

高中資訊科技教科書資訊科學史內容分析

陳秋燕¹ 邱瓊芳² 吳正己^{3,*}

¹國立臺灣師範大學 資訊教育研究所

²國立暨南國際大學 課程教學與科技研究所

³國立臺灣師範大學 資訊教育研究所

摘要

本研究旨在分析高中資訊科技教科書中資訊科學史的呈現情形。研究首先建立「資訊科學史篇幅分析表」及「資訊科學史內容分析表」，分別針對資訊科學史所占篇幅及內容進行分析，內容分析類目包括：圖片內容、主題領域、年代、事件貢獻者及因果脈絡敘述等五項。接著針對13套通過教育部審定之高中資訊科技教科書進行分析。研究結果顯示，資訊科技教科書中之資訊科學史：(1)篇幅介於0.20%~5.40%，平均每套占2.20%；(2)呈現形式以文字為主；(3)圖片內容以設備為主；(4)軟體領域出現最多；(5)年代大多是在1946年Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC)發明後；(6)貢獻者以組織機構為多；(7)以簡單事實無因果脈絡的敘述為主。研究亦發現課程綱要及教科書作者是影響教科書資訊科學史呈現的重要因素。本研究建議未來課程綱要應將資訊科學史納入學習內容，並增進教師及教科書作者的資訊科學史素養。

關鍵詞：資訊科技教科書、資訊科學、資訊科學史

壹、緒論

科學進步對人類社會造成深遠的影響，社會文化等因素也影響著科學發展，二者關係密切並互為影響。透過科學史可以瞭解科學發展的脈絡，也能瞭解科學與人類社會的關連。研究顯示藉由學習科學史可以提升學生對科學的學習態度和興趣(邱奕華、劉湘瑤, 2014; Pekdağ & Azizoğlu, 2020)、促進學生對科學概念的理解(林陳涌、鄭榮輝、張永達, 2009)、幫助學生瞭解科學和文化間的關連(Gauld, 1992)，也可以幫助學生完整認識

科學家的貢獻及科學演進的歷程(Chen & Wu, 2013; Clough, 2017)。科學史中有關過去人、事、時、地、物的內容，讓學生在學習生硬的科學知識之餘，置身於科學家進行研究當時的情境，不僅對科學演進的脈絡有完整認識，並能關注人文社會議題，使其兼具科學與人文的涵養。因此，科學史納入科學課程是科學教育的趨勢(Matthews, 2015)。

相較於物理、化學、生物等科學學科，資訊科學是新興的學門，發展歷史雖不長，但學習資訊科學史也為許多學者(Aycock,

*通訊作者：吳正己，chihwu@ntnu.edu.tw

(投稿日期：民國110年4月3日，修訂日期：民國110年6月28日，接受日期：民國110年6月28日)

2015; Draper, Kessler, & Riesenfeld, 2009; Wolfer, 2017)所倡議，學習資訊科學史可以提升學習資訊科學的成效，並有助於瞭解資訊科學的發展脈絡及其對人類社會的影響。許多研究也顯示出資訊科學史對學習成效的助益(Aycock; Draper et al.; Wolfer)，學習資訊科學史自有其重要性。

科學教師常以科學教科書作為主要的教學工具，Whitman (2004)的調查發現80%~90%美國中學教師課堂教學使用教科書，McDonald (2016)的調查也發現87%澳洲的中學使用科學教科書，教科書在教學活動中扮演非常重要的角色。然而，科學史在教科書中的呈現卻常被忽視，例如：科學史篇幅偏少(Ma & Wan, 2017)；人文社會有關的科學史主題內容明顯偏少(Leite, 2002)。此外，科學史的陳述常流於零碎、片斷事實，缺乏完整、有意義之論述(Höttecke & Silva, 2011)；也常簡化了科學演進的過程，甚少著墨科學家人性面及其社會背景(呂紹海、巫俊明，2008)。

臺灣的高中自1984年開始實施「計算機概論」課程，經過數次課程綱要(簡稱課綱)修訂(吳正己，2020；林育慈、吳正己，2016；教育部，1983，1996；國家教育研究院，2018b；普通高級中學課程發展委員會、普通高級中學課程總綱修訂小組、普通高級中學各科課程綱要專案小組，2009)，1995年之課程標準將科目名稱改為「電腦」，2008年及2018年課綱則改名為「資訊科技」(後文均將以「資訊科技」科目稱之)，為高中必修科目。三個版本的課綱對資訊科學史納入學習內容與否並不相同，2008年版課綱在課綱理念明定資訊科學史納入學習內容，在「導論」主題下列有「2.資訊科學發展」專節，包括「2-1電腦發展」與「2-2資訊科學發展

重要里程碑」，在教學重點中特別指出應強調「資訊科學發展重要事件或創新貢獻之始末」(普通高級中學課程發展委員會等，頁352)；1995年版課綱雖未強調資訊科學史，但在學習內容包括「電腦科學簡介」一節，通常會有電腦發展史內容；2018年版課綱則無資訊科學史相關內容之規範或論述。課綱版本不同，而導致資訊科學史呈現的差異，是本研究實施的重要動機之一。加上相較於其他科學教科書，有關資訊科技教科書的分析研究並不多，且多以分析程式語言或電腦軟硬體主題為主(例如：Chiu, 2015; Lin, Lin, & Wu, 1999; Wu, Lee, & Lai, 2004)，缺乏針對資訊科學史分析的相關研究，以致我們對科學史在資訊科技教科書中的呈現情形所知甚少。例如：科學史在資訊科技教科書中所占篇幅？提及哪些重要人、事？資訊科學史呈現的形式及方式？若能瞭解資訊科技教科書中科學史的呈現情形，可進一步提出建議，供教科書作者編撰資訊科學史內容，以及教師課堂教授資訊科學史之參考，對學生學習必能有所助益。故而，本研究之進行實有其必要性。

貳、研究目的

本研究主要目的是分析高中資訊科技教科書中資訊科學史的呈現情形，希冀研究結果可提供編撰教科書及課堂教學之參考。具體目的有二：

- 一、分析資訊科技教科書中資訊科學史所占篇幅數量。
- 二、分析資訊科技教科書中資訊科學史的內容呈現方式，包括圖片內容、主題領域、年代、事件貢獻者及因果脈絡敘述等。

參、文獻探討

一、科學史與科學學習

科學史能提升學生學習科學的態度和興趣、認識科學家的重要貢獻、瞭解科學演進歷程，以及作為與科學、人文之間的橋樑。邱奕華與劉湘瑤(2014)將科學史融入物理單元的學習，發現對學生的科學態度有正向的影響；Solbes與Traver (2003)發現科學史能提升學生學習科學的興趣，也有助於建立學生對學習科學的正向態度；Pekdağ與Azizoglu (2020)研究發現，科學史教學能有效提升學生在學習原子知識的學習成效及激發學習興趣；林陳涌等(2009)研究發現，提供科學史教材能使學生對生物科學知識的動態發展過程、對科學家及科學社群的互動有比較深刻的印象。學習科學史的效益也促使各國將科學史納入科學課程，實施科學史教學已成為科學教育的趨勢，許多國家都將科學史納入科學課程(Clary & Wandersee, 2015; Matthews, 2014, 2015)，如：美國的國家科學教育標準(National Science Education Standards)及科學素養里程碑(Benchmarks for Science Literacy)、英國國家課程、丹麥的科學科技課程等。「國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域」(教育部，2008)也將科學發展與科技發展訂為教材內容；「十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域」(國家教育研究院，2018a)更強調通識科學的脈絡與傳承，重視科學史脈絡。

資訊科學是一門重要的科學，學習資訊科學史也有助於學習資訊科學。Impagliazzo與Lee (2004)認為透過資訊科學史可真實地呈現人物特性及事件發展過程，能激發學生探索資訊科學的興趣，強化學生的資訊科學知識，並對資訊科技與人類的關係有更深

刻的體會。Rupf (2004)亦指出學習資訊科學史可讓學生深入探究事件或發明者想法，有助理解資訊科學的本質，洞察資訊科學對真實世界的改變，思索資訊科學與人類的關係。學習資訊科學史亦可避免重蹈過去的錯誤(Tatnall, 2012)，並增加對資訊科學的認識(Hazzan, Lapidot, & Ragonis, 2015)。

