

2016-2020 資訊教育總藍圖 (草案)

資訊教育總藍圖計畫辦公室

2016年3月1日

目次

壹、背景.....	1
貳、未來人才關鍵能力.....	2
參、資訊科技對學習之衝擊.....	2
肆、各國資訊教育政策藍圖.....	4
伍、我國資訊教育推動現況.....	6
陸、現況及問題.....	8
柒、願景與目標.....	10
一、願景.....	10
二、目標.....	10
捌、策略.....	11
一、學習面向.....	11
二、教學面向.....	13
三、基礎環境面向.....	17
四、組織面向.....	18
參考文獻.....	21

壹、背景

21 世紀以來，資訊科技一再推陳出新，啟動了一連串的社會和文化變革。對教育之衝擊也已逐漸成形。本藍圖規劃提出之目的在因應此一變局，盤點影響未來教育之環境變數，探索未來教育的趨勢，進而重新思考教育政策的方向。具體而言，資訊科技的影響有下列幾個相關的趨勢：

一、資訊科技已成為社會和文化發展之主導力量

近代資訊科技主要延著以下幾個主軸發展，包括網路、行動裝置、大數據、多媒體、人工智慧和機器人、及物聯網等。不過，重要的是，它們不再只是少數人的專業，它們已經全面滲透到人們的生活和工作，成為生活的必需品。換言之，資訊已是現代生活通用的貨幣（currency），應用資訊可以獲取更好、更便利的生活。

二、資訊已成為民主社會的關鍵議題

在一個多元文化之民主社會中，資訊攸關基本生存和發展，接近和使用資訊是公民的基本權利。但矛盾的是，資訊科技的進步往往對弱勢族群造成不利的影響，容易造成數位落差。如何彌平城鄉差異，如何保障弱勢族群接近資訊的權利，是民主社會必須關注的議題。

三、工作型態產生革命性之變化

人類演化歷程中一個主要的趨勢是，認知科技（如書、電腦）的發展將智能由人類轉移至環境，用以支持專業工作。資訊科技的突飛猛進，更加速了此一趨勢。綜觀近年來工作場域的變化，可歸納為以下幾個走向：

- (1) 資訊、知識工作成為主流。資訊處理成為大多數工作的核心，許多新興資訊工作如資料科學（data science）也趁勢而起。應用資訊科技已成為 21 世紀之關鍵能力。
- (2) 失能（unskilling）成為社會潛在的隱憂。不少工作逐漸為資訊科技取代，早期自動化取代了藍領階級，而電腦如今逐漸取代了白領階級。平庸已無法生存（Cowen, 2015）。教育如不與時俱進，培育之人才可能不出校門即已被淘汰。

資訊科技是兩面之利刃，帶來希望，但也帶來挑戰。在此一演化歷程中，教

育扮演關鍵之角色。面對此一嶄新的局面，教育首要之務是重新界定人才之關鍵能力。

貳、未來人才關鍵能力

未來的人才應具備能力為何，是當前之熱門議題。如 OECD (2010) 指出，21 世紀應具備之關鍵能力為：

- (1) 學習與創新能力：進一步可分為創造力和創新力、批判性思考、問題解決能力、以及溝通與合作之能力。
- (2) 數位素養：包含資訊 (Information) 素養、媒體 (Media) 素養與資訊科技 (Information and Communication Technology) 素養。
- (3) 工作與生活能力：彈性與適應、主動與自我導引、生產力與責任以及領導與擔當。

我國最近公布的十二年國民基本教育課程綱要總綱 (教育部，2014)，強調培養學生成為以人為本的「終身學習者」，學生應具備之核心素養包括「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」等三大面向。教育部 2013 年人才培育白皮書則指出，未來十年我國人才應具備 6 項關鍵能力，分別為：全球移動力、就業力、創新力、跨域力、資訊力、公民力 (教育部，2013)。

以上有關人才培養之文件均一致指出，應用資訊科技及處理資訊是未來人才之基本條件。未來人才應能有效使用資訊工具進行深度學習、能應用工具發揮創造力以分析、評斷、表達與解決問題，同時具生產力與責任的數位公民。

參、資訊科技對學習之衝擊

資訊科技也對傳統學習的觀點產生了衝擊，主要有下列數項：

一、學習科技質量均大幅提升

學習工具始終是學習的重要環節。近年來資訊科技之發展，大幅擴展了學習工具之數量和類別，也提升了學習工具之品質。

- (1) 學習工具數量和類別大量增加。近年來資訊科技，針對各種工作，從資料檢索、溝通和傳播、評估，均有相關產品和工具，豐富了學習環

境，提供了多元的學習鷹架（scaffold）。

- (2) 學習工具品質更為精進。資訊科技所發展之工具，從計算、資料結構到人工智慧，已能執行人類大多數基本之認知功能，如記憶，分析、詮釋，表達、溝通、儲存、傳播，甚至功能更為精緻（Donald，2010）。資訊科技某種意義上，減輕了學習的負擔，使學生可以「分心」去發展更高層次之技能。

由於學習科技之發展，學習的性質和內涵也進一步改變了。

二、學習情境改變

當今之學習情境由於資訊科技之衝擊，相較於過去，有以下三點顯者之不同：

- (1) 無所不在的學習（always-on learning）。人人擁有資訊科技，資訊無所不在，教學平臺如 MOOCs、Coursera 垂手可得，學習不再侷限於校園，時間不再侷限於在校時間；學習範圍不再限縮在教科書內，老師也不再是獲取知識的唯一來源。
- (2) 資訊科技成為工作的重要夥伴。當大多數智能下放至資訊科技時，解決問題在本質上是人和科技合作解決問題。學習不再強調所有能力集於一身，而強調培育人與資訊科技合作之能力，即所謂培育 person-plus（Pea，1995）。
- (3) 資訊海量，更新速率加快。資訊科技產生了大量的資訊，而且流量加速。一方面，面對大量而更新快速之資訊，傳統學習方式已捉襟見肘，必須探討新策略。另一方面，面對資訊更新快速之情勢，學習是終身的功課，傳統之學習期程顯然已不合時宜。

