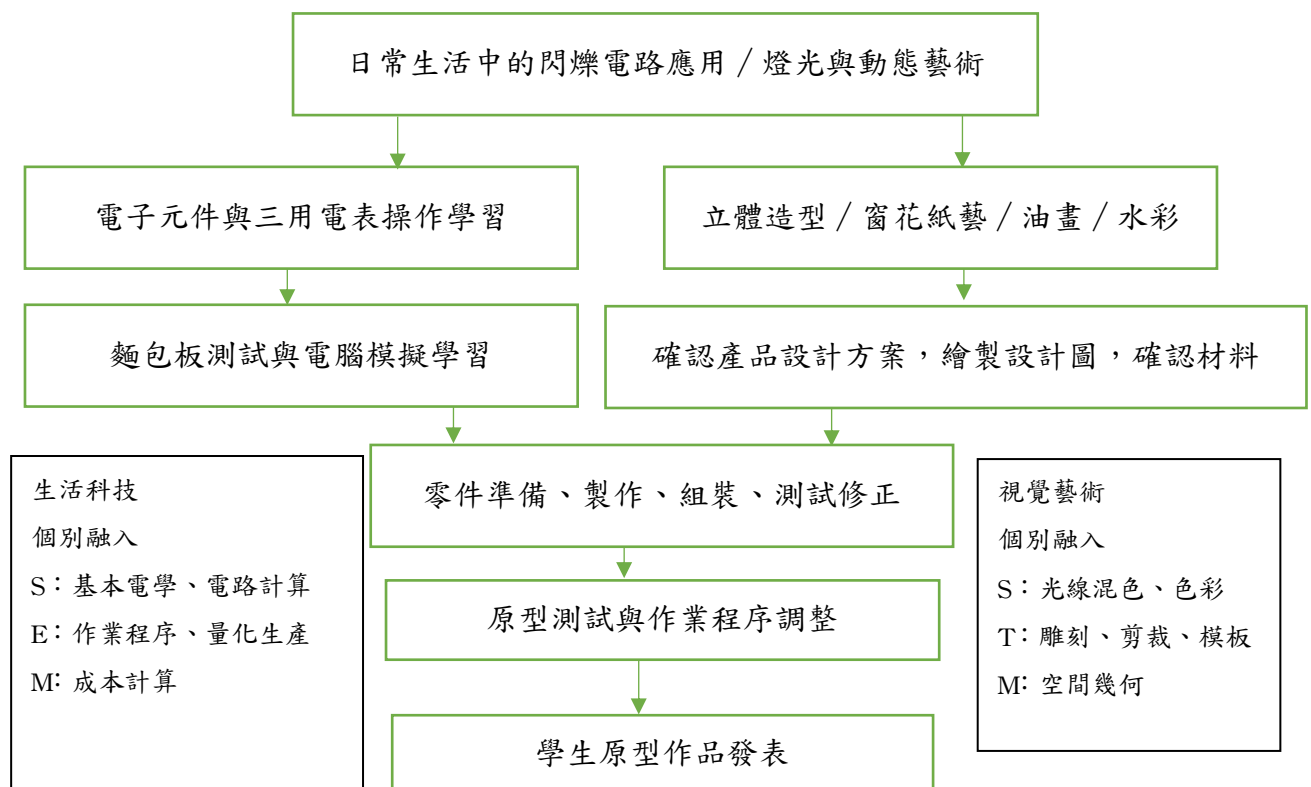


圖 4 多科統整教學流程

表 5

多科統整教學教學進度建議表

周次	課程進度	教材教法或學習活動
1	科技:閃爍電路的電子元件 藝術:燈光與動態藝術	1.科技: 教師講述介紹閃爍電路中的電子元件的特色與符號, 並教導學生學習使用三用電表測量電子元件與電路導通的方法。 2.藝術:教師介紹知名的燈光藝術與文化活動 3.STEAM 內涵: S:基本電學 T:電子元件與量測 A:燈光藝術與文化活動
2~3	科技:麵包板接線與電路模擬 藝術:燈罩造型創作技術、設計圖繪製。	1.科技: 採用示範教學法, 一步一步帶領學生入門使用麵包板接線模擬以及學習對照電子電路圖完成接線作業。透過精熟策略, 可安排實作測驗確認學生學習成效。在電路模擬方面, 利用電腦軟體模擬電路運作的功能, 並針對閃爍電路的原理強化學生在科技創作中多運用數學計算以及理解對應的科學知識。 2.藝術:以燈罩為題目, 以透光圖案的造型鏤空學習紙雕技術或以半透明結合油畫水彩。確定主題方案, 規劃產品的設計製作方向。 3.STEAM 內涵: S:基本電學 T:電子元件與量測 E:模擬計算 A:技法與主題 M:幾何造型
4~5	科技:電子電路銲接、結構造型零件製作、電路功能測試修正。 藝術:燈罩造型製作組裝、結構件的美化作業。	1.科技: 採用示範教學法, 帶領學生完成銲接電路板、USB 導線等, 測試修正電路板閃爍與開關功能。製作所需造型零件, 並完成電路功能。結構所需的零件可由兩科老師先前討論安排次序, 若以木材、塑膠或金屬零件而言, 可於科技課程安排學生設計製作的時間, 而零件的砂磨美化與上色作業可由藝術課程結合相關視覺藝術技法。 2.藝術:製作鏤空的造型元件, 針對結構體的多邊形, 規劃材料展開尺寸, 並完成紙雕鏤空或藝術繪圖, 並完成造型組裝。 3. STEAM 內涵: S:基本電學 T:電子元件銲接 E:模擬計算 A:技法練習 M:幾何造型
6	科技:測試修正與發表 藝術:造型發表	1.科技:針對功能性的評估與修正, 對於作品的操作安全、穩定性、結構性、機能性, 進行科技產品評量。

- 2.藝術:針對作品的精緻性、創新性、主題性、故事性等給予回饋建議，並讓學生嘗試練習發表創作。
- 3.評量內容參考設定的 STEAM 的內涵。

## 七、標準化評量參考

依照科目學習表現與課程設計的學習目標，列出不同等級的標準化評量，作為評分參考依據，評量是為了讓學生理解自己學習狀況，因此，評量表適合在學習活動之前提供給學生參考，作為學習的指引。STEAM 相關的學科學習表現可藉由作品評量、學習歷程檔案的方式使學生充分理解自己的學習，讓學生理解相關學科知識應用的重要性即可，而生活科技的評分重點應圍繞在課綱學習重點的學習表現向度，以及依據學習內容所擬定的學習目標。下表是本單元的標準化評分表，提供參考：

表 6

本單元的標準化評分表

目標/等級	A	B	C	D	E
會使用三用電表檢測簡單電子元件	能用三用電表檢測活動中所有電子零件。	能用三用電表測量電阻與電容器是否正常。	能用三用電表測量正確的電阻值。	能用三用電表測試導線、開關與二極體。	未達 D
會用歐姆定律推算限流電阻值	能透過定律推算並分析行動電源能推動多少顆 LED 的原理	能透過歐姆定律計算固定數量 LED 的保護電阻值與電阻功率	能透過歐姆定律計算固定數量 LED 的保護電阻值	能透過歐姆定律計算單一 LED 燈泡的保護電阻值	
能應用科學在科技創作過程中	—	在創作活動過程中，時常運用儀器測量，並規劃紀錄詳細。	在創作活動過程中，有運用儀器測量與紀錄。	在創作活動過程中，有規劃與紀錄。	
會使用麵包板接出閃爍電路	—	使用麵包板接出閃爍電路且佈線快速精簡整齊。	使用麵包板接出閃爍電路佈線清楚。	會使用麵包板接出閃爍電路。	
會用三用電表測量電路中節點的電壓與電流	—	使用正確的檔位並能快速精準透過引線或其他輔助的探夾測量電路中的電壓與電流。	能選擇正確檔位測量出所要的電壓與電流數值。	知道怎麼測量電壓與電流的方法。	

能理解並操作二段開關切換不同的迴路	—	—	能劃出正確的二段開關迴路，並能舉出實例	能依照教師指示與提醒畫出正確的接線方法
能自行銲接電路	能自行閱讀判斷元件種類並正確快速完成電路的銲接且銲點俐落	能自行閱讀完成正確的電路銲接且銲點俐落	能自行閱讀完成正確的電路銲接功能正常者	經教師協助完成正常電路功能者
能與同組夥伴討論出產品設計方案	方案創新具有推廣意義並完成設計圖稿精細詳實	方案創新性高，設計圖詳細	能提出方案與設計圖	參考教師示範作品
能說明設計方案所解決的應用問題	—	解釋設計方案確實解決的問題或創新的產品設計	說明設計方案所要解決的問題成效尚可	說明設計方案所要解決的問題
能完成創作原型並發表小組創作	完成作品開發能展示作品的功能操作，並透過錄影發表小組的創作歷程與活動反思	完成作品開發能展示作品的功能操作，並透過錄影發表看法	完成作品開發能展示作品的完整功能操作	僅完成作品原型功能性未達C

## 肆、 結語

科技是我國重要的經濟與產業內容，培養科技創新人才以及國民的科技素養是教育的重要目標，我們必須讓學生習慣思考生活情境中那些存在而未顯的隱性問題，課程的設計上，一方面兼顧精進技術，另一方面安排科技問題解決思考脈絡的練習，能讓學生練習提出創造性的洞見方案。

透過 STEAM 的跨領域統整教學，提醒教學者在設計教學時候除了課程的技術深度，更需要教學者廣闊的自身經驗以省思課程如何培養學習者的視野，並能從中讓學習者體認到技術能力的重要意義。在安排教學活動時，讓學生多練習感受與發覺真實情境的問題，以人文或關懷需求的角切入科技問題界定或設計思考的同理心，並安排設計思考與創作的學習任務，教師除了基本技能的示範與訓練，也協助學生小組的創作思考討論與建議，更包括在學習過程中，學生的創作思考所牽涉到的科學、數學、藝術、科技、特殊工具操作等，使科技

教育的價值能更彰顯與受到重視。

縱觀近二十多年，全球的科技教育受到技術的牽引而急速前進演化，從工藝、生活科技、自然與生活科技到科技領域生活科技，身為第一線的教學者要在技術快速改變的時代下把握重要教學原理，調整教學內涵以符合國家課程綱要，並依照學生知識背景以及所處的科技資源條件，安排適切教材教法以培養學生具備良好的學習表現。閃爍電路屬於電子工藝課程，過去的重點在於培養國中畢業就能就業的電子加工業人才，著重銲接技術；在生活科技電子傳播課程進化到認識電子零件，了解電子訊號如何應用在傳播科技媒體；而 12 年國教科技領域生活科技的電與控制內涵，學生應理解電路原理，並依照原理進行電路應用或改造應用的技術，以應用基本電子電路的產品設計。

因此，生活科技的課程包含廣泛的 STEAM 內涵特質，若在充分落實科技課程實施的前提下，與相關學科發展合作關係，作為發展協同教學、校內彈性課程的切入點，著重強化動手實作的課程方法，使學生從實作過程中，理解科學原理、從實踐創作中精熟技術方法、從團隊合作中養成工程的習性、從問題思索中練習數字推算邏輯、涵養與實踐藝術與人文視野，以培養並重科學與人文的未來科技人才為目標。



圖 5 學生作品與教師研習成品範例

## 伍、參考文獻

- 方崇雄 (1998)。科技問題解決導向的科技教育模式初探。生活科技教育月刊, 31 ( 10 ), 9-14。
- 朱耀明 (2004)。科技教育與教育科技之關係。生活科技教育月刊, 37 ( 6 ), 2-8。
- 江宜樺 (2005)。從博雅到通識:大學教育理念的發展與現況。政治與社會哲學評論, ( 14 ), 37-64。



余鑑 (2003)。工藝教育思想的流變。生活科技教育月刊, 36 ( 8 ), 3-11。

李隆盛 (1999)。國教九年一貫科技領域的課程,教學與評鑑。生活科技教育月刊, 32 ( 5 ), 2-6。

李隆盛 (2004)。科技教育的課題與展望。生活科技教育月刊, 37 ( 7 ), 26-29。

林坤誼 (2018)。STEM 教育在台灣推行的現況與省思。Journal of Youth Studies, 21 ( 1 ), 107-115。

林坤誼 (2020)。STEM 跨領域統整教學。在游光昭 (主編), 中學生活科技教材教法, 113-128。臺北: 教育部。

張玉山、楊雅茹 (2014)。STEM 教學設計之探討: 以液壓手臂單元為例。科技與人力教育季刊, 1 ( 1 ), 2-17。

張玉山 (2018)。STEAM Maker 跨域整合,實踐 12 年國教。臺灣教育評論月刊, 7 ( 2 ), 1-5。

教育部 (2018)。十二年國民基本教育國民中學暨普通型高級中學科技領域課程綱要。臺北: 作者。

游光昭、林坤誼 (2004)。結合數學, 科學, 科技之教學示例。2020 年 12 月 10 日, 取自 <http://phy.ntnu.edu.tw/~wdchen/pdf/book6/06.pdf>。

湯維玲 (2019)。探究美國 STEM 與 STEAM 教育的發展。課程與教學, 22 ( 2 ), 49-77。

蔡福興 (2001)。主題式教學於國小科技教育課程實施之運用。生活科技教育月刊, 34 ( 5 ), 7-16。

Connor, A., Karmokar, S. & Whittington, C.(2015). From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. International Journal of Engineering Pedagogy, 5(2), 37-47. Retrieved November 4, 2020 from <https://www.learntechlib.org/p/207460/>.

de Vries, M.,J. (2019). International STEM education the netherlands as a case. Technology and Engineering Teacher, 78(4), 21-25. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/2158156110?accountid=14228>.

Dare E.A., Ring-Whalen.E.A. & Roehrig G.H. (2019) Creating a continuum of STEM models:

Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education, *International Journal of Science Education*, 41:12, 1701-1720, DOI: 10.1080/09500693.2019.1638531

ITEA(1996).*Technology for All Americans: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, Virginia: ITEA.

Kemp, W. & Schwaller, A. (1988). Introduction to instructional strategies. In W. Kemp & A.

Schwaller, (Eds.) *Instructional strategies for technology education*. (16-34). Mission Hills, CA: Glencoe. Retrieved November 4, 2020 from

[https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/19137/v37\\_T61.A56\\_1988.pdf?sequence=1](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/19137/v37_T61.A56_1988.pdf?sequence=1)

Lewis A. (2015) Putting the “H” in STEAM: Paradigms for Modern Liberal Arts Education. In: Ge

X., Ifenthaler D., Spector J. (eds) *Emerging Technologies for STEAM Education*. *Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*. Springer, Cham.

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-02573-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02573-5_14).

Miller, J. & Knezek, G. (2013). STEAM for Student Engagement. In R. McBride & M. Searson

(Eds.), *Proceedings of SITE 2013--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3288-3298). New Orleans, Louisiana, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved November 4, 2020 from <https://www.learntechlib.org/primary/p/48602/>.

Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher

conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444–467.

doi: 10.1080/1046560X.2017.1356671

Siregar, Y. E. Y., Rachmadtullah, R., Pohan, N., & Zulela, M. S.(2019). The impacts of science,

technology, engineering, and mathematics (STEM) on critical thinking in elementary school.

In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol.1175, No.1, p.012156). IOP Publishing.

Soros, P., Ponkham, K., & Ekkapim, S.(2018). The results of STEM education methods for enhancing critical thinking and problem solving skill in physics the 10th grade level. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1923, No. 1, p. 030045). AIP Publishing LLC.

Zuga, K. F.(1988). Interdisciplinary approach. . In W. Kemp & A. Schwaller, (Eds.) Instructional strategies for technology education. (56-71). Mission Hills, CA: Glencoe. Retrieved November 4, 2020 from [https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/19137/v37\\_T61.A56\\_1988.pdf?sequence=1](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/19137/v37_T61.A56_1988.pdf?sequence=1)

## 生活科技之素養導向教學評量

張玉山、黃紹峯

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

### 壹、素養導向的意涵與特性

素養導向學習 ( competence-based learning ) 的理念最早出現於美國，而後又受到行為主義、終身學習、全人教育等思潮的影響，與諸多哲學思想、教育理論碰撞後，浮現出新的取向：整合與平衡取向、歷程與發展取向、行動及陶養取向 ( 吳璧純、詹志禹，2018 )。早期將英文的 competence 翻譯為「能力」，這樣的翻譯容易讓人忽略了內在的涵養、態度、價值觀等較為廣泛的概念，而著重在「技能」的培養，此外只注重能力的教學已無法滿足現代學生學習的需求 ( 蔡清田、陳延興，2013 )。因此現在普遍將 competence 翻譯為「素養」，除了能力以外，更強調學生面對未來社會的個人生活能力與現代公民的條件。

台灣在 2014 年公佈了十二年國民教育課程綱要，將過去九年一貫的教育理念「帶著走的能力」，轉變為「成就每一個孩子—適性揚才、終身學習」( 教育部，2014 )。期望課程目標與核心素養結合，落實自主、互動、共好的教育理念，達到全人教育的理想。在新課綱當中將核心素養定義為「一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度」( 國家教育研究院課程及教學研究中心，2014 )，教師在設計課程、進行教學最後評量時，皆應以達到核心素養為目標。

在生活科技方面，課綱中強調的是培養學生設計思考的能力，學生透過觀察真實世界，以「做、用、想」的能力來進行問題解決。設計思考流程為：同理心、確認需求、發展構想、製作原型、修正測試，這樣的流程是從人的需求為出發，並達到以人為本、跨域合作、做中學習等目標，而這也是符合了近年來科技教育思潮—STEAM的教育理念，將所學應用於生活中。而且，這也正是十二年國教「自主、互動、共好」的教育理念 ( 張玉山，2018 )。因此設計思考整合STEAM的課程可以說是新課綱中生活科技很好的教學方式，本文也以此作為範

例，舉出設計思考的STEAM課程中，如何以素養導向的理念進行評量。

生活科技素養導向評量，著重於：問題解決能力、實作能力、綜合理解能力、應用能力、及創造力，又可以分為以下七個面向來探討：認知技能情意、過程與結果、多元性、情境脈絡、強調應用、評分標準、可行性（國家教育研究院課程及教學研究中心，2014；周淑卿、吳璧純、林永豐、張景媛、陳美如，2018）。

本文以下將以常見的STEAM課程－自走玩具，作為說明。於此先簡略介紹自走玩具教學流程：首先讓學生觀察自走玩具的行走方式，觀察斜度、重心、步幅、擺動等現象的關係，嘗試對科學原理作出解釋；接著組裝雷切好的機構，然後設計外觀並鋸切完成；接著找到此外型重心與鑽孔位置，然後鑽洞、膠合外觀與行走機構，最後於腳底黏上砂紙，並進行細部調整。

## 一、 認知技能情意

認知、技能與情意，是普遍用於教育的3個面向，OCED(2016)也認為此三者是學生學習的基本架構，所有的科目都以此為依據，檢視教師設計的課程、教學的過程以及評量的面向，因此首先可以以這三項檢視評量的完整度。所謂素養，指的是認知技能與情意應用於生活情境的綜合能力，因此即便是注重實作的生活科技，也不能偏廢其中任何一項。

以自走玩具而言，知識部分可以評量學生對於重心、摩擦力等科學概念的知識，讓學生記錄他們的觀察與理論的連結與結果，達到實務與理論的結合；技能而言，可以評量鋸切的技巧性、加工精緻度等科技的技術，也可從學生測量重心的操作上，看出技能的差異；態度方面，從學生加工後打掃、收拾的行為上觀察出學生科技態度的表現，並以此作為評量依據。

## 二、 過程與結果

生活科技評量適合以學習歷程檔案評量與實作評量為主，這兩種評量方式較能呈現學生的真實學習成果（張永宗，2002）。以STEAM的課程為例，檔案評量主要呈現學生學習的歷程，學生必須記錄在其中發現了什麼？學到了什麼科學、科技、工程與數學的知識？如何應用這些知識到實際情境中？而實作評量則是針對學生的作品進行評量，生活科技的作品，大致可以分為加工精緻度、造型創意度、機能表現三個層面評分，教師必須事先訂出各項指標

的規準，並且可以讓學生了解此規準，知道自己做到什麼程度，會得到什麼分數，讓評量更為透明、也讓學生知道目標為何，對於作品分數較不會有疑惑。然而在此需要特別注意，作品的分數應佔適當的比例，若是所有分數都來自於作品，則學生就不會重視學習的歷程，只會趕快把作品做完，反而缺少思考、紀錄的時間與機會。

尤其在歷程的評量，應該要能呈現問題解決的學習歷程。以自走玩具為例，可以讓學生記錄在製作時發生的問題與困難，並寫下解決的方式，例如做完之後放上斜坡會打滑，代表腳底摩擦力不足，而解決方法為貼上砂紙來止滑。學生紀錄自己的過程，可以更清楚發生了什麼問題，並且對於解決方法有紀錄，下次遇到時會有方法可以解決。而作品評量則依照規準進行評量，以下第六點會有更詳細的描述。

### 三、 多元性

評量的方法有許多種，包含上述的檔案評量、實作評量，還有紙筆測驗、小組組內互評、學生自評、晤談等，種類繁多（教育部，2018），教師應靈活運用各種評量方式，除了了解學生學習成效，也能夠對教學進行反思。多元評量的目的也是為了解除單一評量的侷限性，使能多面向瞭解學生的學習。

在自走玩具教學活動中，除了上述的檔案評量、實作評量，也可加入紙筆測驗，以科技的程序性知識為例：

在旋緊螺絲的時，如果螺帽較小，最適合用哪一種工具與螺絲起子配合來操作？(A)剪刀 (B)斜口鉗 (C)尖嘴鉗 (D)老虎鉗

這樣的問題必須要學生經歷過旋緊的過程、真的使用過工具，並且知道各式工具的不同與使用規則，才會知道最適合的工具是尖嘴鉗。因此雖然素養導向的評量鼓勵教師使用檔案評量、實作評量，但並非不可使用紙筆測驗的選擇題，只要能夠測量出學生的學習成果，便是好的評量方式。

### 四、 情境脈絡

素養是將所學應用在生活情境中，學習者對情境脈絡的閱讀理解與掌握，自然是素養的基礎。例如在自走玩具的單元中，可以在測驗題中描述問題的情境，讓學生透過系統思考與

觀察，掌握問題的情境脈絡。測驗題如下：

一個無風無雨的早晨，一位年長者走在人行道上。走著走著，卻發現他上半身越來越向前傾，然後跌倒在地上。該年長者走路會摔倒，很可能是因為那些原因?(複選) (A)支撐力 (B)重心位置 (C)地面傾斜 (D)其他(請說明)\_\_\_\_\_ (說明：答案應包含ABC)

## 五、 強調應用

素養導向教學，強調將知識應用於生活當中，而評量也是，若是能以生活情境為題，評量學生應用的能力，才能符合素養導向評量的理念，而這樣開放性的問題，也可以促進學生的思辨能力(教育部，2018)。

以自走玩具而言，可以最後一步驟：貼砂紙為命題方向，讓學生思考在生活中有哪些地方需要增加摩擦力？透過思考生活的場景，將應用的層面延伸到學生日常生活中，以深化學生應用知識的能力。而進一步的又可以命題：這些地方有什麼不一樣的方式來增加摩擦力？題目可以先將場景設定好，例如樓梯、浴室、游泳池等，或是讓學生思考不同的場景，透過這樣的方式，讓學生回憶生活場的畫面，讓學生理解摩擦力公式 $F=\mu N$ 的含義，而不是只會死背公式。

## 六、 可觀評分標準

生活科技的教學成果多為作品或產品，而這也是實作評量的項目，教師可以由作品評斷出學生製作、測試等內容，在評量上可以以是先定義好的規準，來判斷學生是否達到學習目標。

以下舉出自走玩具的評量歸準範例：

表 1

自走玩具評量歸準

檢核項目	得分	評分規準
加工	9-10	材料選擇與放樣適切 工具選擇與加工方法都適切
	7-8	工具選擇與加工方法都適切
	4-6	浪費材料或加工方法欠佳
造型設計	9-10	兼具美感與獨特
	7-8	有美感

	4-6	美感略差
功能表現	9-10	擺動幅度大、又穩定
	7-8	穩定
	4-6	方向偏移或卡住

此規準只是作為範例，教師評定分數時，可依據實作活動的性質作調整，並將規準更細緻訂定。

## 七、 可行性

生活科技教師每學期面對的學生往往超過百人，因此設計有效率的評量方式，也是需要仔細考慮的重點(游光昭主編，2020)。若是每堂課都要觀察每一位學生的表現，都要為每位學生打分數，其實是過於繁瑣而沒有必要性，因此可以適當的使用自互評機制，讓學生對自己進行反思，並給予同儕回饋，這樣的評量也可以促進學生相互觀摩、共同合作的機會。

## 貳、 素養導向評量的設計實例

根據以上七項的素養導向評量原則，本文以斜坡自走玩具單元為例，說明在學習單、紙筆測驗、以及作品評分規準的評量設計，供作參考。

### 一、 活動概要

利用3mm密集板的設計與鋸切，加上萬用腳的組裝，最後彩繪完成。本作品主要是利用動態平衡的自走機構原理，設計作品。



圖一 自走玩具成品範例



## 二、學習單

### 斜坡自走小鴨，動作越大越好

#### 一、體驗觀察：動作觀察

1. 觀察自走小鴨的作動程序 (前傾擺動、前腳支撐、後傾擺動、後腳支撐)
2. 主要的原理(科學、數學、科技工程)有哪些？

#### 二、設計製作

找圖、繪製草圖、放樣、鋸切、定重心與孔心、試組裝、彩繪、組裝

#### 三、發現解釋：(解釋)影響動作幅度、流暢度的因素有哪些？

#### 四、實地應用：你們運用哪些方法，增加動作幅度?(多寫一些)

#### 五、評估檢討：最後的效果表現如何？

#### 六、STEAM 統整：「斜坡小鴨」中，你學到或用到哪些概念

	S 科學	T 科技	E 工程	A 藝術人文	M 數學
學到					
用到					

#### 七、創新發展：今天所學的內容，可以用來發明哪些器物(對生活有應用價值)(多寫一些)

圖二 自走玩具學習單

**斜坡翻轉玩具·越慢越好**

組長： 黃 組員 1： 葉 組員 2： 林

**壹、斜坡翻轉玩具**

1. 觀察翻轉玩具的作動程序(彈珠下滾→盪下去→擺上來)

2. 每個動作的相關原理

A. 彈珠下滾 的原理是: 地心引力(斜面)

C. 盪下去 的原理是: 打鐘

D. 擺上來 的原理是: 慣性

**貳、依照程序製作**

**參、(解釋)影響作動時間的因素有哪些?**

角度(釘子) 釘釘的位置  
彈珠滾動快慢  
釘子釘的深度  
重量

**肆、你門運用哪些方法·延緩作動時間**

加大直徑  
釘子往內歪  
角度變小  
坡度變緩  
在底部加東西

**伍、最後評量的時間·分別是幾秒?**

14.14 + 15 + 0

**陸、今天所學的內容·可能可以用來發明哪些器物(對生活有應用價值)**

升降梯, (水泥車)攪拌器, 大面積分區澆花

圖三 自走玩具學習單學生範例

三、 測驗題

1.一個無風無雨的早晨，一位年長者走在人行道上。走著走著，卻發現他上半身越來越向前傾，然後趴倒在地上。該年長者走路會摔倒，很可能是因為那些原因？（複選）

(A)支撐力

(B)重心位置

(C)地面傾斜

(D)其他(請說明)

說明：答案 ABC

2.要旋緊較小的螺帽，最常搭配螺絲起子與哪一個家用工具？（單選）

(A)剪刀(B)斜口鉗(C)尖嘴鉗、

說明：答案 C

3.小鴨會向前傾倒，你可以用哪些方法來改善？

說明：答案可以是改變坡度、鴨子後面加重、前腳腳尖底面墊高

4.今天我們使用砂紙來增加摩擦力，避免打滑。在生活中，有哪些情況也需要增加摩擦力？

說明:答案可以是下雨天的走廊、打蠟後的地板、游泳池邊、樓梯、爬山的步道

5.今天所學到的動態平衡，可以用來發明哪些器物？或創新的應用？（可用草圖來表達）

圖四 自走玩具測驗題

#### 四、 作品評分規準

表 2

自走玩具評量歸準

檢核項目	得分	評分規準
加工	9-10	材料選擇與放樣適切 工具選擇與加工方法都適切
	7-8	工具選擇與加工方法都適切
	4-6	浪費材料或加工方法欠佳
造型設計	9-10	兼具美感與獨特
	7-8	有美感
	4-6	美感略差
功能表現	9-10	擺動幅度大、又穩定
	7-8	穩定
	4-6	方向偏移或卡住

#### 參、 結語

本文針對生活科技素養提出7項建議，包括：1.注重認知、情意與技能三個層面的學習，不偏廢任一層面。2.生活科技除了對作品評分，更重視學生學習的歷程，因此過程的檔案評量也是非常重要的。3.多元的評量方式，能以更多面向呈現學生的學習。4.注重評量題目的情境脈絡，在題目中以生活為情境，以檢視素養的教學成效。5.教學上重視生活的應用，因此評量時也強調與實際應用的連結，讓學生將學到的知識應用到實際場景，並以此作為評量依據。6.教師應是先訂定評量規準，讓學生有所依據，也能維持作品評量的公平性。7.除了確實評量學生學習狀況，也要考慮評量對教師的負擔，適當的方式才會有利於教學。