與資訊科學史相關的文獻，有一部分是著重於記錄資訊科學技術之發明與演進，如Winegrad (1996)描述Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC)發明50週年後的重要紀事；Leiner等(1997)記錄網際網路的發展歷史；Ceruzzi (2003)探討自1940 ~ 2001年代的資訊科技重要演進。待資訊科學史逐漸受到教育界的重視，許多研究者探討資訊科學史於教學之應用，例如：Jiao與Lv (2009)歸納資訊科學發展歷史的特點及規律，提出課程中融入資訊科學史的教學模式，藉以培養學生的素質與創新能力。Draper等(2009)讓學生體驗早期電腦的操作環境，並製作專題，以提升學生學習的興趣；Aycock (2015)讓學生在高度受限的早期軟、硬體環境中開發文字式冒險電腦遊戲，學習及體會如何完成開發遊戲和解決問題；Wolfer (2017)將機器人中央處理器(Central Processing Unit, CPU)指令集的發展歷史作為教材，幫助學生瞭解各式電腦元件的運作方式，以及男、女資訊科學家對資訊科學皆有巨大貢獻。

臺灣高中資訊科技課綱歷經數次的修訂(吳正己，2020；林育慈、吳正己，2016；教育部，1983，1996；國家教育研究院，2018b；普通高級中學課程發展委員會等，2009)，各版本課綱中大抵都會提到科學史相關的內容；比較特別的是，2008年課綱特別列出「資訊科學發展」的學習內容，希望能讓學生瞭解資訊科學的全貌(普通高級中學課

程發展委員會等)。在科學史納入學習活動方面，Chen與Wu (2013)發現高達八成以上的資訊教師實施過資訊科學史教學活動，對教學導入資訊科學史也持正向態度。

綜合上述，學習科學史對學習科學有諸多效益，科學史納入科學課程及教學中為重要趨勢，在新興的資訊科技課程與教學中亦然。

二、科學史與教科書

教科書一直是大多數科學教學活動的依據或主要工具，如：Whitman (2004)調查顯示美國中學教師在課堂教學時，使用教科書的比例達80%～90%之間；McDonald (2016)調查澳洲486所中學使用科學教科書的情況，發現達87%的學校使用科學教科書。瞭解教科書中科學史呈現的情形，有助於釐清科學史被重視的程度，並提出相關改進建議。以下分別探討科學教科書科學史分析的研究發現，以及使用的研究方法。

許多研究顯示科學史的篇幅在科學教科書中所占比例有偏少的現象，Ma與Wan (2017)分析中國中學科學教科書發現，科學史篇幅在0.6%～11%之間，平均每套3.5%；陳勇志、洪木利與林財庫(1998)分析臺灣國中理化教科書力學科學史內容，顯示所占的版面面積是2.99%；許良榮與邱玉如(2003)發現臺灣大專自然科學概論用書科學史的篇幅是3.9%～10.3%之間。

除了篇幅偏少，教科書的科學史內容常流於零碎、缺乏脈絡，Höttecke與Silva (2011)發現教科書中的科學史大都是事件、日期、姓名等獨立事實的列舉，缺少科學歷史發展脈絡的論述；Drakopoulou, Skordoulis與Halkia (2005)分析希臘小學自然教科書，結果顯示科學史幾乎都是以附加的方式呈現，深度不

足。此外，教科書中的科學史也常缺乏人文社會真實生活面向的呈現，Yacoubian, Al-Khatib與Mardirossian (2017)分析黎巴嫩的科學教科書，發現科學家總是被描繪成獨自完成工作的完美個體；呂紹海與巫俊明(2008)分析臺灣國小自然與生活科技教科書發現，科學史以簡略傳記資料、科學發現或簡化的科學演進過程為主，對科學家的人性面、科學概念發展過程及社會背景等資料很少著墨；Leite (2002)分析葡萄牙中學物理教科書，發現描述科學家時幾乎以傳記資料為主，偏重科學家的貢獻，很少提及科學組織或團隊的貢獻；而科學史內容也以技術及科學層面居多，人文社會有關的內容明顯偏少。

綜合上述，目前科學教科書的科學史內容呈現仍有許多待改進的空間，例如：科學史篇幅偏少、描述零碎而缺乏脈絡、忽略人文社會的觀點等。雖有少數研究進行資訊科技教科書的分析，例如：Lin等(1999)及Chiu (2015)分析臺灣高中或高商電腦教科書程式設計範例的解題步驟，Wu等(2004)運用概念圖分析臺灣高中電腦教科書中的CPU概念的呈現，但並未見有關資訊科學史的教科書分析研究。

綜觀教科書分析的相關研究可發現，教科書內容的分析包括量化及質性二個面向，例如：在針對科學史內容的分析，常以量化方式計算篇幅的面積或所占比例、統計符合類目的數量，再對各類目進行質性分析。如：Leite (2002)依據物理課程特色發展出科學史內容分析表對中學物理教科書的科學史內容進行分析，以量化分析為主再輔以質性分析，包括描述類型、素材形式、內容屬性、教學中的定位、學習活動、一致性、參考資源、正確度等八類主類目，各主類目再依據

其屬性詳列出次類目深入地分析。Ma與Wan (2017)的分析方法是由六個向度分析中學科學教科書的科學史，包括分析科學史數量、分布等量化資料以呈現科學史在教科書的分布趨勢，並由學習活動、科學文化表現、科學家人格特徵及價值取向這些向度，以質性分析探究科學史整體呈現的特色。Niaz (2000)分析大學化學教科書中分子運動論的發展史，訂出六項分析項目，包括：分析各項目的數量，是否說明分子運動論對統計力學的貢獻等。許良榮與邱玉如(2003)分析大專自然科學概論用書中的科學史，包括物理屬性、出版屬性、內容屬性，以及教學屬性等。有關科學教科書科學史的分析，都是依學科特性及研究者所關注的面向，先建立分析類目表後，再進行分析工作。歸納教科書科學史內容分析，主要有三個重要分析面向：呈現形式、事件貢獻者、因果脈絡敘述。

(一)呈現形式

文字、圖像與表格是教科書中呈現內容的主要形式。圖表有助於學生對文本的理解(Kozma, 2003)，好的科學圖像可以增強科學概念的構建和連結(Ainsworth, 1999)。Ge, Unsworth, Wang與Chang (2018)比較澳洲和臺灣七年級中學科學教科書中的圖表，除了統計圖表所占篇幅外，並將圖表內容依結構性、組合方式等特性分為六類，計算其數量與百分比；同時也以質性方式分析圖表與內文的關係，以及其所傳遞的社會文化訊息。Liu與Treagust (2013)分析澳洲中學科學教科書及高中生物學教科書，發現有大量圖表或插圖，平均每頁有1.5張圖表用於解釋科學內容。熊同鑫(2013)分析臺灣國小自然與生活科技領域教科書圖像內容，依據性別、地區屬性及族群文化生活面向，統計圖像出現的次

數、比例及分析文字潛存訊息。Leite (2002)分析教科書科學史將圖片分為科學家圖片及設備圖片，發現科學家圖片的數量多於設備圖片。傅麗玉(2001)分析臺灣兒童科學讀物中科學史版面安排形式，結果顯示單純的文字及漫畫類型並列為最高比例，並建議可以多用圖片或照片來呈現科學史。

(二)事件貢獻者

透過科學史對科學貢獻者的描述介紹，可引導學生對科學家或科學社群有更深刻的印象，亦可讓學生理解科學演進過程須歷經一段長時間的努力，非單靠個人即可達成，而是一群共同參與的成果(林陳涌等，2009)。Leite (2002)將科學史的主要貢獻者區分為個別科學家、多位科學家及科學組織三類，結果發現提及個別科學家貢獻的最多、多位科學家貢獻的最少。呂紹海與巫俊明(2008)分析國小自然與生活科技教科書中的科學貢獻者，亦發現教科書大都將科學的貢獻者歸屬於個別科學家。傅麗玉(2001)也進行類似的分析，科學史在呈現科學貢獻者時，大都偏重在個別科學家成就的描述。

