

美國推動電腦科學 (Computer Science) 教育對我國之啟示

王令宜

國家教育研究院教育制度及政策研究中心技職、高等及國際教育組

壹、議題重要性

資訊科技為21世紀社會經濟教育文化發展的主導力量之一，應用資訊科技及處理資訊已成為未來人才的基本條件。因應數位時代之挑戰，資訊科技不斷改變學習方式與內涵，各國愈加重視科技教育，將電腦科學列為各級教育之主要課程；學習如何使用數位工具，並利用網路資源來進行學習，也成為日益重要的教育課題。

近年來全球掀起一股程式設計的教育浪潮，美國、英國、法國、奧地利、丹麥、波蘭、愛沙尼亞等，均將程式設計納入課綱，不僅是為了未來大量需求的軟體人才，更為培養孩子解決問題、創造、勇於嘗試錯誤等能力，以及做好掌握數位生活的準備。

2015年美國國會通過《每個孩子都成功法》，將「電腦科學」納入「通識教育」的一門學科，視其為全面教育的一環；2016年總統歐巴馬再提出「全民電腦科學倡議」(Computer Science for All)政策，預計將在未來3年投入40億美金經費，補助電腦科學教育，讓所有學生都能夠具備基本的程式編寫能力。

我國教育部於2016年提出《2016—2020資訊教育總藍圖》，揭示「深度學習、數位公民」之願景，並從學習、教學、環境與組織4方面，提出24點相關策略。而預定自2018學年起實施之《十二年國民基本教育科技領域課程綱要》，亦將「資訊科技」設為國中與高中階段之必修科目。

貳、主要國家具體作法與改革趨勢

沒有人天生就是電腦科學家，但透過一點努力、數學技巧

和科學基礎，幾乎任何人都可以成為電腦科學家。

美國在2015年12月經國會通過《每個孩子都成功法》(Every Student Succeeds Act)，取代過去13年主導美國教育方針的《別讓孩子落後法》(No Child Left Behind)。這項法案將「電腦科學」(Computer Science)納入「通識教育」(well-rounded education)的一門學科，視其為全面教育的一環。電腦科學教育成為關鍵的學術領域，也將獲得更多來自聯邦政府的資金，各州與地方政府在運用聯邦預算時，電腦科學可以享有與數學、英文等必要學科相同地位，帶給各學校更多誘因，將電腦科學納入課程，學校及教師也將獲得更多資源開發課程及資訊專業(黃熾，2015；INSIDE, 2015)。

白宮指出，近年來經濟結構快速轉型，帶動電腦科學領域蓬勃發展，美國許多教育工作者與企業都已意識到編寫程式已經成為年輕世代的基礎技能之一；但全國卻只有約四分之一的中小學有提供程式學習的課程，且只有28個州政府將電腦科學納入中學課綱內(The White House, 2016a)。

因此，繼2015年宣布將電腦科學納入通識教育後，美國總統歐巴馬於2016年再提出「全民電腦科學倡議」(Computer Science for All)，規劃在未來三年內將會陸續投入42億美元經費補助電腦科學教育，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，讓所有學生都能夠具備基本的程式編寫能力(駐紐約辦事處教育組，2016)。

歐巴馬在2016年1月30日的每週演說中，重申他在國情咨文所提到的：

科技變動已經越趨快速，如何確保每一個人在當前新經濟中有成功的機會，已經成為最重要的教育使命，亦即，教導學生懂得電腦科學(computer science, CS)，更要培養學生分析編碼的能力，來有助於強化創新經濟(innovation economy)。

歐巴馬並強調「全民電腦科學倡議」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，該計畫將補助各州和學區擴大電腦科學教育，各學區並可提出新穎的電腦科學教育方案爭取補助；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(The White House, 2016b)。