在新課綱強調素養之下，教師在評量時應盡量貼近素養的理念，並達到幫助學生學習、協助教師教學的目的。

#### 肆、 參考資料

吳璧純、詹志禹 (2018)。從能力本位到素養導向教育的演進，發展及反思。教育研究與發展期刊，14 (2)，35-64。

周淑卿、吳璧純、林永豐、張景媛、陳美如 (2018)。素養導向教學設計參考手冊。台北：教育部國民及學前教育署。

國家教育研究院課程及教學研究中心 (2014)。核心素養發展手冊。台北市：教育部。

張永宗 (2002)。九年一貫科技課程評鑑之理念與方法 (下)。生活科技教育月刊, 35 (10), 13-23。

張玉山 (2018)。STEAM Maker 跨域整合, 實踐 12 年國教。臺灣教育評論月刊, 7 (2), 1-5。

教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。台北市：教育部。

教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校科技領域。台北市：教育部。

游光昭主編 (2020)。中學生活科技教材教法。台北市：教育部。

蔡清田、陳延興 (2013)。國民核心素養之課程轉化。課程與教學, 16 (3), 59-78。

OCED. (2016). Global competency for an inclusive world. Retrieved from

<http://globalcitizen.nctu.edu.tw/wp-content/uploads/2016/12/2.-Global-competency-for-an-inclusive-world.pdf>

## 你今天動手做了嗎？生活科技課程的「教」與「學」

張美珍

國立高雄師範大學 工業科技教育學系

### 壹、前言

十二年國教新課綱已經上路二年了，科技領域的教材及課本陸續有各出版社提供，教師們有多元選擇，但新教材的出版，要如何教？學生要怎麼學？而教材要如何善用及適當的引導才能培養學生的「科技素養」呢？生活科技課程強調的「動手實作」又如何增進學生的思考、問題解決的能力呢？本文以一個生活情境導入，來談生活科技課程的教與學。

### 貳、生活科技課程的教與學

新增科技領域的生活科技課程中，學生要學些什麼？而老師要怎麼教呢？作者應先使用動手做(hands-on)是人類學習的本能，從對事物的觀察、好奇到動手、操作、實驗，一直以來都是人類累積知識經驗的方法(朱耀明, 2011)。但因知識量及專業層級均不斷擴增，學校教育採分科教學，希望學生更有效率的精熟學習，卻也讓中小學各領域的學習常淪為背誦與記憶。而在科技文明進步的同時，透過資訊及網路科技，知識的散布、取得已變得非常容易，孩子們還需要記住這麼多資訊嗎？今天精熟學習的技能，很可能不久就被一片電子晶片所取代。學生應具備哪些素養才足以面對未來呢？

「自造」、「動手做」再次躍上教育舞台，就是因應這樣的變化潮流，自造教育的精神在於讓自造者們可以感受到動手做的好玩與樂趣，也體驗到自造實物的實用價及個人的成長，而更重要的是能正向面對失敗以及學習如何團隊合作(Martin, 2015)。學生透過動手做自造的活動，從中培養發現問題、分析問題與解決問題的能力，並更容易保持學習的激情、增強學習的信心(Kurti, Kurti, & Fleming, 2014)。

學生們在自造或動手做專題活動中，透過自己探索、解構、建構再創作的歷程，培養其因應未來世界的關鍵能力，各界各國近幾年來進行的教育改革即在於如何以「學生發展」的

角度切入，進行創新與變革，讓學生具備面對新科技社會的基本學力、技能、態度與統合的能力——也就是核心素養。

### 參、 生活情境導入的教學活動設計

我們應該如何培養學生具備科技素養，讓他們面對未來呢？

何種課程可以呼應科技教育的理念呢？在設計教材內容、辦理各類課程時，單純提供學生動手實作的機會就足夠了嗎？應該透過何種引導讓學生學習提出構想？我們舉個例子來談談如何透過動手做的專題活動，讓學生們進行探索、解構、建構再創作的歷程。

以我們天天會接觸到的「鎖」與「鑰匙」為例，每天的日常：出門時總要開門、關門然後鎖門，但你曾注意門的構造，門鎖怎麼「鎖」門，而鑰匙又如何「開門」呢？每次出門時找不到鑰匙該怎麼辦？鑰匙被弟弟拿走了，他還死不認帳，又有什麼解決的方法呢？上述的幾個問題可以延伸出三個不同的實作專題。嘉義市北興國中是科技領域課綱的前導學校，校內兩位生科老師沈老師與王老師合作發展出居家修繕 DIY 主題課程。沈老師找鄰近的大賣場合作，取得門鎖的示範材料，讓學生們體驗動手拆解、組裝門鎖，從中探索「鎖」跟「鑰匙」間的關係。課程中引導學生觀察、解構，不僅畫出鎖的機構、作動原理，還要分析不同樣式的鎖其保全的效果間的差異。更進一步可以思索新的保全科技——指紋、聲音、瞳孔、人臉辨識…等新科技的應用。這個小小的專題中，其學習內容就已包含了生活科技課綱中的(1) 科技的本質——「鎖與鑰匙」的發明歷史；(2) 設計與製作——繪圖與識圖（組裝說明書）；(3) 科技的應用——鎖的機構設計、人臉辨識等新興科技，仍至於(4) 科技與社會-保全科技在社會上所扮演的角色及其延伸的一些問題。

接續鎖的主題，同學們總想要保有一些隱私，有些小東西需要「藏」起來，我們就來設計一個藏寶盒。先界定問題，確認需求，所以須規劃好藏東西的空間大小、形狀（長方盒好了，因為圓盒比較難施工！）同樣要有鎖，這次不要有鑰匙。有哪些方法可以開呢？模仿古代的藏寶盒，用數字鎖、或用重力、離心力？透過查找資訊，來畫藏寶盒的設計圖、確定尺寸、準備材料工具、進行製作。其中可能會有諸多問題產生，須一一解決，待一系列的藏寶盒產出時，即表示學生們體驗了完整的產品設計製作流程。

國立高雄師範大學工業科技教育學系，自造教育及科技輔導中心團隊研發了系列的機關盒教學活動，合適於七年級實施，以「機構結構」、「製圖與識圖」的學習內容為主，但也可以在九年級的「產品設計」為主軸，融入了「數位製造」，讓學生以新的科技工具進行設計，解決問題。呼應課綱，在核心素養部份有助於提升學生的「系統思考與解決問題」與「規劃執行與創新應變」。圖 1 展示的就是四組各具特色的機關盒，左上角併排的兩個作品名為「凹凸凹機關盒」，讓學生以卡扣簡單的機構進行設計，還包含數學的二進位轉換等內涵。右上方的作品則是金庫密碼機關盒，把金庫鎖的機構簡化，讓學生理解其中密碼鎖的原理。下方右側的數碼機關盒用的同是卡扣的簡單機構設計，但包含的是數學排列組合的概念，而再進階一點的是右下的「我們的紀念日」機關盒，以兩組生日為密碼，讓作品更具設計感更商品化，達到「自造」的目的。



圖 1 可自行設定密碼的各式機關盒

機關盒設計製作的活動透過學校教師實施，除了引導學生學習仿作外，更讓學生們規劃設計創作獨特的作品。嘉義市北興國中的學生在課程中自主完成的創新作品(圖 2)，把機關盒改為戰車造形的存錢筒，除了功能造型不同外，應改為七碼的密碼鎖，這樣的作品可清楚看到學生展現的規劃創新與執行的能力！



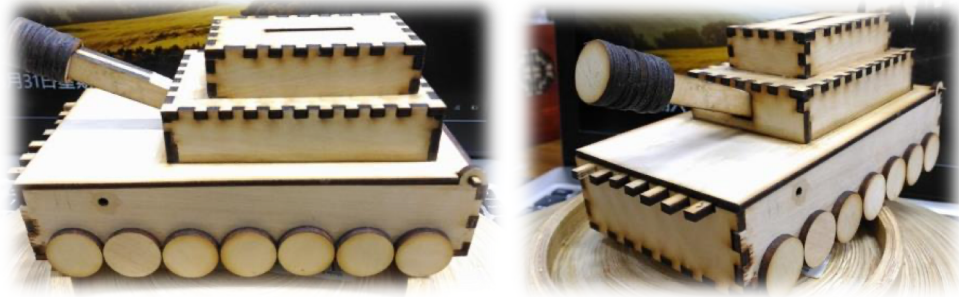


圖 2 嘉義市北興國中學生作品—戰車撲滿機關盒

最後一個例子，每次出門時找不到鑰匙該怎麼辦？去買一個鑰匙箱？還是自己來設計製作一個「鑰匙的家」。專題製作時可以提出一些材料的限制、使用工具清單、作品的基本要求等等。例如鑰匙的家至少要能「掛」四副鑰匙，而每副鑰匙須有獨特的鑰匙圈，要掛在相對位置，以便識別誰的鑰匙還沒「回家」，如此也不能賴誰亂放鑰匙了。這樣的專題是許多國中生活科技科老師喜歡操作的，因為從較易處理的木材開始，其中融入了創意設計的元素，運用簡單的手工具就可以完成作品，學生們也容易有成就感。

#### 肆、 結語

生活科技課，很重要的是帶領學生從生活情境中去發現問題，透過體驗、觀察進行探索，想辦法解決問題，或提出更好的策略方法讓生活變得更便利，東西變得更好用、有價值。不一定從零開始，先有仿作，再來創作。在解決問題時運用設計或創意思考，還要進行解構、破解（Hack）再建構，才容易進行創發。呼應新課綱的理念，動手實作專題有助於提升學生的「系統思考與解決問題」與「規劃執行與創新應變」。而這樣的學習活動，可充份體現素養導向教學的四大原則，知識技能與態度的學習、脈絡化的學習情境、多元的學習策略及活用實踐表現。最終，我們期待在科技領域的教學中活動看到學生們樂於學習、主動規劃、願意製作創新並能具體實踐，而學生們的科技素養就在這些學習活動中建構起來。

#### 伍、 參考文獻

十二年國民基本教育課程綱要:國民中學暨普通型高級中等學校:科技領域，行政院公報，24

(180) 教育科技文化篇。取自

<https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=101525&log=detailLog>

朱耀明 ( 2011 )。動手做的學習意涵分析，*生活科技教育月刊*，44 ( 2 )，32-43。

國家教育研究院 ( 2017 )。十二年國民基本教育科技領域課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校科技領域課程手冊。取自

<https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/837222797.pdf>

Halverson & Sheridan (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review* 84(4), 495-504. DOI: 10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063.

Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2014). The Philosophy of Educational Makerspaces: Part 1 of making an educational makerspace. *Teacher Librarian*, 41(5), 8-11.

Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30-39.

## 科技領域能源與動力議題教學在師培大學的實踐

程金保

國立台灣師範大學機電工程學系

### 壹、前言

近年來因為傳統利用化石燃料或核能產生電力所伴隨的污染和安全問題，加上國際間對溫室氣體排放的關切，促使能源與環境問題將成為人類在本世紀必須面臨的重大問題。在國家整體經濟發展與社會環境保護的前提下，推動能源科技與其產業發展已成為世界各國政府部門的重大政策。為了延長能源可使用期限以及減少對環境的衝擊，唯有透過教育體系，使社會大眾瞭解能源議題的重要性，在強調節約能源的同時，加強尋找新能源與新科技，以及發展再生能源，乃成為目前的當務之急。

### 貳、學習內容與教學方法

在能源教育內涵方面，Sajima 等學者在 2005 年提出 5 個層面的觀點來教導學生，包含現有的(existence)、有用的(useful)、有限的(limited)、有害的(harmful)以及節約(conservation)，希望透過這幾個面向的教學來提升學生的能源素養(energy literacy)(Sajima, Takayama and Yamashita, 2005)。Ikeyama 等人則將第 5 個面向--節約(conservation)改成維護(maintenance)，除了教導節約能源的概念外，也希望從流通、抑制與共生的觀點來思考能源的永續利用，以擴展能源教育的層面，此 5 個觀點的內容描述如表 1 所示(Ikeyama, Sumiyoshi, Choi, Tanoue and Shimoji, 2019)。

表 1

能源教育層面的 5 個觀點

項目	內 容
現有的	人類生存環境中所使用的能源種類有哪些
有用的	能源對人類生活而言是不可或缺的
有限的	對人類而言，可用的能源資源是有限的
有害的	不恰當的使用能源會造成環境的破壞

維護 必須要從流通、抑制與共生的觀點來思考能源的永續利用

在教學方法方面，凱勒(J. Keller)在 1983 年提出 ARCS 動機模式，其理論乃基於學習環境及教學技巧會影響學習動機，其內容包含四大元素：注意(Attention)、切身相關(Relevance)、信心(Confidence)與滿足(Satisfaction)。此模式的教學過程主要是先引起學生對課程的注意與興趣，再讓學生發覺這樣的學習與他的日常生活有切身相關，最後讓學生具備足夠的能力與信心去處理問題，完成後學生就會從中得到成就感與滿足(張靜儀，2005)。Ikeyama 等人採用 ARCS 動機模式將能源教育融入日本國小課程之中，為了維持學生在課堂中的專注力，其教學方式透過講述、討論、工作坊、簡報等方式來進行，並且使學生能將所學和日常生活連結，使其有能力處理問題並獲得滿足(Ikeyama, Sumiyoshi, Choi, Tanoue and Shimoji, 2019)。可見能源教育教學不能只有教師單純課堂的講授，而是應該透過各種的教學方式引起學生的注意力，並體認能源議題與自己切身相關，願意積極學習並有能力處理相關問題。

我國十二年國民基本教育科技領域課程理念是引導學生經由觀察與體驗日常生活中的需求或問題，進而設計適用的物品，並且能夠運用電腦科學的工具進而澄理解、歸納分析或解決生活中的問題。其課程目標除了協助學生習得科技的基本知識與技能並培養正確的觀念、態度及工作習慣外，更重要的是希望學生能瞭解科技與個人、社會、環境及文化之相互影響，並能反省與實踐相關的倫理議題。科技領域學習內容中，關於能源與動力的內涵主要在科技的應用以及科技與社會主題，如表 2 及表 3 所示(教育部，2018 年)。在科技的應用主題方面，主要是學習日常科技產品的能源與動力應用，而科技與社會主題方面，則著重於科技、工程與社會議題的探究及省思。

表 2

國民中學教育階段能源與動力、科技議題的探究學習內容

主題	學習內容	說明
科技的應用	八年級 生 A-IV-4 日常科技產品的能源與動力應用。 - 能源與動力的基本概念及其應用方式。 - 能源轉換的技術與應用。 - 機械與動力傳動之應用。	- 能源與動力的基本概念，以及其在日常生活中的應用實例。 - 日常生活中的能源轉換技術與應用實例，如：電能轉換為機械能、熱能轉換為機械能等。 - 日常生活中的機械與動力傳動之應用實