(三)因果脈絡敘述

科學史應呈現科學發展的脈絡讓學生認識科學演進的歷程，窺見科學概念的全貌(林陳涌等，2009；Höttecke & Silva, 2011; Leite, 2002)。科學史若能適當描述情境，呈現科學家面對問題時的思考或實驗探究歷程，將有助於學生體會在創造過程中解決問題的方法(Oldroyd, 1977)。許良榮與蕭培玉(2007)歸納學者專家意見指出，科學史應描述科學時代背景與科學發展的關係，並介紹科學發明或發現的過程。Leite將科學史描述分為簡述單一事件、詳述單一事件、多個獨立事件、有

因果脈絡事件，發現呈現因果脈絡事件最欠缺，多以簡述單一事件為主。呂紹海與巫俊明(2008)也發現教科書的科學史常簡化了科學演進的過程。

本研究在建立資訊科學史之分析類目表時，將參考以上項目，並考量資訊科學學科特性，適時加入其他類目，以期讓資訊科學史之分析更臻完整。例如：目前尚未見到以科學事件發生的年代作為科學史分析的類目，但本研究考量資訊科學自20世紀左右開始發展，雖然發展期程不長，卻歷經許多重大演進，實有分析資訊科學史所屬年代之必要。

肆、研究方法

本研究主要是分析資訊科學史於高中資訊科技教科書中的呈現情形，為了對不同時期的資訊科技教科書在呈現資訊科學史的差異與變化有全面性的瞭解，將1995年、2008年及2018年課綱版本的資訊科技教科書皆納入分析，以求研究結果具代表性。分析對象為通過國家教育研究院(前身為國立編譯館)審定的高中資訊科技教科書，藉由研究需求與文獻探討建立內容分析工具，由第一及第二作者共同進行分析。以下就分析對象、研究工具、分析步驟分別說明。

一、分析對象

本研究分析的高中資訊科技教科書包括自1995年以來所有通過審定的教科書：依1995年電腦課程標準(教育部，1996)編製的教科書，刪除上、下冊不齊全及作者重複的教科書後有五套；依2008年的資訊科技課綱(普通高級中學課程發展委員會等，2009)編製的教科書各有四套；以及依2018年的資訊科技課綱(國家教育研究院，2018b)編製的教科書

有四套。合計分析的教科書共有13套，詳細書目參見附錄。

二、研究工具

本研究依研究需求參考相關文獻(傅麗玉，2001；熊同鑫，2013；Ge et al., 2018; Leite, 2002; Ma & Wan, 2017)建立「資訊科學史篇幅分析表」及「資訊科學史內容分析表」，分別針對資訊科學史所占篇幅及內容屬性進行分析。本研究定義，只要提到過去年代的資訊科學相關內容均屬「資訊科學史」範疇。以下說明二個分析表的內容。

(一)資訊科學史篇幅分析表

篇幅分析表是用以統計資訊科學史的篇幅。分析方式是將資訊科學史的呈現形式分為文字、圖片與表格三種類別，分別統計其篇幅。篇幅分析單位為「行」，先統計與資訊科學史相關的文字、圖片、表格等三類別所占的行數後，轉算成頁數，再計算文字、圖片、表格各占各套教科書篇幅的百分比。

(二)資訊科學史內容分析表

內容分析表用來分析資訊科學史內容的屬性，分析類目包括：圖片內容、主題領域、年代、事件貢獻者、因果脈絡敘述等五類，每一類目再分為數項次類目。由於選定之資訊科技教科書均為通過國家教育研究院審查者，內容的正確性已經過審核，故並未涵蓋於本研究分析範圍。內容分析的分析單位是以一「則」歷史事件為單位，描述同一歷史事件的文字、圖片、與表格均視為同一則科學史；惟分析圖片內容類目時，是以一「幅」圖為單位。以下說明內容分析表的五項類目。

1. 圖片內容

圖片有助於對文本的理解、能協助學生對概念有深入的認識(Ainsworth, 1999; Kozma, 2003)。本研究將教科書中資訊科學史的圖片內容類別分為：人物、設備、軟體及其他共四項次類目，以瞭解教科書呈現相關圖片之差異情形。

2. 主題領域

資訊科學各主題領域常隨不同時代技術發展而受重視，探究教科書中資訊科學史內容所對應的主題領域為何，可進一步理解資訊科學史呈現的全貌，讓分析更具完整性。本研究欲探究哪些主題領域是科學史最常出現之處，領域的區分是以資訊科技課綱常見的學習內容為主要分類依據，包括硬體、軟體、網路、程式語言及演算法、人工智慧、人文社會共六項次類目。

3. 年代

資訊科學歷經許多重大演進，實有必要瞭解哪一個年代的資訊科學史受到教科書的重視。1946年通用型電腦ENIAC的發明是資訊科學之重大里程碑(O'Regan, 2018)，本研究因此將資訊科學史分為三個時期：20世紀前早期計算機的發展、20世紀初至ENIAC發明前(1901 ~ 1945年)，以及ENIAC發明後(1946年後)，據以分析資訊科學史年代的分布情形。

4. 事件貢獻者

經由科學史可以對科學家或科學社群有深刻的印象(林陳涌等, 2009)，透過分析教科書中資訊科學史的貢獻者(人物或組織)，可以瞭解教科書對資訊科學家或組織機構成就的重視程度。本研究參考Leite (2002)的分類類目，將科學史主要貢獻者分為資訊科學家、組織機構二項次類目。資訊科學史的描述通

常以事件為主體，相關事件的發生則是由科學家或是科學組織機構主導，這些科學家或是組織機構即為事件貢獻者。未提到任何貢獻者的資訊科學史內容則不納入分析範圍。

5. 因果脈絡敘述

科學史內容呈現歷史事件的因果脈絡關係，有助於學生瞭解知識脈絡(林陳涌等, 2009；許良榮、蕭培玉, 2007；Höttecke & Silva, 2011; Leite, 2002)。本項分析將教科書中資訊科學史的敘述方式，分為：有因果脈絡、無因果脈絡二項次類目。

三、分析步驟

本研究的分析工作由第一及第二作者進行。為確保分析品質，二位作者先分別針對同一本(教科書N)教科書試行分析，然後計算兩位分析者間的相互同意度及信度，計算公式如(楊國樞、文崇一、吳聰賢、李亦園, 2001)：相互同意度 = $2M/(N1 + N2)$ ；信度 = $(n \times \text{平均相互同意度}) / (1 + [n - 1] \times \text{平均相互同意度})$ 。

M 為兩位分析者共同同意的項目數， $N1$ 、 $N2$ 分別為第一、第二位分析者同意的項目數， n 為分析者人數。計算結果，兩位分析者相互同意度為.94，信度為.97，具有高度的一致性。正式分析時，兩位分析者均分析所有教科書，分析結果若有不一致之處，則經由討論取得共識。

伍、結果與討論

以下說明資訊科學史內容呈現情形分析的結果。進一步討論之前，仍要再次指出，本研究在分析教科書時，只要內文呈現「過去」事件或事實的描述，均視為科學史內容。例如：目前仍在使用的積體電路及

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)等技術，是教科書在敘述電腦硬體或網路發展史時都會提到的技術，故而，它們也屬於科學史內容的一部分，即使現今仍在使用這些技術。

一、資訊科學史篇幅

表1是13套教科書資訊科學史篇幅的分析結果。各套教科書資訊科學史的篇幅介於0.20% ~ 5.40%之間(「合計」欄)，13套教科書資訊科學史篇幅平均占全書的2.20%，資訊科學史篇幅明顯偏少，此結果與其他學科的研究發現相似，如：Ma與Wan (2017)分析中學科學教科書及陳勇志等(1998)分析國中理化

教科書、許良榮與邱玉如(2003)分析大專的自然科學概論用書，都發現科學史篇幅偏少的情況。而在資訊科學史的呈現形式方面，以文字方式呈現的篇幅最多(總平均1.40%)，圖片次之(0.70%)，表格最少(0.10%)；文字仍是資訊科學史呈現的主要形式，再輔以圖片的配合。此結果與Leite (2002)分析中學物理教科書、呂紹海與巫俊明(2008)分析國小自然與生活科技教科書之結果不同，此二研究皆發現科學史呈現的形式以圖片為主。可能原因除了資訊科技教科書作者未重視圖片的效益外，亦可能因資訊科學學科特性與自然科學不同所致。

