

# 矽谷 STEAM 教育對新課綱的教材編製與使用之啟示

陳榮德  
新北市立海山高中教師

## 一、前言

108 學年度開始，臺灣高級中等學校以下學校開始推動「十二年國民基本教育課程綱要」（簡稱新課綱），在國中教育階段新設「科技領域」，是新課綱與之前九年一貫課綱最大不同之處，科技領域係指將生活科技與資訊科技整合成一個獨立的學習領域，期待學習者能運用工具、掌握資源及材料、進而培養運用科技培養研究分析、動手實作、創造設計等能力，更重要的是能將科技融入各領域教學，讓知識能夠整合運用。

依據國家教育研究院（2018）〈十二年國民基本教育課程綱要—科技領域課綱〉提到：「放眼國際，諸多先進國家亦設有科技領域，強調科學、科技、工程、數學及設計等學科知識的整合運用，藉由強化學科間知識的連結性，來協助學生理解科學與工程的關連。因此透過科技領域的設立，將科技與工程之內涵納入科技領域之課程規劃，藉以強化學生動手實作及跨學科的能力，如科學、科技、工程、數學等知識整合運用的能力，應是此次十二年國民基本教育課程綱要研修的重要亮點。」所重視的重要內容與美國推動的 STEAM 教育有許多相似之處。

STEAM 教育由美國政府提出，美國總統歐巴馬(Barack Obama)於 2014 年提出「教育創新」十年計畫，整合科學(S)、科技(T)、工程(E)、藝術(A)、數學(M)等跨領域學科，強調科際整合及融合課程的教學方式，所以在課程設計及教材編製與使用上強調學習者為中心的理念，也就是學習主要在鏈結真實的社會情境，從知識建構的歷程中，學習者開始整合相關科學知識與技能，不再是片面式或斷裂性的學習結果，而是透過知識與技能實際應用到生活，進而培養科學素養，透過解決生活問題的過程，培養學習者具有「創意思考」及「動手實做」的能力，並利用多元評量的模組實際發揮學生不同性向的能力。與新課綱科技領域生活科技課程重視學生養成「做、用、想」的能力，建構 21 世紀所需要的素養的理念相同。

本次隨新北市教育局參訪美國舊金山矽谷 STEAM 課程，觀摩 Bullis Charter School 幼稚園到八年級(K-8)的公辦民營學校、Los gatos high school 及 Saratoga high school 兩所高中之 9-12 年級基礎工程介紹課程、進階工程課程、程式設計課程及進階專題研究等選修課程；Metro ED 職業試探中心與附近的高中、社區技術學院策略聯盟之職業課程，體驗及了解美國實施 STEAM 教育的經驗，並重新思考如何運用 STEAM 教育的精神，結合新課綱的理念，編製及使用跨領域學習教材。

## 二、STEAM 教育的意涵

STEAM 教育一開始由 STEM 開始發展，起源於美國為了提升國家競爭力及培養適應時代趨勢的未來人才的前提下，提倡在中小學培養學生 STEM 素養的教育方向。STEM 教育主要以科技整合的學習模式為主，其中 Science 代表科學，注重探討「為什麼」，主要是追求及探索這大自然的原理，Technology 代表科技，著重「如何做」，是將工程中所設計的工具真實的製作出來以便利人們的生活，Engineering 代表工程，是利用科學的發現去設計社會所需要的工具，Mathematics 代表數學，是獲取科學知識的基礎，結合科學進行分析及統計，STEM 教育乃是融合科學探究、科技技術、工程設計、數學分析的一種科際整合課程做為教學的方式，科學、科技、工程與數學領域之間相互連結與應用，如科學依靠科技發展、測試、證明來支持多項自然的定律、理論與原則；相同的，科技也依靠科學來了解自然世界的結構與功能；而數學在科學與科技間提供一種溝通的語言，某些數學的定理作為基礎成為科學研究的工具、需要，而許多的科學定理最終目的便在導出一數學公式；最後工程則是利用科學的發現去設計社會所需要的產品（蔡蕙文，2008）。

