

第三屆資訊國力發展論壇

2016年度報告

「資訊軟體人力向下扎根與培育」



指導單位：教育部、行政院科技會報

主辦單位：國立成功大學、國立臺灣科技大學、國立臺灣師範大學

協辦單位：電腦學會、資訊學會

執行單位：教育部資通訊軟體創新人才推升計畫

2016年2月

資訊國力發展論壇

2016 年度報告

「資訊軟體人力向下扎根與培育」

指導單位：教育部、行政院科技會報

主辦單位：國立成功大學、國立臺灣科技大學、國立臺灣師範大學

協辦單位：電腦學會、資訊學會

執行單位：教育部資通訊軟體創新人才推升計畫

教育部資通訊軟體創新人才推升計畫推動中心召集人郭耀煌教授

2016 年 2 月

摘要

資訊產業快速的發展，改變了資訊傳遞的方式和速度，人類已可以從網際網路快速而廣泛的獲取、開發、使用、儲存和共享知識。優秀的資訊軟體人才更被各國視為發展高值化資訊產業最重要的基石。事實上，各類產業及社會運作已高度依賴資通訊系統及服務。因此如何讓資訊教育向下扎根，讓學生可以提早了解自我性向，並培育更多資訊人才成為重要的課題，近期也是社會及產業界人士普遍討論的議題。

教育部資訊及科技教育司李蔡彥司長談到資訊力是國家發展最重要的一項資產，「如何培養具有資訊素養、資訊技能、資訊應用能力的國民，變成一個國家最重要的事情。」從資訊經濟、創新經濟，再到所謂的工業 4.0、生產力 4.0，推廣資訊教育已然成為全球趨勢，臺灣無法置身事外，在不進則退的國際競爭舞台上，有必要提出因應的對策。過去十多年，我國中小學資訊教育大多著重在資訊科技應用能力的培育。但在現今資訊科技發達的社會裡，運算思維的養成已相形重要。第三屆資訊國力發展論壇從三個面相探討我國資訊人力深耕的方向，包括：「高中職資訊科學教育的未來」、「高中資訊科學教育發展於十二年國教之契機」及「資訊人力培養向下扎根-大學與高中職之合作」。

第三屆資訊國力發展論壇會後，論壇主席國立臺灣師範大學李忠謀教授，針對各界所提供建言整理出五大議題做為論壇後續研議項目包含：(一)先進國家中小學電腦課程規劃方向；(二)高中資訊科學課程實施現況與推動方向；(三)高中資訊科學教學環境的改善；(四)高中資訊科學教育發展於十二年國教之契機；(五)資訊人力培養向下扎根-大學與高中職之合作。五個應後續深入討論的議題。經過資訊教育專家、學者與第一線教師多次討論，本報告就各議題進行現況分析，並提出 14 項改善策略與 21 項推動措施具體建議。本報告將提供給各相關政府單位、各大學、產業公協會及學者專家參考，期待能受到各界的重視，以凝聚共識，為促進我國資訊國力及產業蓬勃發展而努力。

目次

前 言.....	1
一、先進國家中小學電腦課程規劃方向.....	3
二、高中資訊科學課程實施現況與推動方向.....	9
三、高中資訊科學教學環境的改善.....	14
四、高中資訊科學教育發展於十二年國教之契機.....	19
五、資訊人力培養向下扎根-大學與高中之合作.....	24
六、結論.....	30
七、參考文獻.....	31
八、附錄.....	33
附錄一：資訊國力發展論壇草案.....	33
附錄二：第一屆資訊國力發展論壇.....	34
附錄三：第二屆資訊國力發展論壇之青年論壇.....	36
附錄四：第三屆資訊國力發展論壇之資訊軟體人力向下扎根與培育.....	37
附錄五：資訊國力發展論壇團隊.....	38

表 目 次

表 1	高中資訊科學課程發展流程.....	10
表 2	選修基礎程式設計(2 學分)授課建議.....	10
表 3	選修進階程式設計(2 學分)授課建議.....	10
表 4	選修資訊科學與應用專題(選修 1~2 學分)授課內容.....	10
表 5	高中職資訊課程開設年級與學分比例.....	11
表 6	高中職連線 TANET 頻寬.....	14
表 7	高中職各校網路設備平均數.....	14
表 8	高中職各校系統與伺服器平均數.....	15
表 9	高中職各校教學資訊設備平均數.....	15
表 10	高中職各校無線網路覆蓋率統計.....	16

圖目次

圖 1	CSTA 電腦科學學習架構.....	3
圖 2	專題演講.....	24
圖 3	大學資訊科系實驗室參訪.....	25

前言

資訊國力已是評量現代國家的核心競爭力指標之一。而且，資訊產業一向為我國最重要的產業之一，是我國經濟發展與國力展現最堅實的基礎。近年來，全球資訊產業快速發展，除了堅強的資訊硬體製程技術外，優秀的資訊軟體人才被各國視為發展高值化資訊產業最重要的基石。我國大專院校資訊相關科系共有 150 多所，每年培育近 30,000 多名資訊相關科系畢業生，但學界與產業界卻同時發現我國高階軟體人才嚴重的不足，尖端的資訊研究或技術研發人才往往不敷所需。許多大學教授發現，不少大學生進入資訊科系後，才發現興趣不符或對於資訊科學的認知錯誤，縱使能夠畢業也難以成為高階資訊人力。但在另一方面，每年也有許多想轉系的學生或非資訊科系畢業生藉由研究所考試進入資訊系所就讀。除了學生浪費寶貴的時間外，無法吸收到興趣符合與認知正確的學生就讀資訊科系的現象正嚴重衝擊著我國大專以上資訊人力培育的成果。因此為了維持我國資訊產業及資訊國力的優勢基礎，調整與厚實資訊人力向下扎根與培育的策略，已是重要而且刻不容緩的課題。

緣此，教育部於民國99年起推動「資訊軟體人才培育中程計畫」，培育國內社會及產業發展所需之資訊軟體人才。為配合中程計畫執行，著手規劃並推動資訊國力發展論壇，其宗旨在於集合產學研各界人士的群體智慧，研討下列我國資訊國力發展的重要議題，並提出建言：

1. 提昇我國在前瞻資訊科技發展之國際聲望。
2. 提昇我國高階資訊軟體及創新服務人才培育水準。
3. 提昇我國軟體產業國際競爭優勢。
4. 以資通訊科技協助提昇國民生活品質及促進社會發展。

鑑於充裕且優質的人才供應是建構國家核心競爭力的根本，資訊科技發展論壇繼 100 年主題「建構有利於新世代資訊人才發展與創業與環境」與 102 年舉辦的「青年論壇」後，今年第三次召開，並以「資訊軟體人力向下扎根與培育」作為本屆論壇的主題，期待以貼近民間的聲音，匯集眾人的智慧，並透過長期深入的觀測，以提出具體可行建議，促進我國資訊人力的培育能夠向下扎根。

為使論壇永續經營，論壇主辦單位為國立成功大學、國立臺灣大學、國立臺灣科技大學、國立臺灣師範大學、教育部資訊軟體人才培育推動中心、科技部雲端運算資訊安全與開放軟體研發應用推動計畫等單位。本屆論壇很榮幸邀請到資訊界具影響力先進：前清華大學劉炯朗校長、前政務委員張進福政委、前清華大學陳文村校長、中興大學李德財校長、臺灣大學吳靜雄教授、前逢甲大學劉安之校長、臺灣大學賴飛熊教授、成功大學郭耀煌教授、臺灣科技大學李漢銘教授、臺灣師範大學李忠謀教授等十位擔任共同發起人，期盼能為我國資訊國力發展產生具體貢獻。

本屆論壇已於 2015 年 3 月 21 日在臺灣大學正大國際會議中心舉辦，廣邀產官研等專家與學者一同參與。會議採取一主題多議題來探討臺灣資訊產業所面臨的問題。論壇主題「資訊軟體人力向下扎根與培育」，首先從議題一：「高中職資訊科學教育的未來」，針對我國國高中職資訊教育與其他先進國家推動策略有何不同先予以說明，並對高中職資訊科學教育未來可進行的培育進行演說。接著透過議題二：「高中資訊科學教育發展於 12 年國教之契機」，探討如何能更有效整合資訊資源，讓新生代在十

二年國教中更有機會認識資訊科學進而進行資訊科學的學習。最後以議題三：「資訊人力培養向下扎根 - 大學與高中職之合作」為討論議題，探討我國大學與高中職有哪些面向可共同攜手合作，高中端希望大學端如何協助，讓新生代培養運用運算思維思考來解決問題的能力。

會後，論壇發起人之一臺灣師範大學李忠謀教授，針對各界所提供建言整理出五大議題做為論壇後續研議項目包含：(一) 先進國家中小學電腦課程規劃方向；(二) 高中資訊科學課程的推動；(三) 高中資訊科學教學環境的改善；(四) 高中資訊科學教育發展於十二年國教之契機；(五) 大學與高中職合作機會與方式。並請學者與第一線資訊教師與高中職校長深入研究剖析，撰寫本報告，提出具可執行性的建言。第三屆資訊國力發展論壇建議如下：

1. 資訊科學為中小學基本能力學科，並定論資訊學程內涵。
2. 建立高中資訊課程銜接大學資訊學群機制，含大學先修課程與驗證學習。
3. 提升高中職校園資通訊環境。
4. 推動中小學資訊科學教師培訓及永續學習。
5. 建立大學與高中聯盟機制，有效運用大學及高中人力培育未來資訊科學與資訊教育人才。

本報告將提供政府單位、各大學、產業公協會及學者專家參考，期待能受到各界的重視，以凝聚共識，為促進我國資訊人才培育及產業蓬勃發展而努力。

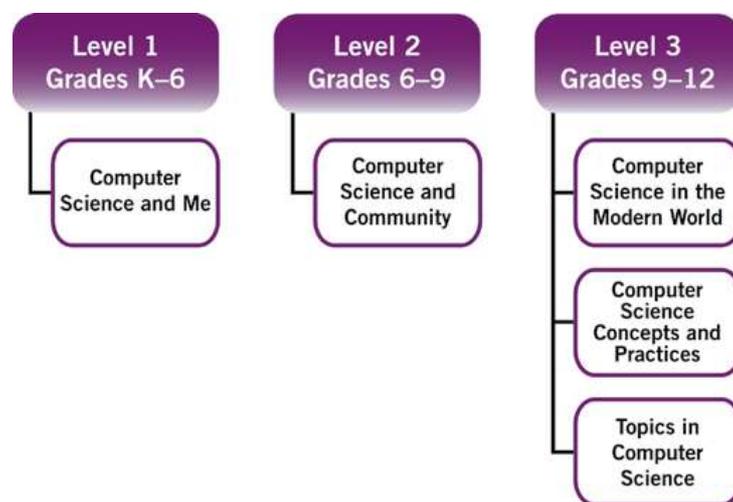
第一章 先進國家中小學電腦課程規劃方向

資訊課程於各先進國家中小學教育中已普遍開設，例如美國、英格蘭、德國、荷蘭、日本、中國大陸、香港、以色列及澳洲等（國家教育研究院，2013）。其中，美國的國際教育科技協會 (International Society for Technology in Education, ISTE) 於 2007 年提出的學生資訊科技能力標準 (National Educational Technology Standards for Students)；美國電腦科學教師協會 (Computer Science Teacher Association, CSTA) 於 2011 年提出修訂版的中小學電腦課程；美國大學理事會 (The College Board) 亦將於 2016-2017 推出名為 *AP Computer Science Principles* 的新 AP (Advanced Placement) 測驗。而英格蘭於 2013 年公佈的課綱中將原有 ICT (Information and Communication Technology) 課程更名為電腦運算 (*Computing*)，強調電腦科學基本概念的學習；澳洲 2014 年推出的數位科技 (Digital Technology) 課綱，則以運用運算思維與資訊系統來定義、設計、實踐數位解決方案 (digital solutions) 為課程核心。

