

壹、前言

在日新月異的科技時代，如何培養學生使用新科技，還不成問題，重要的是使用時的正確觀念及素養必須建立；其中，現代學生必須學會的網路素養、批判性思考、科技背後的科學、培養適應性、勇於嘗試的勇氣等五項科技能力（駐洛杉磯臺北經濟文化辦事處文化組，2012）。從上面所述，知道透過科技教育來培養學生具備現代人應具備的科技能力之重要性，而美國是科技教育之推動較具代表性的國家之一，因此本文將針對美國近代的科技教育發展趨勢進行介紹，以供我國參考學習。

貳、美國科技教育的發展趨勢

一、人工智慧將與中小學未來教育接軌

人工智慧（Artificial Intelligence）和相關技術正在重新塑造社會經濟。學校正面臨著如何教導學生嚴肅的思考這些科技帶來的生活衝擊與改變，以及如何以智慧、道德的方式使用這些技術。中小學教育不但是為將來工作做準備的教育，而且是要確保他們能夠判斷是非，以造福社會。要成功駕馭人工智慧在未來幾十年所帶來的新世界，除了加強學習所需的技能，並以正確的方式進行控制，學生可能需要開發一種新的溝通技巧，及有效地與智慧機器交流及控制的能力。然而無論從那一方面來說，很重要的一個共識，推廣啟動中小學人工智慧教育，是刻不容緩當務之急的教育大策（駐美國代表處教育組，2018）。

2016 年初美國前任總統歐巴馬曾投入 40 億美金，稱要讓每個美國孩子在國小具備最簡單的編程能力。谷歌、微軟、Facebook 等科技巨頭公司也積極參與。2016 年，扎克伯格曾在 Facebook 網站上發帖，呼籲推行美國前總統歐巴馬當年年初提出的《面向所有人的計算機科學教育》新計劃。包括 Facebook 在內，亞馬遜、谷歌和微軟等科技巨頭均承諾投入巨資在美國中國小課堂上推行計算機科學教育（許陽，2017）。

美國部會也意識到人工智慧的重要，在 2016 年由白宮科技辦公室一口氣推出了三份與人工智慧有關的策略報告。分別為「國家人工智慧研究發展戰略計劃書」（National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan）、「國家人工智慧、自動化與經濟計劃」（Artificial Intelligence, Automation, and the Economy）以及「準備迎接人工智慧未來」（Preparing for the Future of Artificial Intelligence）等三份政策報告。三份報告分別闡述美國政府將在人工智慧研發投資的長期策略；人工智慧與自動化對社會、經濟層面的影響；以及人工智慧的管理、倫理、公平、法規管理等內容。唯川普上任後並沒有提出一套完整的人工智慧發展策略（賴志遠，2018）。

二、機器人學成為 STEM 四大領域創新教育的重要推手

過去十年美國國家創新研究所，國家科學院研究報告，總統科學技術顧問委員會（National Innovation Institute, National Academies study, President's Council of Advisors on

Science and Technology) 發布的報告不斷的強調 STEM (科學、技術、工程、數學) 專業人員日益短缺, 如果美國要在科技方面繼續發展壯大, 就需要增加 STEM 人才庫。近年來許多結合 STEM 和 robotics 的方案, 已開始用來促進教學, 即使是在小學階段。製造教育機器人的公司推出旨在使 STEM 相關課程在教學層面更簡單、互動、吸引人、激勵人心。他們使用簡單 STEM 的孩童機器人來教授編碼的基本工程概念。學生合作開發機器人, 解決實際問題, 例如快速運輸的需要。這有助於培養他們對創新的數學、編碼、工程、科學和技術等科目的興趣。與傳統的教育方式相比, 學習變的更有趣, 更快速, 更具互動性和創造力, 進而繼續追求更高深的 STEM 課程。根據科技政策辦公室 (Office of Science and Technology Policy) 表示 STEM 職業的增長率為非 STEM 課程的兩倍, 眾多學生對此科目產生了興趣也意味著為將來社會所需儲備人力。隨著學生在 STEM 的學習和知識的應用, 他們準備成為未來的問題解決者和創新者。這種以創新為重點的教育模式, 使 STEM 恢復了生機, 恢復了學生的學習興趣, 並期許著將來教育的設計 (駐美國代表處教育組, 2017)。