例，如：電動機、內燃機及簡單機械的運用等。

科技與社會 九年級

生 S-IV-3 科技議題的探究。

- 近代科技議題與其對未來人類社會、自然環境的影響。
- 個人在科技社會中所扮演的角色，及應有的正向作為。

- 針對一項或多項科技議題進行介紹，並引導學生思考其對於未來人類社會、自然環境的影響，如核能發電廠的興建議題等。
- 面對科技議題時，個人應該扮演何種角色，及應該有哪些正向作為。

另一方面，為使各領域科目課程能適切進行議題融入，並落實教育相關法律及國家政策綱領，十二年國民基本教育課程綱要中訂定十九項議題之學習目標，提供學校及教師於相關課程或議題教學時進行適切融入，以與領域/科目課程作結合。其中能源教育議題之學習目標為增進能源基本概念，發展正確能源價值觀，養成節約能源的思維、習慣和態度(教育部，2018年)。

表 3

普通型高級中等學校教育階段科技與社會學習內容

主題	學習內容	說明
科技與社會	生 S-V-1 工程科技議題的探究。 - 科技與工程相關產業與職業介紹。 - 科技、工程與社會議題的探究及省思。	- 科技與工程的相關產業與職業，並透過具體實例以讓學生有更深入的認識與理解。 - 透過科技議題以引導學生思考科技、工程與社會間的互動關係。

### 參、實施方法與成果

為了使修習科技領域的師資生具備前述主題內容之教學能力，國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系開設「能源與動力」課程，授課內涵主要探討能源供給與人類生活密切相關的問題，使同學充分理解能源供需情勢、能源科技發展現況以及能源使用與氣候變遷之關係，並深入探討再生能源、機械能、電能、熱能等能量型式，以及節約能源之方法。除了使同學們能夠廣泛的了解能源與動力科技，並務期增強同學們的實驗與實作能力，使學生樂

於觀察、探索及操作，體認能源與動力科技的意涵，並激發投入相關產業的興趣。此外，本課程也鼓勵同學分組活動與討論，共同學習面對氣候變遷挑戰、加強團隊合作，讓學生不僅可以提升節能減碳素養，也能啟發能源與動力科技的興趣，進一步願意協助推動節能減碳宣導，將自己所習得的正確知識傳達給其他人。

除了課堂的講授外，參考 ARCS 學習模式，師資培育大學也可以在本課程中安排實作、專題講座與參訪等教學方法，分別舉例說明如下：

### 一、教具實作

本課程將抽象的能源與動力概念及其與氣候變遷議題之關聯，轉化為 1~2 套實際且具體的實作教具，在課堂上讓學生操作，配合量化數據分析以加深學生對能源與動力科技的認識，進而激發好奇心及觀察力，讓學生能主動去探索和發現問題，引導學生觀察並將感受到的經驗加以歸納，進而獲得正確之能源認知，並將學得之知識有效的應用於日常生活。圖 1 所示為師資生進行鋁空氣電池教具實作，圖 2 則為超音波懸浮教具實作，除了使學生瞭解科學原理外，並透過實作體會其操作特性，引發學生的學習興趣。



圖 1 鋁空氣電池實作



圖 2 超音波懸浮教具實作

### 二、專題講座

為使學生瞭解能源與動力領域相關產業發展的現況，以及該產業與氣候變遷之關聯，並能與業界人士面對面直接互動，本課程可聘請外部專業實務講師或氣候變遷聯盟種子教師蒞校專題演講，針對能源供給、節能、儲能、再生能源推動與氣候變遷之關係等議題進行專題講座，使學生能獲得最新之產業訊息，並增加未來就業或實習的機會。圖 3 及圖 4 為師培大學能源與動力課程安排學生參觀電動機車之維修訓練基地，除了瞭解國內電動機車之發展現

況外，也學習維護保養的基本方法。



圖 3 電動機車的簡易保養示範



圖 4 電動機車的性能講解

### 三、產業參訪

為使學生能有機會了解國內能源與動力相關產業發展趨勢與研究成果，本課程可以安排 1-2 場參訪行程，包含能源供給與使用的相關產業，如電力公司、交通運輸或冷凍空調等行業（如圖 5 及圖 6）。期望透過相關設施與場所之參訪與交流，印證與瞭解課堂上所學的知識，並思考此領域之產業發展與氣候變遷之關聯，進而能提出解決方案。以台電公司林口火力發電廠與中興電工機械股份有限公司為例，林口發電廠使用傳統非再生能源，也是國內目前發電的主要型式，由參觀過程了解該公司因應氣候變遷的挑戰，燃煤的火力發電廠會產生三大污染物—粒狀污染物、硫氧化物、氮氧化物。台電公司開始為電廠加裝集塵、除硫等設備，投入大量資源積極開發有效降低因燃煤產生的有害氣體與懸浮微粒排放問題。林口電廠採用具有低熱耗率、低污染物排放優點之超臨界燃煤汽力機組，來提升發電效率及配合達成政府節能減碳政策(如圖 7 及圖 8)。中興電工機械股份有限公司因應氣候變遷採取各種的調適措施，該公司自 2008 年開始投入新能源研發，成立新能源事業群，包括燃料電池系列產品、微電網整體解決方案等，目前在澎湖東吉嶼發展的微電網系統已進入穩定運轉階段，對於環境保護相當用心。

參觀活動結束後對參與的 38 位臺師大科技系大三及大四學生進行問卷調查，以瞭解執行成效。以台電公司林口火力發電廠為例，學生對於此次參訪的滿意度調查結果如表 4 所示，由統計結果可以看出學生對於參訪的企業型態、企業所對應學校課程的專業知識以及整個參訪活動都感到滿意，也都認為應該要有多次職場參訪之活動。大多數同學能了解此產業的作

業/運作流程，也可以了解產業在因應氣候變遷所做的努力。至於此次參訪使同學得知研修此課程未來可從事的就業方向的滿意度較低，可能是課程與產業的連結待加強，但還是有 81% 的同學表示同意或很同意。

表 4  
台電公司林口火力發電廠參訪滿意度調查結果

序	問 卷 項 目	很 同 意 (%)	同 意 (%)	無 意 見 (%)	不 同 意 (%)	很 不 同 意
1	我認為參訪的企業型態符合學校課程內容。	80	20	-	-	-
2	此次參訪可以增進企業所對應學校課程的專業知識。	80	20	-	-	-
3	此次參訪使我得知研修此課程未來可從事的就業方向。	38	43	19	-	-
4	此次參訪使我了解此產業的作業/運作流程。	68	27	5	-	-
5	此次參訪可以了解產業在因應氣候變遷所做的努力。	60	35	5	-	-
6	此次參訪激發我對此產業的學習與興趣。	54	41	5	-	-
7	整體來說，我對本次參訪感到滿意。	76	24	-	-	-
8	我覺得應該要有多次職場參訪之活動。	81	19	-	-	-



圖 5 核二廠參觀



圖 6 石門風力發電參觀





圖 7 台電林口電廠參觀(一)

圖 8 台電林口電廠參觀(二)

## 肆、結語

我國目前所使用的能源中有 98%自國外進口，自產能源相當匱乏，加上能源使用可能對生活環境產生的負面影響，如何建立社會大眾對於能源與環境議題的正確價值觀與態度，政府單位的宣導與學校教育扮演重要角色。因此，108 新課綱科技領域教學中，除了使學生具備能源與動力相關基礎認知外，也應該讓他們接觸具體的能源產業相關產品或設備，瞭解其最新技術發展，並培養學生之實作能力與興趣，最後能應用所學知識客觀評論相關的生活資訊與科學問題。此外，也應啟發學生對能源科技產業的研究興趣，並引發學生重視能源與環境間之關係，進一步能提出解決方案、以強化永續發展的概念。

## 致謝

承蒙教育部補助大專校院氣候變遷教學活動計畫提供部分經費支援，特此致謝。

## 伍、參考文獻

教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要：國民中學暨普通型高級中等學校—科技領域。

張靜儀 (2005)。國小自然科教學個案研究—以 ARCS 動機模式解析。科學教育學刊，13 (2)，191-216。

Sajima T, Takayama H & Yamashita H. (2005). *Theory and practice of energy environmental education*. Japan: Kokudoshia, 65.

Ikeyama, Y., Sumiyoshi, D., Choi, Y., Tanoue, S., & Shimoji, T. (2019). Study on energy education method for elementary school students to internalize energy conservation behavior. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 294, 012077.

## 從特徵量學習人工智慧概念

吳聲毅<sup>1</sup>、黃婉禎<sup>2</sup>

國立屏東大學科學傳播學系<sup>1</sup>

屏東縣車城國小<sup>2</sup>

### 摘要

目前已有許多國家提出人工智慧的觀念要從小培養。然而，對於學生來說，他們只用課本的文字和圖像學習人工智慧的觀念是很困難的。因此，本研究開發適合學童遊玩的人工智慧桌遊。桌遊將以類似神經網路的圖樣為主，透過不同的玩法體驗人工智慧在計算時的觀念，學童可以透過桌遊學習神經元、突觸、特徵量、機器學習、監督式學習、非監督式學習、強化學習、深度學習等人工智慧相關概念。

**關鍵詞：**人工智慧、桌遊、特徵

## 壹、 導論

對於人工智慧的解釋眾多，一般讓社會大眾知曉的說法是指透過電腦程式實現類似人類智慧的技術。在 2000 年以後，大數據的世代來臨，加上深度學習技術的發展，人工智慧議題再度廣受重視，也進入到第三次熱潮（松尾豐，2016）。

因應人工智慧教育的推行，許多國家皆積極出版或翻譯人工智慧科普讀物。然而，一聽到人工智慧，一定會想到很多的程式碼和聽到一些專業且艱澀的專有名詞，如特徵量、機器學習、監督式學習、非監督式學習、強化學習、深度學習、人工神經網絡等，這種感覺似乎對中小學年紀的學生太過困難。

中小學積極推動人工智慧教育的目的，並不是讓大家學習寫程式，而是希望中小學生對於人工智慧的概念與邏輯有一些了解，進而讓他們感受到人工智慧對生活的影響。因此，我們以遊戲式學習(game based learning)理論（侯惠澤，2016）出發，結合桌遊機制設計，希望透過遊戲能夠促進學習者參與度與增強持續性的誘因，有助於學習內容理解、增進學習者解決問題與主動學習等好處，並達到心流(flow) (Hamari, Shernoff, Rowe, Coller, Asbell-Clarke, & Edwards, 2016; Kim & Ke, 2017)的目的。

## 貳、 遊戲簡介

本桌遊以特徵值為主軸開發人工智慧桌遊。人工智慧桌遊玩家人數為 2~4，適合年齡為 8 歲以上，遊戲時間約為 10~20 分鐘。桌遊設置 3 種玩法，其概念與對應的人工智慧概念包含玩法 1：知道答案與特徵量(監督式學習)、玩法 2：知道答案但不知道特徵量(非監督式學習)與玩法 3：不知道答案也不知道特徵量(強化學習)。

此桌遊三種玩法主要目標為收集题目的特徵值，只要有人最先收集到 5 張特徵值，就代表遊戲結束，並依據規則計算積分，最高分者獲勝。遊戲配件包含棋盤、十面骰子、金幣、圓形底座、角色卡、題目卡、通道卡、特徵卡、驚喜卡與關主卡等(如圖 2~7)。

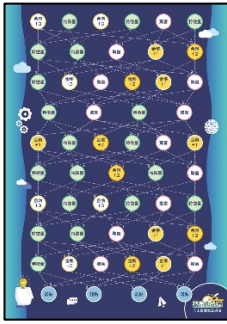


圖 1 遊戲棋盤



圖 2 角色卡

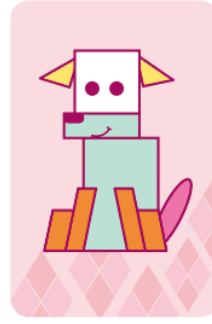


圖 3 題目卡

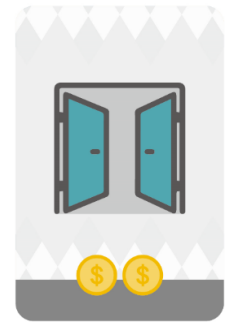


圖 4 通道卡



圖 5 特徵卡



圖 6 驚喜卡



圖 7 關主卡

## 參、 遊戲機制

本桌遊透過三種玩法來學習監督式學習、非監督式學習與強化學習，其玩法之簡介如下：

### 玩法 1: 知道答案與特徵量

知道答案，也知道特徵量有哪些。玩家需要運氣和速度看誰先達成目標，也就是有玩家先蒐集到五個特徵值時，遊戲結束並計算每人分數，最高分者獲勝。就如同人工智慧中的監督式學習，將含有標籤的資料匯入電腦中，透過標籤讓電腦知道資料的相關性，讓電腦進行學習。

### 玩法 2: 知道答案但不知道特徵量

知道答案，但卻不知道特徵量有哪些，玩家可以觀看題目卡，但不可以觀看說明書內正確的特徵量，玩家要自己透過推測找出特徵量。如同人工智慧中的非監督式學習，將沒有正解標籤的資料匯入電腦中，讓電腦透過資料分析與學習來找出特徵量。

### 玩法 3: 不知道答案也不知道特徵量

不知道答案也不知道特徵量，此玩法需要搭配一名關主。此玩法類似人工智慧中的強化

學習又稱半監督式學習，得到一定的程度的學習之後再使用非監督式學習，透過反覆學習並計算出特徵量。此玩法中，關主代表已經學習過的成果，玩家在找尋特徵量的則代表非監督式學習，尋找特徵量的過程，根據關主已經學習過的成果，給予特徵相關或不相關的訊息，反覆學習與蒐集其他特徵量。

## 肆、學習機制

人工智慧桌遊透過蒐集特徵的 3 種方式，間接了解人工智慧中機器學習的一些概念，其中包含神經元、突觸、特徵量、監督式學習、非監督式學習、強化學習、人工神經網絡等。此款桌遊機制與牌卡對應到人工智慧中的相關概念如表 1。

表 1

桌遊機制與牌卡對應到人工智慧中的相關概念

名詞	說明	桌遊對應的內容
人工神經網絡	簡稱類神經網絡或神經網絡，是指模擬人類大腦的神經迴路結構及構造的數學模式(學習模式)。	棋盤
神經元	神經元是神經系統的結構與功能單位之一。神經元能感知環境的變化，再將信息傳遞給其他的神經元，並指令集體做出反應。	棋盤中的每個圈
突觸	在大腦的神經細胞裡，有名為突觸的部位，只要到達一定電壓以上，就會釋放神經傳導物質，把電子訊號傳遞給下一個神經細胞。	棋盤中每個圈圈之間的連結(通道)
特徵量	機器學習在輸入時使用的變數，它的數值可定量呈現目標的特徵。機器學習隨著所挑選特徵量的不同，而讓預測精準度產生很大的變化。	特徵卡
監督式學習	把含標籤資料(正確答案)匯入電腦中，可以由訓練資料中學到或建立一個模式，並依此模式推測新的例子，稱作「監督式學習」。	玩法 1
非監督式學習	使用沒有附正解標籤的資料來學習的方法。監督式學習	玩法 2

