

資訊科學教學網站知識類型 與 STEM 關聯之內容分析

游佳萍 趙慕芬 洪彩馨

非正式教育成爲人們主要學習管道，許多資訊科學教學網站提供運算思維的學習資源。本研究探討臺灣瀏覽量排名前三的資訊科學網站，了解教學內容的知識分類及STEM相關部分。研究使用3個資訊科學教學網站共795篇文章，進行內容分析。研究發現：（一）資訊科學網站重視技術性知識，強調實用性和實際操作方法；（二）網站教學偏重技術性知識，較少涉及原理性知識，對於學習進階知識幫助有限；（三）網站教材對應用於資訊科學的數學相關陳述，普遍不足；（四）3個網站STEM教學文章風格一致，但著重傳遞的知識種類，有所不同。T客邦和重灌狂人偏技術性知識，iThome著重新事件、趨勢和解決方案的事實性知識。研究建議，網站管理者應注意教學文章內容，在傳遞知識時需有敘事主軸，使其具有市場區隔性。若能理解知識類型的相互搭配以及STEM科際整合之意涵，或許能幫助優化教學文章內容。

關鍵詞：資訊科學教學網站、數位學習、STEM、知識分類

收件：2023年1月30日；修改：2023年6月8日；接受：2023年6月13日

游佳萍，淡江大學資訊管理學系教授

趙慕芬，淡江大學企業管理學系副教授，E-mail: cmf@mail.tku.edu.tw

洪彩馨，淡江大學資訊管理學系碩士

Intersection of Knowledge Classifications and Science, Technology, Engineering, and Mathematics in Information Technology Teaching Education Through Content Analysis of Teaching Websites

Chia-Ping Yu Mu-Fen Chao Tsai-Shin Hung

Currently, informal education has emerged as an effective channel for learning, with numerous computer science teaching websites providing resources to foster computational thinking. This study conducted a content analysis of Taiwan's three most frequented computer science websites to understand the knowledge categories and STEM integration. Key findings from the 795 articles of these websites are: (1) These websites focus on technical skills, practical application, and experiential learning methods. (2) Although these websites have excellent performance in terms of imparting technical knowledge, they often neglect the underlying principles or “know-why,” which limits their utility in providing a comprehensive understanding to users. (3) A notable deficiency exists in mathematics-related material, which has crucial applications in computer science. (4) While STEM-focused articles are thematically aligned, the types of knowledge they convey varies substantially. TechBridge and Briian websites focus on technical knowledge, whereas iThome provides new events, trends, and practical solutions. This study suggests that website administrators should prioritize thematic consistency and narrative coherence in their educational content to ensure distinct market segmentation. A deeper comprehension of the interplay between different types of knowledge and the meaning of interdisciplinary integration in STEM can enhance the effectiveness of these educational online articles.

Keywords: computer science teaching website, e-Learning, STEM, knowledge classification

Received: January 30, 2023; Revised: June 8, 2023; Accepted: June 13, 2023

Chia-Ping Yu, Professor, Department of Information Management, Tamkang University.
Mu-Fen Chao, Associated Professor, Department of Business Administration, Tamkang University,
E-mail: cmf@mail.tku.edu.tw
Tsai-Shin Hung, Master, Department of Information Management, Tamkang University.

壹、前言

運算思維（computational thinking）近年成爲教育領域熱門議題，學者（如：Chen et al., 2023; Rich et al. 2021; Sun et al., 2021）認爲運算思維爲資訊科學中與程式、編碼相關之基本概念，爲資訊數位時代的重要能力（Chen et al., 2023; Çoban & Korkmaz, 2021; Kert et al., 2020; Ogegbo & Ramnarain, 2021; Yadav et al., 2016）。運算思維運用資訊科學，解決問題與了解複雜系統（Ogegbo & Ramnarain, 2021）。STEM 教育研究社群中，運算思維愈來愈受到關注（Lyon & Magana, 2020）。

離開學校後，要繼續培養資訊科學相關知識，常以終身學習中的非正式教育之學習爲主。非正式教育尤其是透過網路等科技爲媒介，可滿足現代人對於終身學習的需求（顏春煌，2015）。拜教育科技發展所賜，在網路上觀看教學網站，自學資訊科學者愈來愈多。數位學習能讓人們不受時空限制地接收新知，教學者可利用傳播科技將數位化教材傳遞給學習者，學習者能透過電腦、行動裝置與網路等，進行遠距數位學習活動（El-Sabagh, 2021; Ong, 2004）。發展 21 世紀學習技能時，電腦媒體中的課程與非正式指導，是特別有效的方法（Warschauer & Matuchniak, 2010）。非正式教育之學習在資訊科學方面的應用，有多種方式，例如 Udemy（<https://www.udemy.com/>）或 Hahow（<https://hahow.in/>），讓學習者購買付費線上課程來進行學習；Mobile01（<https://www.mobile01.com/>）設置專業討論區或論壇，讓學習者提問後讓其他專業人士來解答；iThome（<https://www.ithome.com.tw/>）、T 客邦（<https://www.techbang.com/>）等網站則有專人撰寫教學文章。