由表1也可以發現，課綱對資訊科學史

表1：資訊科學史占教科書篇幅頁數及百分比

課綱版本	全書頁數	文字		圖片		表格		合計	
		頁數	全書%	頁數	全書%	頁數	全書%	頁數	全書%
1995年									
A	717	3.1	0.90	0.3	0.10	0.4	0.10	3.8	1.10
B	409	3.3	1.60	3.5	1.80	0.0	0.00	6.8	3.40
C	604	7.0	2.30	1.0	0.30	0.0	0.00	8.0	2.60
D	506	5.8	2.30	1.5	0.60	0.1	0.04	7.4	2.90
E	452	4.3	2.20	0.4	0.20	0.0	0.00	4.7	2.40
平均	538	4.7	1.90	1.3	0.60	0.1	0.03	6.1	2.50
2008年									
H	331	2.8	0.90	2.0	0.60	1.4	0.40	6.2	1.90
I	355	9.0	2.50	4.4	1.30	0.0	0.00	13.4	3.80
J	383	9.7	2.50	8.7	2.30	2.4	0.60	20.8	5.40
K	363	4.0	1.10	2.4	0.70	0.0	0.00	6.4	1.80
平均	358	6.4	1.80	4.4	1.20	1.0	0.30	11.7	3.20
2018年									
M	293	0.7	0.20	0.0	0.00	0.0	0.00	0.7	0.20
N	330	2.5	0.80	1.8	0.60	0.0	0.00	4.3	1.30
O	271	1.0	0.40	0.0	0.00	0.0	0.00	1.0	0.40
P	310	1.5	0.50	1.4	0.50	0.0	0.00	2.9	0.90
平均	301	1.4	0.50	0.8	0.30	0.0	0.00	2.2	0.70
總平均	410	4.2	1.40	2.1	0.70	0.3	0.10	6.6	2.20

註：教科書代號書目見附錄。

的呈現扮演關鍵的角色。2018年課綱版本教科書的資訊科學史篇幅平均每套只有0.70%，遠低於1995年課綱版本(平均2.50%)及2008年課綱版本(平均3.20%)教科書。此結果似乎與臺灣高中資訊科技課綱的修訂有關，早期資訊科學課綱(如：1995年課綱)重視電腦軟硬體的發展，教科書通常有「電腦科學簡介」及「電腦基本架構」等內容，資訊科學史篇幅相對比較多；2008年課綱此時期主要是培養學生的資訊科學基礎知識與學理層面(吳正己，2020)，惟課綱也特別強調資訊科學史，正式將「資訊科學發展」納入學習內容，也因而2008年課綱版本教科書的資訊科學史篇幅最多。2018課綱版本教科書的資訊科學史內容最少，可能原因有二：一是2018年課綱未特別強調資訊科學史的學習內容；二是資訊科學史的學習內容已經呈現在新增的國中資訊科技課綱中，因而高中教科書之資訊科學史內容明顯偏少。學者Orpwood與Souque (1984)指出因為相關單位未將科學史學習列為教學目標，以致教科書忽略了科學史的呈現，造成科學史篇幅偏少；本研究結果也說明了此情況。

此外，從表1亦可以發現，教科書作者對資訊科學史呈現也有關鍵影響。例如：2018年課綱版本的教科書M幾乎是不提資訊科學史，資訊科學史內容不到一頁的篇幅；即使同一課綱版本的各套教科書，資訊科學史篇幅也因作者不同而有很大差別，例如：2008年課綱版本，資訊科學史篇幅最少者為1.80%，最高者達5.40%。

二、資訊科學史圖片內容

圖片有助於學生對文本的理解與深入瞭解知識概念(Ainsworth, 1999; Kozma, 2003)。表2分析結果顯示，在13套教科書中，以設備圖片(總平均54.90%)出現次數為最多，

其次依序為軟體圖片(20.80%)、人物圖片(17.40%)、其他圖片(6.90%)。此結果與呂紹海與巫俊明(2008)的研究結果相似，他們發現國小自然與生活科技教科書之科學史機器及實驗設備之圖片多於人物圖片；而Leite (2002)分析中學物理教科書則發現，科學史的機器及實驗設備圖片比人物圖片數量少。顯然，不同年段、學科對科學史圖片內容的呈現都可能有所不同。

進一步分析顯示資訊科學史設備圖片出現最多的是早期大型主機式電腦(mainframe)及個人電腦(共14幅)，如Electronic Discrete Variable Automatic Computer (EDVAC)、ENIAC及Apple II；其次是積體電路及電腦元件(7幅)。軟體圖片出現最多的是作業系統畫面(23幅)，如早期的Disk Operating System (DOS)及Windows作業系統畫面。人物圖片出現最多的是馮紐曼(Von Neumann)

表2：資訊科學史圖片內容分析結果

主題領域	課綱版本			總平均
	1995年	2008年	2018年	
人物				
<i>n</i>	0.00	6.00	0.25	1.90
全書%	0.00	21.20	9.10	17.40
設備				
<i>n</i>	2.80	14.80	1.50	6.10
全書%	70.00	52.30	54.50	54.90
軟體				
<i>n</i>	0.20	6.50	0.75	2.30
全書%	5.00	23.00	27.30	20.80
其他				
<i>n</i>	1.00	1.00	0.25	0.80
全書%	25.00	3.50	9.10	6.90
合計				
<i>N</i>	4.00	28.30	2.75	11.10
全書%	100.00	100.00	100.00	100.00

註：*n*為每套教科書平均次數。

(5幅)，其次是巴斯卡(Blaise Pascal)、巴貝奇(Charles Babbage)及葛麗絲霍普(Grace Hopper)(各2幅)。其他類圖片則是呈現架構或概念的圖示，如馮紐曼架構(Von Neumann architecture)、CPU內建快取記憶體架構及TCP/IP協定(protocol)。

課綱對教科書中資訊科學史內容呈現的影響於此也可見。電腦硬體相關學習內容在三個課綱中都是重要主題，如：1995年課綱的「電腦工作原理」、2008年課綱的「電腦硬體」及2018年課綱「系統平臺」，故而教科書中設備圖片所占比例均高，1995年、2008年及2018年課綱版本的設備比例分別為70.00%、52.30%及54.50%。雖然軟體應用在三個課綱中也都是重要的學習主題，但教科書使用資訊科學史相關圖片比例以2008年及2018年課綱版本較高，分別為23.00%及27.30%，1995年課綱版本則偏低，僅有5.00%。值得注意的是，1995年課綱版本的五套教科書均無資訊科學史人物圖片，可能原因是早期課綱以學習資訊科學的概念與原理為主，並未特別重視科學家個人；而後期2008年及2018年課綱開始重視科技人文層面，均設有「資訊科技與人類社會」學習主題，所以有比較多的資訊科學家圖片出現。

三、資訊科學史主題領域

表3分析結果顯示，就所有13套教科書而言，資訊科學史出現最多的主題領域是「軟體」(總平均26.6%)，其次是「網路」(20.2%)、「程式語言及演算法」(19.4%)、「硬體」(16.4%)，而「人文社會」領域(10.4%)及「人工智慧」領域(7.0%)最少。此結果可以看出，資訊科學史內容在「軟體」、「網路」、「程式語言及演算法」及「硬體」等領域出現頻率尚稱平均，並無偏

廢；雖然「人文社會」及「人工智慧」領域的資訊科學史內容略少，但應與課綱著重的學習領域不同有關。

教科書中「軟體」領域最常提及的資訊科學史是作業系統相關內容，如：「Linus Torvalds……構想一個具有UNIX優點的個人電腦作業系統，並為其命名為Linux。」(教科書B，上冊，頁52)「網路」領域最常提及的是網路協定，如：「美國電子電機工程師協會制定出IEEE 802.16標準，以符合WMAN之無線廣域網路之規格需求。」(教科書J，頁142)「程式語言及演算法」領域最常提及的是程式語言發展，如：「荷蘭的數學家戴克斯特拉(Edsger W. Dijkstra)提出結構化程式設計(structured programming)的概念。」(教科書I，頁280)「硬體」領域最常提及的是電腦微處理器的發展，如：「1974年，Intel開發出世界上第一顆微處理器4004。」(教科書E，上冊，頁59)「人文社會」領域是與科學家、社會相關的內容，如：「美國史丹佛大學Lawrence Lessig教授和一群關心自由文化發展的專家，於2001年成立Creative Commons這個非營利組織……」(教科書K，頁346)。「人工智慧」領域的資訊科學史內容最少，常提及其發源，如：「人工智慧是由約翰·麥卡錫(John McCarthy)在1956年提出，其主要目標是讓機器的行為看起來就像人所表現的智慧行為一樣……」(教科書J，頁14)。