需要花功夫加上標籤(正確答案)，而非監督式學習則不需要。

強化學習 混合監督式學習與非監督式學習，先利用在分類問題上 玩法 3  
較容易出現成果的監督式學習，讓電腦機械性學習基本的特徵量。獲得一定程度的學習成果後，再使用非監督式學習，給予龐大的訓練資料。這種透過反覆學習，自動計算出特徵量的手法。

## 伍、 融入課程教案設計

特徵小偵探-人工智慧概念桌遊除了可以獨立進行學習活動外，亦可以搭配相關課程進行課程融入活動。以下以探索 AI 星球進行示範。

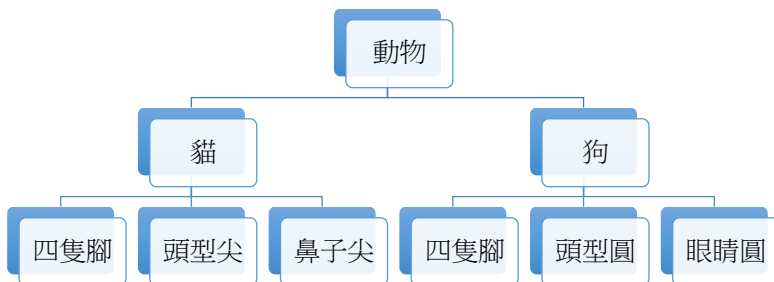
### 人工智慧桌遊「特徵小偵探」

領域/科目	科技領域/資訊科技		設計者	黃婉禎
實施年級	國中 7-9 年級		總節數	共 2 節， 90 分鐘
單元名稱	探索 AI 星球			
設計依據				
學習重點	學習表現	資 p-IV-3 能有系統地整理數位資源。	核心素養	科 J-B2 具備善用科技、資訊與媒體增進學習的素養，並察覺、思辨人與科技、資訊、媒體的互動關係。
	學習內容	資 T-IV-1 資料運算與分析。 資 D-V-1 巨量資料的概念。		
議題融入	實質內涵	融入科技教育		

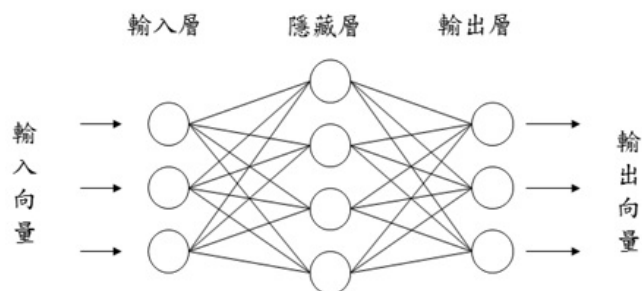
	所融入之 學習重點	發展學習科技的興趣與熱情	
教材來源	AI 人工智慧-特徵小偵探桌遊		
教學設備/資源	特徵小偵探桌遊數套(依參與人數而定)		
學習目標			
<p>認知：認識巨資料及辨別巨資料中重要的物件。</p> <p>情意：能組織資料中同類別的物件並使用之。</p> <p>技能：能發現在日常生活中的科技產物與 AI 人工智慧的結合。</p>			
教學活動設計			
教學活動內容及實施方式		時間	備註
[第一節]			
<p>一、引起動機</p> <p>(一) 老師將手機拿出：利用「形色的 app」拍攝真實的向日葵，請學生思考「為何能使用此 app 就能知道植物名稱了呢？」</p> <p>(二) 在日常生活中是否有類似的功能呢？例如：車牌辨識、臉部辨識、動物辨識等。</p>		10 分鐘	
<p>二、教學活動</p> <p>活動一：向日葵</p> <p>(一) 分組思考：是如何知道眼前的花是向日葵呢？</p> <p>(二) 將向日葵呈現。</p> <p>(三) 請學生在眾多的幾何圖案中挑出能展現向日葵的特徵。</p> <p>(四) 將去蕪存菁後的幾何圖形特徵，拼湊出向日葵的圖樣。</p> <p>(五) 統計向日葵的特徵數量。例如：圓形一個，圓柱一個、橢圓形八個。</p>		10 分鐘	
活動二：貓咪			

- (一) 分組思考：貓狗的特徵很像，是如何分辨兩者的差別呢？
- (二) 請用組織圖畫出你的思維模式。例如：

15 分鐘



- (三) 類神經網路的圖示



\* 將資料輸入成特徵量 (例如：兩個三角形、一個圓形、兩顆小圓型... )，再將這些特徵量統合成為對應的預測變數 (貓)。經過一次又一次的去蕪存菁進行深度學習，將輸入的特徵量與預測變數能更精準地達成。

- (四) AI 人工智慧的運用

1. 學生統整辨別物種的方式
  2. 分析何謂類神經網路？
  3. 如何進行深度學習？
- (經由不斷練習並去除無意義資料)



<p>三、綜合活動-「應用：AI 人工智慧對人類的貢獻」</p> <p>(一) 醫療方面 預測病人可能患得的疾病。</p> <p>(二) 科技方面 利用臉孔辨識、APPLE 手錶救命模式等。</p> <p>(三) 教育方面 進行落點分析、與電腦的對戰遊戲等。</p> <p style="text-align: center;">[第二節]</p> <p>一、 引起動機</p> <p>(一) 如何用不插電的方式進行 AI 人工智慧呢？</p> <p>(二) 將 AI 人工智慧-特徵小偵探桌遊展示進行遊戲活動。</p> <p>二、 教學活動</p> <p>(一) 遊戲介紹</p> <p>(二) 玩家設定 (四個角色)</p> <p>(三) 遊戲玩法 (三個模式)</p> <p>(四) 勝負方式</p> <p>三、 綜合活動</p> <p>請設計一個生活上能使用的人工智慧應用。 例如：辨識腳型列出合適的鞋子款式。</p>	<p>10 分鐘</p> <p>5 分鐘</p> <p>30 分鐘</p> <p>10 分鐘</p>	
<p>資料參考：類神經網絡圖來源</p> <p><a href="https://blogs.sas.com/content/sastaiwan/2020/02/25/活學活用類神經網路-如何運用 sas-em 提升類神經網路模/">https://blogs.sas.com/content/sastaiwan/2020/02/25/活學活用類神經網路-如何運用 sas-em 提升類神經網路模/</a></p>		



圖 8 遊玩情境圖

## 陸、 教學提醒

師長們在進行人工智慧桌遊活動或是將人工智慧桌遊融入課程時，建議先不提人工智慧各項艱澀的專有名詞。師長們可以先透過生活情境引起動機後再進行桌遊活動，進行桌遊活動時，先透過遊戲機制的引導讓同學們先進行遊玩活動，待同學們玩幾次後熟悉此桌遊，再進行人工智慧的概念解說。如，棋盤就像是神經網路的傳遞、玩法 1 的流程就像是監督式學習的過程等。

## 柒、 參考文獻

松尾豐著、江裕真譯 (2016)。了解人工智慧的第一本書：機器人和人工智慧能否取代人類？

台北市：經濟新潮社。

侯惠澤 (2016)。遊戲式學習。台北：親子天下。

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179.

Kim, H., & Ke, F. (2017). Effects of game-based learning in an OpenSim-supported virtual environment on mathematical performance. *Interactive Learning Environments*, 25(4), 543-557.

## 國小二年級運算思維教學實例與成效分析，以 code.org 為例

林裕峯<sup>1</sup>、張昊辰<sup>2</sup>

國立中央大學網路學習科技研究所<sup>1</sup>

桃園市仁和國民小學<sup>2</sup>

### 摘要

本研究之目的，在於剖析 Code.org 學習平台之教材內容，進行課程規劃與教學時間分配，並搭配自主學習教學策略，提出一套教學模組應用於國小二年級資訊課程，培養學生運算思維能力，並評估其可行性與成效。本研究針對桃園市某國小二年級 6 個班學生，進行為期三週、共三節之編程教學，透過課程實施過程之教師觀察及階段關卡表現，探討學生課間表現、同儕互動與學習成效。其研究結果如下：(一) 運用 Code.org 學習平台搭配自主學習教學模組，除了能培養孩子問題解決與批判性思考的高階思維能力外，亦能透過同儕互教與分享，訓練溝通表達能力，提升同儕合作的社交技巧。(二) Code.org 學習平台導入教學後，學生闖關的時數超過在學校授課時間，表示學生應是利用課餘進行自主學習，延長課後學習的時間，展現積極挑戰態度。(三) 學生在遇到較困難的關卡時，並不會直接求助於老師，而是先透過劃記路徑、分析程式積木的使用時機；若仍無法克服，則會轉而求助於同儕，共同討論解決問題。

**關鍵詞：**運算思維、Code.org、自主學習、教學模組

## 壹、前言

在二十一世紀，資訊科技不管在理論、技術、系統及工具方面都有了迅速的發展，許多國家也注意到資訊科技對未來生活、工作、國家發展有舉足輕重的地位，因此紛紛在課程標準上訂定一些政策。在十二年國教課程綱要中，資訊科技被列為重要的發展領域之一，且特別著重學生「運算思維(Computational thinking)」能力的培養，並於各個學習階段加入不同的建議課程(教育部，2014)。運算思維不僅是電腦科學家應具備的能力，更應該是一般大眾需要培養的思考能力(Wing, 2006)，因此運算思維並非單指程式學習，它代表的是一種思考方式。劉晨鐘(2019)也指出「運算思維不僅是寫程式的能力，還包括處理資訊的能力，以及資訊科學家用來解決問題的態度」。所以運算思維方式的建立不該是用教的，而是要透過長期、不斷的體驗、實作，才能在過程中慢慢引導學生們建立這種思維模式。

然而，教育部(2014)在「十二年國民基本教育領域課程綱要(國民中小學，普通型高中)科技領域(草案)」中，將中學教育納入科技領域，國民小學階段並未規劃為領域學習課程，僅建議於三~六年級彈性學習課程實施。隨著越來越多的學校將程式教育納入課程當中，國家教育研究院(2020)公布「科技教育及資訊教育課程發展參考說明」，雖已訂定國小中、高年級學習內容與學習表現，並提供跨領域統整性教學方案，但對於國小教師實踐運算思維課程的助益仍有限。

本研究旨在探討國小二年級學生運用 Code.org 學習平台進行運算思維訓練的可行性與教學成效分析，並藉由教學前課程分析，進行教學內容規劃與活動設計，提出一套具體可行之教學模組，以作為國小資訊教師日後在推動運算思維課程規劃與教學設計之參考。後續章節依序為文獻探討，進行 Code.org 學習平台介紹與學習編程設計的教育效益的分析；課程規劃與教學活動設計，說明 Code.org 的課程內容分與教學模組設計；教學成效分析部分，將呈現學生投入學習活動的積極度與回饋建議；最後是結論與建議，提出此研究的總結、研究限制與未來工作方向。

根據上述研究背景及架構，本研究之目的為：

一、 分析 Code.org 學習平台之課程，透過實作教學，提出一個具體可行的教學模組。

二、 探討 Code.org 學習平台導入國小二年級學生程式設計學習的成效。

三、 瞭解學生對於 Code.org 學習平台導入教學後，面對問題與尋求解決方法的態度。

## 貳、文獻探討

### 一、Code.org 學習平台介紹

Code.org 成立於 2013 年，是一個致力於普及電腦科學的非盈利性組織，為了讓每一位學生都能有機會接觸並掌握電腦科學，他們設計了電腦編程入門課程，搭配視覺化的操作介面，並切分成較小且易達成的任務，免費提供給學生，藉此累積其編程經驗 (Code.org, 2019)，大幅降低了新手學習編程造成的焦慮現象。

Code.org 學習平台提供使用者非常友善的操作環境與介面，也支援跨平台的服務，只要透過 Web 瀏覽器，不需要註冊帳號便能學習編程。若需要記錄自己的學習歷程，可以註冊帳號登入，也可使用其他平台上已有的帳戶登入，例如：Google、Facebook 和 Microsoft。除此之外，它也提供了即時回饋功能與獎勵機制，這是在遊戲化系統中重要的元素之一 (Kapp, 2012)，讓學生在進行個人化學習遇到問題或通過挑戰時，給予即時的回饋訊息與鼓勵，以增強學生的學習動機、自我監控與促進自主學習的實踐。

### 二、學習編程的教育效益

學習編程就是在訓練學生運用編程的思考方式(Computational thinking)，如同學習閱讀一樣，在這個知識爆炸的世代是一種基本的能力。從小學習理解與撰寫程式控制電腦、機器人...等，並從控制按鈕、角色、得分、方向、數字變化的過程中，學到數學知識應用的技巧，也能藉此提升學生英文的能力，對於其他的科目如音樂、藝術...等，一樣可以運用在編程教學的過程中，也就是所謂的 code to learn (Barradas, Lencastre, Soares & Valente, 2020)。

對於學習編程所帶來的教育效益，除了透過發現問題、拆解問題、概念化及模組化、找出可行的運算解決方案，以培養運算思維外；國內外的研究也指出編程教育能維持學生主動參與的學習態度，亦能培養數學問題解決、批判性思維、善於與他人溝通及促進合作的社交技巧、自我管理和學術技能的能力(Barradas, et al., 2020；Chen & Rada, 1996；Liu, Wimmer, & Rada, 2016；廖斯于、孫春在，2017)。

綜上所述，透過推動編程教育向下延伸，讓學生運用 Trial and Error 的策略，以電腦的邏輯來解決問題的思維，將有助於培養學生的運算思維能力。現場教師更可於課前針對課程教材內容進行分析，安排適宜的教學活動，進行跨域整合的教學，激發更多的創意，創造更多的可能性，實踐 code to learn。

## 參、課程規劃與教學活動設計

### 一、Code.org 課程規劃

由於 Code.org 學習平台的課程皆提供適用年齡建議，本研究參考其建議，選定課程一與課程二進行內容分析如下：

課程一：適用年齡 4~6 歲，共 18 個階段，合計 139 個階段關卡，主要在讓初學者學習創建計算機程式。在這個過程中讓他們學習與他人合作、提高解決問題能力，並培養完成困難任務的毅力。課程二：適用年齡 6~8 歲，建議於 2~5 年級實施，共 19 個階段，合計 150 個階段關卡。在此課程中，學生會學習建立程式以解決問題，開發並分享互動式的遊戲或故事。以下本研究將整理出課程一及課程二之階段名稱及各關卡運算思維策略分析，如表 1 及表 2 所示。