隨著教育改革與發展，教育界日益重視培養學習者的綜合能力，讓學習者利用所學知識解決問題，了解所學新知該如何與既有能力，進行結合。科學——科技——工程——數學教育（Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education, STEM）教育結合科學、科技、工程和數學 4 門學科的專業知識，培養學習者全面性思考與靈活運用

知識的能力。Conley 等人（2014）認為 STEM 整合學科，進行凝聚性教學，可用於解決現實世界發生的問題。科學對大自然現象或原理提出問題和假設，進行實際驗證與調查（Bartholomew, 2015; Lamberg & Trzynadlowski, 2015）。科技是一個過程，包括設計、製作和使用技術，運用材料、工具、資源等製成品，滿足生活需要。工程旨在設計產品或製造社會所需工具，提供系統化的方法，為人們解決問題（Avery & Reeve, 2013）。數學利用測量、幾何、三角函數、空間概念等方式，進行分析和統計。STEM 教育的特色除了跨越學科進行整合，另一項特色是情境式的教學模式。Kelley（2010）指出，STEM 教育是用真實情境去引導學生進入學習環境，情境學習是 STEM 教育的驅動齒輪。

教育是為了培育人才，教學者設定教學目標，傳授知識。教學者擁有的知識結構，會影響其教材設計和教學方式，進而影響學生學習（劉清華，2004）。知識分類讓教學者了解知識的主要結構，缺乏完善的知識分類，將影響教學內容的設計，進而影響教學目標。教學者如果缺乏知識分類或知識結構的相關認知，在編寫教學內容或設計教材上，恐會遇到障礙，或是傳達了不完整的知識。知識分類結構清晰者，教學內容會較臻於完善。

離校後的主要學習管道，來自非正式教育。資訊科學領域變化迅速，因此網路上出現許多資訊科學教學網站，供使用者自學並提升運算思維。這些網站以圖文、影音等方式進行教學，以超連結方式提供外部延伸資源，還會以討論區或論壇進行學習者之間，或學習者與教學文章作者之間的互動。過往研究主要關注於中學生的運算思維養成，高等教育中的運算思維，少有相關研究（Lyon & Magana, 2020），更遑論離校後的終身學習。因此，本研究旨在探討臺灣網站瀏覽量排名前三的資訊科學網站，了解其教學內容，著重何種類型知識，與 STEM 的哪些部分。俾使有志進行資訊科學非正式教育者，在編寫教材時能有所參考，對教材設計有更完善的想法。

貳、文獻探討

一、數位教科書與數位學習

數位教科書 (digital textbook) 雖然發展歷史不算長,但憑藉智能化、交互性和靈活性等特點,已經引起學界的廣泛關注 (王潤, 2022)。數位教科書是科技媒介學習的基本組成部分 (Lee & Yau, 2015)。根據 Rodríguez 等人 (2015) 的觀點,將紙本教科書轉換為 PDF 檔的電子書 (e-book),或透過網站提供彈性、低成本甚至免費的數位教材和資源,都可以歸屬為數位教科書的範疇。數位教科書以多媒體形式呈現,學習者可以自由探索其中的資訊,並透過內容搜尋、互動和溝通的增加,優化使用者的學習過程 (Joo et al., 2017)。數位教科書的互動性、易用性和便捷的搜索特性,使其在教育科技中的重要性不斷增強 (Ye, 2021)。

數位學習是利用電子工具和科技進行教學或學習的方式 (Martin & Webb, 2001)。它利用網路科技傳遞數位內容,讓學習者獲取知識 (Rosenberg & Foshay, 2002),或透過資訊科技傳遞和促進學習 (Guha & Maji, 2008)。Kanninen (2008) 指出數位學習的環境包括虛擬環境的學習活動,讓使用者能夠透過網路使用多種學習工具。Lin 等人 (2010) 說明數位學習是透過網路進行教學和學習的方式。Turban 等人 (2006) 指出,數位學習有助於學習者減少交通時間和成本,增加一般人接近專家的機會,並消除時間、距離和社經地位帶來的障礙。數位學習還可以減少空間使用,延長學習時間 (Li, 2009),並為學習者提供平等的學習機會 (Guha & Maji, 2008)。它讓全職工作者和長期未接觸學校的人獲得學習機會 (Smith & Ferguson, 2005),提高知識傳播的效率。