1.1 美國電腦課程概況

CSTA K-12 電腦科學課程標準

美國電腦科學教師協會 (Computer Science Teacher Association, CSTA) 認為中小學電腦科學課程應達到以下目標：學生能瞭解電腦科學的本質及重要性、學生能瞭解電腦科學是由概念及技能交織而成、學生能運用電腦科學技能（特別是運算思維）於其他學科的問題解決活動、此科目並能與學校現行之資訊科技課程及大學先修電腦課程互補 (CSTA, 2011)。CSTA 將電腦科學學習分為三個階段，各層次建議年級以及課程核心概念如圖一。



圖一：CSTA 電腦科學學習架構 [10]

Level 1 「電腦科學與我」 (*Computer Science and Me*)：建議幼稚園至六年級的學生學習。結合基本電腦技能的學習及簡單運算思維的運用，學生開始認識電腦科學基礎的概念。課程設計應著重主動學習、創造力及探索，且通常融入於其他學習領域（如社會、語文、數學、及科學等）實施。

Level 2 「電腦科學與社會」(Computer Science and Community)：建議七至九年級學生學習。學生開始使用運算思維作為問題解決工具，並感受到電腦科學的無所不在，及它帶來人們間溝通及合作的便利性；並能體驗以運算思維解決個人及生活周遭的問題。本課程應能獨立或融入於其他學習領域實施。

Level 3 應用電腦科學解決真實世界問題 (Applying concepts and creating real-world solutions)：本階段包括「現今世界中的電腦科學」(Computer Science in the Modern World)、「電腦科學概念與實作」(Computer Science Concepts and Practices)及「電腦科學專題」(Topics in Computer Science)等三門課程，由不同面向瞭解電腦科學，建議十至十二年級學生學習。透過這些課程，學生將習得進階電腦科學概念，並將這些概念應用於虛擬或實際成品的開發製作。第一門課建議所有學生都修習，課程目標是希望學生瞭解電腦科學原理及實作，以幫助他們在未來生涯中適切的使用運算工具及技能；第二門課則為更深入研讀電腦科學，以及電腦科學與其他學科領域的關係，包含大量的演算法解題及相關學習活動；第三門課是針對電腦科學特定領域更深入之學習，如大學先修電腦課程 (APCS)、專題研究、或電腦專業證照有關的課程。

CSTA 的課程內容包含五個重要的面向：運算思維 (Computational Thinking)、合作 (Collaboration)、運算實作與程式設計 (Computing Practice & Programming)、電腦與通訊設備 (Computers and Communications Devices)及「社會、全球與倫理的衝擊」(Community, Global, and Ethical Impacts)。針對這五個面向，在各學習階段中均訂有對應之能力指標。

ISTE 學生資訊科技能力指標

美國的國際教育科技協會 (International Society for Technology in Education, ISTE) 所提出之國家資訊科技能力標準 (National Educational Technology Standards, NETS)，範圍涵蓋學生、教師、行政人員、資訊支援人員及電腦教師，期望能在學習、教學及領導面，利用科技來提升高層次思考技能。在學生資訊科技能力標準 (National Educational Technology Standards for Students, NETS.S) 中，包括以下六大能力標準 (ISTE, 2007)：

1. 創造及創新 (Creativity and Innovation)：學生能夠利用資訊科技進行創造思考、建構知識、並發展創新的作品與流程。
2. 溝通及合作 (Communication and Collaboration)：學生利用數位媒體與環境進行溝通及分工合作，以增進個人及他人的學習。
3. 研究及資訊運用熟練 (Research and Information Fluency)：學生運用數位工具以蒐集、評估、使用資訊，進行處理並產出結果。
4. 批判思考、問題解決、及做決策 (Critical Thinking, Problem Solving, and Decision Making)：學生使用批判思考技能規劃及進行研究、管理專題、解決問題，並利用適當的數位工具與資源做出明智的決策。
5. 數位公民 (Digital Citizenship)：學生瞭解與資訊科技相關的人類、文化及社會議題，並能實踐符合法律與道德之行為。
6. 資訊科技操作及概念 (Technology Operations and Concepts)：學生對資訊科技概念、系統、與操作有相當的瞭解，並能遷移至新科技的學習。

ISTE 雖未於此能力指標中明確提及「運算思維」，但已將屬於運算思維能力之概念融入其標準中。ISTE 與 CSTA 另外也共同合作制定了幼稚園至高中階段運算思維之操作型定義，同時提供運算思維相關教材資源供教師與家長參考 (<http://www.iste.org/learn/computational-thinking>)。

The College Board 的 AP Computer Science Principle

美國大學理事會 (The College Board) 亦將於 2016-2017 推出第二個資訊科學相關之先修課程。第一個資訊科學先修課程是以 Java 程式設計學習為主，而新課程名為 *AP Computer Science Principles*，將著重在電腦運算 (computing) 的創新面向以及運算思維的實踐，旨在幫助學生認識電腦科學的基本原理，學習電腦運算基礎技能，瞭解電腦運算應用對真實世界的影響，以及培養學生程式設計素養而設計。新課程將於 2016 秋天實施，並於 2017 年 5 月進行第一次 AP 測驗。此新課程的架構分為兩大面向，第一個面向為運算思維實作 (Computational Thinking Practices)，包含六個子項目 (College Board, 2014)：

1. 電腦運算與我 (Connecting computing)：學生能指出電腦運算對人類社會的重要影響、描述人與電腦運算之間的關係、解釋電腦運算重要概念之間的關連。
2. 製作運算作品 (Creating computational artifacts)：學生能使用適當的技術開發對個人或社會實用的作品，並能運用適合的演算法及訊息管理原則。
3. 抽象化 (Abstracting)：學生能夠使用抽象化發展模型 (model) 及模擬人造或自然的現象，藉以進行預測，並分析其效率及有效性。學生能夠說明電腦運算中如何表示資訊及知識，能夠辨識及運用抽象化，並能描述模型化。
4. 分析問題和作品 (Analyzing problems and artifacts)：學生能評估問題解決方法、找到並更正錯誤、解釋完成的作品如何運作，並判斷所提出的解決方案、模型、或作品的適切性及正確性。
5. 溝通 (Communicating)：學生能夠使用精準的語言、概念及視覺化工具描述電腦運算及其影響，解釋他們設計及製作時的考量，並分析及說明他們的作品。
6. 合作 (Collaborating)：學生能合作解決運算問題，營造合作氛圍解決衝突歧見，透過多元觀點的激盪，共同製作高品質的成品。

第二面向為大概念 (Big Ideas)，包含七個向度：創造力 (Creativity)、抽象 (Abstraction)、資料與資訊 (Data and Information)、演算法 (Algorithms)、程式設計 (Programming)、網際網路 (The Internet) 以及全球影響 (Global Impact) (College Board, 2014)。

此課程將特別著重在培養學生的創意。課程的重點並不是教授特定的程式語言或工具，而是應用資訊科技及程式設計來解決問題及製作個人相關之作品。課程中，學生像藝術家、作家、電腦科學家或工程師一樣，將不斷的重複著進行創新方案的設計及執行。

1.2 英格蘭電腦課程概況

英格蘭於 2013 年 9 月公佈的國定課程綱要，將原有 ICT (*Information and Communication Technology*) 課程更名為電腦運算 (*Computing*)，列為中小學必修課，於 2014 年開始實施。課程內容包含三大要素：電腦科學、數位素養以及資訊科技。課程目標在培養學生：(1) 理解與應用電腦科學的基本概念，例如抽象化、邏輯、演算法以及資料表示方法等；(2) 能以電腦運算語彙分析問題，並具充分的撰寫程式解決問題經驗；(3) 能評估及使用資訊科技 (包括新的或不熟悉的科技) 來解決問題；(4) 成為負責任、有能力、有自信及具創造力的資訊科技使用者 (Department of Education, 2013)。

課程中，學生要學習的關鍵概念 (key concepts) 包括：程式語言、機器及運算，資料與表示方法，通訊與協調 (coordination)，抽象化與設計，以及電腦運算的相關概念。學習中，學生要經歷的關鍵過程 (key processes) 則是運算思維 (包括抽象化 (Abstraction) 和程式設計 (Programming))、抽象化 (包含模型化、解構與通則化) 及程式設計 (包含設計及撰寫程式、抽象化機制與程式除錯及測試等)。學生藉由此課程應學會下列內容：(Computing At School, 2012)

1. 演算法 (Algorithms)：瞭解演算法及其用途。
2. 程式 (Programs)：可以使用程式語言寫出可執行的程式。
3. 資料 (Data)：瞭解電腦如何表示資料。
4. 電腦 (Computers)：認識構成電腦系統的組成及架構。
5. 通訊與網際網路：瞭解資料在網際網路上傳輸的原理。
6. 進階選修主題：上述五項及人機互動 (包括模式與介面設計) 等電腦運算領域更深入之主題。

1.3 澳洲數位科技課程概況

澳洲課程、評量及報告局 (Australian Curriculum, Assessment, Reporting Authority, ACARA) 於 2013 年發布更新版全國中小學的課程綱要，其課程綱要之目標為培養學生的語文、數學、資訊通訊科技、批判和創意思考、個人和社交能力、倫理價值觀以及跨文化理解等基本能力 (ACARA, 2013a)。在科技領域課綱中明定「設計與科技」(Design and Technology) 和「數位科技」(Digital Technologies) 兩科目。「設計與科技」與我國的「生活科技」科目相近，「數位科技」科目則與我國的「資訊科技」科目相近，其學習內涵皆包含知識與理解、過程和生產技術。「數位科技」課程目標是在培養學生運用運算思維與資訊系統來定義、設計、實踐數位解決方案 (digital solutions)，它的主要學習內容包括 (ACARA, 2013b)：

1. 知識與理解：數位系統的組成 (軟、硬體與網路)、資料如何表示與結構，以及資訊系統的使用、發展、與對人們生活的影響。
2. 過程與產生成品：收集、管理和分析資料，並藉由定義、設計、執行、評估、合作與管理等過程創造數位解決方案。

「數位科技」課程內容包括「資訊系統」與「運算思維」兩個面向。「資訊系統」由數位硬體及軟體元件（數位系統）、資料、處理過程、以及人所組成，並透過這些組成的互動來創造、控制、及溝通資訊。「運算思維」是一種問題解決方法。它所用到的技術或策略是可以由數位系統來實現；這些技術或策略可能包括：邏輯性地組織資料、把問題分解成許多小部分、定義抽象概念，以及設計並使用演算法、模式和模型 (ACARA, 2013b)。

1.4 我國資訊課程概況

我國的資訊教育目前僅在高中職之「資訊科技」領域有二學分的必修課程。國中小之九年一貫課程並無資訊課程，而是以「資訊教育」重大議題的方式於課綱中呈現，強調應融入各科學習。「資訊教育」重大議題的學習內容包含資訊科技概念的認知、資訊科技的使用、資料的處理與分析、網際網路的認識與應用及資訊科技與人類社會；著重的是資訊科技「應用」面，強調基本認知、操作技能、態度培養及資訊科技融入學習。高中「資訊科技概論」課程除了強調資訊科技應用外，更強化學生對電腦科學本質與科學原理的瞭解。高中學習內容包含導論、電腦硬體、電腦軟體、電腦網路、電腦與問題解決及資訊科技與人類社會等主題。

雖然並沒有必修學分，但是國中小普遍重視實施電腦課程，大都安排於三年級至七年級，但由於「資訊教育」並未包含於學習領域中，所以無審定本教科書，導致各校授課內容、時數不一。高中資訊科技課程實施情形為多數學校於高一實施二學分課程，授課則以應用軟體為主，輔以程式設計；由於來自國中學生的電腦能力程度不一，數位落差情形日益嚴重。

教育部現正推動十二年國民基本教育，並進行各級學校課程綱要之修訂。在公布的十二年國教總綱中，「科技」已納入學習領域中。在國小階段科技應融入各學科中學習，國中及高中階段則分為「生活科技」及「資訊科技」二個科目，各佔八學分（國中六學分、高中二學分）。

國家教育研究院(2013)科技領域綱要內容前導研究報告草案指出，由於運算思維能力為各國資訊科技課程之趨勢，建議未來課程綱要修訂需加強運算思維、資訊科技實作能力及其他關鍵能力之培養。