三、學習內涵和方式改變

為因應數位時代之挑戰，學習內涵和方式也必須調整。整理相關文獻，建議強調以下等學習項目：

- (1) 運算思維：當代資訊工具以及產生之資訊建基於運算思維。為能掌握其特性，並能應用自如，必須熟知其邏輯。
- (2) 掌握資訊工具：資訊科技衍生之工具可分二類。一為資訊媒介，如電腦、平板電腦、智慧型手機以至於 3D 列印；一為多媒體，過去獨尊文字，如今文字、圖片、影像、聲音合一之多媒體已成為學習的新語言

(New London Group, 2008)。

- (3) 深度學習：大多事實資訊易於取得，價值不高。學習必須專注高層能力，強調專題學習、問題導向學習及探究學習。
- (4) 連結學習 (connected and networked learning)：網路提供了跨時空學習之空間，可促成學校之外之學習社群 (community of practice)，合作學習將更為普遍。
- (5) 創作學習：資訊科技如 3D 列印、機器人提供了知行合一的機緣，促成了從做中學之契機。

肆、各國資訊教育政策藍圖

面對資訊科技對學習、工作型態、及社會文化發展等所產生之影響，各國政府積極擘劃資訊教育相關政策藍圖，冀求建設一個有利於培養未來人才關鍵能力之環境，以回應資訊科技對教育環境所帶來之衝擊。以下針對美國以及亞洲鄰近的新加坡、南韓、日本、香港、與中國大陸近年來的資訊教育政策分別描述。

一、美國

美國教育部從 1996 年起即約每四至六年提出一個國家資訊教育計畫 (National Educational Technology Plan; OET, 2016)。2016 年開始推動的計畫，從學習、教學、領導者、評量、基礎設施五個構面來推動未來教育。目標是讓學生能利用科技來轉化其學習經驗、讓教師能擁有善用科技的知識與技能、讓數位測驗能融入至學習活動中、以及健全基礎設施 (如：網路頻寬、學習載具、數位學習資源以及專業發展)。

二、新加坡

新加坡分別在 1997、2003 及 2009 年提出三個為期五年的國家資訊教育總體計畫 (ICT Master Plans)，目前已進入第四期 (2015-2020; MOE, Singapore, 2015)，其願景是未來學生能有效利用資訊科技發展學科知識、21 世紀能力中的技能以及負責任的數位公民態度。目標為學生可隨手獲得由科技提供的高品質學習內容。最終達成學生能有更好的個人化學習、隨時隨地學習以及高品質課程資源；教師能有差異化專業學習以及資訊科技實務運用；學校間能進行交流並優化 ICT 基礎建設。

三、香港

香港從 1998、2004、2008 年分別推出了三期的資訊科技教育策略，2015 年 8 月公布了第四個資訊科技教育策略報告《發揮 IT 潛能 釋放學習能量》(香港教育局, 2015)，其「策略」核心為學生的學習，旨在透過發揮資訊科技的潛能，提升學與教的互動經驗，以釋放學生的學習能量，讓學生學會學習、邁向卓越。為達目標，以學校領導、教師、學生、家長及整體資訊科技界為推行對象，透過優化的學校資訊科技環境、學校的專業領導與能力，以及社區夥伴的支援，促進學生善用科技及資訊科技的能力，提升自主學習、解難、協作、運算思維的能力，加強創意、創新，甚至創業精神，並培育成為具操守的資訊科技使用者，以達致終身學習和全人發展。

四、南韓

南韓於 1970 年推動第一個資訊教育計畫，其後在 1996 年至 2014 年間，陸續實施了四個四年期程的「The Master Plan for ICT in Education」計畫 (KERIS, 2014)，目前的第五期計畫為 Master Plan for Education Informatization

(2014~2018)，計畫願景是希望透過資訊科技融入教育培養具創造力的學生，計畫目推動架構包括：提供中小學客製化教學輔助系統、高等教育與學術研究實現能力本位社會、以終身教育及技職教育連結教育及職場、重視教育福利與特殊教育、及建置基礎設施以利資訊科技融入教育。

五、日本

日本內政與通訊部在 2010 年針對數位教科書及學習資源提出了「未來學校」計畫 (Future Schools project)，並預計在 2020 年讓全國學生皆可透過平板電腦使用數位教科書。文部科學省則於 2011 年四月公布了《資訊教育的願景-創造符合 21 世紀的學習系統與學校》政策 (MEXT, 2011)，其具體實施架構包括：培養資訊素養、利用資訊科技來學習、以資訊科技輔助特殊教育、透過資訊科技優化學校行政工作、協助教師使用資訊科技進行教學、持續地推動將資訊科技應用於教育領域。

六、中國大陸

中國大陸提出的《2006-2020 年國家信息化發展策略》(中國教育部, 2012)，目標為全國中小學資訊科技教育普及化、建立完善資訊技術基礎課程體系、優化

課程與教學內容、提升師資水準、改善教學成效、及實現資訊技術與教學的結合等；並於《國家中長期教育改革和發展規劃綱要 2010-2020》中明確將資訊科技列為推行重點之一；於 2011 年頒布的《教育信息化十年發展規劃（2011-2020 年）》，針對未來十年的資訊化教育進行全面性的策劃。

綜合各國資訊教育政策藍圖可發現，利用資訊科技增進學生學習均是各國強調的願景與目標，資訊教育推動的面向主要包括：學習（學生）、教學（教師）、組織（學校）、資訊基礎設施等，韓國、日本更擴及對特殊需求學生之照顧，美國則特別強調學習評量及形塑一個創新、改變文化的重要性。

伍、我國資訊教育推動現況

我國自 1997 年「資訊教育基礎建設計畫」起，歷經 1998 年資訊教育擴大內需方案、2001 年資訊教育總藍圖、2008-2011 年中小學資訊教育白皮書及近年的數位學習相關推動計畫。以下簡介近年來推動的資訊教育相關政策。