表 1

Code.org 學習平台之課程一

階段	階段名稱	關卡數/ 闖關時間(分)	運算思維策略
1	快樂地圖	1/1	
2	移動它，移動它	1/1	觀察圖片之間的線索和關聯性，並初步認識程式的順序性。
3	拼圖-學會拖曳與放置 ( drag and drop )	12/15	
4	迷宮-序列 ( Sequence )	15/25	
5	迷宮-除錯 ( Debugging )	12/40	了解每一個步驟的目的，以及順序在執行任務時的重要性 觀察線索，找到執行任務時發生的錯誤。實驗新的或不同的做法，解決任務執行過程的錯誤。
6	生活中的演算法-植物種植	2/4	觀察圖片之間的線索和關聯性，並且初步認識程式的順序性。
7	蜜蜂-序列 ( Sequence )	15/40	了解每一個步驟的目的，以及順序在執行任務時的重要性。
8	小藝術家-序列 ( Sequence )	12/40	從「連連看」的遊戲體驗筆畫的順序性及方向性。

			觀察圖案造型是如何構成的，並且能夠拆解圖案構成的步驟。
9	打好基礎	1/3	
10	小藝術家-形狀 ( Shapes )	10/40	知道如何使用順序步驟繪製形狀。
11	拼字蜜蜂	12/40	搜尋並且識別在字母迷宮內的目標英文單字。
12	學習迴圈	1/2	理解在程式中使用迴圈的結構來取代手動加入重複指令的好處。
13	迷宮-迴圈 ( Loops )	14/60	辨識序列中的重複性，能夠將很長的序列指令拆解成一個或數個能夠重複執行的迴圈。
14	蜜蜂-迴圈 ( Loops )	13/60	對於給定的任務能夠以程式迴圈的結構，在迴圈裡重複單一指令。能夠確認使用迴圈的方法可以用來簡化重複的動作。
15	大事件	1/2	
16	Play Lab-創作一個故事	6/40	能夠計數動作的重複次數，並且將它描述成重複迴圈的結構。
17	安全的遨遊網路世界	1/2	能夠將一個圖案繪製的動作，拆解成最小的、具有重複性質的序列。
18	小藝術家-迴圈 ( Loops )	10/50	
合計關卡數		139/465	

資料來源：本研究整理。

表 2

**Code.org 學習平台之課程二**

階段	階段名稱	關卡數/ 闖關時間(分)	運算思維策略
1	方格紙編程	2/2	理解答案選項裡面的箭頭圖標和塗寫圖標的意思
2	生活中的演算法-紙飛機	2/2	以製作紙飛機的方法為例，展示我們在日常生活中使用的算法。
3	迷宮-序列 ( Sequence )	11/25	了解每一個步驟的目的，以及順序在執行任務時的重要性。
4	小藝術家-序列 ( Sequence )	12/40	
5	學習迴圈	1/1	理解在程式中使用迴圈的結構來取代手動加入重複指令的好處。
6	迷宮-迴圈 ( Loops )	14/50	辨識序列中的重複性，能夠將很長的序列指令拆解成一個或數個能夠重複執行的迴圈。
7	小藝術家-迴圈 ( Loops )	16/80	
8	蜜蜂-迴圈 ( Loops )	14/50	
9	接力編程	2/4	知道如何使用順序步驟繪製形狀。

10	蜜蜂：除錯 ( Debugging )	11/30	練習調試程序的概念，知道使用單步調試來驗證程序是否按照預期在執行。
11	小藝術家-除錯 ( Debugging )	12/40	
12	條件判斷 ( Conditionals )	1/2	透過紙牌遊戲規則，根據已知條件進行判斷，從而執行不同的操作。
13	蜜蜂-條件判斷 ( Conditionals )	15/90	理解判斷的對象、條件、結果，以及如果判斷的條件滿足了，才會執行積木的步驟；否則跳過條件語句。
14	二進制手環	1/3	初步認識編碼配對的概念
15	大事件	1/2	
16	像素鳥	10/50	透過調整數據理解它對操作物的影響
17	Play Lab-創作一個故事	11/50	理解判斷的對象、條件、結果，以及如果判斷的條件滿足了，才會執行積木的步驟；否則跳過條件語句。
18	你的數位足跡	1/3	
19	小藝術家-巢狀迴圈 ( Nested Loops )	13/100	辨識序列中的重複性，能夠將很長的序列指令拆解成一個或數個能夠重複執行的迴圈。
合計關卡數		150/624	

資料來源：本研究整理。

本研究之課程規劃以二年級上學期每週一節資訊課，進行課程一的教學與實作，連續實施 10 週；下學期則改為實施課程二，連續實施 15 週。實施過程中，因學生的學習能力與進度有所不同，少數學生無法在課堂時間內完成階段關卡之挑戰，教師將鼓勵學生利用課餘時間完成，其餘學生則可依照自己的學習進度，挑戰下一堂課的授課進度。

## 二、教學模組設計

本研究之自主學習教學模組修改何世敏 ( 2017 ) 提出的自主學習課堂應用模式，透過學生自學、教師導學、組內共學、組間互學，啟發學生自學動機，如圖 1。各學習階段時間安排、任務與實作過程如表 3 所示。

階段	時間(分)	任務與實作過程
學生自學	10	1.教師指派 4~5 個關卡給學生實作。 2.學生透過 Trial and Error 進行闖關。 3.學生可自行決定使用繁體中文或英文介面
教師導學	5	1.教師選定關卡運用劃記工具描繪角色移動路徑與動作。



		2.教師使用「中英文介面」對照，依照劃記路徑，搭配積木程式進行對應說明。
組內共學	15	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.學生依照個人化學習進度，繼續解決未完成關卡或挑戰後面的關卡。</li> <li>2.未完成教師指派關卡之學生，可請鄰座同學給予協助(觀看過關程式或給予口頭指導)，但不可直接代為拖曳積木程式。</li> </ol>
組間互學	10	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.教師指定關卡，請學生運用劃記工具描繪角色移動路徑與動作。</li> <li>2.請學生分享移動路徑與動作，說明從劃記路徑與動作中發現什麼？</li> <li>3.請學生依照同學分享的發現，拖曳程式積木完成關卡挑戰。</li> <li>4.請完成關卡的學生分享過關策略。</li> </ol>

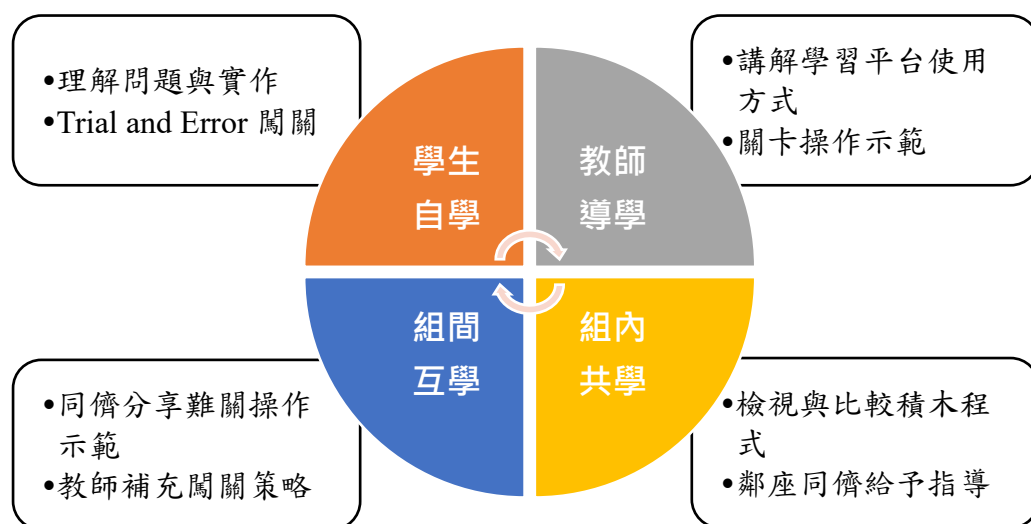


圖 1 自主學習教學模組

### 三、教學活動設計與流程

新課綱的三項核心素養中，「自主行動」是其中很重要的一環，因此教師採 step by step 教學，並運用 Code.org 學習平台的中、英文介面進行教學引導，實踐跨域教學。此外，為提升同儕互教的成效，且考量電腦教室座位安排限制，不利於組內討論與分享，便參考學生運算思維能力(關卡通過數)，進行座位調整，以確保鄰座同學能給予適時闖關協助，其教學活動流程設計如表 4 所示。

教學階段	教學流程
學生自學	教師提示平台基本功能後，學生依序進行各階段關卡的練習 ( Trial

	and Error )
教師導學	教師選擇難關進行示範教學，並提示該階段關卡的運算思維策略。講解時採中、英文介面並列，並鼓勵學生利用英文介面進行操作闖關，藉此讓學生熟悉英文積木指令，並強化學生對英文字母的辨識力。
組內共學	當低成就的學生無法闖關成功，提出協助需求時，鄰座學生會先給予同儕口頭指導；仍無法過關，再展示過關積木程式以供參考。
組間互學	教師透過廣播監控軟體，請學生分享不同的過關策略。最後，教師給予鼓勵與回饋。
隨堂評量	教師依照每個階段關卡要培養學生的運算思維策略，挑選 1~2 關，派送檢核學生的學習狀況。

此教學活動的實施對象為桃園市某國小二年級 6 個班，學生共 189 位，家中有桌上型電腦 134 人、有個人專屬平板 98 人，學生一年級無任何程式設計基礎，但已經學會基本鍵盤、滑鼠的操作，也會使用瀏覽器進行資訊查詢與閱覽。

在學生使用 Code.org 學習平台前，教師須事先完成三項前置作業，其一，建立學習小組並設定全年級登入方式，如圖 2。其二，為減少國小低年級學生使用英文字登入平台的問題，建議設定學生採用圖片登入，避免學生在使用文字登入時，花費過多的時間，如圖 3。其三，將學習小組登入網址及全年級的登入圖卡檔置於網站，以利學生查詢登入，如圖 4。



圖 2 建立學習小組介面

選擇添加學生的方式：

建立並管理學生清單



圖 3 學生登入方式選擇介面



圖 4 登入網址、代碼與通關圖片

學生在自主學習或組內共學階段時，教師可進入後台，利用關卡或階段檢視學生的學習進度，如圖 5 及圖 6 所示，並搭配廣播螢幕監控，瞭解每位學生的學習狀況，並適時進行教學評估與調整。

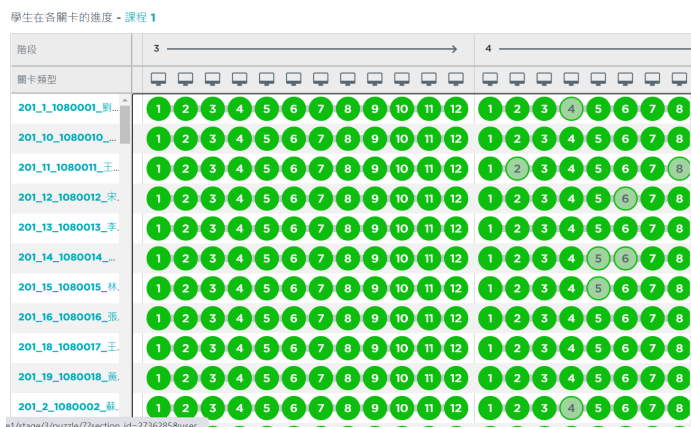


圖 5 以關卡檢視學生學習進度畫面

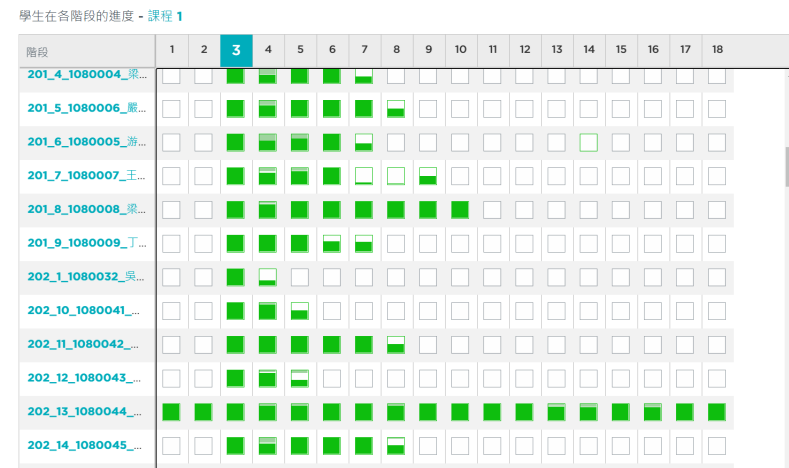


圖 6 以階段檢視學生學習進度

## 肆、教學成效分析

### 一、學生操作關卡頻率

學生在校內期間，從 9/8~9/22 共 3 週，每週至少實作 20 分鐘，合計 60 分鐘。已有學生自行利用課餘時間完成 18 個階段。另外在課後的使用時數，平均每人每週約 10~30 分鐘。進一步登入系統後臺進行數據分析，得知以下訊息：

- (一) 從完成階段關卡統計圖中得知，各班至少能完成 1,350 個階段關卡，且累積至少 5,200 行程式碼的使用經驗，如圖 7 所示。
- (二) 階段一平均通過每個階段關卡以 3 分鐘計，每週每位學生平均使用 Code.org 平台 32 分鐘以上(每週資訊課操作時間至少 20 分鐘)。由此得知，學生於課後會進入平台進行自主學習，如圖 8 所示。
- (三) 201 及 202 兩班每週平台使用時數 40 分鐘以上，高於其他四班。因此，完成階段關卡與累積使用程式碼經驗也都優於其他四班。
- (四) 二年級平均每月每人使用 Code.org 平台 145 分鐘(約 2.4 小時)。
- (五) 依據每月與每週每位學生使用之時間，已超過校內授課操作時間。