在十二年國民基本教育中，資訊科技的教育目標主要界定為：（1）國小階段：以資訊科技認知、基本應用技能學習為主，強調資訊科技與學習的結合；（2）國中階段：以應用資訊科技解決問題學習為主，強調資訊科技與生活的結合；（3）高中階段：以資訊科學概念學習為主，強調資訊科技與資訊科學的關係。十二年國教「資訊科技」課程建議應包含下列四個面向之核心素養（國家教育研究院，2013）：

1. 資訊系統原理：認識資訊科技軟硬體系統，熟知資訊科技軟硬體之運作與設計原理，進而明瞭運算思維與資訊系統之關聯。
2. 運算原理與方法：了解運算的原理與方法，並利用資訊處理、電腦演算法、程式設計等方法或跨領域的學習活動體驗與實踐運算思維以解決不同領域的問題。

3. 資訊系統實作：了解如何利用運算原理與方法以設計、發展與評估資訊科技系統，以解決不同領域的問題，並能以合作模式進行資訊專題製作，進而明瞭運算思維之應用與限制。
4. 數位公民：培養應用資訊科技解決個人生活與社會議題之能力與態度，探討個人生活與社會議題，並藉合作專題製作發展合作、溝通、多元化評析與利用運算思維解決複雜問題之能力，進而培養 21 世紀數位公民所需面對生活與職業之知能。

第二章 高中資訊科學課程實施現況與推動方向

2.1 現況分析

知識經濟近年來已成為已開發國家的主流發展趨勢。知識經濟時代的特質在於具備創新人才、運用資訊技術、注重研發和創新能力以及網路化。臺灣在資訊能力的表現上一向出色。根據世界經濟論壇 (WEF) 公布的「2013 年全球資訊科技報告」之網路整備度指標 (Networked Readiness Index; NRI)，臺灣整體排名世界第十名（次於芬蘭、新加坡、瑞典、荷蘭、挪威、瑞士、英國、丹麥、美國），顯示我國擁有良好的技術與基礎建設。但在基礎建設外，更重要的是資訊科技能力的培養，也就是學習如何利用資訊科技，快速取得資訊、運用資訊並分享資訊，藉以獲得知識、掌握知識，並創造新知。有鑒於個人的知識與能力會影響到整個社會與組織的運用，進而影響國家的發展狀況，因此如何提升國民資訊素養，亦成為各國的關鍵課題，而教育正是達成以上特質及能力的重要關鍵。

為培養國民具備資訊科技的基本知識與技能，教育部早於 1984 年即將「電子計算機簡介」列為高中選修課程之一，隨即在高職將該科目列為必修課程；1995 年明訂「電腦」為國民中學必修課程；2000 年中小學九年一貫課程暫行綱要中，強調「資訊科技」融入各學科領域的學習。九年一貫資訊科技教育課程共分為四個階段，且每階段皆有著重的面向，分別為階段一（國小一至二年級）：鼓勵學生接觸資訊科技；階段二（國小三至四年級）：重點為操作技能，學習基本操作與使用規範，包含文書處理軟體、繪圖軟體和網路使用等；階段三（國小五至六年級）：重點為創作分享，學習電腦多媒體設備、簡報軟體、影音編輯、網路環境與資料的安全防護及資訊倫理的實踐；階段四（國中一至三年級）：重點為問題解決，學習程式語言基本概念、圖表製作及資料庫概念等。而高中旨在培養學生資訊科學與資訊科技的基礎知識及正確態度、培養邏輯思維及運用電腦解決問題之能力，啟發學生學習之動機。整體看來，資訊科技課程目標涵蓋認知、技能與情意等向度，冀望學生不僅可以習得資訊科學及資訊科技的基本知識與技能外，亦能靈活運用電腦科技、培養邏輯思維、問題解決，進一步促發學生學習資訊科技之興趣。

課程安排方面，3 至 7 年級每學年建議上課節數為 32 至 36 節，8 至 9 年級視需要安排節數，10 至 12 年級每學期至少修習二學分。授課內容國中包含：「資訊科技概念的認知」、「資訊科技的使用」、「資料的處理與分析」、「網際網路的認識與應用」、及「資訊科技與人類社會」。高中主題涵蓋：「導論」、「電腦硬體」、「電腦軟體」、「電腦網路」、「電腦與問題解決」、及「資訊科技與人類社會」。

高中資訊科學課程發展的流程如表一所示，目前必修課程名稱為「資訊科技概論」，與家政、生活科技共為高中生活領域。而家政、生活科技、資訊科技概論、健康與護理等四科合計 10 學分，每一科目至少修習 2 學分，各校可彈性調整授課學期。並且在各學期開設選修課程（非升學科目選修學分），包含選修課程基礎程式設計（2 學分，授課建議如表二），選修課程進階程式設計（2 學分，授課建議如表三），選修課程資訊科學與應用專題（選修 1~2 學分），授課內容如表四所列三類中選取幾個主題加以教授。由於高中資訊課程重視資訊科學基本概念，有別於九年一貫電腦課程著重資訊科技應用，除必修 2 學分外，具充分開課彈性，也就是可以資訊科技概論（必修）加上程式設計、應用軟體、專題等選修課程。教學方法強調理論與實務並

重，除了由實作中學習基本概念，重視學生對重要概念（big ideas）的理解，而非細節、片段知識之記憶，並以培養學生對資訊科學的興趣為最重要目標。整體而言，九年一貫資訊教育領域強調的是以「應用面」出發，培養學生「解決問題」的技能，課程延續至高中時，希望能由應用面導入至「學理面」，強調資訊科技的科學內涵及瞭解資訊科學的原理。

表一、高中資訊科學課程發展流程

年度	課程名稱	必選修	學分數
72年	「電子計算機」	選修	4學分
84年	改名「電腦」	選修	4學分
95暫綱	改名「資訊科技概論」	選修	2學分
98課綱	資訊科技概論 資訊科學	必修 選修	2~4學分（生活領域） 非升學科目選修學分

表二、選修基礎程式設計（2學分）授課建議

核心主題	授課時數
一、概論	2~4小時
二、基礎觀念	4~6小時
三、流程控制	8~14小時
四、陣列	2~8小時
五、模組化程式設計	0~6小時

表三、選修進階程式設計（2學分）授課建議

核心主題	授課時數
一、模組化程式設計	6~10小時
二、進階資料型態	8~12小時
三、資料結構	10~12小時
四、演算法	10~12小時

表四、選修資訊科學與應用專題（選修1~2學分）授課內容

授課內容	內容概要
一、資訊科學理論	電腦結構、電腦網路、作業系統、資料庫、演算法、影像處理、及人工智慧等
二、軟硬體應用	動畫遊戲製作、數位影音製作、機器人設計、電腦組裝、網頁製作、網站架設等。
三、理論與應用整合	上述二類之整合。如：電腦結構與電腦組裝、影像處理與數位影音製作、人工智慧與機器人設計等。

為了解臺灣資訊科學課程實施現狀，資訊學科中心於 102 年度進行問卷調查，統計高中職各校必修課程開設之年級及學分數。結果如表五所示，將近半數的學校將資訊課程開設在高一階段，並且以二學分為主。而在選修方面，開設課程相當多樣性，包含程式設計、資訊科學與應用專題、多媒體設計資訊研究方法、數位化資料處理、軟體應用等課程。不過這些課程主要是依據授課教師的專長自編教材開設，或是請代課老師開課，並無一定的規範。由此看來，目前高中專業資訊教師人數不足，資訊教師也不一定受過資訊專業的訓練，或是將資訊課程視為軟體操作課程。另外資訊學科必須與其他科目競爭，加上資訊課程不是升學考試的參考科目，因此多數學校儘早在高一階段將必修學分完成。

表五、高中職資訊課程開設年級與學分比例

年級	1 學分	2 學分	3 學分	4 學分	5 學分	6 學分
高一	13.92%	31.10%	1.79%	4.97%	0.40%	1.19%
高二	6.76%	14.12%	2.58%	3.58%	0.60%	1.79%
高三	6.16%	8.35%	1.79%	2.58%	0.60%	1.59%

2.2 策略建議

(1) 定論資訊科學課程

「資訊」長久以來被認定為技術導向，成為操作電腦 3C 的代名詞，以為資訊就是使用電腦、瀏覽網路。然而資訊科學中所強調的運算思維、邏輯思考與問題解決能力，一直無法在高中階段有效地教授給學生。因此，需要從改變資訊教師心態做起，讓資訊教師有足夠的能力與態度將資訊科學的內涵傳達給學生。

(2) 資訊科學課程需以十二年國教全盤考量

資訊教育雖在高中資訊科技概論與九年一貫課程綱要有詳細的規劃，然而實際教學內容方面還是以授課教師的意願為主，因此常有重複的教學內容。此外，面對大學資訊學科如此龐大的學群，在高中生資訊能力落差相當大的情況下，對銜接大學專門教育有實際面的困難。因此建議在推行十二年國教之際，需在各級教育發展資訊科學之教育目標、課程綱要、學生核心能力、基本教材以及教師核心能力，建構具體的推動機制，與投入長期而穩定的教學資源，避免學生以為資訊科學課程是休閒課程。

(3) 鼓勵機制提升學習興趣

強烈的學習動機是提升學生學習成效的一大利器。為了誘發學生對於資訊科學的興趣，提供競賽活動是相當有效的機制。目前常見的競賽活動包含：資訊學科能力競賽、國際資訊奧林匹亞競賽（IOI: International Olympiad in Informatics）、全國科展與國際科展 Intel ISEF (Intel International Science and Engineering Fair)。然而這些競賽針對的是程度較高的學生，對於大部份的學生而言並沒有機會參與。因此，提供能讓所有學生都能參與的競賽活動，將有助於提升整體學生對於資訊科學的興趣。

(4) 銜接大學資訊學群

為了讓有意進入資訊科系就讀的學生能及早做準備，建議在高中開設進階的資訊課程供學生選修。類似的制度可參考美國的大學先修課程 (Advanced Placement, AP)，透過可抵大學資訊科學(computing science)學分之高中課程，讓學生能提早接觸大學端資訊課程的內容。

2.3 推動措施建議

(1) 推動資訊科學成為基本能力

建議高中端、大學端與教育部三方合作，共同主導各級學校之資訊科學教學規劃與資源投入。特別針對資訊科學中運算思維與解決問題的能力，使其成為可評量之能力指標，作為學生升學或就業的參考依據。

(2) 建立大學先修課程與驗證學習成效制度

美國 AP 課程（以程式設計為主）與測驗已經實施多年，後年也即將新增以運算思維 (computational thinking) 為主的另一課程與測驗。建議以試辦的方式，集結大專院校進行我國資訊學科之 AP 課程教學與測驗。並鼓勵大專院校承認表現優異同學之學習學分，進而達到鼓勵高中職開設資訊科學課程與提昇高中教師開設該課程之能力。

(3) 建立大學促進高中生學習資訊科學機制

除了學校內的課程之外，透過提供能力檢定、競賽活動、夏令營等方式鼓勵學生接觸資訊科學，讓有意發展資訊專業的學生可以提早接觸資訊科學的內涵。建議教育部補助大專院校辦理以中小學生為對象的各項資訊科學素養與能力培訓活動，進而發展資訊能力檢測。或由主管機關委託專業團體與相關機構或團體合作，發展可連結校園教學之資訊能力檢定機制，對於大學相關資訊科系入學提供升學參考機制。

(4) 推動資訊科學教材提升及創新教學方法

近幾年來，隨著資訊科技與網際網路的蓬勃發展，全球進入了資訊爆炸的時代。網路上隨手可得的資訊不僅提供了多元化學習以及終身學習的機會，新時代的線上課程將更對傳統學校教育帶來衝擊。因此，學生的資訊及知識來源已非傳統校園師生傳授所可主導，同儕互動對學習的重要性似已不下於師生互動。面對這股潮流，建議推動專案，輔導教師將學習回到學生身上，並提供可供資訊教師使用的教材及活動設計，實施創新教學方法，鼓勵學生主動學習。