有關電腦科學教育的推廣，目前在世界各國最廣為週知的，就是由美國非營利組織「程式聯盟」(Code.org)與微軟合作、於2013年發起「一小時寫程式」(Hour of Code, HoC)活動，這是一項全球性的活動，設計課程有超過40種語言，觸及來自180多個國家的數千萬學生，從4歲到104歲，不需要任何經驗，任何人、在任何地方都可以參與；參與者只要在HoC網站完成線上課程，即可獲得證書，希望藉此讓全世界的孩子都能學習寫程式，也讓教師們發現孩子的潛力，並翻轉全球教育產業(Code.org, no date)。

「程式聯盟」(no date)指出欲在國民教育階段(K-12)推行電腦科學教育的八種基本概念，包含：應建立定義電腦科學、分配經費、明定教師認證管道、建立激勵機制、設置專責職位、提供合宜時間、列為畢業門檻及列為入學條件(如圖1)。

圖1 國民教育階段(K-12)推行電腦科學教育的基本概念



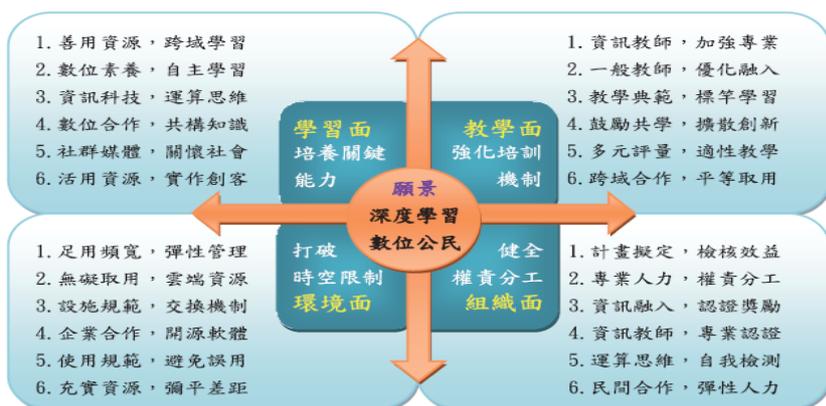
資料來源：Code.org (no date). *Making Computer Science Fundamental to K-12 Education: Eight Policy Ideas*. Retrieved from https://code.org/files/Making_CS_Fundamental.pdf

參、我國現況概述

我國長期以來致力於資訊教育的推動，在校園資訊基礎建設、學生關鍵能力、教師資訊科技使用能力及縮短城鄉數位落差等各方面，都已建立良好基礎（教育部，2016）。

因應數位時代之挑戰，我國教育部於2016年提出《2016－2020 資訊教育總藍圖》，以「深度學習、數位公民」為願景，旨在培養學生能有效使用資訊科技熟悉所學習的內容，能在不同情境中應用以解決問題；且在學習歷程中，同時培養其具有數位時代公民應有的態度與能力。前述願景下包含4大具體目標：（一）學習－培養關鍵能力，養成創新實作及自主學習之數位公民；（二）教學－強化培訓機制，支援教師發展及善用深度學習之策略；（三）環境－打破時空限制，提供學生隨時隨地學習之雲端資源；（四）組織－健全權責分工，落實資訊專業人力合理配置與進用。依上述目標規劃出24項發展策略（如圖2），作為未來資訊教育推動之參考依據，以確實培養未來公民所應具備之關鍵能力（教育部，2016）。

圖2 2016－2020資訊教育總藍圖整體架構



資料來源：教育部（2016）。2016－2020 資訊教育總藍圖（頁18）。取自 <http://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/3d9a977d-cd20-429f-a5d0-a17a68e86199.pdf>。

在國民教育課程方面，依據國家教育研究院所提出《十二年國民基本教育科技領域課程綱要草案》，將「資訊科技」設為必修科目，國中階段每週1節，高中階段為2學分，預訂於2018學年起實施。前述「資訊課程」是以運算思維為基本理念，期能培養學生「運算思維與問題解決」、「資訊科技與合作共創」、「資訊科技與溝通表達」及「資訊科技的使用態度」等能力，

學習內容則包含「演算法」、「程式設計」、「系統平臺」、「資料表示、處理及分析」、「資訊科技應用」及「資訊科技與人類社會」等6大面向(國家教育研究院, 2015)。