三、由於線上教育工具盛行, 個資保護受挑戰

由 Facebook 和 Summit Public Schools 合作開發的線上教育工具, 這是種個人化導向的學習平臺, 將學校全學年的課程放在一起, 作成視覺化的項目圖, 學生可以在日程表上安排自己的學習進度、選擇學習材料並參加考試, 教師也透過這樣的平臺, 評估學生的學習情況, 並與學生共同規劃課程。學校的學生使用這項線上教育工具, 必須先取得家長簽署的同意書, 同意書授權商家可以使用學生的個人資料, 包含姓名、email、地址、學校、年級、上網及學習紀錄。隨著資料導向的個人化學習成為趨勢, 在新的教育科技下, 如何保護學生的隱私權, 愈來愈受到關注。教育專家警告, 或許現階段可以證實線上科技教育可以協助個人的學習, 然而真正線上科技教育對整個社會的全面影響, 其實還沒看到。Fordham University 的 Joel Reidenberg 教授是研究學生隱私權的專家, 他認為這是在拿學生當實驗品 (駐美國代表處教育組, 2016)。

四、「全國科技教育計畫」揭示學生學習數據的重要性

2015 年 12 月美國教育部發表的「全國科技教育計畫」(National Education Technology Plan) 強調州政府、學區及教育科技公司擴大使用學生的學習數據。隨著學校提升個人學習, 擴大使教師可以從多項來源檢視學生相關數據的作法的聲浪也越大。「全國科技教育計畫」說明: 「學習檢視表 (Learning dashboard) 結合評量、學習工具、教師觀察及其他資源, 以視覺化圖表提供全面且及時的學生學習進展。」而可增進教學的學生學習檢視表的 6 項原則包括 (駐波士頓辦事處教育組, 2016):

- (一) 瞭解使用族群
- (二) 掌握使用目的
- (三) 結合學習檢視表與數據提供者
- (四) 以學生為主地選擇數據

(五) 有邏輯地分類數據

(六) 簡潔為先

五、中小學科技教育中央與地方權責分明

隨著生活迅速向資訊化發展，教育環境對於科技教育人力需求也提升；包括電腦教師、技術人員、學科教學輔助等專業人員。美國中小學負責科技教育業務中央與地方權責分明，說明如下（駐舊金山辦事處教育組，2016）：

（一）中央主要負責統籌全國性事務

由隸屬於美國教育部的科技教育辦公室（Office of Educational Technology）負責，提出科技教育相關政策規劃並致力於：**1.**提升全國寬頻網路的普及率，確保全國的學生都能取得寬頻網路。**2.**支持建立科技教育師資培育系統，並確保培育系統的創新與永續。**3.**針對學習成效進行分析與研究，提供與時俱進的實證資料，協助地方教育單位客製化和改善教學。

（二）地方主要負責人事、經費等落實計畫

以加州為例，由加州教育廳統籌負責，委由廳長倡議辦公室（Superintendent's Initiatives Office）召集專家學者，共同研擬加州科技教育藍圖（California Education Technology Blueprint），責成相關學區執行藍圖中的建議實施事項。各學區自行提出預算與人力編制計畫，經加州教育廳核准後即撥款執行。

政府及地方機關科技教育人力主要來自美國教育部的科技教育辦公室；負責科技教育的人力有**72%（13 人）**是由來自機關內正式編制的專業人員來擔任，另有**28%（5 人）**則是聘請機關外的實習生來協助。加州教育廳負責科技教育推廣的人力**100%（48 人）**是委請機關外的教育工作者來擔任。由加州教育廳長親自指派**48 名**志願的縣教育局首長、學區長、私人學習機構執行長，以及學校教師，共同研擬出加州科技教育方針的建議實施事項，提供各學區/學校做為起草科技教育計畫案的參考依據。

至一般中學科技教育是由專任資訊科學教師來擔任。從**2011 年**以來，全美**42,000 多所**中學，只有**5%（2,100 所）**具有開設資訊科學進階課程的資格。以加州公立中學為例，在**2014 至 2015 學年度**，僅有**16%（357 所）**的中學設有資訊科學進階課程。符合開設課程資格的學校，通常會聘請專任的資訊科學教師進行教學。另外，也有學科教學輔助人員；以加州公立中學為例，學科教學的輔助人員通常都是由學科教師自己擔任，因為學科教師普遍擁有資訊融入技能。加州政府當局目前尚未提出特定的補助款，用以支持科技教育師資的培養和相關課程之規劃。雖然各級學校仍有機會從不同的專案計畫中，例如聯邦政府的科技教育方針、計畫來獲得補助款，但是州政府應扮演重要的橋樑角色，如提供符合需求的計畫配合補助款予各學區學校。另外，美國大學委員會（College Board）設置有特別的補助計畫（College Board Fellow Program），用以鼓勵各學區/學校設立資訊科學進階課程。