(5) 推動資訊科學教師培訓及永續學習

在九年一貫教育的綱要中提到：資訊融入課程。現今學校各科教師對於資訊融入課程的認知可能是加入多媒體，或是使用電子類設施來呈現原來的課程內容。於是，便請資訊科學教師來製作相關的數位媒體教材或是協助硬軟體的操作，資訊科學教師變成支援和技術職工的角色。然而，資訊科學並不只侷限在多媒體的應用或軟硬體的操作和支援。相反地，在電腦的普及率大幅提高下，

製作簡單數位媒體教材，例如使用作業系統、製作投影片、播放音樂和影片等應該是每位教師具備的基本技能，而非資訊科學教師之職責。資訊科學教師之職責為傳遞資訊科學的內涵，使學生了解資訊科學，建立學生運算思維及解決問題的能力，並讓學生了解資訊科學發展面相及對生活所造成的影響。

(6) 與產業連結

學校可與企業合作，將軟體專業的教學及學習支援機制紮實紮根。學生與教師可多些產業體驗，補強實務教材，多些技能、工程及創意基礎訓練。並鼓勵多元思維，落實適性教育理念。

第三章 高中資訊科學教學環境的改善

3.1 現況分析

依據「公立高中職學校資訊人員之現況調查與分析結案」結案報告書，目前全國高中職各校網路環境及資訊科學學習環境現況說明如下：

■ 網路環境

(1) 學校對外網路速度

由表六可知，各校連結 TANET 頻寬大多為 100M，約佔全部學校的 74%。以新北市高中職為例，各校網路頻寬雖為 100M，但集縮比為 1:3 以上，且因上游為政大區網，上班時間網路幾乎為滿載，因此目前 TANET 提供的頻寬是無法滿足大部分學校的使用。

表六、高中職連線 TANET 頻寬

TANET 頻寬	10M~25M	50M~80M	100M	200M	500M~1G
學校數	24	22	213	10	10

此外，行動學習是許多學校未來發展重點之一，而影響行動學習成敗很重要的一點即是網路的頻寬，否則無法承受大量行動載具上網的需求。因此，目前全國有 200 多所學校已自行租用連外網路(非 TANET)，約佔全部學校的 70% 左右。

(2) 網路設備(含路由器、防禦閘道器、交換器等)

在學校行政已經高度作業電腦化、數位化、網路化以及實施資訊融入教學的情況之下，網路的穩定度及安全性更顯重要。由表七可看出，各校的網路設備大致足夠與齊全，但對於網路管理，仍是系統管理人員極大的負擔，例如：近年來由於無線基地臺價格下降，學生智慧型手機普遍的原因，學生私架基地臺的問題，層出不窮，一旦設定不當，就會影響到學校網路的正常運作。

表七、高中職各校網路設備平均數

設備名稱	路由器	防禦閘道器 (含防火牆、入侵偵測等)	網路交換器
平均數量	2.6	1.4	25.7

(3) 校內自管的伺服器

各校自管的伺服器包含：DNS server、Mail server、Web server、教學互動系統、影音平臺、電子書平臺、英聽系統以及行政支援系統等。從表八可發現各校積極推展資訊融入教學，因此建置各式各樣的系統軟體供老師教學及學生學習使用，但這些系統的資訊安全、資料備份、災害回復等對系統管理者而言，也是一項重大的負擔。

表八、高中職各校系統與伺服器平均數

服務總類	資料庫	資訊系統	伺服器
平均數量	4.8	9.1	12.5

■ 資訊科學學習環境

(1) 教學資訊設備

依據「公立高中職學校資訊人員之現況調查與分析結案」結案報告書，全國高中平均每校約有 256 部桌上型電腦、68 部筆記型電腦、5.6 臺電子白板、69.7 臺單槍投影機，除了電子白板與單槍投影機大多為附屬於教室之資訊設備外，桌上型電腦及筆記型電腦大多是電腦教室之電腦或可借用之資訊設備。而這些教學現場設備目前有三項嚴重現況須加以重視：

表九、高中職各校教學資訊設備平均數

設備名稱	桌上型電腦	筆記型電腦	電子白板	單槍投影機
平均數量	256	68	5.6	69.7

a. 各教室資訊設備等級不一，硬體維護難度高

這些資訊設備由各校每年配合國家教育政策方針，進行一定程度的汰舊換新，但各校受限於經費同時並非一次到位之限制，無法同時汰換所有電腦教室設備，而是必須以分批汰換的方式進行，造成校內存在桌上型電腦設備等級不相同的電腦教室，甚至同一間電腦教室卻有硬體配備及等級均不同的桌上型電腦，造成設備管理上的困難。

b. 受限採購法，相同設備卻有不同維護廠商

資訊設備採購必須依採購法進行採購，若無法以共同供應契約的方式指定廠商，則必須按採購程序公開招標，經常造成廠商低價搶標，造成分批採購的資訊設備廠牌及品質可能不一之外，最嚴重的是保固的廠商不同，無法進行維護品質的長期監控及追蹤，若遇低價搶標的公司經營不善，倒閉之後，學校設備即發生無法維護之窘境，不同時期汰換的設備，由不同廠商進行維護，更是加深資訊教師維護校內設備的難度，長遠來說增加學校設備維護之總成本，萬一在教學期間發生設備受損無法修復，更是影響學生學習品質。

c. 付費軟體價格昂貴，自由軟體則無廠商協助維護

各校資訊設備另一個嚴重的問題即為軟體經常無法更新。這是因為學校經常必須花費鉅額的費用簽定全校授權合約，卻經常被迫進行不必要的作業系統升級（如從 Windows 7 升級至 Windows 8），或是一旦要進行軟體使用教學，又常常面臨所教授的是多年前購置的舊版軟體，根本無法安裝在新版的作業系統的窘境。一旦經費短缺，就必須以自由軟體進行替代。自由軟體雖免付費，

資訊教師卻必須負擔起所有軟體的升級維護責任。而若是因為安裝自由軟體導致其他付費軟體出現不相容情形，這樣的情況就更仰賴資訊教師自行解決所有問題，因為即使有簽定軟體維護合約，軟體公司並不負責替學校解決安裝自由軟體所造成的其他系統問題。

教學資訊設備的各種問題通常都由資訊教師協助處理，以人力較為充足的臺北市來說，每校平均約有 3.63 位資訊教師，若以所有資訊教師均共同分擔，每位資訊教師要協助管理約 70 部電腦。在有資訊組長或系統師設置的學校內，資訊教師維護責任可能可以減輕。但若該校無其他專職資訊人員，這些重責大任均落在少數資訊教師肩上，在同時又有教學工作要兼顧的同時，資訊設備管理是一個沈重的負擔。

(2) 無線網路環境

無線網路是行動學習重要的網路基礎建設。為滿足行動學習瞬間高流量的特性，高效能好管理的無線基地臺就更顯得重要。目前各校建置無線基地臺以 Thin AP 為優先選擇；Thin AP 可以將連線分散到四周的基地臺，減少單一設備的負荷，適合較多行動載具同時連網的需求。而且，1 臺 Thin AP 故障離線時，其他設備可以自動調整功率，使得該區域的訊號覆蓋不致出現空窗。從表十可得知，雖然教學區無線網路覆蓋率達到 50% 以上的高中職高達 212 校(約占全國 74%)，但是這些無線網路是否能夠承載同時大量行動載具的流暢上網需求仍有待檢驗。而且，尚有 26% 的高中職教學區無線網路覆蓋率不及一半，顯然有大幅改善的必要。而許多學校的無線網路，通常基於管理以及頻寬不夠為由，不開放供學生使用，即使教師有意願採用平板電腦進行學習活動，也有載具不夠或頻寬不足的問題。

表十、高中職各校無線網路覆蓋率統計

教學區無線網路覆蓋率	100%	75%	50%	25%	0~24%
學校數	69	96	47	41	32
累加百分比	24%	58%	74%	89%	100%

(3) 平板電腦

近年來，不論是民間團體的捐贈或是各教育局或學校採購的行動載具，數量已相當可觀，尤其是都會區高中。以臺北市為例，行動載具數量高達 12,739 臺，平均 6 名學生可以分配到一臺，而且行動載具的數量還在持續增加中。但不論是封閉式系統(如信望愛基金會捐贈的 Flyer 以及 Learn Mode 平臺)或開放式系統，各有優缺點；Flyer 因為綁定學生的帳號，可以作為辨識身分以及記錄學生的學習歷程，但因為平板電腦較為老舊且使用上受到限制(如：無法自由安裝 App)，因此使用度不高。而開放式系統(如一般 Android 載具或 iPad)則因難以管控學生的使用情況，因此各校在行動載具運用於學習活動上，仍有管理面的問題有待克服。

3.2 策略建議

(1) 校園資通訊環境標準化與模組化

長久以來，高中職校園資訊化(網路基礎架構、網路設定、系統軟硬體等)，都由各校自行訂定與建設。然而各校通常並沒有完整的資訊系統與網路建設總藍圖。礙於經費考量且資訊人力缺乏，規劃與採購常落在少數資訊教師身上、或委由資訊廠商代為規劃。然資訊教師通常並沒有專業網路及資訊系統整合經驗，而廠商也並非全然了解學校需求，因此常有不同階段建置之系統、網路由不同廠商負責，也造成系統效能低落的主因之一。建議可將校園資訊化分等級給予規劃及分期建置建議，方便各校依需求與經費狀況逐年改善校園資通訊環境。

(2) 建置校園高品質無線網路環境建置

行動載具已漸成為校園無線上網之主要資訊設備。但高中職校無線網路的實體建置與管理規劃不足，造成即時性之行動上網學習無法落實。且依據「網路智慧新臺灣政策白皮書」所提，政府將在106年針對國民中小學無線網路覆蓋率提升至50%，並推動雲端應用及平臺服務。但提升覆蓋率的同時也要考量「有效且穩定」的無線傳輸，而這是需要事先規劃好各項配套措施及所需之軟硬體。建議應先訂定可供各校依循之高品質無線網路規劃建議書及無線上網管理辦法，以作為學校進行採購相關設備的依據，並提昇校園內部無線網路連線品質與正確使用習慣。

(3) 引進專業資訊系統、網路管理人才

高中職校資訊系統與網路管理應由受過專業訓練人員擔任，目前大部分學校由資訊教師專、兼任之方法應加以改善。即使大學資訊科系教授都並非擁有資訊系統網路管理專長，不應要求高中職資訊教師身兼教學、系統規劃與網路管理等專長。建議要讓資訊教師回歸資訊科學教學相關工作，而將資訊系統網路的管理專業化，才能協助學校推展長遠的資訊教育目標。

3.3 推動措施建議

(1) 成立高中職校園資通訊環境優質化推動小組，協助各校提昇校園資訊環境

高中職校園資通訊環境優質化推動小組的主要工作建議包括校園網路規劃規範及資訊系統規劃建議，並應可提供資訊環境建構諮詢顧問。此小組應為一長設機構，編制一定人數專責資通人力，在平時協助各校進行資訊軟硬體建置時所可能面對的各項問題。

(2) 擬定時間表並逐年編列經費，以落實高中職校園資通訊環境優質化

良好的資通訊規劃必須仰賴合適的系統整合廠商與資訊設備廠商方能有效的建置與落實原先目標。建議教育部與縣市教育局共同編列特別預算，以三年的時間全面提昇全國高中職校園資通訊環境。經費補助可分資訊系統與網路系

統兩部分，一旦各校透過資通訊環境優質化推動小組的協助，提出可行的優質化規劃書，即給予必要的經費補助，以利改善作業能夠一次到位。

(3) 有效校園對外網路頻寬的提升

依據教育部所提出之「網路智慧新臺灣政策白皮書」中所提及，政府預計104年完成國內環島骨幹頻寬由當前10G提升到100G、區域頻寬達40G以上。但我國中小學對外的頻寬只預計從目前的100M提升至200M，對外的頻寬提升有限。建議校園對外的頻寬可依學校規模與教學需求，給予不同等級的頻寬。且對於學生數較多或有特殊教學使用需求學校給予1G之頻寬。此外網路上游單位之整體頻寬及網路過濾效能也須同時改善，才能有效提昇整體校園教學對於資通訊環境的需求。