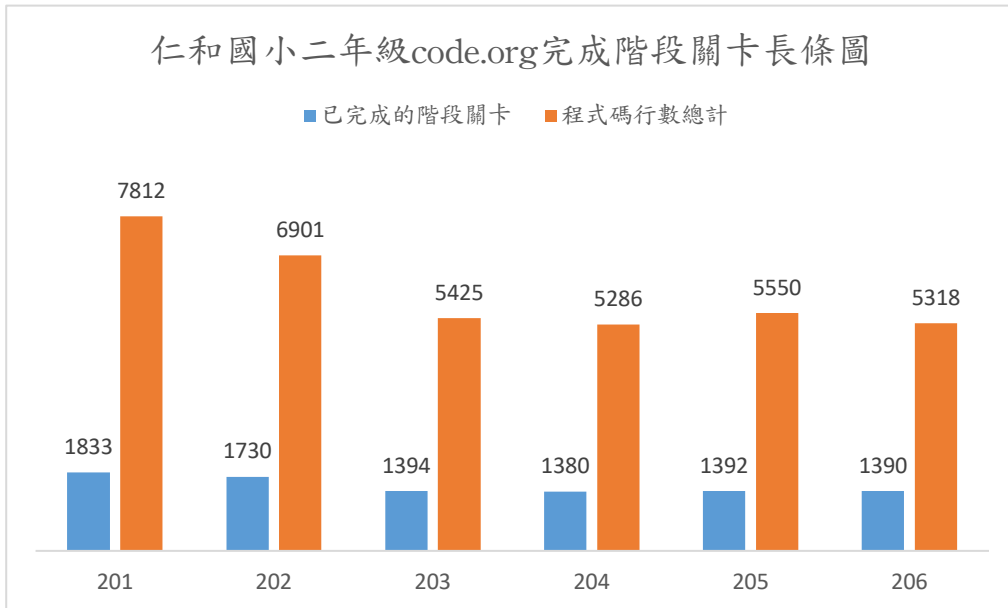


圖 7 二年級學生完成階段關卡長條圖

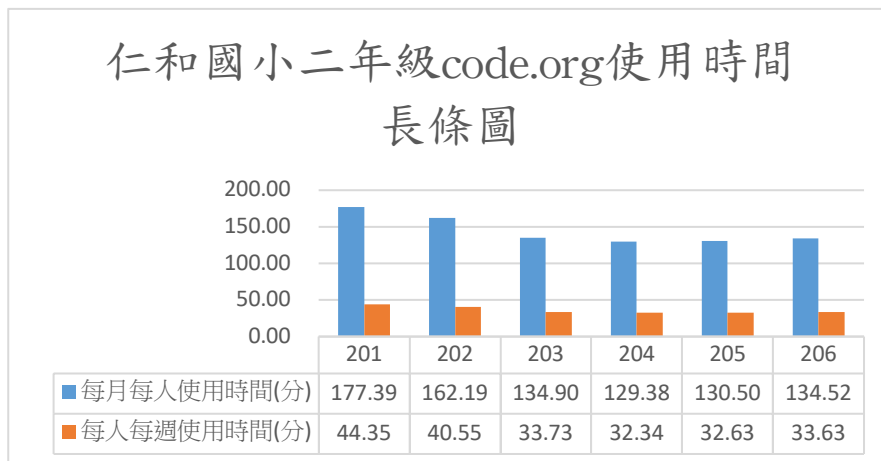


圖 8 每月與每週每位學生使用之時間長條圖

## 二、學生反思與回饋紀錄

教學活動結束後，隨機採樣詢問學生 Code.org 對你的幫助或困難點是什麼？學生的回饋如下：

S1：我覺得玩 code.org 可以學數學，我覺得跟學數學動腦很像。(邏輯思維)

S2：我可以學到英文。(學生採用英文介面操作)

S3：我學到東西南北的方向。

S4：學會操控積木程式叫憤怒鳥做事情。

S5：遇到問題時，我會一直嘗試、反覆做，直到過關為止。

S6：讓我可以動動腦，學習專注力。

S7：我一直過不了關的時候，老師有安排小老師在旁邊教我，我就不會一直卡關很久！

S8：老師教我們用重複的功能，可以更快地過關，我覺得很好用！

S9：我做錯了，電腦也不會生氣，也可以和同學討論，後來我就會了！

S10：我當小老師教同學的時候，老師不准我們動他的滑鼠，只能用嘴巴說明，我覺得有點難！

S11：我一直不過關的時候，老師和同學只要講一下下，我聽懂了，我就會了！

S12：我不太會用重複，所以我就一個一個把積木堆出來，最後也可以過關！雖然沒有得到全綠的燈，我也很開心！

S13：幫助我分清楚左轉右轉，是用遊戲裡的角色來看前方決定，不是我自己的左右手！

S14：我喜歡跟同學討論怎麼過關，所以遇到問題時，我們會一起討論。

S15：在指導同學時，我會先用畫筆畫出路徑，在請同學依照路徑把積木程式拉出來。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

十二年國教課綱強調「探究與實作」的能力，編程教育更是強調學生的實作與體驗，學生能從實作的過程中發展解決問題的策略，並將所學透過表達、溝通、分享、互助等過程，實踐「自發」、「互動」、「共好」的基本理念。具體而言，本研究依據教學成果與分析，歸納出以下結論與建議，以提供未來國小教師在導入 Code.org 實施編程教學之參考：

- (一) 運用 Code.org 學習平台搭配自主學習教學模組，除了能培養孩子問題解決與批判性思考的高階思維能力外，亦能透過同儕互教與分享，訓練溝通表達能力，提升同儕合作的社交技巧。
- (二) Code.org 學習平台導入教學後，學生闖關的時數超過在學校授課時間，表示學生學生應是利用課餘進行自主學習，延長課後學習的時間，展現積極挑戰態度。
- (三) 學生在遇到較困難的關卡時，並不會直接求助於老師，而是先透過劃記路徑、分析程式積木的使用時機；若仍無法克服，則會轉而求助於同儕，共同討論解決問題。

## 二、建議

本研究藉由每週一節資訊課進行 Code.org 編程教學課程，授課時數有限，尚無法研究二年級學生參與 Code.org 程式設計教學對數學問題解決、批判性思維、善於與他人溝通及促進合作的社交技巧、自我管理和學術技能的能力的影響；此外，教學對象之社經背景不同與文化刺激不足，造成學習成就差異，且國小採用常態分班，進行個人化學習時有明顯差異，雖有調整座位以便進行同儕互教，但對於課程規劃跟教學活動設計，仍是很大的挑戰。

本研究提出一套教學模式證實 Code.org 編程設計適合在國小二年級實施，且能提升學生自主學習的動機，建議學校可採用此教學模式，向上到三年級或向下到一年級加入 Code.org 課程，使國小學生從中建立對資訊科技的興趣，實踐資訊科技向下扎根。

由於運算思維方式的建立需要透過長期、不斷的體驗、實作，才能在過程中慢慢引導學生們建立這種思維模式，因此，後續研究可延長或融入其他領域課程，以增加每週實作時數或規劃為期 2 年的 Code.org 編程教學，以利觀察學生在接受 Code.org 編程教學後運算思維能力的差異。

## 陸、參考文獻

何世敏 (2017)。自主學習理論、研究與實踐的發展—香港校本經驗的初步總結。國立臺中

教育大學，2017 年 11 月 15 日，演講簡報。

林幸淇 (2018)。應用 Code.org 於國小三年級程式設計教學之研究 (未出版碩士論文)。國

立清華大學，新竹市。

國家教育研究院 (2020)。科技教育及資訊教育課程發展參考說明。臺北市。

教育部 (2014)。十二年國民基本教育領域課程綱要 (國民中小學、普通型高中) 科技領域

(草案)。臺北市。

教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要。臺北市。

廖斯于和孫春在 (2017)。程式積木教學策略改進對技術型高中生程式設計課程學習動機的

影響-以導入 code.org 為例 (未出版碩士論文)。國立交通大學，新竹市。

劉晨鐘 (2019)。運算思維與程式設計教育浪潮。人文與社會科學簡訊，20 (4)。

- Barradas, R., Lencastre, J. A., Soares, S., & Valente, A. (2020). Developing computational thinking in early ages: A review of the Code.org platform. *In Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2020, pp.157-168; May 2-4, 2020).*
- Chen, C., & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-computer interaction, 11(2)*, 125-156.
- Code.org. (2019). *About us*. Retrieved from <https://code.org/about>
- Kapp, K. M. (2013). *The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice*. John Wiley & Sons.
- Liu, J., Wimmer, H., & Rada, R. (2016). " Hour of Code": Can It Change Students' Attitudes Toward Programming?. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, 15*, 53.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49(3)*, 33-35.



## 中學資訊科技教材教法設計剖析

張凌倩

國立臺灣師範大學通識教育中心

### 摘要

由於人工智慧、巨量資料分析、物聯網等技術蓬勃發展，對各種產業及生活皆造成重大影響，資訊科技已不再是資訊產業的專業技能，而是資訊時代公民應具備的基本能力。因應資訊科技與資訊教育發展的世界趨勢，十二年國教資訊科技課綱作了重大變革，新課綱以運算思維為主要精神，並包含了許多新興的資訊科技概念，因此成為現場教學相當大的挑戰。中學資訊科技教材教法出版目的在闡釋課綱的理念及原則，厚植職前教師教材設計與教法發展能力，進一步落實新課綱的推行。本文回顧教材教法專書中的主要理念和重點，包括各重要關鍵面相，期能協助教師了解課綱精神，並設計適切的教材與教法以服膺課綱的精神，確實落實新課綱。

### 壹、前言

1980年代以來，因應各年代資訊科技與資訊教育發展的世界趨勢，資訊科技課程課綱經過五次修訂，核心主軸從1980年代的程式設計、1990年代的應用軟體、2000年代的資訊科技、2010年代的資訊科學至2019年來的運算思維。新課綱以運算思維為主要精神，所謂「運算思維」(Computational Thinking)，即是利用資訊科技有效解決問題時，所需經歷之形塑問題與產出解題方法的思考歷程(Wing, 2006)。透過「運算思維」(computational thinking)，可以有效地利用運算方法與工具解決問題(Wing, 2006)。具備運算思維，可讓我們能擁有電腦科學家面對問題時的思維模式(Grover & Pea, 2013)。事實上就是一種「能有效應用運算方法與工具解決問題的思維能力」(林育慈、吳正己, 2016)。

運算思維包含抽象化(abstraction)、樣式辨識(pattern recognition)、問題解析(problem decomposition)、資料表示(data representation)及演算法思維(algorithmic thinking)等內涵。

抽象化( Abstraction )為學生是否能識別並擷取可表達主要概念的重要訊息。樣式辨識( Pattern Recognition )是在一群資料中( 可以是數字、文字、圖形、照片等不同形式 )找出樣式、趨勢或規則的過程，換言之指的是找出問題解決策略或資料特徵的共通規則或樣式。問題解析( Decomposition )是指將一個大問題，依照問題結構或流程解析為幾個子問題，以利後續的問題解決。資料表示( Data Representation )是以適當的圖表、文字或畫面描述與組織資料，也就是將各式資料利用有效的格式表示，以利後續的運算。演算法思維( Algorithm Thinking )指能依據或規劃解題步驟( 演算法 )來解決問題，換言之是指找到明確的問題解決步驟。

## 貳、 教材設計與簡要示例

所謂運算思維導向的教材教法設計，指的是透過探索與思考的學習活動讓學生體驗運算思維，且每種教學活動皆有其所欲強調的主要運算思維，以引導此教學活動的設計理念與教學內涵的主軸。例如：教「迴圈程式設計」時，在傳統教學中，我們可能直接告訴學生迴圈的指令與撰寫方式，但在運算思維導向的教學中，便可透過讓學生去觀察指令的重複現象，並辨識出重複的指令樣式，以培養其歸納重複指令的樣式來進行迴圈程式設計的能力。可在學習單中加入圈選重複指令的活動，以明確引導學生思考如何進行樣式辨識。教「資料數位化」時，在傳統教學中，經常直接教導學生二進制、十進制、與十六進制等不同進制之間的換算，學生可能會誤以為資料數位化是數學運算。但在運算思維導向的教學中，應更強調為了儲存、傳播與運算資訊，必須用合適的資料表示格式或演算法，因此可設計一些教學活動，讓學生體驗資料的表徵方式，以引導學生思考如何進行資料表示( 國立臺灣師範大學，2016 )。

十二年國教資訊科技教學強調透過運算思維的培養讓學生具備問題解決的高階能力，因此，如何幫助學生在實作任務中學會問題解決所需的程序與策略，培養運算思維能力並理解學習內容，是資訊科技教學設計的重點。而如何引導學生從分析問題、理解概念、仿作到獨立思考解決問題，也是教學實施階段的重要任務。設計運算思維導向的資訊科技教學可使用專題式學習( project-based learning )、協同學習( collaborative learning )、與實驗式學習( lab-based learning )的方法。也可利用多媒體、不插電學習素材、及資訊科技硬體等學習工具。而因為程式設計對於許多學生來說較難，因此可利用協同程式設計教學策略，或視覺化程式設

計工具進程式設計教學。此外為培養學生整合跨學科知識解決問題的能力，如 STEM 教學。或是培養學生批判思考及解決問題的能力，提升面對議題的責任感與行動力，如議題融入教學等都是教材教法設計的重點（吳正己等，2020）。

所以教學活動流程設計可以四個階段設計：（一）具體操作：教師可運用影音等具體事物的觀察與操作，讓學生了解學習概念的具體意義，並提問引出問題以提昇學生學習動機；（二）運算思維：教師可透過學習任務讓學生體驗運算思維心智活動；（三）學習內容：教師透過範例程式進程式概念與語法解說，或是講解資訊科學內容；與（四）創作：完成創作、測試與修正（國家教育研究院，2019）。另外教師應將教學評量視為教學設計中的一環，讓學習評量與相教學目標互結合，除了進行學習內容評量、程式設計評量與學習態度評量之外，也須進行運算思維評量。除了總結性評量之外，可多增加形成性評量。

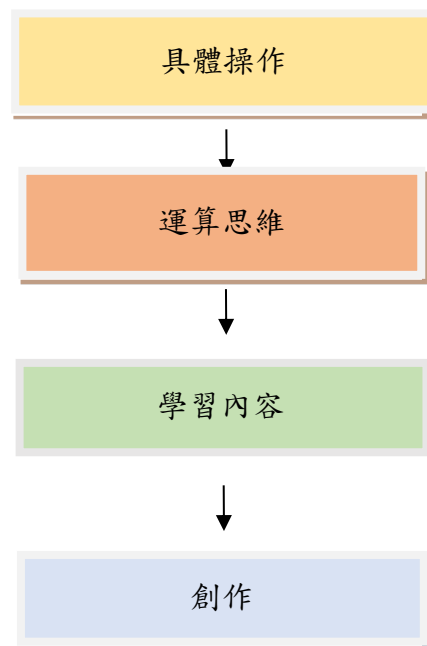


圖 1 運算思維導向之教學活動流程設計

## 參、 結論

十二年國教課綱將各領域（科目）的學習重點分為「學習表現」與「學習內容」兩部份。「學習表現」是希望學生養成的能力及行為表現，「學習內容」則是希望學生習得的知識、技能、及態度，透過「學習內容」的學習，最終希望達成「學習表現」的目標，學習內容可以說

是達到學習表現的有效工具。資訊科技科目的「學習表現」是以「運算思維」(computational thinking)為核心，注重問題解決及合作共創等能力及行為表現。資訊科技必修的學習內容包括：「演算法」、「程式設計」、「系統平台」、「資料表示、處理及分析」、「資訊科技應用」、「資訊科技與人類社會」等六個主題。資訊課綱除了以運算思維為核心以外，並包含了許多新興的資訊科技概念，因此成為現場教學相當大的挑戰。若無法了解課綱精神，熟知所欲教授課程的理念、目標、及學習內容，並設計適切的教材與教法以服膺課綱的精神，將無法進行適切的教學方法規劃、教學方式設計、學習成效評量、以及個別化教學，以落實新課綱。本文摘錄及整理中學資訊科技教材教法書中重要概念，希望能讓在教學現場第一線的職前或現職教師提供些幫助或指引，大家一起來落實新課綱。