一、資訊教育相關政策與措施

我國 2008 年曾推動為期四年的「中小學資訊教育白皮書」(教育部, 2008)，提出的願景為包括：學生能運用資訊科技增進學習與生活能力、教師能善用資訊科技提升教學品質、以及教室能提供師生均等的數位機會，期望達到下列目標：培養學生應用資訊科技解決問題的能力；養成學生使用資訊科技的正確觀念、態度與行為；保障並促進師生的數位機會均等；培訓具備資訊科技應用能力的教師；發展多元的數位教學資源；提升教室和校園的軟硬體設備與網路服務；發展並推廣各校在教學上應用資訊科技的特色與典範；建立健全的資訊科技教育行政機制。

科技部於 2003-2007 年推動第一期數位學習國家型科技計畫，自 2008 年起，合併「數位學習國家型科技計畫」與「數位典藏國家型科技計畫」(資策會, 2008)，持續推動為期 5 年（2008-2012）的「數位典藏與數位學習國家型科技計畫」，其願景為「厚植數位學習產業，深化數位學習在正規教育及終身教育的應用，及建立華語文數位教學的國際版圖」。

教育部因應數位化學習時代，也規劃了 2014 年至 2017 年的「數位學習推動計畫」，願景為「培育優秀人才、提升國際競爭力，連結產學合作、發展數位學習產業」。其下推動計畫包含「躍升教育學術研究骨幹網路頻寬效能」、「提升校

園無線網路品質」、「整合雲端學習資源」、「發展數位閱讀」及「推動磨課師課程 (MOOCs)」等五項計畫，各項計畫說明如下：

- (1) 躍升教育學術研究骨幹網路頻寬效能：提升臺灣骨幹網路頻寬，解決頻寬不足問題。並全面支援各項雲端應用服務，例如教育雲、遠距教學與行動學習等。
- (2) 提升校園無線網路品質：普及校園無線網路使用便利性與覆蓋率，延伸至跨校、跨縣市及跨國皆可無障礙地進行無線上網學習。並建立無線網路使用規範，強化安全無線上網教育。
- (3) 整合雲端學習資源：提供以學習者為中心的雲端資源服務、發展以服務為主的教育雲及教育應用程式，建立雲端資源交換機制，避免教育資源重複投資。
- (4) 發展數位閱讀：推動以「數位」為輔助、「閱讀」為主軸，逐年融入科目的中小學數位學習與教學創新模式，培養 21 世紀關鍵核心能力 (5C)，實踐「以學習者為中心」之教育方式。
- (5) 推動磨課師課程 (MOOCs)：利用大規模線上開放課程實現全民教育機會。此外，透過「磨課師」計畫的推動，提升國內線上課程品質，建立華語文數位課程品牌，成為數位學習領航者。

二、十二年國教「資訊科技」課程（草案）

臺灣的電腦課程在過去 20 年歷經變迭，主要在高中與國中的必修與選修之間擺盪。1984 年教育部頒布高中「電子計算機簡介」選修科目，高職隨後也列為必修；1995 年「電腦」列為國中每學期一學分必修，高中「電子計算機簡介」選修隨後修訂改名為「電腦」；2000 年的九年一貫課程刪除了國中「電腦」課，但將「資訊教育」列為融入各學習領域的重要議題；2006 年高中「電腦」選修修訂改名為「資訊科技概論」，2010 年「資訊科技概論」由選修二學分改為必修二至四學分（吳正己，2010）。

教育部（2014）公布的十二年國民基本教育課程綱要總綱中，增設「科技」學習領域，包括「資訊科技」與「生活科技」二必修科目，「資訊科技」在國中階段有六學分，高中階段二學分，合計必修 8 學分；國小則未獨立設科，主要為融入其它學習領域實施。擬定中的課程綱要草案（國家教育研究，2015）是以「運算思維」為基本理念，目標在培養學生「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」以及「資訊科技的使用態度」等能力。在課程時數部分，草案內容預計於 107 學年開始實施。

「資訊科技」科目學習內容之訂定依資訊科技學科的基本內涵，同時因應資訊科技潮流與未來發展趨勢，以培養學生與時俱進的資訊科技基本能力，成為主動、積極且負責任的數位公民。其學習內容包含六大面向：「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」以及「資訊科技與人類社會」，分別說明如下：

- (1) 演算法：演算法的概念、原理、表示方法、設計應用及效能分析。
- (2) 程式設計：程式設計的概念、實作及應用。
- (3) 系統平臺：各式資訊系統平臺（例如：個人電腦、行動裝置、網際網路、雲端運算平臺）之使用方法、基本架構、工作原理與未來發展。
- (4) 資料表示、處理及分析：數位資料的屬性、表示、轉換、分析及應用。
- (5) 資訊科技應用：常見資訊科技應用軟體與網路服務的使用方法。
- (6) 資訊科技與人類社會：資訊科技合理使用原則、資訊倫理、法律及社會相關議題。

陸、現況及問題

為了瞭解我國資訊教育發展所面臨之問題，總藍圖規劃小組蒐集國內相關調查研究文獻（行政院研考會，2013；行政院國發會，2014；徐式寬與關秉寅，2011；教育部，2015；楊雅惠、彭佳玲，2015），並透過世界咖啡館、網路論壇、諮詢會、公聽會多種管道徵求意見和建議。根據資料，彙整資訊教育之問題如下：

一、大多數教師對於資訊科技之巨大影響，需要更完整之認知

一般教師尚未覺知資訊科技對教學、學習之定義產生典範之改變，已是所有學科之基本要素。因此大多視資訊為技術問題，為少數資訊教師之業務，而較缺乏進修相關技能、推動課程創新之動力。校內資訊教師在發揮課程創新之主導作用也可再強化。一者，資訊人力不足，資訊人員借調流動頻繁。二者，資訊教師負擔繁重。資訊教師依職務專業性質，略可分為資訊學科教師、資通教學環境基礎建設人員及協助一般教師資訊融入教學之資訊專業教師，但目前校園因人力不足，易將三項專業合併，使得資訊教師負擔大，無法專心於資訊學科教學。三者，教師資訊科技應用能力仍待提升，目前中小學教師對資訊科技基本運用已熟練，但較缺乏資訊科技融入學科之能力。