(4) 建立資通訊管理專業管理人員聘用管道

資通訊設備的管理本應由專業人員管理，建議在全國各縣市教育局處依學校規模大小，在高中職增設系統管理師職位或成立局處專責單位，且聘用擁有資通訊專業證照或技術能力人員，視需要透過雲端維運各校資訊系統。短期內可先以約聘僱人力應急，但應適度提昇薪資以利聘用適任人員。

第四章 高中資訊科學教育發展於十二年國教之契機

4.1 十二年國教資訊科技課綱訂定現況分析

資訊科技的蓬勃發展讓世界經濟與產業有了重大的變革，亦帶來許多新機會。然而，臺灣產業與教育研究卻未有明確之因應對策，非但影響經濟與產業發展，更阻礙國家競爭力。資訊人才的培育，實為刻不容緩的教育大計，而十二年國教正帶來新契機。國家教育研究院於 102 年起開始進行十二年國教前導研究，103 年訂定「十二年國民基本教育課程綱要總綱」，各領域與學科則根據總綱精神制定新課綱。資訊科技課程為因應世界資訊科技與教育之趨勢，在此次課綱制定中進行大幅調整，不僅更重視資訊科學內涵，亦將關鍵能力與運算思維之培養視為學習重點(國家教育研究院, 2013)，說明如下：

一、 重視資訊科學內涵

近年許多先進國家均紛紛推動資訊科學教育之大幅改革，從過去偏重資訊與通訊技術應用 (Information and Communication Technology, ICT) 之教學，逐漸納入資訊科學的內涵，例如：美國資訊科學教師組織 2003 年所訂之 K-12 電腦課程標準 (Computer Science Teachers Association [CSTA], 2003)、荷蘭 2007 年修訂之資訊科學課程標準 (Grgurina & Tolboom, 2008) 以及德國電腦科學組織 2008 年所訂之中等學校資訊科學課程標準中 (Brinda et al., 2008; Brinda, Puhlmann, & Schulte, 2009)，皆明確指出資訊科技教育應脫離以往資訊與通訊技術之範疇，而更加強調資訊科學內涵。在此潮流下，我國 2010 年實施之高中資訊科技概論課綱(教育部, 2010)除了資訊科技之知識與技能外，亦加入資訊科技之「學理面」，希冀能由九年一貫課程所著重的「應用面」外，更增進學生對資訊科學內涵之理解，藉以培養邏輯思維與問題解決能力，進而滿足資訊時代中生活與職業之基本需要。然而，現行課綱僅高中有資訊科技課程，國中與國小必修課程付之闕如，導致我國國中小之資訊教育仍停留在教授資訊科技工具之使用，與世界潮流明顯脫節。因此，於十二年國教課綱修訂之際，應將此納入課綱改革重點。

二、 培養關鍵能力

在資訊科學內涵逐漸被重視的同時，許多國家亦重新思考國民教育方針，認為在各學科領域內涵之上，應培養共通而重要之關鍵能力：美國二十一世紀關鍵能力聯盟訂定公民應具備之關鍵能力為批判性思考、問題解決、溝通、合作共創以及創造力 (Partnership for 21st Century Skills [P21], 2009)；美國國際科技教育應用協會所提出之國家資訊科技應用標準 (National Educational Technology Standards, NETS) 中亦闡明須利用科技提升學生高層次思考技能 (問題解決、批判性思考、創造力) 以及溝通與合作之技能 (ISTE, 2013)，使其在面對未來生活之挑戰前做好準備。因此，如何藉由資訊科學內涵之教學，培養學生問題解決、團隊合作、創造力、溝通表達之關鍵能力，亦為下一階段資訊科學教育之重要方向。

三、 重視運算思維

在資訊時代中，運算已成為日常生活所必須之活動，更與國家經濟與產業發展密不可分。除了美國總統歐巴馬親自推廣國人應學習程式設計，以善用運算工具並培育未來軟體人才之外，各先進國家亦將程式設計納入資訊科學教育重點：美國 CSTA 訂定之最新資訊科學課程已經程式設計納入十二年國教 (CSTA, 2011)；英格蘭於 2013 年將資訊課程之名稱改為「運算」(Computing)，並將程式設計列為國小就應學習之技能(The Department of Education of England, 2013)；新加坡資訊及通信發展部 (Infocomm Development Authority of Singapore, IDA) 建議將程式設計納入國小課程。這些國家皆希望透過程式設計的學習，培養學生有效利用運算工具之思維能力，此即「運算思維」(Computational thinking)。然而除了程式設計，資訊科學之內涵皆與運算思維之培養息息相關，簡而言之，運算思維為資訊科學家所具備之思維能力 (Wing, 2006)，亦是用以判別與處理生活中各式運算問題，以及用以探究與推論人類生活中自然與人工系統運作的一種思考歷程 (Royal Society, 2012)，包含：抽象化 (Abstraction)、模式辨識 (Pattern recognition)、問題解析 (Decomposition)與演算法思維 (Algorithmic thinking)。美國 CSTA 資訊科學課程、英格蘭運算課程與澳洲之數位科技課程 (Digital Technologies)(CSTA, 2011; The Department of Education of England, 2013; Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2014)，皆已將運算思維視為課程之重要精神。綜觀世界資訊科技發展與各國課程改革之潮流，如欲培植資訊時代之數位公民並發展科技以厚植國力，將運算思維視為資訊教育之中心理念實已成為刻不容緩的重要課題。

根據上述資訊教育改革之重要理念，十二年國教之資訊課程期望能培養學生運算思維能力，促進其問題解決能力、團隊合作能力、創造力、與溝通表達能力。此外，亦應協助學生建立資訊社會中應有的態度，透過對資訊科技與人類社會相關議題之瞭解，養成正確的資訊科技使用習慣，遵守相關之倫理、道德、與法律，並關懷資訊社會的各項議題。而資訊科技的學習內容，則需因應資訊科技潮流，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。

4.2 十二年國教資訊科技課綱實施策略建議

根據資訊科技新課綱規劃方向，十二年國教之課程實施勢必造成教材發展、教學策略設計與師資培育等面向相當大的衝擊，教育當局與教師須有因應之策略，分別建議如下：

(1) 前瞻性教材發展

教材設計應為現場教師面對新課綱實施最立即之需求，建議教育部主政單位推動資訊科學教材品質提升計畫。國小、國中、高中的教材應有其連貫性，且不宜以大學資訊科學教科書為範本加以簡化，也不宜以市售資訊科技工具書作為主要教材。資訊科學學習要能落實必須有資訊科學領域專家以前瞻性思考發展教材教法，以供中小學教師教學使用。

(2) 教學策略設計

我國傳統上都在電腦教室進行資訊課的學習，這不外乎是因為教學內容大多為資訊工具及應用軟體的練習為主。若要讓資訊課程導正，且促進學生運算思維、問題解決、創造力等高階思考能力，以及團隊合作之能力，教師在電腦教室操作行教學方法之外，應採用更多元且有效之教學策略。

(3) 師資培育

我國現行中小學資訊科學教育仍以資訊科技工具之學習為主，缺乏運算思維與其他高階能力之培養，主要原因之一為相關師資的缺乏。因此，建議從師資職前培育、師資檢定、教師在職進修等多管齊下，方能因應十二年國教資訊教育之需求。

4.3 推動措施建議

一、專案召集資訊科學領域專家發展示範教材

- (1) 運算思維欲納入十二年國教，建議專案召集資訊相關領域的專家學者共同分析資訊科學的重要運算思維與知識內涵，研發示範教材與實例 (Barr & Stephenson, 2011)，以協助教科書編者撰寫高品質教科書。
- (2) 國外已發展許多高品質之資訊科學教材，因此建議成立專責(外語)小組進行教學相關網路影片字幕中文化，以增加各式學習資源，例如：教師推薦之經典演講、電腦科學史、與電腦科學相關之教學影片。
- (3) 中小學若欲實踐資訊科學教育，許多資訊科學概念亟需開發有趣之教材，以避免現場教師以大學資訊科學課程之思維方式進行教學。因此，建議成立專責教學媒體開發小組，製作高品質之資訊原理相關教材；例如，可製作資訊系統工作原理系列動畫：「電腦如何運作？」、「網路如何運作？」、「CPU 如何進行排程？」、「硬碟如何運作？」、「堆疊怎麼堆？」等，利用有趣且引導運算思維之方式呈現教學內容。

二、創新教學策略設計：資訊專題與 STEM 教學

(1) 推動資訊科學專題製作

專題製作可以提供學生獨立思考與自主學習之機會。學生須對問題進行深入之理解與探索，才能發展可行解決方案並完成成品。因此，學生能透過接近真實情境之問題解決歷程，對學習概念有更深刻之理解，並能發展合作共創與問題解決能力。而十二年國教之資訊科技課程強調關鍵能力之培養，因此專題製作為一可行之教學策略；學生可透過與同組小組成員的合作，一起探索討論並完成資訊專題，進而培養其利用運算思維與資訊科技合作共創與解決問題之能力。建議召集在臺灣科展及國際科展資訊組有指導經驗學者，共同研商擴大中小學資訊專題實作策略及範例主題，以引導中小學資訊教師落實資訊專題實作，或進一步設計校本課程。

(2) 落實 STEM 教學模式

2009 年美國總統歐巴馬就任時於「美國振興及再投資法案」(American Recovery and Reinvestment Act, ARRA)中強調科學、科技、工程及數學(Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM)之重要性，認為 STEM 教育是國家經濟復甦的關鍵因素。因此美國於 2012 年宣布新科技教育計畫，欲培訓科學、科技、工程和數學專業教師，以預備在未來十年內培養足夠之科學、技術、工程和數學人才。在此潮流下，許多教育研究者(Mataric, Koenig & Feil-Seifer, 2007; Connor, Ferri & Meehan, 2013)開始發展各種工具與科技以輔助 STEM 教學，希望透過動手做(hands-on)的歷程，並整合四個科目進行跨科際(interdisciplinary)學習，解決實際情境中的複雜問題，以培養學生二十一世紀之關鍵能力。事實上，「運算」位居 STEM 之重要角色(Chi & Jain, 2011)。英國於 2014 年實施的國定課程中指出：運算同時跨越 S、T、E、與 M 四領域。在 STEM 的教育熱潮中，運算思維能扮演科學、科技、工程、與數學之橋梁，因此在資訊科學課程非常適合導入 STEM 教學模式。然而，由於教師缺乏 STEM 領域知識，資訊科學教育中的 STEM 教學設計較為缺乏，建議教師工作坊以進行 CT-STEM 教學之訓練。另建議著手進行設計 STEM 模式之資訊科技教材相關計畫，讓學生能透過跨領域學科之學習，培養應用運算思維與工具解決問題之能力。

三、師資檢定與在職進修的改革

(1) 教師職前培育與師資檢定

教育部目前所訂定之高級中等學校師資職前教育專門課程中，「資訊科技概論」為普通高中資訊科之師資登記課程。由於國中小資訊課程僅列為重大議題，因此缺乏國中小資訊科技教師專門課程之規劃，導致目前雖多數國中小皆有資訊課程之實施，卻由他科教師任教，導致資訊科學教育窒礙難行。十二年國教既已將資訊科技列為國中之必修課程，所需之師資專門課程必須重新規劃，以因應各學習階段師資之需求。此外，資訊科技之專門科目亦應重新檢討與調整，包含：「專門科目是否符合資訊科技之最新發展趨勢？」、「現行專門科目之學分規定必備科目 19 學分、共計至少 30 學分，是否足夠培育一位專業之資訊教師？」、「各師資培育大學所具備之專門課程訂定的彈性與限制，是否適切規範？」這些議題皆須通盤考量。除了專門科目之規定，教師檢定與教師甄試亦應一併規劃，建議教師檢定考試亦納入專業科目，以初步篩選具備足夠專業能力之教師，而教師甄試亦應有明確之規準，以避免全國各區標準不一，造成師資參差不齊。