國家教育研究院(2016)指出,各國推動「程式設計」主要著眼於它是「聽、說、讀、寫、算」以外重要的新世紀的素養,透過程式符號去推理、解決問題,就如以文字和數字推理解題一樣。這也是資訊科技強調的「運算思維」,透過電腦科學相關知能的學習,培養學習者邏輯思考、系統化思考等運算思維,並藉由資訊科技之設計與實作,增進運算思維的應用能力、解決問題能力、團隊合作以及創新思考的能力。未來在高級中等學校教育階段,強調逐步進行電腦科學探索,以了解運算思維之原理,而能進一步做跨學科整合應用;在國民中學教育階段之資訊教育課程,則著重於培養學生利用運算思維與資訊科技解決問題之能力;至於國小階段,雖未規劃為領域學習課程,但鼓勵教師利用彈性學習課程,依照學校資源條件與學生特性,進行融入性的教學規劃,學校也可成立社團提供學生學習。

事實上,在新課綱尚未實施之前,臺灣一直都有一群熱愛程式語言的教師,早已透過各種活動、競賽悄悄地將程式設計融入教學課堂;而在學校之外,坊間兒童程式設計課程也愈開愈多,以才藝班、冬夏令營形式存在(王惠英, 2016)。然而,一旦教育部將推行基礎程式教育,仍引發不少疑慮,張瀨文(2016)指出:各縣市教育局處長對於程式教育將納入課綱之態度兩極(如圖3),認為至少需克服以下挑戰:

(一)師資專業必須到位:師資是多數縣市的困難,即便認同國中小教程式設計的縣市,也認為師資是大挑戰。

(二)教材必須聯結業界最新趨勢:依據國中小的教材邏輯,入課綱後會有教科書廠商編課本、專家委員審課本,老師就照著課本教。

(三)頻寬要能承載學生同時上線:程式設計學習需要仰賴大量雲端資源,偏鄉學校頻寬常不足,資訊硬體設備也常見資源落差。

(四)國小中課程必須全面跟著調整:教育工作者憂心:「我們想推的教育太多了,要鎖定目標,不能什麼都塞進國中小」。

圖3 縣市教育局處長對程式設計納入課綱之看法

程式設計入課綱, 縣市局處長態度兩極

贊成意見:

- ▶ 這是偏鄉的機會
- ▶ 程式設計培養孩子與國際接軌的能力
- ▶ 程式設計並不是多出來的, 資訊教育與創客教育是已經在做的, 程式設計只是這兩者的結合延伸
- ▶ 寫程式能力可轉化成新時代所需的能力, 從小培養程式能力就等於培養了創新力及解決問題的能力

反對意見:

- ▶ 基礎教育不應該什麼都想放想推、教育現場已經疲於奔命
- ▶ 師資和設備將是挑戰, 沒處理好反而拉大城鄉差距
- ▶ 學習邏輯思維不一定要透過程式設計, 基礎教育有更重要任務
- ▶ 國中小的學習負擔已經很大, 再加上程式設計又是一個負擔

資料來源:張瀨文(2016)。程式設計入課綱, 教育轉機或危機? 取自

<https://www.parenting.com.tw/article/5070133-%E7%A8%8B%E5%BC%8F%E8%A8%AD%E8%A8%88%E5%85%A5%E8%AA%B2%E7%B6%B1%EF%BC%8C%E6%95%99%E8%82%B2%E8%BD%89%E6%A9%9F%E6%88%96%E5%8D%B1%E6%A9%9F%EF%BC%9F/>

肆、對我國的啟示與建議

數位時代的科技發展已不可逆，面對「數位原生」世代的學生，「數位移民」世代的教師該如何運用過去所學的知識、教導現在的孩子、去面對未來的生活呢？「未來就是現在」，提升全民電腦科學知能與素養將不是幻想，而是理想，我們也可以從現在開始步步實現。