二、學生使用資訊科技停留於表層應用，未能發揮其學習之潛力

資訊科技雖日趨普及，但一般學生使用仍以社交和娛樂為主，對學習助益不大，且可能產生學習膚淺（shallow）之問題，未能真正達到深度學習。

三、職前及在職教師培訓內涵及範疇，未能完整反映數位環境之變化

中小學職前師資培育的教育專業課程中，與資訊教育較為相關科目僅「教學媒體與運用」及「資訊教育」二門，在課程結構與份量上皆無法滿足中小學教師應具備之能力需求。其中，「教學媒體與運用」是屬於在教育方法類別中六選五課程，有些學生可能未選修，且該科目內涵與現今數位學習、行動學習、模擬、遊戲、協作、創客、社群媒體等新教育科技概念相差甚遠。而「資訊教育」則僅列為眾多選修科目之一，且傳統上以資訊科技軟體之操作學習為主，與資訊科技融入教學內涵並無關聯。資訊科技原非因教育目的而生，未必可立即應用於教學現場，仍需教師具備相當之能力，因而增加其採用及傳佈之阻力。加上師資培育階段資訊教育課程不足、缺乏教師資訊素養檢定機制、及現職教師在職專業成長機制尚未完備等因素，導致無法確實訓練教師資訊科技融入學科應用之能力。

四、數位康健與倫理已是資訊社會之重要課題

隨著數位媒介普及，科技沉迷、網路霸凌、謠言、詐騙等現象日益增加，系統化的教育訓練、防範措施、課程及教材之發展已是當務之急，師生相關之知識及態度之培養益形重要。

五、數位落差仍須改善

數位發展程度較高地區，其學童持有資訊科技設備、資訊近用之比例均較高，資訊基本能力也相對優於其他地區。在某種意義上，數位落差也反映甚至造成了社會階級之差異，如何謀求改善，追求數位平等，是未來努力之重點。

六、各級資訊教育權責單位之資源整合與分工可更優化

目前各級教育單位業務龐雜，資訊教育相關人力又極為有限，面對資訊科技迅速的發展顯然力有所未逮，如何有效運用資源、合理分工、建立推動機制，並進一步強化相關人力資源，都是未來應籌思之對策。

柒、願景與目標

綜合資訊教育發展趨勢以及各國資訊教育政策藍圖，我國 2020 資訊教育總藍圖之願景、目標與策略如下：

一、願景

根據上述之討論，2020 資訊教育總藍圖擬達成之願景為「深度學習、數位公民」。

(一) 深度學習指培育善用資訊科技，深度處理資訊、獲取知識之能力。具體而言，可分成以下幾個面向：

- (1) 因應資訊媒體和資料之特性，培養接近、理解、分析、傳播資訊（如大數據、多媒體內容）之能力。
- (2) 因應數位社會和工作之特性，培養解決問題完成工作之相關之能力。例如，當代工作型態強調協同工作，故軟性能力（soft skill）如溝通技巧、協同合作、與自主學習益形重要。

(二) 數位公民是指培育數位時代公民應有之態度和技能。具體而言，可分成以下幾個面向：

- (1) 在個人層次，培養數代時代公民參與之態度，如尊重名譽、隱私、智慧財產權、軟體規範；了解個人的資訊權利、義務、及倫理行為，且為自己的資訊行為負責；善用科技積極參與公眾事務及政策。
- (2) 在社會層次，則指防範資訊權力之濫用，保障平等接近資訊之權利。

二、目標

依據本藍圖願景，進一步從「學習」、「教學」、「基礎環境」、與「組織」等四個面向提出具體目標：

- (1) 學習：培養學生善用科技，以批判力及創造力解決問題，成為具備反思和終身學習能力之公民。
- (2) 教學：培訓教師認知和因應資訊科技之挑戰，考量數位科技下之學習情境，善用資訊科技，發展和執行適合深度學習之教學策略。
- (3) 基礎環境：打破時間、空間的限制，使學生可隨時隨地透過雲端學習。
- (4) 組織：健全教育主管單位權責分工，落實資訊專業人力合理配置與進用。

捌、策略

以下提出各目標相對應之策略。

一、學習面向

在日新月異的資訊爆炸時代，數位資源環境豐富多元，透過網際網路的連結、資訊科技工具的使用及資訊素養、運算思維的培養，在資訊化的社會中，學生應能有效運用資訊成為積極自主、樂於實作、勇於創新求變、終身學習的數位公民。

本面向提出之策略包括：提供多元化數位資源、增進學生資訊應用能力、培養學生運算思維及創作能力、運用資訊科技工具共同建構知識、及運用社群工具實踐數位公民。達成本面向目標之策略分述如下。

(一) 學生能在豐富多元和無所不在的數位資源環境下，樂於積極參與學科或跨領域學習

隨著數位教材製作的軟硬體越來越普遍和簡便，數位資源也隨之豐富多元；同時，受惠於資訊傳遞的便捷，有利於數位資源的傳播與共享。因此，學生可輕易取得豐富多元的數位教材，例如：多媒體影片、動畫和開放式課程教材，並體驗各種數位學習環境，例如：智慧教室、虛擬實境（virtual reality）和擴增實境（augmented reality），甚至實際操作各種形式的數位工具，例如：3D 印表機、穿戴式載具（wearable device）、遙控空拍機和智慧機器人等。

這些豐富多元的數位資源環境不僅能激發學生的學習動機，並能讓學生不受到時間及地點的限制，隨時隨地根據其興趣和需求將學習的觸角跨及其他領域，進而統整所學到的知識和技能，成為跨領域人才。

(二) 學生具有數位素養，降低數位使用落差，成為自主的終身學習者

學生必須具有數位素養(digital literacy)，了解自己的資訊需求，利用適當的資訊科技工具，找到所需的資訊，有效的篩選、評鑑、詮釋、分析所彙集的資訊，加以編輯、整合，並將所得的資訊提升成為知識，進行管理和分享。也就是在資訊社會中善於取得所需的資訊，接受資訊後，能提升資訊的品質，產出有價值或有新意的資訊。目前有許多數位工具，如：桌上電腦、平板電腦或各種行動裝置，在網際網路裡有非常多種平臺，學生要能善於使用工具、串聯平臺以探索資訊和解決問題。