#### 肆、 參考文獻

- 林育慈、吳正己 (2016)。運算思維與中小學資訊科技課程。《教育脈動》，6，4-19。
- 國立臺灣師範大學 (2016)。中學運算思維教材及評量工具之開發及推廣計畫 **Computational Thinking for K-12**。取自：<https://ctfork12.ice.ntnu.edu.tw>
- 國家教育研究院 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校-科技領域。教育部 107 年 9 月 20 日臺教授國部字第 1070098527B 號令發布。取自 <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-15281,c639-1.php?Lang=zh-tw>
- 國家教育研究院 (2019)。十二年國教資訊科技課綱課程手冊。取自 <https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/224701854.pdf>
- 吳正己、林育慈、陳怡芬、張凌倩、賴錦緣 (2020)。中學資訊科技教材教法。五南出版社。
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

# 桌遊輔助資訊教學的教學設計

## -以「 Robot City 機器人蓋城市 v2 」為例

楊士弘

臺北市立大同高級中學國中部

### 壹、前言

近幾年來的資訊課，筆者曾試著在剛上課的前幾分鐘，融入幾款課餘時間可以自學的電腦遊戲讓學生體驗。其中包含非常有名的「Code.org」，或是英文打字軟體…等，以規畫好學習關卡的前提讓學生闖關，發現成效比預期中還要來的好。學生不但在該時段認真練習，遇到卡關時能和進度較快的同學求救，更重要的是，總有一些同學會在中間下課或是回家時候，自動自發地開遊戲來練習。由此可見遊戲對於學生的魅力，就算是再無聊的程式設計、打字練習，也能因為遊戲而變得有趣。

十二年國民基本教育以「自發」、「互動」及「共好」為發展理念，期盼學生能是自發主動的學習者，能在教師的鼓勵下，與自我、他人、社會、自然等面向互動，願得用所學來致力社會、自然、文化的永續發展，謀求共好。電腦遊戲軟體融入的成效與此願景不謀而合，但在這個講求教具多元化的教學現場，是否能有不使用電腦的教學遊戲，而有同樣的教學效果呢？這也就是會選擇桌遊來做教學的主要原因。

本文將說明筆者在開發「 Robot City 機器人蓋城市 v2 」桌遊及多次教學修正的心路歷程，並將其設計為 8 堂教學課程呈現，期盼對欲使用桌遊教學的教師們能有所幫助。

### 貳、桌遊介紹與教學理念

「 Robot City 機器人蓋城市 v2 」是由臺師大許庭嘉教授率團隊開發的不插電運算思維桌遊，很榮幸筆者能受邀為開發團隊成員之一。也因為這樣，筆者能把一些教學現場的期許設計進桌遊中，分述如下：

#### 一、加強遊戲性與策略性，避免被定義為「某學習概念的教具」

這套桌遊必須要是好玩的，也為了要符合運算思維的精神，必須要有一定程度的策略性。如果桌遊被定義為「為了教某概念或單元所設計的教具」，那在遊戲性上就會大打折扣，筆者會希望的是玩家先喜歡玩這套遊戲，再潛移默化地喜歡程式。也就是說，要讓學生要在非上課時間也一樣喜歡玩這款遊戲。

## 二、 插電與不插電的銜接性

鑒於多數的學生在小學皆學過 Scratch，桌遊的設計上特別將卡牌組合、顏色的安排和 Scratch 有一定程度的相關。讓學生在國中上課時，不論先學 Scratch 再玩桌遊，或是先玩桌遊再教 Scratch，都非常好做銜接。

## 三、 一套多用，循序漸進

往往的教具大部分皆為針對某一個特別的單元或概念設計，筆者會希望這套桌遊能夠幫助教師做多種概念的教學，成為輔助資訊課本的好幫手。因此，在這套桌遊中除了以運算思維為概念為精神，更可針對「程式設計三大結構」、「函式」、「流程圖」的概念做延伸教學。

## 四、 重視同學間的互動

以往的程式設計教學，無論是如 Scratch 的視覺化程式設計，或是如 C、JAVA 等的文字化程式設計，在同儕間的互動往往僅在低成就的學生向高成就的同學請教，或是實力相當的兩位同學互相討論兩種。在桌遊的遊戲中，筆者希望學生是能「合作」的，縱然是低成就的學生，將程式碼轉為卡牌後，也不見得一定會輸給原本高成就的學生。就算還是有能力的落差，在合作遊戲時也能給上一些意見，讓同儕之間仍能有「討論」並「互相學習」的空間。

在教學成效的部分，楊士弘和許庭嘉（2020）曾對台北市某國中七年級的學生利用本套桌遊教導學生程式設計的循序結構、選擇結構、重複結構、副程式和流程圖的概念，研究結果顯示學生在後測評量中表現優異，且在回饋單中反應正向肯定的心得。郭韋辰和許庭嘉（2019）也針對國中七年級的學生實施本套桌遊結合擴增實境的教學，研究結果顯示實驗組的學習成效顯著高於使用投影片教學的對照組，且認知負荷也顯著低於控制組。而王振庭和許庭嘉（2019）則對小學生進行循序、條件、迴圈三個概念的教學，研究結果亦顯示學生提

高了內在學習動機，也提升了解決問題的能力。

### 參、 桌遊輔助教學設計

經過數次的教學試驗，筆者不斷地修正教學進度與順序後，目前認為較好的教學流程如表一。在八堂課內依序把程式設計的三大結構、跳躍、結隊程式設計、函式、流程圖分別帶過一次，最後再進行複習與測驗。詳細的教學流程與內容請參閱附錄的教案。

表一

機器人蓋城市教學流程

教學內容	上課節數	課堂分鐘數
規則介紹、循序結構、選擇結構	1 節課	50 分鐘
完成任務	1 節課	50 分鐘
重複結構	1 節課	50 分鐘
黑洞	1 節課	50 分鐘
結隊程式設計	1 節課	50 分鐘
函式	1 節課	50 分鐘
流程圖	1 節課	50 分鐘
總複習	1 節課	50 分鐘

另外有一點特別須要注意的是，桌遊縱然在課程中被定義為「教具」，但它仍是遊戲的一種，對於喜歡遊戲的學生來說會是非常具有吸引力的。因此，教師對於班級秩序的掌控就必須更加留意，例如可以約定口號、手勢來請學生安靜，並且嚴加規範學生不得在教師沒有允許的情況下就自行開始遊戲或改變玩法，以免失去使用桌遊教學真正的意義。

### 肆、 結論

十二年國教來勢洶洶，相對應地在短時間內出現了非常多的教案、教具，再加上另外也要參考部定課綱、課本為主軸，看著看著還真會讓人不知所措。希望這套桌遊的開發和相關教學計劃的分享，可以讓各位教師在需要程式設計教具時，能有多一種選擇。

為了提升這套桌遊的延伸性，團隊在設計時特別加入了「創意卡」，可供玩家自由發揮創意加入想要的功能；另外對於規則的訂定也非常的彈性，可依概念循序漸進加入遊戲的卡牌配上

可動的地圖，亦讓玩家能創造出其他特別的玩法。在此也期盼各位教育者除了使用原本的規則外，利用上述的特性做適當的改變，相信學生能學到的內容將會更深、更廣。

## 伍、 參考文獻

王振庭、許庭嘉 (2019)。結合桌遊的運算思維翻轉學習模式對小學生學習表現之影響。《教育研究月刊》，301，50-64。

郭韋辰、許庭嘉 (2019)。擴增實境運算思維教育桌遊之學習成效與認知負荷之分析。2019年第三屆計算思維教育國際會議發表之論文，香港教育大學E座講台會議中心。

楊士弘、許庭嘉 (2020)。使用運算思維教育桌遊實踐不插電教學—以「新機器人蓋城市」桌遊為例。2020年第四屆計算思維教育國際會議發表之論文，香港會議展覽中心。

## 陸、 附錄-機器人蓋城市教案

適用科目	國中電腦科	活動名稱	機器人蓋城市
活動時間	8 節課(400 分鐘)	教案作者	楊士弘老師
設計理念	藉由程式桌遊訓練同學邏輯思考及運算思維能力。	配合課程	延伸國小的程式設計教學，作為國中程式設計課程的開端，或課後的補救教學的教材。
先備知識	無		
活動目標	1.了解程式設計的三大結構-循序、選擇、重複結構。 2.了解程式設計的函式。 3.訓練學生流程圖繪製的能力。 4.培養學生如何運用流程圖解決問題。 5.培養學生同儕合作學習的精神。 6.訓練學生邏輯思考與運算思維的能力。		
核心素養	1.練習結隊編程、系統思考與解決問題。 2.人際關係與團隊合作。 3.邏輯思維與運算思維能力: 三大結構中的循序、選擇、重複結構，以及函式。 4.流程圖繪製與應用。		



活動教材	1. 機器人蓋城市桌遊 2. 教學投影片 3. 教師自製學習單		
前置作業	1. 將班上同學分隊，以 2 人 1 隊為原則，建議採用異質編隊。之後將 2 隊編為一組，若有零散的同學則以 1 人 1 隊的方式進行。 2. 將桌椅排至分組的座位。 3. 每組發一盒桌遊，請學生在課程開始前不得打開桌遊自行遊戲。 4. 可安排一組或兩組同學搭配一個不參與遊戲的桌長，課前找時間訓練他們，讓他們可以指導初次體驗的學生進行遊戲。		
第 1 節課 活動流程	時間	進行方式	活動內容說明
	5 mins	分組與引起動機	1. 請班上同學依分組的座位坐好，每 4 位同學一組。 2. 教師利用 PPT 介紹本次程式設計課程的綱要。
	15 mins	循序結構簡介 選擇結構簡介 遊戲規則說明	1. 教師利用 PPT 和學生說明程式設計中循序結構與選擇結構的概念，並利用遊戲卡牌作為舉例，多舉幾個例子讓學生能熟悉概念。 2. 教師利用 PPT 解說遊戲規則。
	15 mins	機器人蓋城市遊戲	讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 1. 本次遊戲簡化規則，僅使用循序、選擇結構的卡牌行動，使用 9 塊地圖，不使用任務卡，加速遊戲的進行。 2. 在遊戲時間剩餘 3 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
5 mins	討論活動	教師帶領學生討論，檢討剛剛在遊戲中有碰到的一些問題，並適時將學生的遊戲經驗和先前上課所提及的程式概念做連結。	

第 2 節課 活動流程	5 mins	規則複習	簡單複習本桌遊的規則。
	10 mins	任務卡簡介	1.教師利用 PPT 和學生說明遊戲中任務卡的目標，並多舉幾個例子讓學生能熟悉如何快速完成任務。 2.教師利用 PPT 複習遊戲規則。
	20 mins	機器人蓋城市遊戲	讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 1.本次遊戲簡化規則，僅使用循序、選擇卡牌行動，並使用 3、5 分的任務卡和 9 塊地圖，加速遊戲的進行。 2.在遊戲時間剩餘 3 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
	5 mins	討論活動	教師帶領學生討論，檢討剛剛在遊戲中有碰到的一些問題，並適時將學生的遊戲經驗和先前上課所提及的程式概念做連結。
第 3 節課 活動流程	10 mins	重複結構簡介	教師利用 PPT 和學生說明程式設計中重複結構的概念，並利用遊戲卡牌作為舉例，多舉幾個例子讓學生能熟悉概念。
	35 mins	機器人蓋城市遊戲	1.讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 2.本次遊戲簡化規則，較上次遊戲新增了重複卡牌，其餘規則不變。 3.在遊戲時間剩餘 5 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
	5 mins	討論活動	教師帶領學生討論，檢討剛剛在遊戲中有碰到的一些問題，並適時將學生的遊戲經驗和先前上課所提及的程式概念做連結。

第 4 節課 活動流程	5 mins	黑洞用法介紹	教師利用 PPT 和學生說明遊戲中黑洞的用法，並和程式設計的 GOTO 概念結合。
	40 mins	機器人蓋城市遊戲	讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 1. 本次遊戲使用 16 塊地圖，新增黑洞穿越的玩法，其餘規則不變。 2. 在遊戲時間剩餘 5 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
	5 mins	討論活動	教師帶領學生討論，檢討剛剛在遊戲中有碰到的一些問題，並適時將學生的遊戲經驗和先前上課所提及的程式概念做連結。
第 5 節課 活動流程	10 mins	結隊程式設計簡介	教師利用 PPT 和學生說明結隊程式設計的概念。
	35 mins	機器人蓋城市遊戲	1. 讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 2. 本次遊戲簡化規則，較上次遊戲加入了兩人一組的元素，使任務卡由原本單人模式的「一人兩張」變為「一組三張」，其餘不變。 3. 在遊戲時間剩餘 5 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
	5 mins	討論活動	教師帶領學生討論，檢討剛剛在遊戲中有碰到的一些問題，並適時將學生的遊戲經驗和先前上課所提及的程式概念做連結。
第 6 節課 活動流程	5 mins	遊戲規則複習	簡單複習本桌遊的規則。
	10 mins	函式簡介	教師利用 PPT 和學生說明程式設計中函式的概念，並利用遊戲卡牌作為舉例，多舉幾個例子讓學生能熟悉

			概念。
	30 mins	機器人蓋城市遊戲	讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 1. 本次遊戲使用 25 塊地圖，所有的卡牌皆開放使用。 2. 在遊戲時間剩餘 5 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
	5 mins	討論活動	教師帶領學生討論，檢討剛剛在遊戲中有碰到的一些問題，並適時將學生的遊戲經驗和先前上課所提及的程式概念做連結。
第 7 節課 活動流程	10 mins	流程圖介紹	幫學生複習機器人蓋城市的遊戲，並將遊戲中的範例和心智圖做連結。
	10 mins	流程圖示範	利用 Draw.io 心智圖繪製軟體，以自製的學習單向學生示範流程圖的畫法。
	25 mins	流程圖繪製	學生練習繪製流程圖的學習單，教師視情況給予班級或個人指導。
	5 mins	總結	帶領學生回顧幾次上課的內容，並請學生分享心得。
第 8 節課 活動流程	10 mins	總複習	將前 7 堂課所教的概念快速複習一次。
	25 mins	機器人蓋城市遊戲	讓學生玩桌遊，教師在小組間巡迴適時指導學生。 1. 本次遊戲使用 16 塊地圖，所有的卡牌皆開放使用。 2. 在遊戲時間剩餘 5 分鐘時教師必須宣布從現在開始將是最後一回合的遊戲，請各位在遊戲結束後開始計算分數，取得一個資源的玩家將可獲得一分。
	15 mins	測驗	以教師自編的測驗卷進行測驗。