

美國普渡大學 STEM 中心參訪介紹

段曉林

國立彰化師範大學科學教育研究所

e-mail: suhltuan@cc.ncue.edu.tw

108 年課綱的落實，除強調探究與實作，也強調 STEM 的素養培育。筆者數年前有機會參訪美國普渡大學，此大學長期以來以工程領域著稱，也是美國高等教育中非常重視 STEM 教育的學校，以下將介紹普渡大學在師培、科技教育學程工學院、以及如何強調 STEM 教育。

一、普渡大學的 STEM 中心 CATALIST center

教育學院的 CATALIST 中心最早是 CRESME (Center of Research in Science and Mathematics Education)，由於高層有意要提升全校 STEM 教育，因此建議此中心改名為 STEM 中心，並邀請 Lynn Bryan 擔任中心的主任，並提供六個跨領域的教職名額給 STEM 中心：化學教育，科技教育，工程教育，物理教育，科學教育，以及農業教育的教師。這些教師的教學任務依據不同比例分別隸屬於教育學院以及學科系所。他們與中心的主任定期的聚會商討如何辦理兩天的 STEM 研習活動讓一千多位當地學校的小朋友參與 STEM 的活動。基本上 STEM 研習活動已經進行數年，各學區的反應很好，因此他們很珍惜透過此活動能與當地學校進行連結。

中心也提供課程幫助在地老師進行教師專業發展，或成為 STEM 學校。除此之外，中心的教授們也對下列的 NSF 計畫議題有著墨：中小學老師們對 STEM 的課程設計；中小學老師對 STEM 觀點的改變；如何將工程中的設計特色融入課程並研究學生的設計歷程；在進行創客活動時，學生如何使用模型來表達其想法，並利用電腦的模擬或是 3D 列印的實作展現出成品；開發偵測學生在設計歷程中的成效工具。此外這些中心受聘教授也需要一起完成一些跨領域的 STEM 課程，例如黃教授(農業教育博士)設計水耕的活動，她會邀請化學教育以及工程教育的同事一起幫助她完成課程，他們再用此課程來進行研究計畫。



圖 1: 教室內正在進行的 STEM 活動

中心主任則是在暑假時邀請老師回學校學習 STEM 相關的課程，並幫助老師們能獲得 STEM 認證。

二、科技教育學程

Paul A. Asunda 帶我參觀科技學院，他們只有科技教育的學程而沒有技職教育系所。我們參觀五位教授的辦公室以及實驗室，基本上此中心提供很好的 3D 列印機器以及 Maker 所需的器材，其中一位教授他的課程任務是要學生完成一個房子，此房子可以自動設定時間開關冷氣或是電燈，所以學生要將模型房子組裝好，包含程式設計以及許多的 clip 讓學生能將其構想透過設計展現出來。

Paul 提到因為科技背景的教師強調動手做，他們要求的活動都是學生必須要自己動手組裝完成其設計的理念。其中一位教授與公司簽約，透過公司所提供的機器人(含 3D 列印的功能)以及軟體，來設計適合國小、國中與高中學生學習的教案，這位教授透過學生的協助，不斷的創造各年級教案給私人公司，營造雙贏的局面。

第二位教授研究則利用 MIT 所設計的材料(很軟很有彈性)，再加上一些 Clip 來幫助學生設計義肢手指、或是手掌，幫助有中風的人或是手不方便運作的人，透過他們設計的產品，來移動手指或是手掌。研究群的目的是找最新的材質，將這些材質思考到教育的目的與功能。另一個活動是德州儀器公司所提供的汽車，他利用學校常用的計算器放到汽車上，讓汽車移動，接著學生可討論如何讓這些汽車在城市中按一定的指令移動，誰先走，誰後走。整個城市汽車運行的規劃以及程式設計可成為全班討論的議題。在此可看出科技與 STEM 的關聯，也透過科技來幫助學生改善生活上或是社區上的需要。

Paul 的研究是幫助學生設計原型，例如：如何讓五隻手指能移動，當學生構思好之後，用厚紙板將此構想做出來，並展示出手指移動的方式，最後才進行程式的設計。另一個活動是設計隔音室，學生運用厚紙板以及所有的材料設計其隔音室，在隔音室中置放測音器，透過外在響聲的製造看哪一個隔音室的聲音吸收最低，表示此組的結果最好。所以科技人看的問題，都是與生活的方便性提升有關。