(2) 教師在職訓練與進修

為因應 107 年十二年國教新課綱國、高中課程結構的重大改變，建議教育部積極辦理全國資訊教師的在職訓練，並傳遞新課綱之設計理念，實為迫切需要之配套措施，其工作項目可包含：

- a. 資訊學科中心種子教師訓練：由資訊科技課綱發展委員與其他專家學者至學科中心針對資訊科種子教師進行訓練，以作為各區資訊教師在職訓練之基礎：

- 與種子教師面對面交流，精確傳遞電腦科學教育與運算思維的內涵。
 - 印發示範教材，鼓勵教師發想演繹更多概念實例。
- b. 辦理分區資訊科技教師工作坊：由種子教師於各區舉辦教師工作坊，以增進全國資訊教師專業能力，內容可包含：
- 運算思維之內涵與教材設計。
 - 資訊科技課綱學習重點之教材發展與教學策略設計。

第五章 資訊人力培養向下扎根 - 大學與高中之合作

5.1 大學、研究機構與高中在資訊人力培養的合作現況

由於資訊科技日新月異，高中資訊教師在進入學校教書後，若沒有持續進修吸取新知，很難精確的掌握資訊科技的進展。此時，大學資訊科系與高中端的合作就顯得非常重要，高中端可藉此引進新的資訊科技，改變教材與教法，大學端則可獲得新科技的應用場域，兩者相輔相成。目前大學與高中在資訊人力培養的合作大致有專題演講、研究指導、實驗計畫、人才培訓、教材研發等類型，分述如下：

專題演講

邀請大學資訊科系教授到高中進行專題演講，是將最新資訊科技傳達到高中校園最為直接且快速的一種方式，透過演講，教授們可以將最新的研究成果與研究動態，以淺顯易懂的方式讓高中同學們了解，高中端可以主動針對感興趣的主題，邀請對該主題研究專精的教授，反過來，大學端目前也開始重視向下扎根的工作，主動提供專題演講的服務，以國立清華大學資訊工程學系為例，該系每年提供資訊科普演講的服務(如右圖)，列出主講教授及演講主題供高中端提出申請，教授們生動有趣的演講與引導，根據清大資工系統計，102 學年度下學期共有 13 所高中，103 學年度上學期共有 10 所高中，103 學年度下學期截至撰稿日共有 8 所高中提出申請，頗獲高中學校好評。



另一種較為深入的專題演講為導讀形式的演講。以建國中學數理資優班及科學班的經典導讀課程為例；課程單元分為三個部分：指定閱讀、專題演講、心得回饋，首先學生會收到教授推薦閱讀的指定書目，選讀其中的一本並寫下有疑問的地方，接著邀請教授進行演講、分享與問題討論；在演講之後，每位學生透過撰寫演講及閱讀心得回饋的過程進行學習的統整。

專題研究指導

專題研究是讓學生從實際的研究中，體驗發想研究問題、進行文獻探討、設計實驗、收集數據、獲取結論等研究歷程的最佳方式。然而，專題研究除了要有具創意的研究主題之外，更要有許多專業知識及研究資源作為後盾。高中學生所具備的資訊專業知識有限，且高中校園所具備的專業研究設備也相當貧乏。此時，大學資訊科系或研究單位所提供的研究設備支援，以及教授學者所給予指導就顯得非常重要。目前，一些大學資訊、電機相關科系及中央研究院資訊科學研究所，都曾在專題研究指導上給予高中端必要的協助。學生在選定研究主題或方向後，經由高中教師的推薦邀請教授進行指導，透過定期討論、專題報告與參與實驗室計畫等方式進行研究。

大學資訊科系實驗室參訪

實驗室參訪是讓學生感受實驗室概況與研究成果最為直接有效的方式，不僅可以初步了解大學實驗室的研究環境、近距離體驗研究成果，還可以當場與學長姐進行經驗交流。大學資訊科系實驗室參訪目前主要有以下幾種管道；除了由高中學校主動向大學相關資訊科系申請參訪外，有些實驗室會開放實驗室的 open house 的時間供參訪，也有大學資訊科系搭配競賽活動安排實驗室參訪。例如中央研究院每年 10、11 月都會選定一天進行 Open House 院區開放參觀活動，活動內容包括有科普演講、學術研討會外，當天也安排有各實驗室的最新研究成果展示，與現場的 QA 互動，對於學生認識資訊科學研究領域有良好的幫助。



研究計畫參與

大學資訊科系與高中合作進行研究計畫，可將大學端的研究能量帶到高中校園，結合高中第一線教師的實際教學經驗，是推動資訊課程研發與改革的最佳途徑。目前，最具成效的是由科技部所推動的行政院國家科學委員會補助高中職學校科學與科技課程研究發展與推廣計畫作業方案（簡稱高瞻計畫）。高瞻計畫的目的是協助改進高中、職學校之科學與科技課程，以提升其科學（技）教育品質。該計畫為多年期（至多三年）整合型研究計畫，且由大學與高中職學校共同提出申請。目前高瞻計畫已推動了兩期計畫，與資訊課程相關的有高瞻一期的「創新程式設計課程與教學模式之研發計畫」，由國立臺灣師範大學資訊教育研究所與臺北市立建國高中合作進行。高瞻二期的「高中資訊科學創新學習計畫」，由國立臺灣師範大學資訊工程研究所與臺北市立內湖高中、中正高中合作進行，對於高中資訊課程的改革與資訊教師教學知能的提升，有相當深遠的影響。

教材教具的研發

良好的教材設計搭配適切的教學工具，是高中資訊課程能否有效教學的基石。然而，單就高中資訊教師的人力，實難獨力進行教學模式及教學工具的研發，此時就有賴大學資訊科系的引導與協助。目前，有大學資訊科系結合研究生的人力，開發教具並推廣高中使用，如國立臺灣師範大學資訊教育研究所吳正己教授團隊開發的 SimCPU 軟體，其簡易的操作方式與清晰的概念呈現，對於高中學生理解電腦運作原理相當有幫助。另有大學資訊科系以研究計畫的形式進行，如國立臺灣師範大學資訊工程研究所李忠謀教授所帶領的「資訊科學主題式應用與技術探索計畫」（網址：<http://csexp.csie.ntnu.edu.tw/>）；該計畫為了協助學生更瞭解日常生活中各種資訊科技應用背後的科學原理，並有機會親身體驗和探索真實的資訊科學，集結資訊科學專家教授，和第一線的國高中資訊教師，運用專題式學習、實驗式學習、以及創新思考等嶄新的教學策略，針對不同學年層，設計適合的資訊科學主題課程、學習工具及探索活動，讓國、高中學生學習探索資訊科學的內涵與原理，激發對資訊科學的喜好、興趣及認識。

5.2 策略建議

(1) 配合十二年國教實施時程，進行階段性發展之規劃

此次十二年國教課綱修訂，將於 107 學年度實施，大學入學制度也將隨著在 110 學年度有一定程度的變革。高中課綱中加深加廣的部分，將是與大學銜接的課程規劃。而多元選修的部分，甚至可規劃大學先修(AP)課程，也就是未來各高中在選修課程的實施上，將有更完整的機會可以發展探索、分化及準備的各類課程。因此，建議以兩個三年為期進行階段性的發展。104-106 三個學年度為發展期，此期間的重點在於大學直接協助高中多元發展資訊科學課程的實施，107-109 為整合期，基於前階段的發展，建立標準化的程序與共同規範。

(2) 大學與高中策略聯盟，合作創造雙贏，我國高中生資訊科學學習無縫接軌

長期以來，國內在大學考招籍制的狀態下，國高中的資訊科學教育都是被嚴重忽視的。然而，大學教育所需的人才培育卻必須從高中扎根，此時此刻，想要發展我國高中生在資訊科學方面的普遍性與深入學習，實有賴於大學與高中攜手合作，才能快速有效地發展各式學習內容並達成育才方針。最基本的方法就是利用地緣關係，每一所大學資訊相關科系，只要有能力也願意，可就近帶動鄰近高中生從事進階的資訊科學學習活動。例如，已經有一些大學已經主動進行中的專題演講、專題指導、研究室參訪等，藉由有約束性的策略聯盟，達到合作創造雙贏與學生學習可無縫接軌的效果。

(3) 善用數位工具與網路資源，營造豐富的學習環境

為有效互補高中與大學雙方的資源，在合作的同時，應有效利用數位工具與網路資源，如各聯盟團隊所發展的教材、教案，可透過相互討論以及時調整至最佳狀態或彼此分享而縮短開發時程。亦可藉由科技工具的使用，紀錄每位學習者的各式學習歷程，經統計分析後作為改善的依據，甚至發展評量工具，以逐步豐富整體學習環境。

(4) 有效運用大學端及高中端人力，並訓練本國未來資訊科學教育人才

在各大學協助扎根工作的同時，高中教師可與大學有較多的互動。除了有機會發展出高品質的教案與學習內容、有意義的專題學習活動或主題，同時也藉由大學端協助高中生，使得對於教學有興趣的大學生或研究生有機會接觸到中學的資訊科學教育，比如擔任先修課程之課堂助教或從事高中社團教學之協助。這將有助於栽培資訊科學在中學教學領域的新血，於教學人才的培育上，將產生良性的正向循環。如此，國中於 107 學年度開始實施大量必修課程時，也比較不容易面臨師資短缺的窘境。

5.3 推動措施建議

一、高中與大學接軌機制建議

以往大學與高中兩端的合作上，多是屬於鬆散式的弱連結，比如高中學生參觀大學實驗室、系所簡介或者零散且為點狀的專題演講。這樣的方式並沒有辦法帶來實質的合作關係，也難以在高中教學品質之提升有所助益。反之，如果是採取如高瞻計畫的課程發展模式，雙方深度互動，確實可以在實質的教學內容與教材教法有所助益。至於國際奧林匹亞的培訓營，則是屬於資優教育的一環，並無法照顧到大量具有資訊科學學習潛能學生之學習階梯搭設。因此，建議大學與高中策略聯盟方式發展，適度引導並銜接高中的資訊科學學習，以相互接力、互相成長的方式建構本國學生資訊科學學習的道路，對於資訊基礎人才的培育方可做出巨大的貢獻。

(1) 接軌機制具體建議

全國各公立大學校院與鄰近3至5所高中職校合作，協助高中資訊社團發展，開設高中生程式設計及其他資訊科學相關先修課程，輔導參加資訊科學測驗及競賽等活動，使得合作高中學校之學生可以透過發展「運算思維」活動與「程式設計」學習評量，提供學生自我評估邏輯思考能力及程式設計技能，而有潛力的學生則可深化延伸學習資訊科學相關課程（如資訊科學專題）。

(2) 接軌機制預期成效

高中端得以發展資訊教學特色，拔擢具潛力的人才，並可輔導學生適性升學；而高中生藉由此機制的建立，具體充分地認識資訊科學，培養具競爭力的資訊科技運用與運算思維的能力，為升學預作準備，有利於大學課程的銜接。

接軌機制的建立建議以兩階段進行。第一階段為發展期：(104至106學年度)，此階段以雙方合作研發教材、課程，發展評量為主，重點在於大學直接協助高中各式可能的發展。第二階段為整合期：(107至109學年度)基於前階段的發展，合作進行各式學習內容與評量的標準化，建立程序與共同規範，進一步地與大學學習緊密銜接。

二、高中與大學接軌第一階段(104至106學年度)發展機制建議

此階段為發展初期階段，亦為各高中迎向107學年度即將實施的十二年國教新課綱之準備期；策略上，結合高中整體課程環境的改變與大學入學制度的變革方向，在遵循一定原則的規範下，鼓勵各大學與高中積極加入，進行各種可能的嘗試與發展，同時也鼓勵團隊之間相互檢視與討論彼此的做法，藉以尋找多元的合作模式。