六、因應新經濟挑戰的大型經費投入之科技教育計畫

美國總統歐巴馬在 1 月 30 日的每週演說中宣布強調推動「所有學生提升電腦科技教育計畫」(Computer Science For All)，將爭取增撥 42 億，普及並深化全美電腦科技教育。根據歐巴馬的構想，「所有學生提升電腦科技教育計畫」的 42 億美元將包括以 40 億補助各州，1 億則是直接補助學區，讓各學區競爭，並透過國家科學基金會(National Science Foundation)及「國家與社區服務機構」(Corporation for National and Community Service)投資 1.35 億在教師的進階訓練上。歐巴馬表示這項「所有學生提升電腦科技計畫」目的在於讓全美每一個學生有機會及早開始學習這項在未來新經濟中相當重要的電腦科技，尤其是女學生和少數族裔學生，本項計畫內容包括將補助各州和學區擴大電腦科技教育，各學區並可提出新穎的電腦科技教育方案爭取補助；若有提升女學生及少數族裔學生的學習方案，也可能獲得額外補助(駐紐約辦事處教育組，2016)。

七、STEM 取向的國家人才培育策略

美國總統歐巴馬於 2013 年 4 月 10 日宣佈了總額 3.8 兆美元的 2014 財政年度聯邦政府預算，其中包含 712 億美元的教育預算，該項教育預算揭櫫四大教育施政重點，包括早期學習、K-12 教育、大學學費合理負擔及創造機會階梯。當中，透過預算整合規劃所提出之 STEM 國家人才培育策略受到各界的矚目。根據白宮及教育部的規劃，上述美國總統歐巴馬 2014 年 STEM 國家人才培育策略，具體而言，可以區分為四大重點，包括「中小學教育」、「大學教育」、「研究所教育」、「非正式教育活動」(Informal Education Activities)，重點分述如下(駐美國代表處教育組，2013)：

(一) 中小學教育

1. STEM 創新網絡計畫(STEM Innovation Networks program)
2. 培訓 10 萬名優秀科學、科技、工程和數學專業教師
3. STEM 專家教師團(STEM Master Teacher Corps)
4. STEM 焦點學校計畫(STEM-focused school)
5. 開發及擴大創新 STEM 教育實務計畫

(二) 大學教育

1. 國家科學基金會大學教育轉型計畫(Transform undergraduate teaching and learning with NSF investments)
2. 改進社區學院 STEM 教育

(三) 研究所

1. 強化研究所研究學人計畫(graduate research fellowship program)成效

2. 支持主要研究所訓練計畫

（四）非正式 STEM 教育

除上述計畫，聯邦也重視非正式 STEM 教育之推廣，除將透過史密松寧機構（Smithsonian Institution）與聯邦各部會之合作強化 STEM 教育之推廣，也將補助國家科學基金會持續擴大非正式科學教育學習計畫，讓年輕學子及成年人都有更多機會在校園外接觸 STEM 之體驗與學習。

至於在後來川普時代，就 STEM 人才培育策略上的措施來說，川普於 2017 年宣示，未來工作在科技發展的趨勢下，將更加需要 STEM 相關技能（尤其是電腦科學）。川普要求教育部長在合法的前提下，推廣高品質 STEM 教育（特別聚焦電腦科學）視為教育部的優先政務之一，並且從 2018 會計年度起，於分配補助款時作為優先考量條件（MoneyDJ, 2017）。美國白宮科學與科技政策辦公室更於 2018 年 6 月 25-26 日於華盛頓特區舉辦了第一屆『2018 年白宮州政府與聯邦政府 STEM 教育高峰會』（2018 White House State-Federal STEM Education Summit），首次揭示 2018-2023 未來五年最新的《聯邦政府 STEM 教育策略計畫》（Federal 5-Year STEM Education Strategic Plan），其中『電腦科學』將會是川普政府最重視的領域。電腦科學一直是川普政府優先推動的學科領域。早在 2017 年 9 月 25 日，川普就簽署了一份《總統備忘錄》（Presidential Memorandum），規劃至少補助 2 億美元支持國內 STEM 教育的發展，特別是增加電腦科學在幼稚園、小學、中學和後高中教育的比重。因為這些重要的知識技能，和美國年輕人未來就業競爭力息息相關，推動 STEM 教育也與川普競選時所開出的承諾—『在未來 10 年內為美國創造 2500 萬份就業機會』互相呼應。除此之外，『鼓勵女性進入 STEM 領域』也是川普政府大力推動的政策目標。根據蓋洛普統計，女性在電腦科學就業市場的比例從 1990 年的 35.3% 下滑到 2016 年的 22.2%，但女性卻占美國整體就業人口 47%。對此，川普政府於 2017 年 2 月 28 日，亦簽署了兩項相關法案—H.R. 321 與 H.R. 255，分別授權美國太空總署（NASA）和國家科學基金會（National Science Foundation）徵召女性員工，從事科學、編程、或研究的工作。而這次 STEM 教育高峰會會後總結四大重點：1. 強化產學連結；2. 著重創新與創業；3. 用電腦科學整合跨領域學習；4. 讓全美民眾都能參與 STEM 課程（STEM 教育，2018）。