到了 2010 年，美國維吉尼亞科技大學學者 Georgette Yakman 第一次將藝術（Art）加入了 STEM 教育，變成了 STEAM 教育，使 STEM 領域課程運用的範圍更加廣泛。讓學習者透過藝術教育增強與其它學科的連結與融合，不僅能提高學習者的學習意願，並能增進洞察事物的能力。Yackman（2008）強調藝術的概念包含運用視覺、設計和創意，經由藝術素養可以運用跨領域的學科通過媒體或創作藝術的方式，可有效提升學習者的學習的興趣和能力。

STEM 教育主要的希望學生從遇到生活的問題中，進行思考、探究及創意的發想後，進而設計出一個問題解決的對策，並能夠動手實踐以解決問題，換言之，也是一種解決生活中問題或困難的歷程。所以 STEM 教育的課程設計應該使用「整合的（Integrated）課程設計模式」，即將科學、技術、工程、藝術和數學等整合在一起，強調對知識的應用和對學科之間關係的連結（Herschbach，2011），而在教材的編製及使用上須依學生學習經驗，整合知識內容，不但要注重知識間的聯繫，打破學科之間的界限外，學科知識的獨立特質也須重視，才能使學習者有較完整的學習經驗。

## 三、矽谷 STEAM 教育的參訪現況

從 Bullis Charter School、Los gatos high school、Saratoga high school 及 Metro ED 職業試探中心四所學校的教學參訪中，歸納目前矽谷 STEAM 教育現況如下三種：

### （一）學科知識整合取向

Los gatos high school 及 Saratoga high school 兩所高中跨領域課程給予教師足夠的時間及動機進行課程設計，課程目標的訂立以主題式或是歷程評量而非成績。採用問題解決的學習模式(Problem-based learning)，強調把學習設計在複雜、有意義的問題情境中，通過學習者合作解決嵌入於真實情境中的問題或與生活經驗相關的問題，促進學習者理解、建構與應用所學知識，並主動養成問題解決的能力和自主學習的能力。

以 Los Gatos High School 物理為例，老師讓學習者處於同一空間進行不同程度的學習，進行差異化教學及重新規劃教室空間，課程中自主討論、學習，教師為討論及引導的對象不一定要是全班，而是以需求者為主。並應用及統合各科學習單及資訊媒體，方便學習者在教室運用多媒體中輔助吸收及統合知識，。

Saratoga High School 除了重視基礎學科英語、數學、物理、化學外，也非常重視選修課程和進階選修課程，教師們除了課堂學習單外，更提供強調把學習內容或知識設計在複雜、有意義的問題情境中的線上課程(google classroom)，讓學生能課前預習、課堂同步學習、課後加深加廣學習。而且學習者對選修課程的自主性很高，學習者從 freshman 到 sophomores，在選修課學習專門科目的基礎知識技能後到 junior，senior 就能和同學們合力一起完成目標任務，學校的選修課程訓練相當的紮實，學生修習完課程即具備高度水準的就業能力。

此一知識整合取向模式(Problem-based learning)就是提供符合真實情境中的問題或與生活經驗相關的問題，促使學習者在問題解決歷程中獲取知識及促進其認知發展，通過應用知識解決問題達成對知識的靈活掌握，並能對知識進行社會性、情境性的學習遷移運用。

### （二）生活經驗整合取向

參觀 Metro ED 職業試探中心，發現該校木工、金工、絹印、編織、陶藝教室，設備一應俱全。其中有關物理課加速度的實驗，教師製作的教具簡單明確，學生利用 iPad 拍攝影片計算，時間除以距離速度的變化。物理老師所帶的實驗屬性非常簡單、直覺，讓學生能很快的能算出加速度的公式。從觀察紀錄運算而推論出的公式，才能真正的運用在生活中，比起先背公式再找題目來練習計算，是更活用的方法。

學習者在學習印刷或編織前都先電腦繪圖，再運用這些設備製作輸出，在臺灣平常輸出設備大都是 3D 列印機及雷射切割機為主，而在這所學校看到絹印機

及編織機非常現代，已不是傳統工藝的設備，與實際工作場合之使用設備相去不遠。從實作的過程中可以看到學習的自信心，因為學校透過設置新穎設備與社會脈動聯結，將傳統的「工藝」賦予「新科技」的生命，讓學習者看起來就像是專業人士。

這種課程從學習者適應社會的角度選進行知識結構化設計，整合方式以培養實踐活動以及解決問題的能力為主，強調多元知識融合到真實社會的專案式學習中，透過職業試探的模式將學術性的學科知識轉化為生活中實際可操作的知識，是反映真實生活情境的學習內容，將學術性學科知識轉化為生活經驗知識的價值取向。