三、工程教育學校

普渡的工程學院之下有十一個學校，其中一個學校是工程教育，這些工程教育的二十五位教授之前是教大一的工程課程，之後教工程系的大一課程透過二十年的演化，慢慢地變成工程教育學校(school of engineering education)，目前有博士班的課程，也有畢業生到博物館，大學等領域進行工作。普渡大學的工程教育是全美第一所，之後還有維吉尼亞理學院，亞利桑那大學三所大學都有工程教育的中心(或是學校)。

工程教育學校的教授主要的目的是轉化(調整)工程教育的課程，在第一年的課程就教導設計的概念，所有的老師都教授大一工程概論的課程，也在此課程進行一些工程教育的研究。Senay 提到有關工程領域的研究特色：1.Design Learning；2.各種不同的 design (industrial engineering, decision making, data analysis, etc)；3. Engineer (老師對工程與科學的思考有何差別，如何邀請女生以及少數族裔進入工程領域)。

Senay 提到許多中學老師常常區別科學與工程如黑或是白的概念，其實工程與科學是一體的。例如設計花園此議題，裡面有許多的科學概念、數學、工程以及科技的概念。取決於老師要如何教導，以及如何地融合科學、技學、工程與數學進行此單元的 STEM

教授。再如水果的保鮮，此主題與生活有關，老師可先教導學生有關水果保持新鮮度的科學概念，接著再提到如何設計容器或是物品來幫助水果保鮮，最後水果的保鮮產品在社區中有何功能。這些議題均源自於社區或是生活上的事件，再慢慢地幫助學生開發與探索其中的科學概念、工程議題、科技或是數學議題。又例如”能源”的主題，可詢問老師哪一些跟工程、科學有關，當老師們進行這些討論之後，慢慢的學生可看到工程與科學的分野其實並不大。也因為 NGSS(下一個世代的科學標準)的介入，工程領域融入中小學的科學課程，或是在高中設立選修的工程課程，以及科技課程都很有幫助。

Senay 也提到 ENERGY3D 的網路資訊有提供很好的工程與 STEM 整合的課程。MODELELICITING 網站有許多的工程與數學整合的課程可使用。

以下為有名工程教育期刊

- (1)Journal of engineering education (SSCI)
- (2)Journal of precollege engineering education research (open-access Purdue University)
- (3)International Journal of Engineering Education
- (4)European Journal of Engineering Education
- (5)Australian Journal of Engineering Education

最後 Senay 帶我參觀工程教育的研究室，每一位老師的研究室都有實驗區，例如 Senay 的實驗區是觀察一群學生來到她的實驗室如何進行設計，設計過程中的思考與決策。其他的老師則可能是 Maker 的議題、機器人的議題、玩具如何融入設計的議題。他們的研究涵蓋 K-12 工程教育的活動。每一間研究室都有張貼出他們的研究成果，以便展示給學校老師觀賞。

在此中心有一個 INSPIRE 中心的網站，除了有每一位教授的名字以及其專長，也有近幾年的研究計畫案、研究成果(如教案或是活動)，以及期刊的發表。INSPIRE 中心致力於培養中學生(pre-college students)對工程領域的興趣 INSPIRE GIFT Guide 可提供很好的建議，讓父母或是老師知道哪一些的玩具對兒童工程概念的理解有幫助，因為學童四歲就可以有工程概念。



圖 2: INSPIRE 中心拍攝，此中心教導父母如何選購與工程概念有關的玩具

參觀後發現普渡大學在每一個科學系所內就有學科領域的科教學者，例如在工程學院下有 11 個 school，其中一個 school 是工程教育，共計有 25 位教授，25 位教授中其中的 12 位是 INSPIRE 中心的教授。同理在物理教育有 5 位物理教育教授，化學有 5

位化學教育教授，科技領域有 5 位科技教育教授，農業領域有 3 位農業教育教授，這些教師是普渡大學的優勢。因為這些科教領域的教授大都具備學科碩士的學位，因此他們能在各系裡進行基礎學科教育的科目。普渡大學有極優的工程教育研究與團隊，對於中小學的部分，CATALIST 很認真的在規劃設計 STEM 融入的教學課程；另外本中心的教授彼此之間也相互的合作設計跨領域的教案，使得大學生在學習上能感受到 STEM 的教學特質。如果想學教材教法的 STEM 課程以及多認識工程教育或是工程研究，普渡大學會是一個好的選擇。

延伸閱讀

1. 普渡大學 STEM 中心 CATALIST <https://www.education.purdue.edu/catalyst/>

2. 普渡大學 INSPIRE 中心 <https://engineering.purdue.edu/INSPIRE>

3. 普渡大學 INSPIRE 新聞

<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2017/Q4/inspire-gift-guide-opens-up-engineering-for-all-ages.html>