21 世紀的今天，學生需要帶著走的能力，教學生知識，不如教會他們如何找到知識且應用於生活中，並善用數位工具進行自我反思和自我調節學習，自我反思的方向包括對數位環境、對數位工具、對資訊任務、對自己的認知歷程以及對設定的目標，檢視自己所做的努力是否成功的達成目標。

自我省思之後更要進行自我調節學習，指的是學習者能監督、隨意志去控制與調整自己的認知、動機、情感、及行為，並能調節改變環境，去除阻礙學習的因素，根據目標，逐步漸進的採用良好的策略去達成學習目標。擁有這些重要能力有助學生成為自我調節學習者和終身學習者。

此外，近年來消弭數位落差(digital divide)已成為各先進國家首要之務，我國也已積極致力於偏遠地區之資訊環境建置，讓偏鄉學生可以平等取用資訊(access information)和使用設備環境；未來，我國更將致力於降低學生數位使用落差(digital use divide)，亦即積極培訓數位學習所需的師資，引導學生更進一步學會如何善用所取得的資訊和掌握數位工具的應用、激發學生由被動學習轉變成主動學習且樂於運用所學的知能於生活中。

(三) 學生透過電腦科學學習活動（如程式設計）培養運算思維能力、提升高層次思考能力，並能設計創新作品，成為樂於實作的創客

透過電腦科學學習活動，如程式設計，學生可學習運算思維（computational thinking），即是學習運用電腦邏輯來分析並解決問題的能力。運算思維採用了抽象和分解的方法來處理複雜而龐大的任務，當學生擁有基本運算編碼能力後也同時提升邏輯和運算思維能力。另一方面，學生需要提升創造力、批判思考和問題解決等高層次思考能力。

其中，創造力的培養包括觀念的流暢性（能生產大量觀念）、變通性（觀念具有彈性）、獨創性（觀念獨特）及精密性（品質改善），學生能用不同的視角看待不同的事件，具有新思維、新創意及豐富的想像力發現新事物，並以開闊、保有彈性的態度面對一切挑戰，能適時的變通活用其知識和技能。

在複雜的數位世界，學生須具備判斷事物的能力以提升其思考層次來適應新的情勢，因此，在批判思考上，學生需具備運用歸納法、演繹法等邏輯思考技巧來了解自己和他人的想法及觀點，並做出適當的判斷以統整資訊尋求最精確的結果。除了思考模式的改變，學生應致力於將思考行動化，利用多元的數位科技做有效的問題解決，運用既有的知識、經驗、技能，藉各種思維及行動來有效處理並預防問題。藉由以上的能力培養，期望學生能成為一位具有實作精神的創客。

(四) 學生運用數位合作工具共同建構知識，培養團隊合作能力和領導者精神

隨著科技的發展，社會的型態也逐漸改變，單打獨鬥、閉門造車的傳統學習模式已漸漸式微，「協同與合作」將成為學生共同學習的重要課題，更是未來社會生存的重要能力。合作學習是共同建構知識的歷程，透過合作溝通，進行規劃與分工，在過程中闡述與論證，增進知能。彼此說服與辯證，注重了解他人的獨特性、尊重不同的意見，並分享成果，進一步也能進行團隊合作。

此外，領導力的培養最重要的泉源就是不斷向同儕學習，必須具備意見與資訊整合和協調能力，而唯有懂得掌握、善用團隊力量的組織才能夠能勝出。學生應學習應用數位環境進行遠距溝通與合作，利用數位科技將資訊作系統性的整理，利用雲端、社群媒體、數位合作工具和虛擬學習環境，來共同建構系統性的知識。由同步討論或合作、觀摩交換意見，彼此共同完成目標，透過數位學習合作的歷程，進而培養學生具備領導者及勇於創新求變的精神。

(五) 學生有效運用社群媒體工具，以安全、健康、守倫理的方式進行溝通，成為關心全球議題和社會文化的數位公民

網路縮短了時空距離，摒除地理環境的障礙與經費的侷限，人們得以透過科技的方式來認識世界、交流溝通。學生利用社群媒體工具與世界各角落溝通聯結。與此同時，學生應該培養正確使用資訊通訊科技的概念，成為一位重視安全、健康與倫理的數位公民，並避免及遏止有關資訊科技應用所衍生的負面行為（如網路霸凌、非法下載、網路詐騙等），營造出安全、有倫理規範的環境、遵守數位法律，瞭解數位科技使用的合法權益與限制。

重視數位康健，能察覺不當使用之警訊，更能進一步的善用其無遠弗屆的優勢，接觸、探索各項議題，成為關注全球與社會文化的數位公民。

二、教學面向

教師應該具備資訊科技應用能力已是各國的共識，例如：韓國的師資培育單位將資訊科技列入必修科目；加拿大教師必須達到資訊科技能力的最低要求方能取得教師證照。影響教師實施資訊科技融入教學的知能，包含：教師資訊素養、社群媒體素養、與資訊科技融入教學之能力。

此外，教師觀摩同儕成功實例、結合學科教材教法之教學實務、軟硬體設備的支援、學生素養與管理平臺與評量工具、教學環境專業技術支援、領導與行政

管理機制，都可能影響教師資訊科技融入教學的行動力。我國自 2008 年實施中小學資訊教育白皮書（2008-2011）以來，中小學教師資訊基本運用熟練，但須加強教學規劃及評量能力（徐式寬、關秉寅，2011）。

中小學職前師資培育的教育專業課程中，與資訊教育較為相關科目僅「教學媒體與運用」及「資訊教育」二門，在課程結構與份量上皆無法滿足中小學教師應具備之能力需求。其中，「教學媒體與運用」是屬於在教育方法類別中六選五課程，有些學生可能未選修，且該科目內涵與現今數位學習、行動學習、模擬、遊戲、協作、創客、社群媒體等新教育科技概念相差甚遠。而「資訊教育」則僅列為眾多選修科目之一，且傳統上以資訊科技軟體之操作學習為主，與資訊科技融入教學內涵並無關聯。