(1) 高中職開設大學資訊科學先修課程

在新高中課綱的基礎下，鼓勵大學協助各高中職學校努力開設大學先修選修課程，包括「基礎程式設計」、「進階程式設計」與「資訊應用與科學專題」等課程，以培養學生的資訊科學學習基本能力。教材的設計上，大學提供專業領域知識結合高中適當的學習活動設計，合作研發適當的教材與學習工具，轉換

為高中生能接受的學習內容與活動，協助高中生學習資訊科學概念。三年下來必可累積一定數量的優秀教材供全國性的推廣。

(2) 大學先修課程學習成效測驗

大學資訊相關科系，透過相互合作，發展具公信力之程式設計能力評量工具與檢定機制，藉以衡量學生的學習成效，並提供進階學習潛力的檢測。

(3) 高中職推動資訊專題研究

因為專題製作具備深度學習的特性，高中職可廣泛推動學生進行應用於S.T.E.M.之資訊專題研究。一般的資訊專題主題高中職教師應可就近指導，但如遇有特殊學生進行可參加科展之專題研究，可透過合作大學聘請相關領域教授予以指導並利用實驗室儀器設備進行研究。

三、高中與大學接軌第二階段(107至109學年度)整合期具體內容

第二階段時十二年國教新課綱已經開始實施，經過前面三年的發展，大學與高中的合作關係應已具備一些發展成果，此階段應朝向程序與標準的建立與落實，結合大學入學制度的改變，建立高中生在資訊科學方面適性學習與發展的良好規範。

(1) 大學資訊先修課程高中職師資培訓與認證

為了擴散各大學於前三年開設「大學資訊先修課程」努力的成果，此階段可著重於高中職師資培訓制度的建立，訓練高中職教師獨立開設大學資訊先修課程的能力。大學先修課程之授課師資除了大學教授之外，建議另建立檢定機制，鼓勵中學教師成為合格的大學先修課程授課教師。

(2) 擴充大學資訊先修課程科目

有鑑於美國大學理事會在多年實施以Java程式設計為主的AP CS測驗後，將在後年開始實施以運算思維與新興資訊領域為主的第二門AP CS測驗，我國在實施三年的程式設計為主的大學先修測驗後，亦應發展類似第二門AP CS測驗的大學先修課程與測驗。國際上以行之多年之國際運算思維測驗可以是新課程與測驗的面相之一，而新興資訊領域則因應資訊科技的發展而逐年調整。兩門大學資訊先修課程內容不同，一是重視程式設計技能的培養，另一則是資訊科學新興領域內涵的認識，兩者旨在幫助學生認識資訊科學的基本原理及瞭解電腦運算應用對真實世界的影響。

(3) 落實大學資訊先修課程之學分採計或免修制度建立

大學資訊先修課程及測驗的發展旨在提供有潛力高中生先修相當於大學程度之課程。且若先修課程測驗成績優秀，上大學後應可逕修後續課程，避免浪費時間於相同課程。因此在本階段應可進一步鼓勵大學資訊科學相關科系訂定學分採計、課程抵免、或課程免修辦法，使得具有能力的學生加速其在大學的學習，也可因學分抵免、採計、免修等措施而使得其學習更具彈性，並創造學生在高中階段適性發展的誘因。此外大學亦應將大學先修課程列入課程地圖，方便高中職生及高中老師進行大學主修科目的輔導。

(4) 建立高中資訊專題課程之評量規準

在已頒布公告的十二年國教總綱的課程結構中，高中有加深加廣選修、校定必修及彈性學習時數，而大學入學考招也確立了參採高中領域選修歷程與學習檔案的原則。因此，高中實施專題課程的學習將成為常態，為能有效銜接大學的需求，資訊專題課程的評量規準，發展成高中資訊專題課程的評量準則。

第六章 結論

過去十多年，我國中小學資訊教育大多著重在資訊科技應用能力的培育。但在現今資訊科技發達的社會裡，運算思維的養成已相形重要。英、美等資訊軟體研發大國意識到運算思維能力的養成必須及早開始，因此相繼頒佈中小學資訊科技必選修等課程規劃，並將程式設計的學習正式納入中小學教育。正值我國訂定十二年國教新課綱之際，第三屆資訊國力發展論壇也從三個面相探討我國資訊人力深耕的方向，包括「高中職資訊科學教育的未來」、「高中資訊科學教育發展於 12 年國教之契機」及「資訊人力培養向下扎根 - 大學與高中職之合作」。論壇結論亦提出五個應後續深入討論的議題。經過資訊教育專家、學者與第一線教師多次討論，本報告就各議題進行現況分析，並提出 14 項改善策略與 21 項推動措施具體建議。

整體而言，在資訊設施面，我國資訊教育硬體建設已有相當的基礎，各級學校也都有連線網際網路，且多數有建置無線網路的環境，足以滿足過去的教學需求。但在數位學習日益重要且逐漸落實以學生為中心的學習策略下，校內資訊設備無線連網需求將大為提昇，因此各級學校之無線網路建設需迎頭趕上，而對外網路頻寬也須配合提昇。在資訊教師面，資訊科技的快速進步使得資訊教師在職研習或進修相形重要；在新資訊教師的培育方面，教師檢定科目必須與時俱進，方能有效評量準教師是否擁有新世代資訊科教師所應具備之資訊能力。而在教學面，大學與高中職應建立合作關係，並建立如歐美等國之大學先修課程與測驗，以讓高中生能正確認識資訊科學並評估資訊科學學習潛力，並引導適性適學學生選擇資訊相關科系就讀。

資訊科技的發展已經大大的影響了整個社會及職場上的工作型態。而資訊科技的應用研發與技術創新能力也早已是各行各業取得競爭優勢的重要基礎。資訊人力向下紮根，以積極的措施讓高中生試探資訊科學的學習並引導有潛力與能力的學生進入資訊科系就讀，確保有限的大學資源被有效利用，進而提昇我國資訊人力的創新研發能力，已是刻不容緩的工作。

第七章 參考文獻

1. 國家教育研究院 (2013)。十二年國民基本教育科技領域綱要內容之前導研究。國家教育研究院專題研究成果報告 (編號：NAER-102-06-A-1-02-09-1-18)，未出版。 <http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/49/NAER-102-06-A-1-02-09-1-18.pdf>
2. ACARA (2014). *Digital Technologies*. Retrieved from <http://www.australiancurriculum.edu.au/technologies/digital-technologies/>
3. Australian Curriculum, Assessment, Reporting Authority (ACARA) (2013a). *General capabilities in the Australian curriculum*. Retrieved from <http://www.australiancurriculum.edu.au/GeneralCapabilities/Pdf/Overview>
4. Australian Curriculum, Assessment, Reporting Authority (2013b). *Draft Australian curriculum technologies*. Retrieved from <http://consultation.australiancurriculum.edu.au/Static/docs/Technologies/Draft%20Australian%20Curriculum%20Technologies%20-%20February%202013.pdf>
5. Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2, 48–54.
6. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. & Palincsar, A.(1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3&4), 369-398.
7. Brinda, T., Foethe, M., Friedrich, S., Koerber, B., Puhmann, H., Röhner, G., & Schulte, C. (2008). Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Beilage zu LOG IN, 150/151, 28. Jahrgang.
8. Chi, H., & Jain, H. (2011). Teaching Computing to STEM Students via Visualization Tools. *Procedia Computer Science*, 4, 1937–1943. doi:10.1016/j.procs.2011.04.211
9. College Board (2014). *AP Computer Science Principles Curriculum Framework*. Retrieved from <http://secure-media.collegeboard.org/digitalServices/pdf/ap/ap-computer-science-principles-curriculum-framework.pdf>
10. Computer Science Teachers Association (CSTA) (2011). *CSTA K–12 computer science standards*. The ACM K-12 Education Task Force. Retrieved from http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf
11. Computing At School (2012). *Computer Science: A curriculum for schools*. Computing at School Working Group. Retrieved from <http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf>
12. Connor, K., A., Ferri, B., & Meehan, K. (2013). Models of Mobile Hands-On STEM Education Models of Mobile Hands-On STEM Education. *120th ASEE Annual Conference & Exposition*.
13. CSTA (2011). *CSTA K–12 Computer Science Standards*. The ACM K-12 Education Task Force. Retrieved from http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf
14. Department of Education (DOE) (2013). *National curriculum in England: Computing programmes of study*. Retrieved from

- <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
15. Google (2015). *Computational Thinking @ Google*. Retrieved from <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>
 16. Grgurina, N. & Tolboom, J. (2008). The First Decade of Informatics in Dutch High Schools. *Informatics in Education*, 7(1), 55-74.
 17. International Society for Technology in Education (ISTE). (2007). *National educational technology standards for students*. Retrieved from <http://www.iste.org/standards/standards-for-students/nets-student-standards-2007>
 18. International Society for Technology in Education (ISTE). (2013). *ISTE's NETS for Students*. Retrieved from <http://www.iste.org/docs/pdfs/nets-s-standards.pdf?sfvrsn=2>
 19. Mataric, M., Koenig, N., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. *AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues: Resources for AI Education*, Stanford, CA.
 20. P21 (2013). *Reimagining Citizenship for the 21st Century*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/Reimagining_Citizenship_for_21st_Century_webversion.pdf
 21. Royal Society. (2012). *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. Retrieved from <http://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>
 22. The Department of Education of England (2013). *National curriculum in England: computing programmes of study*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
 23. Wing, J. (2006). Computational thinking. *CACM*, vol. 49, 33-35.

第八章 附錄

附錄一：資訊國力發展論壇草案

資訊國力發展論壇草案

一、緣起：

依據行政院科顧組補助教育部，運用科發基金經費，推動資訊軟體人才培育計畫之相關指示辦理

二、宗旨：集合學界群體智慧，研討下列我國資訊科技發展重要議題，並提出建言：

1. 提昇我國在前瞻資訊科技發展之國際聲望
2. 提昇我國高階資訊軟體及創新服務人才培育水準
3. 提昇我國軟體產業國際競爭優勢
4. 以資通訊科技協助提昇國民生活品質及促進社會發展

三、主/協辦單位：

主辦單位：教育部資訊及教育科技司「資訊軟體人才培育計畫」

協辦單位：電腦學會、資訊學會

四、參與人員名單：

(一) 發起人：

1. 主辦單位：郭耀煌、李漢銘
2. 協辦單位：劉安之、賴飛熊
3. 學界大老：吳靜雄、李德財、陳文村、劉炯朗

(二) 籌備小組：朱正忠、何建明、李允中、李宗南、李政崑、李新林、李漢銘、張瑞雄、許永真、郭耀煌、陳銘憲、曾煜祺、項潔、廖弘源、劉安之、賴飛熊、謝錫堃（執行秘書：李育杰、陳培殷）

(三) 論壇邀請出席人員：(30人~50人左右)籌備會議時討論。

(四) 議題規劃小組成員：依議題屬性另外邀請。

附錄二：第一屆資訊國力發展論壇

第一屆資訊國力發展論壇

論壇主題「建構有利於新世代資訊人才發展與創業的環境」，首先從正規教育面向：議題一「新世代資訊教育願景與策略」反省與檢視台灣的教育制度。接著透過議題二：「促進新世代資訊人才生涯發展之產學合作機制」，探討如何協助新世代規劃其生涯發展與就業基礎。最後以議題三：「建構有利新世代資訊人才創業之優質育成環境」為討論議題，以探討如何為我國產業持續注入活水。

針對各界所提供建言整理出七大議題做為論壇後續研議項目包含：(一) 大學資訊相關科系之課程與教學改革；(二) 大學資訊科系師資之教學專業及實務能力成長機制；(三) 優化資訊軟體人才培育之產學研合作機制；(四) 促進資訊人才培育國際化；(五) 配合 12 年國教之高中資訊科技教育改革；(六) 強化新世代資訊人才之創業育成機制；(七) 強化世代人才參與論壇的機制。

會議時間：2011 年 01 月 15 日(星期六) 上午九點半

會議地點：國立臺灣科技大學 國際大樓(IB)204 會議室(台北市基隆路四段 43 號)