比較三個課綱版本教科書之資訊科學史主題領域，2018課綱版本教科書主要集中在「程式語言及演算法」領域，明顯與1995年課綱版本教科書以「軟體」領域為主，以及2008年課綱版本教科書以「硬體」領域為主有所不同。檢視課綱的變革，由早期軟硬體應用導向演變至今強調運算思維的培養(林育慈、吳正己，2016)，而培養運算思維的主

表3：資訊科學史主題領域分析結果

主題領域	課綱版本			總平均
	1995年	2008年	2018年	
硬體				
<i>n</i>	2.2	18.8	1.8	7.2
全書%	10.2	31.8	8.8	16.4
軟體				
<i>n</i>	8.4	18.3	1.0	9.2
全書%	39.0	30.9	6.7	26.6
網路				
<i>n</i>	5.0	15.0	1.3	6.9
全書%	23.4	26.9	9.4	20.2
程式語言及演算法				
<i>n</i>	5.2	2.3	4.3	4.0
全書%	19.8	3.2	35.3	19.4
人工智慧				
<i>n</i>	0.0	0.8	4.5	1.6
全書%	0.0	1.5	21.1	7.0
人文社會				
<i>n</i>	1.6	2.8	2.5	2.2
全書%	7.6	5.6	18.7	10.4
合計				
<i>N</i>	22.4	57.8	15.3	31.1
全書%	100.0	100.0	100.0	100.0

註：*n*為每套教科書平均次數。

要方法是程式語言與演算法，因此教科書的資訊科學史由描述「軟體」、「硬體」領域為主，轉為以「程式語言及演算法」領域為主。此外，2018年課綱包含了「資料探勘與機器學習」及「資訊科技與人類社會」等學習內容，故而，自然有比較多比例的人工智慧及人文社會相關資訊科學史內容被納入教科書中。

若以三個課綱各自所處時代資訊科技發展的情形，可以發現時代背景對教科書中資訊科學史呈現之影響。1995年時期，個人電腦開始普及，視窗作業系統與應用軟體

正蓬勃發展(Myers, 1998)，因而此時教科書之資訊科學史以「軟體」領域所占比例最高(39.0%)。1995年時期除了軟、硬體迅速發展外，全球資訊網崛起(Leiner et al., 1997; Walrand & Varaiya, 2000)；至2008年時期網路技術越顯成熟，社群網站與各類平臺應用越趨普及(Garrison, 2011)。因此，這兩個時期教科書之資訊科學史，「網路」領域皆占相當高比例(分別占23.4%、26.9%)。2018年時期程式設計教育受到國際社會許多重視(Scherer, Siddiq, & Sánchez Viveros, 2019; Zendler & Reile, 2018)，各類程式設計開發環境的多元

發展(Cass, 2020)，加上新興科技如人工智慧技術的提升(Panetta, 2017)，成為當前熱門議題，「程式語言及演算法」及「人工智慧」是此時期資訊科學史的主要領域(分別占35.3%、21.1%)。由此可窺見不同時期科技演進成熟的差異亦可能影響教科書中資訊科學史內容之呈現，或許是因當時成熟或熱門之資訊科學技術與議題，皆是媒體關注及相關學術研討的重點，有關之資訊與媒材亦較豐富與易於取得，是以相關資料內容有較高的機率被呈現於教科書中。

此外，分析結果亦發現，資訊科學史的主題領域也因作者不同而有差異，例如：同是1995年課綱版本的教科書，在「程式語言及演算法」領域的資訊科學史，有的占全書資訊科學史內容的43.3% (教科書B)，有的都沒有(教科書A)；同是2018年課綱版本的教科書，有的在「人工智慧」領域達57.7% (教科書N)，有的僅6.7% (教科書P)。

四、資訊科學史年代

分析資訊科學史的年代可以得知教科書所著重的歷史重點。本研究將資訊科學史年代分為三個時期：20世紀前、20世紀初至ENIAC發明前(1901 ~ 1945年)、ENIAC發明後(1946年後)。由表4分析結果可看出，資訊科學史內容以ENIAC發明後最多，比例達85.7%；其中最常提及的是作業系統的發展(共56則)。20世紀前，也就是早期資訊科學史內容的比例是9.2%，其中常提及的是差分機與分析機對資訊科學的影響(共8則)。提到資訊科學史最少的時期是20世紀初至ENIAC發明前的時期，比例是5.2%；這時期常提及的是馮紐曼架構(共4則)。顯然，資訊科學在通用型電腦ENIAC發明後蓬勃發展，這段歷史是教科書著墨最多的部分，三個課綱版本都有類似的趨勢。

五、資訊科學史事件貢獻者

分析教科書中科學史事件的貢獻者，可

表4：資訊科學史發生年代的分析結果

主題領域	課綱版本			總平均
	1995年	2008年	2018年	
20世紀前				
<i>n</i>	0.8	7.5	1.0	2.9
全書%	3.6	13.3	8.4	9.2
20世紀初至ENIAC發明前				
<i>n</i>	0.4	3.0	1.0	1.3
全書%	1.8	5.3	6.0	5.2
ENIAC發明後				
<i>n</i>	20.8	46.0	13.5	26.3
全書%	94.5	81.4	85.6	85.7
合計				
<i>N</i>	22.0	56.3	15.5	30.5
全書%	100.0	100.0	100.0	100.0

註：1. ENIAC: Electronic Numerical Integrator and Computer.

2. *n*為每套教科書平均次數。

以瞭解教科書呈現科學史的視角。本研究將資訊科學史事件的貢獻者分為資訊科學家或組織機構二類，資訊科學史內容如果未提到貢獻者，則不納入本項目的分析範圍。表5分析結果顯示，所有13套教科書提及的歷史事件貢獻者，組織機構(總平均58.1%)多於科學家(總平均41.9%)。但2008年課綱版本則是以科學家為主要貢獻者的歷史內容較多，此差異或與2008年課綱特別強調科學史有關，科學史的描述通常會著重科學家的貢獻，Leite (2002)及呂紹海與巫俊明(2008)均發現教科書科學史貢獻者描述最多的是科學家。

本研究顯示資訊科技教科書中最常提及的組織機構是International Business Machines Corporation (IBM)公司，主要事蹟包括製造第一部積體電路電腦、製作第一臺硬碟、開發高階程式語言Fortran等；最常提及的科學家依序是托瓦茲(Linus Torvalds, 10次)、巴貝奇(8次)及馮紐曼(7次)等人。

不同課綱版本教科書提及的貢獻者也各有不同，1995年課綱版本教科書最常提及的組織機構是微軟公司(Microsoft, 14次)，科學家是托瓦茲(5次)；2008年課綱版本最常提

及的是微軟公司(11次)，科學家是巴貝奇(7次)；2018年課綱版本最常提及的是Google公司(6次)，科學家則是圖靈(Alan Turing, 3次)。由上述結果來看，早期資訊科技教科書最常提及的是微軟公司，近期教科書則以Google公司最常出現在教科書。

除了商業公司機構以外，資訊科學史事件常提及的貢獻者還包括學術及政府組織，例如：美國電機電子工程師協會(Institute of Electrical and Electronics Engineers [IEEE])的制訂無線區域網路通訊協定IEEE 802.11b，Dartmouth學院的發展BASIC語言，美國國防部(United States Department of Defense)的Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET)發展成為網際網路。

六、資訊科學史因果脈絡敘述

科學史內容若能呈現歷史事件的因果或脈絡關係，對學生的學習更有幫助(林陳涌等, 2009)。本研究分析資訊科學史內容是否呈現資訊科學發展之因果脈絡關係，若僅呈現單一事實或無關連的歷史事件，則屬無因果脈絡之敘述。表6的分析結果顯示，教科書中資訊科學史內容大多是無因果脈絡的敘述(73.3%)，有因果脈絡的內容僅占約四分之一(26.7%)。例如：「美國貝爾實驗室發明電晶體。」(教科書K, 頁10)或「早期作業系統多採用文字模式的使用者介面，而現今則大多採用圖形使用者介面。」(教科書B, 上冊, 頁81)均屬於無因果脈絡的敘述。而「網際網路……在發展初期(西元1960年代)原是用來連接美國國內許多軍事研究單位的電腦設備，但是到了1980年代，由於民間業者對通訊需求日漸增加，……最後發展成一個無國界的超大型網路——Internet。」(教科書D, 下冊, 頁59)則是描述Internet緣起及發展，讓學