隨著行動裝置的普及,數位學習中的行動學習持續增長 (Little, 2012),也使數位教科書受到重視。在高等教育領域,數位教科書愈來愈普遍 (Baek & Monaghan, 2013; Ye, 2021)。數位教科書的定位、發展

甚至法規制度都引起討論。許多國家或地區已將數位教科書納入中小學教育領域，例如，美國、日本、韓國、新加坡、中國大陸和香港，並將其列為重要的教育政策發展方向（楊國揚等人，2019）。

二、知識類型

知識是一個複雜且廣泛的概念，對於知識的定義，專家學者有著不同的觀點。Beckman（1997）認為知識是人類對資料和資訊進行推論，以解決問題並提升決策的效果。Davenport 與 Prusak（1998）指出，知識是一種流動的混合體，包含經驗、價值觀和專家意見等，用於引導決策和行為。在學習和教學的文獻中，知識扮演著重要的角色，並有多種分類方式（de Jong & Ferguson-Hessler, 1996）。一些學者探討知識的分類，根據特定的標準將知識分類，以探索知識體系。例如，Nickols（2000）將知識分為外顯知識和內隱知識；而 Lundvall（2011）則使用 4W（know-what、know-why、know-how 和 know-who）將知識分為 4 類，也就是事實性、原理性、技術性和人際知識。

了解知識分類的定義和意涵，能使教材設計者或撰寫者更深入理解知識特性，而有助於規劃教材內容。以機器學習課程設計為例，如果偏重於原理性知識，可以解釋機器學習在解決問題過程中的運作原理；若偏重技術性知識，可以說明如何撰寫一個完整的機器學習程式。著重不同類型的知識，將會影響課程規劃內容。本研究在探討資訊科學教學網站的教學文章內容時，將採用 4W 的分類方式，分析知識類型。有關本研究所使用的知識分類相關資訊，請參見表 1。

表 1 知識的分類

知識分類	學者或機構	定義
事實性知識 Know-What	Lundvall (2011) Organization for Economic Cooperation and Development [OECD] (1996) Quinn (1992)	是從實際經驗中得到的知識 以數據和事實為主的知識 與事實有關的知識，像是知道城市人口數
原理性知識 Know-Why		理解專業知識間因果關係的知識 以原理和規律為主的知識 自然界、人類思想和社會中的原則以及運動定律，相當於科學知識
技術性知識 Know-How		運用學到的專業知識去解決問題 以經驗和能力為主的知識 技術性知識是指專有技術
人際知識 Know-Who	Lundvall (2011) OECD (1996)	以人際互動、社會關係為主的知識 能理解具體、有選擇性的社會關係，知道誰知道什麼、可以做什麼，並和這些人建立社會關係

三、STEM 教育

1986年美國國家科學委員會（National Science Board）希望透過 STEM 教育提升美國的經濟競爭力（National Research Council [NRC], 2012）。在 1990 年代，美國國家科學基金會（National Science Foundation）採用 SMET 作為科學（science）、數學（mathematics）、工程（engineering）、科技（technology）的縮寫，以描述多門學科的整合教學。然而，2001 年 STEM 逐漸取代了 SMET，成為整合教育的統稱。2006 年，前美國總統布希（George Walker Bush）發表美國競爭力計畫（*American Competitiveness Initiative*），積極推行 STEM 教育。歐巴馬（Barack Obama）繼任美國總統後，推動美國振興及投資法案，大量投入 STEM 教育。臺灣《十二年國民基本教育課程綱要》中，數學強調將數學應用於日常生

活，自然科學則強調實作的重要性，而科技則著重於程式設計和實際操作，與 STEM 教育所重視的理念相契合（朱立群，2017）。

STEM 涵蓋科學、科技、工程和數學學科。首先是科學，美國國際技術與工程教育學會出版《技術素養標準：科技研究內容》（International Technology and Engineering Education Association [ITEEA], 2007），強調科學是對自然世界進行研究，通過觀察、識別、描述、實驗和理論解釋等步驟來了解自然世界。Herschbach（2011）指出，科學的功能是利用調查工具來發現和發展知識。新一代科學標準（The Next Generation Science Standards, NGSS）將科學分為 3 個方面，即實踐、跨學科概念和核心思想（NRC, 2013）：實踐指的是學生理解科學家如何建立與調查自然世界的模型和理論；跨學科概念鼓勵學生將不同領域的知識，加以應用與連結；核心思想指的是學生需要具備對整體情境的理解，以及能夠不斷增加深度和複雜度的可學習概念（邱美虹，2016）。