### （三）學習者中心整合取向

BULLIS CHARTER SCHOOL 依據學習者需求，以學習者生活經驗為基礎尋找各學科整合點的模式，不強調由教師預設問題或項目，而由學習者個體或小組調查、發現問題。不僅強調解決問題能力的培養，還強調發現問題的創新能力。該校應用許多方式幫助不同程度、能力背景的學生達成自己設定的目標，強調自主性、個別化及差異化教學。同時，在情感方面重視學生的社會責任、人文關懷等；在課程方面，應用 FLGs 讓學生自選四科做學習目標，其中英文與數學是必選，其他兩科自選，報告，為什麼選這科（Why）並擬定學習目標。同時讓學生在平台上定期評量目前目標、已完成／未完成、再分析可進步空間，並針對未完成計畫如何做。從 FLGs 擬定學習目標到檢核是否完成學目標的過程，幫助學生自我反思學習的方式，強化學生的後設認知能力。

因此，FLGs 的學習方式以學習者為中心、強調自我覺察的能力，能夠讓不同程度學習者獲得適時的協助。反觀我們的教育方式，補救教學的部分就是在補強學習者較弱的部分，呼應 FLGs 的多重輔助系統（multiple support system）。而在菁英方面，未來針對提早達成學習目標的學生，可以擬定更高層次學習內容、縮短修業年限、或 AP 課程等，讓不同程度學習者皆可達成自我預訂目標。

## 四、對新課綱的教材編製與使用之建議

### （一）教材編製數位化

美國 STEM 教育運用教學平台派發作業繳交作業，學生與老師駕輕就熟，應該是長期使用，習慣已經養成，老師再將這些教學歷程資料與紙本檔案掃描，畢業時打包在官方網站，供申請大學與高中個人資料歸檔使用，節省一些紙類浪費與審查的不方便。

## （二）教材配合運用學習單

美國 STEM 教育的課堂上，老師都提供學習單引導學生學習，學生依據學習單上的引導進行探究分組合作學習，再將學習單訂在學習歷程檔案卷宗或上傳電子檔在學校平台記錄三年學習歷程，透過質性資料更能了解學生思考演繹過程。

## （三）以專題探究編製教材

美國 STEM 教育的教材內容，以設計符合真實生活情境之跨域學習知識為主，讓學習者從實際生活經驗中發現及解決問題外，更能應用或整合學科知識，並經由教師跨領域協同指導，培養學習者設計思考、探究實作與自主學習的能力。

## （四）教材結合成果發表

美國 STEM 教育非常重視培養學生批判性思考能力（Critical Thinking），依據這個理念，在養成過程中除了教與學的互動之外，更重視「成果發表」，他們相信從成果發表的不同觀點可以看到多元意義及想法的交流，是一種設計及批判思考的歷程。

## 五、結語

新課綱強調教育的價值與功能，核心素養的三面向及九項目之內涵同時可涵蓋知識、能力、態度等，其理念重視在學習的過程中透過素養促進個體全人的發展以及終身學習。而 STEAM 教育就是以整合的教學方式及內容，強調跨領域及素養導向的學習培養，期讓學習者掌握知識的概念和實作的技能，以解決真實世界中的問題。

透過 STEAM 教育模式設計課堂活動，讓學習者發掘問題及建構解決方法。教材編製及使用應該設定更貼近真實生活的情境及問題，鼓勵學生發現問題，激起學生對學習的熱情，使學生能主動解決，同時在解決問題的過程中，學到相關的知識及技能。

## 參考文獻

- 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（發布版）。臺北市：國家教育研究院。取自 [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/52/pta\\_18529\\_8438379\\_60115.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/52/pta_18529_8438379_60115.pdf)

- 蔡蕙文（2007）。STEM 教學模式應用於國中自然與生活科技領域教學之研究。國立屏東科技大學，未出版，屏東縣。
  
- Herschbach. D. R. (2011). The stem initiative: constraints and challenges. *Journal of Stem Teacher Education*, 48(1): 96-122.
  
- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In *Pupils' Attitudes towards Technology(PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching*. Salt Lake City, Utah.