整體而言，中小學現職教師的資訊教育專業成長機制尚不完善，且師資培育階段的資訊教育素養課程難以與時俱進。因此，在教學面向的策略包括：完善定義中小學教師資訊教育相關能力，檢視目前職前與在職教師的培訓課程，據此規劃培訓課程與檢定機制，善用教師同儕專業成長社群，與提供完善學習診斷並具信度、效度的評量工具。在實施上，宜多關注城鄉差異之需求與數位落差之現象，善用跨域資源之合作，不只助於教師增能，並進而幫助學生深度學習及促成數位公民之養成教育。達成本面向目標之策略分述如下。

(一) 強化中小學職前教師培育階段之資訊教育相關課程

資訊科技融入教學能力，首重系統化的教學設計。教師能依據課程標準、學習目標、教材教法、學生特徵和科技條件，選擇適當的教學方法，確保運用資訊科技可達成學科學習目標，並培養學生成為數位公民相關能力。相關機構應重新檢視現行師資培育的教育專業課程，修訂並發展中小學教師資訊能力、數位素養與資訊科技融入教學之能力指標，並在師資培育階段納入相關課程並設定為必修，以確保職前教師均具備數位素養與資訊科技融入教學之基礎知能，並可順應數位時代的學習方式與教育型態。此外，因應十二年國教新課綱新增「科技領域」(國、高中必修)，建議師資培育能研修資訊科專業課程，以強化職前資訊教師之程式設計能力與教材教法。

(二) 規劃中小學現職教師資訊教育培訓課程並訂定檢定機制

對於在職教師專業增能部分，首先須發展各領域教師跨域創新之教學信念、及科技價值觀，以輔助教師轉化科技教學學科知識為資訊融入教學實務。教師並

能分析學科教學目標，學習者需求、教學環境以選擇適當的資訊科技工具輔助教學。再依學科內容、學習者需求，設計有助於學生進行自主、適性、合作、領導、專題、探究、運算思維、跨領域的資訊融入教學過程與學習活動。

各縣市政府資訊輔導團宜重新檢視現行資訊教育相關研習之內容是否符合國家教育研究院（2015）公布之十二年國教「資訊科技」科目課程綱要及基本內涵，並加重現職資訊老師程式設計專業及教材教法之培訓，以培養學生與時俱進的資訊科技基本能力。在準備課程前，教師能依學科內容、學習者需求，選擇與使用科技資源，為學生提供豐富的學習機會和適性化的學習體驗。

依學科內容、教學目標，應用資訊科技工具及環境設計發展評量工具，以幫助學習者及教師了解學習的進程及教學成效。及應用不同資訊科技工具、設計學習指導策略與方法，促進學生的合作、交流、探索、跨領域、實作、反思與創造。

此外，中小學在職教師資訊融入教學能力的養成更需要學習共同體之激勵與觀摩。上述的能力可發展職能與課程地圖，且能分級分類，及設定檢視機制，並鼓勵教師參與專業社群，以提升教師資訊科技應用能力。

教育主管單位能以學校內的教師社群為中心，提出教師的培訓需求，包括成功團隊的分享及資訊科技相關的訓練。並建立地方教育局（處）的教育科技技術支援團隊，提供教師資訊方面的培訓支援、智慧財產權的理解與運用、以及學生的數位素養的提升。

(三) 發展協助學生深度學習與培育數位公民之教材教法與實務案例

根據中小學教師資訊科技應用能力，教育主管機構及各級學校能尋找、蒐集、整理、提供各種狀況教師適合的資訊融入教學案例，並依不同的資訊資源設備與教師能力層次分類。並且建立以學科教學為主，對於教學主題有效的資訊融入教學模式，包括時機、人力、教法、活動、流程、平臺、工具、素材、參考資料、學生成果等，藉此來設定標竿學習之依據。

教育主管單位能鼓勵學校支持教師社群的成立與運作，探討如何開發課程與教學方法以促進學生的深度學習能力的培養、自主學習態度的建立、數位素養能力的提升、並關心全球議題和社會文化。並且建立對於學生差異需求之支持策略，例如：如何觀察及協助不同的學業能力、學習興趣、情緒態度的學生，提升其各方面的能力，達成適性學習與差異化教學。

(四) 設計有效機制，鼓勵教師參加共學社群

透過社群網路平臺，建立教師專業成長社群，提供個人與團體、校內與校際、職前與在職教育機構、教育工作者和專業組織間，持續對話與專業學習機會。教育主管單位、各級學校與教師能理解資訊技術對教師專業發展的利弊得失，培養主動運用資訊科技促成自我反思與發展的數位素養。

透過教師專業社群平臺，積極參與科技化專業發展活動，養成自學習慣，不斷提升教學能力與方法。學校行政主管與教師有效參與資訊技術的相關培訓，結合理論與實務，勇於分享成功與失敗的案例。

教育主管單位鼓勵教師組成自發性的共學社群，從觀摩典範並能發展深度學習活動的設計及學習成果的評量，不只促成教學實務共創共享，並能加以擴散創新。

(五) 發展評量「深度學習」教學與課程之工具與機制

評量的目的，在協助教師與學生可檢視學習的成效。教師應善用科技支持學習評量，特別是可利用資訊科技即時互動反饋，以及大數據資料分析的特性，提供學習診斷與適性學習。

在課前準備時期，教師根據學習目標，利用科技化工具發展測驗、練習等工作，並實施應用科技化評量方式，提高評量效率。在課堂中，教師應能「評量複雜能力」、「提供即時反饋」、「持續評量並提供適性學習規劃」，並能利用科技化工具收集學生學習過程資訊，並能整理與分析，發現教學問題，提出改進措施。

在教學後，教師可結合數據分析，以多元形式、跨平臺方式收集學生學習及教師教學歷程紀錄並據以分析，評量工具可呈現「可視化儀表板」學習者自我調整、供教師教學設計之科學證據檢視以及教育決策。從個人自主學習診斷的角度，透過建立學生與教師學習電子歷程檔案，協助評估學習整體學習品質，並據以提供個別化學習支持系統，以及職能規劃與輔導機制。