Mitcham（1994）認為科技活動包含設計、製作和使用。美國國際技術與工程教育學會出版的科技素養標準將科技視為人類的創新，涉及知識生成、流程和系統開發。科技是被設計出來或人造的東西（Herschbach, 2011）。科技是人類設計的產物，能夠滿足需求（NRC, 2013）。因此，Kelley 與 Knowles（2016）認為科技可被視為由人類意志和社會文化驅動形成的人類價值觀。科技除了技能之外，還包含實踐，是一套完整的知識體系（Kelley & Knowles, 2016）。

科技素養標準將工程定義為利用自然界的材料和力量，造福人類的方法（ITEEA, 2007）。美國國家科學研究委員會將工程定義為設計人造世界的過程，工程師在設計過程中通過科學探究獲得科學知識，然後創造解決問題的方法來改變世界（NRC, 2012）。工程利用系統性和反覆運算的方法來設計物體、流程和系統，以滿足人類的慾望和需求，解決人類問題（NRC, 2013）。Grubbs 與 Strimel（2015）認為工程設計是使用各種工具建立和分析模型，以獲得最佳化的解決方案。

數學是透過邏輯推理和抽象化的概念，利用符號計算和測量物體的

形狀和運動。Devlin (2003) 指出構成數學內容的實體，例如，點、線和函數，在自然世界中並不存在。Burghardt 與 Hacker (2004) 認為數學應用於跨學科領域中，例如，在工程設計過程中，會使用數學分析尋找解決方案。

傳統的課程模式將每個學科單獨進行教授 (McNeil, 1990)，STEM 教育則強調整合性的課程設計 (Herschbach, 2011)。跨學科領域中，透過實際應用的方式，學習如何運用知識 (Herschbach, 2011)，使學習者能夠從不同的觀點進行全面性思考。Frykholm 與 Glasson (2005) 發現接受 STEM 教育的學生對科學和數學學科內容有更深入的理解。Jackson 等人 (2014) 指出 STEM 教育激發學生對科技運作方式的好奇，培養其解決問題和實踐能力，進而獲得滿足感。STEM 教育另一特色，是情境性的教學。在資訊科學教學中，透過觀看網上利用程式語言製作手機遊戲的教學影片，模仿其內容製作相似的手遊，即為情境學習的一種形式。余勝泉與胡翔 (2015) 指出 STEM 教育具有情境性，強調將知識結合生活中的問題，讓學生能夠識別如何應用知識來解決不同情境的問題。Kelley 與 Knowles (2016) 認為學習是在情境中進行的，學習者的內在因素和外環境因素對整個學習過程都至關重要。情境學習讓學生在解決問題的過程中不僅能夠獲取知識，還能深入了解知識的實際應用方式 (余勝泉、胡翔，2015)。

四、運算思維與 STEM

運算思維由 Papert 於 1980 年首次提出，Wing 於 2006 年進一步闡述 (Wing, 2006)。運算思維透過應用各種策略、實務或工具來進行改善，尋求更加有效率、準確與優雅地處理資訊 (Denning & Tedre, 2021; Lodi & Martini, 2021)。近年來，對運算思維的探討逐漸增多，並被認為對 21 世紀的學生非常重要，而非僅限於資訊科學或數學有興趣的學生 (Denning & Tedre, 2021)。大多數對運算思維的討論聚焦於高中教育，通常此時才開始正規電腦課程教育 (García-Peñalvo et al., 2016;

Guzdial, 2015; Lockwood & Mooney, 2017)。然而，對運算思維有充分認識者，就會知曉運算思維對現代所有人的重要性，值得在更多的教育階段推動運算思維教學（Li et al., 2020）。

運算思維的核心是邏輯思考與系統化思考能力，有助於解決問題、設計系統與了解人類行為。因此，在STEM教育中培育運算思維，是一個有待開展的前沿主題（Li, 2018; Li et al., 2020）。運算思維不僅與資訊科學攸關，還與其他專業領域及日常活動有關，應將運算思維融入STEM與其他學科。2018年底美國白宮發布一份規劃未來5年STEM教育的報告*Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*（National Science & Technology Council, 2018），報告中提及厚植STEM素養的成功之道有4個途徑，其中之一為「透過STEM教育，深植運算技能與數位工具，以培養運算素養（computational literacy）」。2018年9月，教育部發布透過《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》（2018，頁1）中，提及「運算思維」是透過電腦科學相關知能的學習，培養邏輯思考與系統化思考等。STEM的教育學者也認為運算思維不是一個獨立的領域，可透過STEM教育，深植運算技能與數位工具，以培養運算素養（Denning & Tedre, 2021; Yadav et al., 2017）。