表5：資訊科學史的貢獻者分析結果

主題領域	課綱版本			總平均
	1995年	2008年	2018年	
科學家				
<i>n</i>	6.0	23.5	6.0	11.4
全書%	28.2	53.2	47.8	41.9
組織機構				
<i>n</i>	13.8	22.0	7.0	14.2
全書%	71.8	46.8	52.2	58.1
合計				
<i>N</i>	19.8	45.5	13.0	25.6
全書%	100.0	100.0	100.0	100.0

註：*n*為每套教科書平均次數。

生瞭解該事件的脈絡。本研究所得結果和其他研究結果相似(Höttecke & Silva, 2011; Leite, 2002)，教科書中科學史的敘述常以簡單事實為主，缺乏因果脈絡之交代。

資訊科學史的因果脈絡呈現也因作者不同而有很大的不同，有的教科書高達60.0%的資訊科學史是以具因果脈絡方式呈現(教科書E)，有的則僅有10.0% (教科書M)。

陸、結論與建議

本研究分析我國三個課綱版本13套高中資訊科技教科書資訊科學史的呈現情形，研

究結果摘要如表7。結果顯示，我國高中資訊科技教科書資訊科學史的篇幅偏少，介於全書篇幅的0.20% ~ 5.40%之間，每套平均篇幅2.20%。資訊科學史呈現形式以文字最多，其次是圖片及表格；而圖片內容最多的是硬體設備，約占有所有圖片一半，其次是軟體及人物圖片。資訊科學史內容主要呈現在軟體、網路、程式語言及演算法、硬體等主題領域，人文社會及人工智慧領域最少。資訊科學史所屬年代以1946年ENIAC發明後最多。資訊科學史事件的貢獻者是組織機構多於科學家。再者，資訊科學史內容大多是無因果脈絡的敘述，有因果脈絡的內容僅占約四分之一。

課綱是編寫教科書的重要依據，本研究結果顯示課綱對資訊科學史的呈現扮演關鍵的角色，無論是在資訊科學史的篇幅或主題領域皆具有重要的影響。2008年資訊科技課綱因納入資訊科學發展學習內容，該課綱版本教科書即呈現較多資訊科學史內容；而課綱著重的學習領域，亦是教科書主要著墨資訊科學史的領域。此結果呼應學者們的看法，Orpwood與Souque (1984)指出科學史篇幅偏少是因教育主管單位並未將科學史學習列為教學目標，以致教科書忽略了科學史的呈現；而Ma與Wan (2017)也認為，課程標準對於科

表6：資訊科學史內容因果脈絡分析結果

主題領域	課綱版本			總平均
	1995年	2008年	2018年	
科學家				
<i>n</i>	8.0	13.0	3.3	8.1
全書%	37.4	21.7	18.4	26.7
組織機構				
<i>n</i>	13.6	45.5	12.0	22.9
全書%	62.6	78.3	81.6	73.3
合計				
<i>N</i>	21.6	58.5	15.3	31.0
全書%	100.0	100.0	100.0	100.0

註：*n*為每套教科書平均次數。

表7：高中資訊科技教科書資訊科學史內容分析結果摘要

分析向度	項目／類目	分析結果
篇幅分析	比例	篇幅偏少，每套平均占全書的2.20%。
	呈現形式	文字說明最多，其次是圖片，最少的是表格。
內容分析	圖片	硬體設備圖片最多，其次是軟體、人物圖片。
	主題領域	「軟體」最多，其次是「網路」、「程式語言及演算法」、「硬體」，而「人文社會」及「人工智慧」領域最少。
	年代	1946年ENIAC電腦發明後最多。
	貢獻者	組織機構多於科學家。
	因果脈絡敘述	有因果脈絡的敘述僅占四分之一。

註：ENIAC: Electronic Numerical Integrator and Computer.

學史重視程度的不同，是導致科學教科書科學史數量差異之最重要因素。因此，隨著課綱的變革，學習內容與主題領域的調整，亦牽動著資訊科技教科書資訊科學史的呈現。

本研究也發現，即使是依循同一課綱編寫的教科書，其資訊科學史內容與篇幅也有相當差異，顯然，教科書作者也影響資訊科學史內容的呈現。呂紹海與巫俊明(2008)亦得到類似的研究發現。究其原因，可能與教科書作者的科學史素養(Leite, 2002; Niaz, 2000)或是對科學史的關注程度(Ma & Wan, 2017)有關。是以，協助教科書作者提升資訊科學史素養及對資訊科學史的態度，也是值得重視的。

根據上述研究結果，建議未來修訂資訊科技課綱時，應比照2008年課綱將資訊科學史納入學習內容，或是教科書編寫的參照準則，以充實資訊科技教科書資訊科學史的內

容。亦建議教科書在資訊科學史呈現上，除了文字敘述外，建議多使用一些科學家及人文社會相關圖片，讓內容與呈現方式更多樣化；並建議應增加新興科技(如：人工智慧)及人文社會相關的資訊科學史內容，以引導學生瞭解科技創新的發展歷程，以及其對社會影響的相關議題。此外，除教科書作者之外，資訊教師對資訊科學史之看法也影響其選用教科書及講授資訊科學史，建議未來應提供相關研習機會，增進教師及教科書作者的資訊科學史素養。

誌謝

本研究得以完成，感謝科技部補助計畫「應用科學史於高中電腦科學教學」(計畫編號：MOST 100-2511-S-003-016-MY3)，以及協助本研究的電腦科學教育實驗室成員。

參考文獻

1. 吳正己(2020)。資訊科技課程發展沿革。收錄於吳正己、張凌倩(編著)，**中學資訊科技教材教法**(頁13-20)。臺北市：五南。
[Wu, C.-C. (2020). History of ICT curriculum development in Taiwan. In C.-C. Wu & L.-C. Chang (Eds.), *Instructional materials and methods for secondary information technology courses* (pp. 13-20). Taipei, Taiwan: Wunan.]
2. 呂紹海、巫俊明(2008)。國小「自然與生活科技」教科書中科學史內容之分析。**新竹教育大學教育學報**，25(2)，1-31。doi:10.7044/NHCUEA.200812.0001
[Li, S.-H., & Wu, C.-M. (2008). Analyzing the historical content of elementary science and technology textbooks. *Educational Journal of NHCUE*, 25(2), 1-31. doi:10.7044/NHCUEA.200812.0001]
3. 林育慈、吳正己(2016)。運算思維與中小學資訊科技課程。**教育脈動電子期刊**，6，38-53。查詢日期：2020年10月29日，檢自https://epaper.naer.edu.tw/edm.php?grp_no=2&edm_no=139&content_no=2700。
[Lin, Y.-T., & Wu, C.-C. (2016). Computational thinking and K-12 information technology curriculum. *Pulse of Education*, 6, 38-53. Retrieved October 29, 2020, from https://epaper.naer.edu.tw/edm.php?grp_no=2&edm_no=139&content_no=2700]