教育主管單位及各級學校應全面發展科技化評量工具，來評估學科專業「深度學習」及「數位公民」應具備之能力。教育主管單位亦能修訂政策和法規，明定各單位在收集學習數據之時，可確保個人隱私和資訊安全；並可規劃完整的「教學設計可對應學習表現與評量回饋」系統，結合電腦科學學習活動與創新科技(如：模擬、遊戲、協作、創客)提供學習者多元探索與實作空間，並培養自主自律之學習態度與可面對未來科技化社會之複雜技能。

三、基礎環境面向

目前國內仍存在城鄉數位環境的落差，網路頻寬不足，網路設備需提升汰舊，缺乏資訊人力和支持資訊相關教育的師資等問題，這對達成未來數位學習和教學的目標是不利的。如何建置及善用設施是提升及活化教育的第一步。這不僅可以增進學習效率，消彌數位落差，也可以讓弱勢族群的學習進一步提升。本面向提出之策略包括：提供學生學習及教師教學所需之頻寬、軟硬體設施及雲端平臺資源，鼓勵運用開放、分享之數位資源，以及注重資訊倫理與個人隱私保護。達成本面向目標之策略分述如下。

(一) 建置足夠的網路頻寬及彈性透明的管理機制

為達成上述目標，網路基礎建設是必要的，隨著資訊技術的發展，目前國內網路建置均已有一定程度的建設。骨幹網路部分的建設行之有年，剩下的問題大抵都屬網路最後一哩的問題，例如校園內有線及無線網路的建置，編列適當預算應可逐步改善。因應用軟體的多元化及普及化，網路的流量愈來愈大，網路頻寬的需求及品質須透明化，使基礎環境得以與時俱進。此外視訊設備也應該要健全以利教與學。

(二) 確保教師及學生在校內、外均能取用所需雲端教育資源

為了能隨時隨地透過雲端學習，師生無論於校內或校外必須擁有基本的教學與學習裝置，如電腦及手持裝置。同時須充實偏鄉及弱勢族群所需的相關資源，以解決數位落差的問題。因相關技術日新月異，三、四年以上的設備僅能勉強使用，故須有經常性的經費來汰舊換新，對促進國內相關產業及活絡經濟也是有正面的效益。

為節省人力方便維運，資訊設備及資源應盡量集中並雲端化，這可以有效運用設備，設備投資接續也應定期檢視，減少重複投資。有了完善的雲端平臺後，教育資源可以妥善的備份，系統平臺也會有迅速的備援機制，各校師生可以使用學習裝置連上雲端共享資源。國內教育雲已有初步建置，內容的規劃與設計可善用開源軟體，依照標準進行開發以利優良教案的流通。

(三) 建立校園資訊軟硬體基礎設施規範及資訊交換的機制

為提升校園資訊基礎環境，同時減輕現有學校的資訊人力負擔，達成有效管理及維運，對校園資訊相關服務及設施應訂定一參考準則或規範，可依教學或校

務所需之軟硬體設備及介接共通規範的需求作為研訂的基礎。此一概念將有助於建構符合現場資訊教學及行動學習的大規模教學環境，促使數位資源及訊息的分享及運用，以及易於以有限人力進行維運管理。如此對資訊相關教育設施的建設也有降低成本的效果，同時有機會結合產官學界，共同制訂符合學校所需資訊設施的建置參考規範，共創資訊教育環境與資訊產業雙贏的局面。另資訊交換的準則或規範的建立將有利於資料的收集與分析、可有效支援提升決策的正確性。

(四) 鼓勵與企業合作建置相關設施，善用開源軟體

公私協力，引進民間的資源。統一與企業簽訂合作契約，例如與電信業合作應有機會改善頻寬問題，也可簽訂在學學生在家上網學習的優惠方案。另外與設備廠商合作有助於訂定電腦及行動載具在教育上的標準化。資訊技術的發展迅速，許多很有用的工具都來自於開源軟體，例如 linux 作業系統、moodle 教學平臺等。善用開源軟體不僅可以免費使用軟體節省經費，也可以參與國際相關社群的活動不再受限於特定的軟體公司。

(五) 制訂相關規約或法令，引導善用基礎設施，避免誤用及濫用

如何把網路資源妥善使用在教育上有待推廣，因網路霸凌及沉溺電玩的問題時有所聞，故應讓師生及家長明白知道使用網路的須知或公約以及濫用網路資源的後果，並教育參與網路社群應注意的事項以及相關法律的規範。關於個人隱私的部分須教育並落實個資法的規定。此外應明訂規範中央及地方相關經費的分攤與編列，並鼓勵企業的投入相關的合作。相關法規應彈性調整以便公私部門在相關業務上的互動與合作，以免受到現行制度的限制。

四、組織面向

國內各級教育主管機關或學校分別設有專責資訊教育之業務單位，主掌不同面向之資訊教育工作。例如，教育部除有師資培育與藝術教育司、技術及職業教育司、及國民與學前教育署，分別負責各科師資培育與課程訂定外，另有資訊及科技教育司統籌資訊教育政策之規劃與推動，以及相關法規之研修；而各縣市政府教育局（處）也大都設有主導資訊教育之科室，學校層級則有系統(網路)管理師、資訊組長、或資訊教師等人員的配置。但資訊教育範疇甚廣，從資訊教育環境與設備的建置管理，至資訊科技融入各科的學習、乃至資訊專業課程的學習，所需負責人員學科背景皆不相同。資訊教育的推動須有從教育部至各級學校有共

同的目標外，各級單位是否能有具體的推動策略與行動方案，也是影響資訊教育推動成敗的重要關鍵。達成本面向目標之策略分述如下。

(一) 縣市政府教育局（處）及學校應擬定資訊教育推動計畫，並定期檢核計畫推動效益

縣市政府教育局（處）應配合資訊教育總藍圖或國家政策，訂有明確的資訊教育推動目標與策略，並挹注經費協助各級學校推動資訊教育。學校也應參考教育部、教育局（處）之資訊教育目標與策略，訂定能夠落實資訊教育的具體方案，並定期檢核目標達成情形，以落實資訊教育深度學習、數位公民的總體目標。學校在推動資訊教育過程中，課程的實施須與 107 年新課綱目標結合。