參、結語

從本文中可知美國科技教育現今與未來的發展趨勢，其中指出人工智慧的重要性，即早落實於中小學教育，有助於未來相關人才的培育。而在科技教育領域當中，可得知機器人學的重要性，更成為未來創新教育的重要領域，藉由學生對於機器人應用來培養他們對創新的數學、編碼、工程、科學和技術等科目的興趣，以此涵養他們在科技發展的能力。在科技教育過程中，線上教育也是重要的一環，經由線上教育工具之盛行，學生的學習越顯方便，然而，這當中也凸顯了個資更易取得而衍生的個資保護問題，這是科技教育時代下所要面臨的重要課題。而在科技教育的發展之下，學生的學習數據資料更易累積，如何經由學習數據分析來回饋於實際教學，擴大科技教育的優點，是現今科技教育所要經營的部分。在中小學推行科技教育的過程中，美國政府的中央與地方權責分明、相互搭配，是值得學習借鏡之處，經由中央與地方的相互合作，促使科技教育落實更加確實。美國投入大量經費的「所有學生提升電腦科技教育計畫」，可以了解到從經費上給予充足的支持，促使科技教育在每個學生身上落實亦是不可或缺的重要措施。最後，發展 STEM 取向的國家科技人才培

育策略，更應從小學、中學、大學、研究所，乃至非正式的學習管道全方位著手，促使科技教育從點到面的全面性落實。

參考文獻

MoneyDJ (2017)。貝萊德 **AI** 選股績效贏過大盤、與科技公司搶 **STEM** 人才。取自 [http://blog.moneydj.com/news/2017/10/06/2017/10/06/貝萊德 ai 選股績效贏過大盤、與科技公司搶 stem 人才/](http://blog.moneydj.com/news/2017/10/06/2017/10/06/貝萊德%20ai%20選股績效贏過大盤、與科技公司搶stem人才/)

STEM 教育 (2018)。2018-2023 美國未來五年 **STEM** 教育關鍵字：電腦科學 (Computer Science)。取自 <https://www.everydayweplay365.com/single-post/2018/07/12/20182023TRUMP-STEM-EDUCATION>

許陽 (2017)。人工智慧教育紅遍全球！我國中小學 **AI** 課程學什麼？怎麼做？取自 <https://zi.media/@yidianzixun/post/hPWZYA>

駐波士頓辦事處教育組 (2016)。美國科技教育計畫揭示學習檢視表的重要性。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**101**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=101&content_no=5375

駐洛杉磯臺北經濟文化辦事處文化組 (2012)。學生必備的五項科技能力。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**13**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=13&content_no=820

駐美國代表處教育組 (2013)。歐巴馬 2014 年 STEM 國家人才培育策略。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**35**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=35&content_no=1883

駐美國代表處教育組 (2016)。美國線上教育工具盛行，家長擔心個資保護受挑戰。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**113**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=113&content_no=5890

駐美國代表處教育組 (2017)。機器人學成為美國科技教育四大領域創新教育的重要推手。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**126**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=126&content_no=6330

駐美國代表處教育組 (2018)。美國重視人工智慧的興起，並與中小學未來教育接軌。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**143**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=143&content_no=6908

駐紐約辦事處教育組 (2016)。因應新經濟挑戰，歐巴馬宣布 42 億電腦科技教育計畫。國家教育研究院國際教育訊息電子報，**95**。取自 https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=95&content_no=5142

國家教育研究院電子報第 183 期 2019-05 出版

駐舊金山辦事處教育組（2016）。美國中小學資訊教育人力與資源政策。國家教育研究院國際教育
訊息電子報，**107**。取自

https://fepaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=107&content_no=5633

賴志遠（2018）。國際人工智慧政策推動現況。取自

<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10418>

【全文請下載 PDF 檔】

附加檔案



全文-美國科技教育之發展趨勢.pdf