4. 林陳涌、鄭榮輝、張永達(2009)。融入科學史教學對高中學生的科學本質觀、對科學的態度以及學習成就的影響。《科學教育學刊》，17(2)，93-109。doi:10.6173/CJSE.2009.1702.01
[Lin, C.-Y., Chang, Y.-T., & Cheng, J.-H. (2009). The effect of inclusion of history of science on senior high students' understanding of the nature of science, attitudes toward science, and academic achievement. *Chinese Journal of Science Education*, 17(2), 93-109. doi:10.6173/CJSE.2009.1702.01]
5. 邱奕華、劉湘瑤(2014)。科學史教學對學生科學認識觀與概念學習的影響——不同教學順序的比較。《科學教育學刊》，22(3)，307-330。doi:10.6173/CJSE.2014.2203.04
[Chiu, Y.-H., & Liu, S.-Y. (2014). Does sequence matter? The influence of teaching history of science on students' scientific epistemological views and conceptual learning. *Chinese Journal of Science Education*, 22(3), 307-330. doi:10.6173/CJSE.2014.2203.04]
6. 教育部(1983)。高級中學課程標準。臺北市：正中。
[Ministry of Education. (1983). *Curriculum standards of senior high school education*. Taipei, Taiwan: Cheng Chung.]
7. 教育部(1996)。高級中學課程標準。臺北市：作者。
[Ministry of Education. (1996). *Curriculum standards of senior high school education*. Taipei, Taiwan: Author.]
8. 教育部(2008年5月23日)。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。查詢日期：2020年10月29日，檢自<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/722/67284.pdf>。
[Ministry of Education. (2008, May 23). *Guidelines of grade 1-9 curriculum for elementary and junior high school education: Science and technology learning area*. Retrieved October 29, 2020, from <https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/722/67284.pdf>]
9. 許良榮、邱玉如(2003)。國內大專用書「自然科學概論」內容之潛在問題分析。《科學教育月刊》，262，2-12。doi:10.6216/SEM.200309(262).0001
[Hsu, L.-R., & Chiu, Y.-J. (2003). Potential problems of the undergraduate textbooks on the introduction to natural science in Taiwan. *Science Education Monthly*, 262, 2-12. doi:10.6216/SEM.200309(262).0001]
10. 許良榮、蕭培玉(2007)。中小學之科學本質與科學史的教學需求之研究。《科學教育學刊》，15(1)，1-23。doi:10.6173/CJSE.2007.1501.01
[Hsu, L.-R., & Hsiao, P.-Y. (2007). A study of the necessity for teaching the “nature of science” and “history of science” in elementary and secondary schools. *Chinese Journal of Science Education*, 15(1), 1-23. doi:10.6173/CJSE.2007.1501.01]
11. 陳勇志、洪木利、林財庫(1998)。現行國中理化教科書的科學史內容之分析。《科學與教育學報》，2，181-204。

- [Chen, Y.-J., Horng, M.-L., & Lin, T.-K. (1998). Analyzing the historical content of current junior high school physics and chemistry textbooks. *Journal of Science and Education*, 2, 181-204.]
12. 國家教育研究院(2018a年11月2日)。十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域。查詢日期：2020年10月29日，檢自<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=6572>。
- [National Academy for Educational Research. (2018a, November 2). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools: Natural sciences*. Retrieved October 29, 2020, from <https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=6572>]
13. 國家教育研究院(2018b年9月20日)。十二年國民基本教育課程綱要——國民中學暨普通型高級中等學校：科技領域。查詢日期：2020年10月29日，檢自<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=6852>。
- [National Academy for Educational Research. (2018b, September 20). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for junior high schools and general senior high schools: Technology*. Retrieved October 29, 2020, from <https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=11&mid=6852>]
14. 普通高級中學課程發展委員會、普通高級中學課程總綱修訂小組、普通高級中學各科課程綱要專案小組編(2009)。普通高級中學課程綱要。臺北市：教育部。
- [Putong Gaoji Zhongxue Kecheng Fazhan Weiyuanhui, Putong Gaoji Zhongxue Kecheng Zonggang Xiuding Xiaozu, & Putong Gaoji Zhongxue Geke Kecheng Gangyao Zhuanan Xiaozu. (Eds.). (2009). *Curriculum guidelines of senior high school education: General guidelines*. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.]
15. 傅麗玉(2001)。兒童科技史：臺灣兒童讀物中科技史材料之研究。科學教育學刊，9(4)，417-434。doi:10.6173/CJSE.2001.0904.05
- [Fu, L.-Y. (2001). The history of science and technology for children: The history of science and technology in children's books circulated in Taiwan. *Chinese Journal of Science Education*, 9(4), 417-434. doi:10.6173/CJSE.2001.0904.05]
16. 楊國樞、文崇一、吳聰賢、李亦園(2001)。社會及行為科學研究法(第十三版)。臺北市：東華。
- [Yang, G.-S., Wun, C.-Y., Wu T.-S., & Li, Y.-Y. (2001). *Research methods for social and behavioral sciences* (13th ed.). Taipei, Taiwan: Tunghua.]
17. 熊同鑫(2013)。自然與生活科技領域教科書中的多元文化圖像。教科書研究，6(3)，35-57。doi:10.6481/JTR.201312_6(3).02
- [Hsiung, T.-H. (2013). Multicultural images in science and technology textbooks. *Journal of*

- Textbook Research*, 6(3), 35-57. doi:10.6481/JTR.201312_6(3).02]
18. Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131-152. doi:10.1016/S0360-1315(99)00029-9
 19. Aycock, J. (2015, June). *Applied computer history: Experience teaching systems topics through retrogames*. Paper presented at the Innovation and Technology in Computer Science Education Conference 2015. New York, NY. doi:10.1145/2729094.2742583
 20. Cass, S. (2020). Careers: The top programming languages: Our latest rankings put Python on top—again. *IEEE Spectrum*, 57(8), 22-22. doi:10.1109/MSPEC.2020.9150550
 21. Ceruzzi, P. E. (2003). *A history of modern computing* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
 22. Chen, Y. F., & Wu, C.-C. (2013, March). *Bring history of computing into high school CS curriculum: Teachers' perspectives*. Paper presented at the 2013 Learning and Teaching in Computing and Engineering. Macau, China. doi:10.1109/LaTiCE.2013.16
 23. Chiu, C.-F. (2015, April). *Programming examples analysis of commercial vocational high school textbooks in Taiwan*. Paper presented at the 2015 Learning and Teaching in Computing and Engineering. Taipei, Taiwan. doi:10.1109/LaTiCE.2015.51
 24. Clary, R. M., & Wandersee, J. H. (2015). The history of science in the science classroom: The past is the key to the future in science education. *Earth Sciences History*, 34(2), 310-332. doi:10.17704/1944-6187-34.2.310
 25. Clough, M. P. (2017). History and nature of science in science education. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education* (pp. 39-51). Rotterdam, The Netherlands: Sense. doi:10.1007/978-94-6300-749-8_3
 26. Drakopoulou, M., Skordoulis, C., & Halkia, K. (2005, July). *History of science in 20th century Greek science textbooks of primary education*. Paper presented at the International History, Philosophy and Science Teaching Conference. Leeds, UK.
 27. Draper, G. M., Kessler, R. R., & Riesenfeld, R. F. (2009). A history of computing course with a technical focus. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1), 458-462. doi:10.1145/1539024.1509024
 28. Garrison, D. R. (2011). *E-learning in the 21st century: A framework for research and practice*. New York, NY: Routledge. doi:10.4324/9780203838761
 29. Gauld, C. (1992). Wilberforce, Huxley & the use of history in teaching about evolution. *The American Biology Teacher*, 54(7), 406-410. doi:10.2307/4449529
 30. Ge, Y.-P., Unsworth, L., Wang, K.-H., & Chang, H.-P. (2018). What images reveal: A comparative study of science images between Australian and Taiwanese junior high school textbooks. *Research in Science Education*, 48, 1409-1431. doi:10.1007/s11165-016-9608-9
 31. Hazzan, O., Lapidot, T., & Ragonis, N. (2015). *Guide to teaching computer science: An*

activity-based approach. London, UK: Springer.