(二) 健全各級教育單位的資訊教育權責分工及專業人力

資訊科技融入教學是把資訊科技作為工具使用於教與學，此乃各領域教師皆應具備的能力。各級教育單位應將「資訊科技融入教學」的推動、「資通教學環境」的建設、及「資訊科技學科」的教學適當的分工。各級學校對於資訊人員的需求有三個面向：協助各學科進行資訊科技融入教學之數位學習輔助教師、負責校園資通網路規劃與管理的資訊系統技術人員、負責資訊科技學科教學的資訊教師。這三類人員的專長與養成過程不盡相同，教育主管單位應針對縣市學校班級（人數）特色，訂定各校所應配置資訊專業人力，協助進用專業資訊人員，以負責不同面向的資訊教育工作推動，方能適才適用並避免資源的浪費。

(三) 建立教師正向使用資訊科技融入教學之獎勵措施

資訊科技運用於學習必須先有適當的工具（如電腦、行動載具等），但長期的經費挹注及採購所有設備有其困難。越來越多的學生或家裡已有適合用於學習的資訊工具，教師應可讓學生善用這些自有的軟硬體工具於學科學習。建議教育單位訂定教師正向使用學校提供或學生自備之資訊科技工具於教學上之獎勵或鼓勵措施，使得資訊科技工具的引進能物盡其用且能增加教學成效，而非造成教學干擾。各級學校對於學生自備資訊科技載具在校內使用也應從鼓勵正向使用角度訂定使用規範，而非僅消極的抵制。

(四) 促進在職教師資訊科技融入教學知能，資訊科技融入教學知能納入教師檢定要求

即將實施之十二年國教課綱中，要求學生須修習「跨領域/科目專題、實作(實驗)、探索體驗等課程」至少合計 4 學分。學科教師可將資訊科技運用於教學與學習的過程，或與資訊教師共同開發資訊融入學科之特色課程，以滿足課綱要求。此外，教育主管單位應提供在職教師增能研習課程，提升教師資訊科技教學知能；師資培育與檢定也應與時俱進，在師資培育過程加入資訊科技融入教學技能的培養，並透過檢定確保未來教師之資訊科技融入教學能力。另「資訊科技」科目教師的養成，也應配合新課綱的精神，加入運算思維能力的培養與檢定，以符合未來資訊科教師所需必備的知能。

(五) 建立運算思維學習及程式設計學習成效評量機制，提供學習者自我檢測機會

十二年國教新課綱已將資訊科技的學習向下延伸至七至九年級必修六學分、十至十二年級必修兩學分，且學習內涵以運算思維乃至程式設計能力培養為主軸。為落實新課綱的教育目標，教育主管單位應借鏡國際上推動運算思維能力培養具體作法，如 International Challenge on Informatics and Computational Thinking (Bebras, <http://www.bebras.org/>)，建立可供學生探索與檢驗運算思維能力之常態性活動。另可研議規劃如美國 AP (Advanced Placement) 或英國 IB (International Baccalaureate) 大學先修課程機制，並提供具信效度之程式設計能力檢定，提供學生自我檢驗程式設計學習成效及升學參考。

參考文獻 (待增補)

- 中國教育部 (2012)。教育信息化十年发展规划 (2011-2020 年)。取自
<http://www.edu.cn/html/info/10plan/ghfb.shtml>
- 吳正己 (2010)。臺灣中小學資訊科技教育的沿革與現況。中國教育技術協會資訊技術教育專業委員會第六屆學術年會暨海峽兩岸信息技術教育研討會論文集 (pp. 7-11), 7 月 26-29 日, 西安: 陝西師範大學。
- 香港教育局 (2015)。第四個資訊科技教育策略。取自
<http://ite4.fwg.hk:8080/ite4/Chin/content/index.html>
- 徐式寬、關秉寅 (2011)。國民中小學教師資訊融入教學素養評量表之建構與調查。科學教育學刊, 19 (4), 335-357。
- 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。
- 教育部 (2008)。教育部中小學資訊教育白皮書。取自
<http://ws.moe.edu.tw/001/Upload/userfiles/教育部中小學資訊教育白皮書2008-2011.PDF>
- 教育部 (2013)。教育部人才培育白皮書。取自
<http://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/RelFile/6315/6919/教育部人才培育白皮書.pdf>
- 教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。
- 教育部 (2015)。國民中小學資訊設備概況。未出版。
- 梁德馨、張維安、莊雅茹、楊雅惠 (2014)。103 年個人家戶數位機會調查報告。行政院國家發展委員會。
- 梁德馨、莊雅茹、楊雅惠 (2013)。6-11 歲學童數位學習及數位機會調查報告。行政院研究發展考核委員會。
- 楊雅惠、彭佳玲 (2015)。我國數位落差縮減成效評估研究。資訊社會研究, 29, 27-47。
- 資訊教育總藍圖計畫辦公室 (2015)。資訊教育總藍圖首部曲: 資教狂想館。取自: <http://csetnet.ice.ntnu.edu.tw/masterplan/news/>
- 資策會 (2008)。數位學習白皮書。數位典藏學習國家型科技計畫辦公室。
- Code.org Advocacy Coalition. (2015). *Why computer science in K-12*. Retrieved from <https://code.org/advocacy>.
- Ministry of Education, Singapore. (2015). *The fourth Masterplan for ICT in Education (mp4)*. Retrieved from <http://ictconnection.moe.edu.sg/masterplan-4>
- Korea Education and Research Information Service. (2014). *White Paper on ICT in Education Korea 2014*. Retrieved from

http://english.keris.or.kr/whitepaper/WhitePaper_eng_2014.pdf

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2011). *The Vision for ICT in Education-Towards the Creation of a Learning System and Schools Suitable for the 21st Century*. Retrieved from

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/___icsFiles/afieldfile/2012/08/03/1305484_14_1.pdf

Office of Educational Technology (OET). (2016). *National Education Technology Plan*. Retrieved from <http://tech.ed.gov/netp/>

Organization for Economic Co-operation and Development. (2010). *21st Century Skills: How can you prepare students for the new Global Economy?*. Retrieved from <http://www.oecd.org/site/educeri21st/40756908.pdf>