謹依前揭美國電腦科學教育之推動，提出對我國之啟示如下：

一、成立「資訊教育專案辦公室」及編列專案經費

「分配經費」與「設置專責職位」為推行電腦科學教育的重要基本概念。資訊教育之推動涉及各單位部門業務甚廣，為利於跨司處溝通協調與資源整合，建議成立資訊教育專案辦公室，俾利資訊教育總藍圖相關政策之研訂、推廣、施行與評估；此外，建議參考美國「全民電腦科學倡議」經費運用模式，以專案經費之95%補助各縣市政府，2%直接補助區域性「數位機會中心」或「自造教育示範中心」，3%則應用於教師的進階訓練。

二、研訂學生、教師及教育領導人員之「資訊科技素養評量標準」

美國推行電腦科學教育時，不論是針對教師的「明定教師認證管道」與「建立激勵機制」，或是針對學生的「列為畢業門檻」及「列為入學條件」等基本概念，均需設定明確的評量標準以利檢核。我國十二年國民基本教育以「核心素養」為課程發展之主軸，其中「溝通互動」素養包含科技資訊與媒體素養，強調學習者應能廣泛運用各種工具，有效與他人及環境互動，建議可參考美國「教育科技標準」(National Educational Technology Standards)，針對學生、教師及教育領導人員分別研訂適用於我國的「資訊科技素養評量標準」，以利檢核電腦科學教學與學習成果，以及評估資訊教育政策施行效益。

三、建議教師專業發展實踐增列「提升資訊科技知能」相關指標

美國將電腦科學視為關鍵的學術領域，透過法案將電腦科學納入課程，使其享有與數學、英文等必要學科相同地位，學校及教師也將獲得更多資源開發課程及資訊專業。電腦科學知能不再只侷限於資訊科技領域教師的專屬，而是所有教師應具備之專業，建議於教師專業發展實踐方案「專業精進與責任」面向、在「參與教育研究、致力專業成長」之相關指標中，可增列「提升資訊科技知能」相關檢核重點，促進教師與教育領導人員相關專業的發展與增能。

參考文獻

王惠英 (2016)。程式設計納入107課綱 Coding成為必修語言。取自

<http://www.cna.com.tw/magazine/55/201603300008-1.aspx>

國家教育研究院 (2015)。十二年國民基本教育科技領域課程綱要草案。臺北：作者。

國家教育研究院 (2016)。新課綱「程式設計」，學邏輯解問題。取自

http://epaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=134&content_no=2672

張潯文 (2016)。程式設計入課綱，教育轉機或危機？取自

<https://www.parenting.com.tw/article/5070133-%E7%A8%8B%E5%BC%8F%E8%A8%AD%E8%A8%88%E5%85%A5%E8%AA%B2%E7%B6%B1%EF%BC%8C%E6%95%99%E8%82%B2%E8%BD%89%E6%A9%9F%E6%88%96%E5%8D%B1%E6%A9%9F%EF%BC%9F/>

教育部 (2016)。2016—2020 資訊教育總藍圖。取自

<http://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/3d9a977d-cd20-429f>

[-a5d0-a17a68e86199.pdf](#)

黃熾 (2015)。歐巴馬簽署新教育法案，正式將電腦科學視為必要學科。取自
<http://technews.tw/2015/12/16/obama-signed-a-new-law-of-computer-science/>

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。取自
http://fepaper.naer.edu.tw/paper_view.php?edm_no=95&content_no=5142&preview

INSIDE (2015)。全民學程式！歐巴馬簽署教育法案，將資訊科學納入通識課程。
取自<http://www.inside.com.tw/2015/12/14/us-computer-science-education>

Code.org (no date). *Making Computer Science Fundamental to K-12 Education: Eight Policy Ideas*. Retrieved from https://code.org/files/Making_CS_Fundamental.pdf

The White House (2016a). *Computer Science For All*. Retrieved from
<https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>

The White House (2016b). *Weekly Address: Giving Every Student an Opportunity to Learn Through Computer Science For All*. Retrieved from
<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/01/30/weekly-address-giving-every-student-opportunity-learn-through-computer>