32. Höttecke, D., & Silva, C. C. (2011). Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. *Science & Education*, 20, 293-316. doi:10.1007/s11191-010-9285-4
33. Impagliazzo, J., & Lee, J. A. (2004, August). *Using computing history to enhance teaching*. Paper presented at the IFIP International Conference on the History of Computing. Toulouse, France. doi:10.1007/1-4020-8136-7_17
34. Jiao, Q., & Lv, H. (2009, March). *Cultural function and spiritual value of computer science history and computer science education*. Paper presented at the 2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science. Wuhan, China.
35. Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13, 205-226. doi:10.1016/S0959-4752(02)00021-X
36. Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., et al. (1997). The past and future history of the Internet. *Communications of the ACM*, 40(2), 102-108. doi:10.1145/253671.253741
37. Leite, L. (2002). History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, 11, 333-359. doi.org/10.1023/A:1016063432662
38. Lin, J. M.-C., Lin, K.-Y., & Wu, C.-C. (1999). A content analysis of programming examples in high school computer textbooks in Taiwan. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 18(3), 225-244. Retrieved August 11, 2021 from <https://www.learntechlib.org/primary/p/8829>
39. Liu, Y., & Treagust, D. F. (2013). Content analysis of diagrams in secondary school science textbooks. In M. S. Khine (Ed.), *Critical analysis of science textbooks* (pp. 287-300). Dordrecht, The Netherlands: Springer. doi:10.1007/978-94-007-4168-3_14
40. Ma, Y., & Wan, Y. (2017). History of science content analysis of Chinese science textbooks from the perspective of acculturation. *Science & Education*, 26(6), 669-690. doi:10.1007/s11191-017-9914-2
41. Matthews, M. R. (2014). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science, 20th anniversary revised and expanded edition* (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
42. Matthews, M. R. (2015). History of science in the curriculum. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 459-462). Dordrecht, The Netherlands: Springer. doi:10.1007/978-94-007-2150-0_162
43. McDonald, C. V. (2016). Evaluating junior secondary science textbook usage in Australian

- schools. *Research in Science Education*, 46, 481-509. doi:10.1007/s11165-015-9468-8
44. Myers, B. A. (1998). A brief history of human-computer interaction technology. *Interactions*, 5(2), 44-54. doi:10.1145/274430.274436
45. Niaz, M. (2000). A rational reconstruction of the kinetic molecular theory of gases based on history and philosophy of science and its implications for chemistry textbooks. *Instructional Science*, 28, 23-50. doi:10.1023/A:1003429101358
46. Oldroyd, D. R. (1977). Teaching the history of chemistry in New South Wales secondary schools. *Australian Science Teachers Journal*, 23(2), 9-22.
47. O'Regan, G. (2018). EDVAC and ENIAC computers. In G. O'Regan (Ed.), *The innovation in computing companion* (pp. 113-117). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-030-02619-6_23
48. Orpwood, G. W. F., & Souque, J.-P. (1984). *Science education in Canadian schools. Volume I. Introduction and curriculum analyses. Background study 52*. Ottawa, Canada: Science Council of Canada.
49. Panetta, K. (2017, October 3). *Gartner top 10 strategic technology trends for 2018*. Retrieved October 29, 2020, from <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018>
50. Pekdağ, B., & Azizoğlu, N. (2020). History-based instruction enriched with various sources of situational interest on the topic of the atom: The effect on students' achievement and interest. *Research in Science Education*, 50, 1187-1215. doi:10.1007/s11165-018-9728-5
51. Rupf, J. A. (2004). Teaching the history of computing (painlessly). *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 20(2), 212-218. doi:10.5555/1040151.1040176
52. Scherer, R., Siddiq, F., & Sánchez Viveros, B. (2019). The cognitive benefits of learning computer programming: A meta-analysis of transfer effects. *Journal of Educational Psychology*, 111(5), 764-792. doi:10.1037/edu0000314
53. Solbes, J., & Traver, M. (2003). Against a negative image of science: History of science and the teaching of physics and chemistry. *Science & Education*, 12, 703-717. doi:10.1023/A:1025660420721
54. Tatnall, A. (2012). *Reflections on the history of computing: Preserving memories and sharing stories*. New York, NY: Springer.
55. Walrand, J., & Varaiya, P. P. (2000). *High-performance communication networks*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
56. Whitman, D. (2004). *The mad, mad world of textbook adoption*. Washington DC: Thomas B. Fordham Institute.
57. Winegrad, D. (1996). Celebrating the birth of modern computing: The fiftieth anniversary of a discovery at the Moore School of Engineering of the University of Pennsylvania. *IEEE Annals*

- of the History of Computing*, 18(1), 5-9. doi:10.1109/85.476556
58. Wolfer, J. (2017, March). *Embedding a sense of history in the computing curriculum: Historic influences on a custom CPU instruction set*. Paper presented at the 2017 IEEE World Engineering Education Conference. Santos, Brazil. doi:10.1109/EDUNINE.2017.7918177
59. Wu, C.-C., Lee, G. C., & Lai, H.-K. (2004). Using concept maps to aid analysis of concept presentation in high school computer textbooks. *Education and Information Technologies*, 9(2), 185-197. doi:10.1023/B:EAIT.0000027930.09631.a5
60. Yacoubian, H. A., Al-Khatib, L., & Mardirossian, T. (2017). Analysis of the image of scientists portrayed in the Lebanese national science textbooks. *Science & Education*, 26, 513-528. doi:10.1007/s11191-017-9908-0
61. Zendler, A., & Reile, S. (2018). The effect of reciprocal teaching and programmed instruction on learning outcome in computer science education. *Studies in Educational Evaluation*, 58, 132-144. doi:10.1016/j.stueduc.2018.05.008

附錄：分析之教科書參考書目

- A：王裕德、江政翰、林奇鋒、梁銘誠、陳章裕、曾鈴惠等(2004)。高中電腦(上、下冊)。臺北市：全華科技圖書。
- B：張翔宇、蔡志宏編(2002)。高中電腦(上、下冊)。臺北市：華興。
- C：黃慧容(2001)。高中電腦(上冊)。臺北市：全華科技圖書。
黃慧容(2002)。高中電腦(下冊)。臺北市：全華科技圖書。
- D：旗立電腦研究室編(2004)。高中電腦(上、下冊)。臺北市：旗立資訊。
- E：劉政儒、邱欣儀編(2003)。高級中學電腦(上冊)。臺北縣：創意家資訊。
劉政儒編(2003)。高級中學電腦(下冊)。臺北縣：創意家資訊。
- H：施威銘、吳文立、李亮生、陳源宏編(2010)。資訊科技概論。臺北市：旗立資訊。
- I：楊順昌、胡雅筑(2010)。資訊科技概論。臺北市：啟芳。
- J：翟家甫、劉洲溶、江振在、郭欣怡(2010)。普通高級中學：資訊科技概論。臺北縣：全華圖書。
- K：蔡志敏編(2012)。普通高級中學：資訊科技概論。臺北市：松崗資產管理。
- M：旗立資訊研究室編(2019)。資訊科技。臺北市：旗立資訊。
- N：陳宗和、蔣彥亭、宋瑞豐、陳姿蓉、陳姿佑(2019)。普通型及技術型高級中等學校科技領域：資訊科技。新北市：科友圖書。
- O：蔡志敏(2019)。資訊科技：適用普通型高級中等學校。臺北市：基峯資訊。
- P：鄭立鴻、李啟龍、李威宏、陳筱雯(2019)。普通型及技術型高級中等學校 科技領域：資訊科技。臺北市：啟芳。

Content Analysis of the History of Computer Science in Senior High School Information Technology Textbooks

Chiu-Yen Chen¹, Chiung-Fang Chiu² and Cheng-Chih Wu^{3,*}

¹Graduate Institute of Information and Computer Education, National Taiwan Normal University

²Graduate Institute of Curriculum Instruction and Technology, National Chi Nan University

³Graduate Institute of Information and Computer Education, National Taiwan Normal University

Abstract

The purpose of this study was to analyze how the History of Computer Science (HoCS) is presented in senior high school information technology textbooks. The review checklists for analyzing the contents of HoCS in the textbooks were developed and contained the following topics: space allocated, type of pictures, field, era, contributor, and context about the evolution of computer science theories or techniques. A total of 13 senior high school information technology textbooks endorsed by the Taiwan Ministry of Education were analyzed. The findings of this study were as follows: (1) the space allocated to HoCS ranged from 0.20% to 5.40% (an average of 2.20%); (2) the main format of history presentation used in HoCS was text; (3) the pictures used in HoCS mainly featured equipment; (4) the most discussed field in HoCS was software; (5) the era of history incidents presented in HoCS occurred mainly in the years after the invention of the Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC) in 1946; (6) the names of contributors mentioned in HoCS were mostly organizations; (7) the narrative of HoCS is mainly simple and without much further explanation about the evolution of computer science theories or techniques. In addition, this study found that the computer science curriculum guidelines and textbook authors were important factors affecting how HoCS was presented in these textbooks. Based on these findings, the researchers of this study posit that HoCS should be included in the learning content of future computer science curriculum guidelines. Furthermore, teachers' and textbook authors' literacy of HoCS should also be enhanced.

Key words: Information Technology Textbook, Computer Science, History of Computer Science

* Corresponding author: Cheng-Chih Wu, chihwu@ntnu.edu.tw