發起人：劉炯朗、陳文村、李德財、吳靜雄、劉安之、賴飛羆、郭耀煌、李漢銘

主持人：劉炯朗、劉安之、賴飛羆

引言人：朱正忠、余孝先、吳家麟、李允中、李世光、李育杰、李德財、杜全昌、卓政宏、林一平、柯志昇、陳文村、陳正然、陳銘憲、廖弘源、謝錫堃、龔明鑫(以上依姓氏筆劃排列)

一、大學資訊相關科系之課程與教學改革

1. 與國際同步

- a. 與國際組織或先進國家之資訊科技教育改革趨勢同步 (computer science, computer technology, social/organizational impact of computing)
- b. 與國際認證規範(如 IEET 等)精神契合

2. 與產業及社會需求同步

- a. 推動產學合作專業學程(經濟部與教育部合作)：參考創新工場模式，融合創意設計/
系統實務/可用性設計/品質素養/善用工具方法/團隊合作培育之內涵
- b. 提昇學生取得資訊專業證照之加值效益及企業認同
- c. 規劃國際級及區域級人才之先期育成機制
- d. 強化資訊人才供需調查及推估，建立適時回應產業人才缺口之多元彈性人才培育
機制

3. 創意、知識、技能與工程素養同步培育

- a. 強化系統軟體教學
- b. 強化系統工程及系統整合能力培育
- c. 推廣參與 open innovation 及 open source 之校園文化
- d. 強化新興資訊及網路服務(雲端、社群網絡、物聯網等)之管理及治理能力
培育

4. 建立雇主普遍信任之資訊人才培育品質管理機制
 - a. 基礎專業能力檢定及畢業門檻
 - b. 透過產業實習、業界導師、就業諮詢的機制，提高大學畢業生之職場適應與社會應對能力
 - c. 強化職場倫理及資訊社會倫理教育
- 二、鼓勵大學資訊科系師資之教學專業及實務能力成長機制
1. 建立大專校院教師實務能力培訓制度：專業研習、實地觀摩與實習、赴業界短期服務等
 2. 調整教師升等、績效及貢獻評鑑制度
 3. 提高產學合作之制度性誘因
- 三、優化資訊軟體人才培育之產學研合作機制
1. 建立產學研 collective intelligence 交流平台
 2. 結合產學研參與之創意軟體競賽（業界出題、法人及業界出平台、學校出創意）
 3. 建立產研機構提供業界導師、業界講師、業界觀摩與實習機會之制度性誘因
- 四、促進資訊人才培育國際化
1. 強化補助與輔導校園團隊參與國際競賽及國際合作研發計畫
 2. 深化與跨國企業之合作機制
 3. 重視國際性網際網路服務平台對資訊科技教育的長期效應與效益
- 五、配合 12 年國教之高中資訊科技教育改革
- 六、強化新世代資訊人才之創業育成機制
1. 建立新世代創業團隊之跨界及跨域能力培育機制
 2. 聚焦與槓桿臺灣產業價值鏈，規劃重點育成領域
 3. 建構全方位輔導及育成環境共通性研發環境與平台、法律/財務/行銷/業務之輔導與共享
- 七、強化世代人才參與論壇的機制：廣邀新世代人才，進行主題性論壇



前清華大學劉炯朗校長 開場



場內概況

第二屆資訊國力發展論壇

論壇主題為第一屆論壇所提出的「提供多元的新世代人才生涯發展之加值服務體系」之延伸主題：「創業生涯發展」。「創業」是就業的最高表現，也是經濟的最高表現。觀看全世界創業發展目前創業已不是國對國、企業對企業，而是將地方特色與網路進行結合，透過網際網路形成的IT產業營造一個新事業。鑒此，學校要如何更加有效果將學生的的創意連結至創業、如何將學界優質創意創新成果導入至業界，學校團隊可以提供那些輔導機制與體驗機制。從前覺得創意是無法被教導的，然若有完整的規劃，將各類型人才、技術及資源透過該平台匯集，並且促進創意構想與技術產品化，進而推動至市場與終端消費者接軌，提供永續經營的創業機制與實體平台，將可有效落實完備校園創業環境。以「資訊科技」產業做為探討方向，根據長期研究臺灣前瞻產業法人機構資訊工業策進會(2013年)提出之目標，作為長期規劃策略。

1. 積極推動國內創意能量，轉化為新型態創業資源。
2. 延伸國際創意競賽的優秀成果，成為驅動產業創新發展的活力動能。
3. 串連學研機構的技術研發與國內產業尋求轉型的資源需求，共同建構創新創業環境。

會議時間：2012年09月08日(星期六)上午九點半

會議地點：國立臺灣科技大學國際大樓(IB)1樓101會議室(台北市基隆路四段43號)

發起人：劉炯朗、陳文村、李德財、吳靜雄、劉安之、賴飛熊、郭耀煌、李漢銘

主持人：張進福、高天助、賴飛熊

引言人：何偉光、林之晨、梁凱智、郭書齊、游直翰、葉奇鑫、謝佳穎、王家俊、陳彥仰、陳維超(以上依姓氏筆劃排列)

兩大策略建議

1. 聚焦與槓桿臺灣產業價值鏈，規劃重點育成領域
2. 完備政府之大學校園創業輔導及育成環境

四大推動措施

1. 政府相關專案加強新世代創業團隊跨界及跨域經營能力輔導機制
2. 針對政府重點推動之數位匯流及雲端服務產業，擬定獎勵大專校園創業措施
3. 針對 Software SOHO 推動具體的獎勵與輔導措施
4. 運用現有機制強化各大學之跨校交流平台

附錄四：第三屆資訊國力發展論壇之資訊軟體人力向下扎根與培育

第三屆資訊國力發展論壇

第三屆資訊國力發展論壇從第一屆的「中小學資訊科學教育改革」來進行延伸，期望讓學生在學習中使用科學來解決問題，培養邏輯與獨立的思考能量，降低學用落差現象。並讓大學端更早期能發掘更有潛力的學生進行菁英培訓，「拔擢菁英、鞏固中堅、扶持弱勢」目標。

會議時間：2014年03月21日(星期六)上午九點半

會議地點：國立臺灣大學管理學院一號館正大國際會議中心
(台北市羅斯福路四段1號)

發起人：劉炯朗、陳文村、李德財、吳靜雄、劉安之、賴飛羆、郭耀煌、李漢銘

主持人：張進福、李德財、劉安之

引言人：王廷基、吳正己、李忠謀、陳立祥、陳偉泓、曾騰瀧、楊世瑞、楊佳玲、
廖文宏、蔡錫鈞、鄭忠煌、賴和隆、簡菲莉(以上依姓氏筆劃排列)

議題一：高中職資訊科學教育的未來

產業界線日趨模糊，資訊已跨足各領域，因此針對我國國高中職資訊教育與其他先進國家推動策略有何不同先予以說明，並對高中職資訊科學教育未來可進行的培育進行演說。

議題二：高中資訊科學教育發展於12年國教之契機

我國從103年8月開始實施12年國教方案，在各界探討的聲浪中，我國可從十二年國教高中資訊教育的發展哪些契機？如何能更有效整合資訊資源，讓新生代可接觸更多更多元機會，同時有哪些問題也是未來需要注意進行說明。

議題三：資訊人力培養向下扎根-大學與高中職之合作

我國大學與高中職有哪些面向可共同攜手合作，高中端希望大學端如何協助？如何讓新生代運用運算思維思考來解決問題。高中進入大一時又可以如何做好學習資訊科學的準備，哪些是可以在高中階段就先預先學習或準備事項進行討論。



附錄五：資訊國力發展論壇團隊

謝謝協助第三屆資訊國力發展論壇各階段參與人員

第一次諮詢委員會議

會議時間：103年9月12日(星期五)下午1時30分

會議地點：科技大樓12樓1201會議室(台北市和平東路二段106號12樓)

主持人：國立成功大學郭耀煌教授

出席者：

中央研究院資訊科學研究所何建明研究員、國立臺灣大學李允中教授、國立師範大學李忠謀教授、國立臺灣科技大學李漢銘教授、國立中興大學李德財校長、中央研究院資訊科學研究所徐讚昇研究員、國立臺灣大學郭大維教授、教育部資科司項青青助理研究員、國立臺灣大學劉邦鋒教授

(以上依姓氏筆劃排列)

資訊國力發展論壇高中教師諮詢會議

會議時間：103年10月21日(二)上午10時

會議地點：國立臺灣師範大學理學院C209會議室(台北市文山區汀州路四段88號)

主持人：國立臺灣師範大學李忠謀教授

出席者：

臺北市立建國高級中學王鼎中教師、國立臺灣師範大學附屬高級中學李啟龍教師、新北市市立新店高級中學張凌倩教師、高雄市立高雄高級中學梁宇光教師、臺北市立第一女子高級中學陳怡芬教師、臺北市立中山女子高級中學陳思靜教師、國立臺南女子高級中學彭孟凱教師、臺中女子高級中學曾鈴惠教師、國立科學工業園區實驗高級中學馮毓琪教師、國立花蓮高級中學蔡明宏教師、臺北市內湖高級中學蔡明男教師、國立宜蘭高級中學鄭景元教師、臺北市立中正高級中學賴敏芳教師

(以上依姓氏筆劃排列)

資訊國力發展論壇高中校長諮詢會議

會議時間：103年11月3日(五)下午1時30分

會議地點：科技大樓12樓1201會議室(台北市和平東路二段106號12樓)

主持人：國立臺灣師範大學李忠謀教授

出席者：

宜蘭高級中學王垠校長、臺北市內湖高級中學吳正東校長、臺灣科技大學李漢銘教授、桃園市國立武陵高級中學林清波校長、臺北市臺灣師範大學附屬高級中學林湧順主任、高雄市立高雄女子高級中學邱崑山主任、臺南女子高級中學陳修平校長、臺北市立建國高級中學陳偉泓校長、臺北市立第一女子高級中學楊世瑞校長、新竹科學工業園區實驗高級中學蔡明原主任、臺南第一高級中學蔡明輝主任、臺中女子高級中學戴旭璋校長、高雄市立高雄高級中學謝文斌校長、臺北市立中正高級中學簡菲莉校長、教育部資科司項青青助理研究員、教育部資科司藍曼琪科長

(以上依姓氏筆劃排列)

資訊國力發展論壇大學系主任諮詢會議

會議時間：103 年 11 月 6 日(四) 下午 2 時

會議地點：科技大樓 13 樓 1302 會議室(台北市和平東路二段 106 號 12 樓)

主持人：國立成功大學郭耀煌教授

出席者：

國立清華大學朱宏國教授、國立臺灣師範大學李忠謀教授、國立交通大學陳健教授、國立成功大學陳培殷教授、國立臺灣師範大學黃冠寰教授、國立中山大學郭可驥教授、國立政治大學廖文宏教授、國立中興大學廖宜恩教授、國立臺北科技大學劉傳銘教授、教育部資科司項青青助理研究員
(以上依姓氏筆劃排列)

2016 年度報告參與團隊

總主筆：國立臺灣師範大學李忠謀教授

總編輯：國立成功大學郭耀煌教授、國立臺灣科技大學李漢銘教授

編輯群：

臺北市立建國高級中學王鼎中教師、中央研究院朱德清助理研究員、國立臺灣師範大學吳正己教授、國立臺灣師範大學李忠謀教授、國立臺灣師範大學林育慈助理教授、新北市市立新店高級中學張凌倩教師、臺北市立第一女子高級中學陳怡芬教師、新北市新店高級中學廖桂華教師、臺北市內湖高級中學蔡明男教師、臺北市立中正高中賴和隆

(以上依姓氏筆劃排列)

計畫推動辦公室：

國立成功大學劉育均、國立臺灣師範大學李逸君、國立臺灣科技大學曾心燕、國立臺灣科技大學林好函

網址下載：

教育部資通訊軟體創新人才推升計畫：<http://www.itsa.org.tw>



教育部資訊軟體人才培育

中華民國電腦學會



中華民國資訊學會



NTUST
國立台灣科技大學



國立臺灣師範大學
National Taiwan Normal University

教育部資通訊軟體創新人才推升計畫：<http://www.itsa.org.tw>