參、研究方法

本研究蒐集資訊科技網站教學文章，運用內容分析法，進行分析。探討資訊科學網站的教學內容，在知識類型與STEM類別上的分布情形，進行運算思維與STEM之間的探索性研究。以下就研究對象、抽樣方法、數量進行說明。

一、研究對象與範圍

2017~2019年間，資訊科學領域在多個方面有著重要的發展。雲服

務方面，容器、微服務和自動化技術的應用，提供高效的應用程式開發架構和運作模式；人工智慧領域中，各科技公司紛紛推出高效運算平臺，如 Google 的 TensorFlow (<https://www.tensorflow.org/>)、Amazon 的 AWS (<https://aws.amazon.com/>) 和 Microsoft 的 Azure (<https://azure.microsoft.com/>) 等；量子計算機、GPU 產品和高容量儲存體等，也有重要進展。區塊鏈和加密貨幣市場繁榮，智能合約技術有進一步的發展和應用。全球政府開始制定相關法律法規，如日本的《虛擬貨幣資金結算法》、中國的《區塊鏈信息服務管理規定》和新加坡的《支付服務法》等。同時，一些大型科技公司也進行了併購，如 Microsoft 以 70 億美元收購 Github，IBM 以 340 億美元收購 Red Hat 等。此外，一些重大事件，如 WannaCry 勒索軟體攻擊和 Facebook Cambridge Analytica 事件，也引起廣泛的關注和討論。上述發展和事件的衝擊，資訊科學網站的文章愈來愈受到想要自學新知者的重視，因此本研究選擇了 2017~2019 年的相關文章作為樣本。

為選取具代表性的資訊科學教學網站，藉以觀察網站中教學者的教學內容設計，需進行網站篩選。本研究篩選標準有 4 項：使用中文編寫教材內容、主題僅有資訊科學、具有教材編撰固定作者群、教學網站瀏覽量前十名。其中瀏覽量排名，依據為 Alexa 的 2019 年臺灣網站流量排名。符合上述 4 條件，本研究篩選 3 個資訊科學教學網站，按其瀏覽量依序為 T 客邦、iThome，以及重灌狂人網站 (<https://briian.com/>)。此 3 個網站，同時也是臺灣資訊科學教學網站瀏覽量的前三大網站。

T 客邦網站固定的專業作者群，月平均有 16 篇教學文章，內容包含資訊科技教學、不同廠商的產品評比與比價等。每篇文章中都有內文介紹的軟硬體資訊之連結，方便讀者進行實作。文章最後設有留言區域，供讀者發表見解。iThome 發行資訊類雜誌、經營網站與資訊科技知識社群。iThome 網站擁有 7 位固定作者，月平均有 4 篇教學文章。主題以資通安全為主，還涵蓋了雲端應用、人工智慧、大數據、區塊鏈等與資訊科技相關的主題。文章會附上報導連結，並設有讀者留言區。

重灌狂人網站由站長及作者們共同編寫維護網站內容，月平均發布 12 篇教學文章，內容涵蓋電腦軟硬體資訊、軟硬體教學與網路新訊等。教學文章裡除了會有主題軟硬體需求詳細介紹外，還會附上軟體下載連結，最後設有留言區，供讀者發表意見。這 3 個網站的教學文章，都是以文字敘述為主，搭配圖片進行教學。其中，T 客邦成立時間雖然最晚，但是粉絲專頁追蹤人數最多。相關資訊，整理於表 2。

此 3 個資訊科技教學網站中，T 客邦、iThome，以及重灌狂人網站，為臺灣資訊科學線上教學網站瀏覽量前三名。這 3 個資訊科學網站都擁有數位學習的特質，像是提供數位化的學習教材，教學文章撰寫者可藉由電腦、行動設備與網路，傳遞教材內容，進行非同步遠距教學。因此本研究將此 3 個網站，列為蒐集文章對象。本研究主要探討資訊科技教學網站之教學內容，所以會排除新聞與廣告文章，只選取教學文章為分析對象。以 T 客邦為例，2017~2019 年間，共有 422 篇文章，經過濾後，一共選取 406 篇教學文章。同期間以同樣標準進行過濾，iThome 有 91 篇教學文章，重灌狂人網站則有 298 篇文章，3 個網站共計 795 篇。

表 2 3 個資訊科學教學網站的簡介

IT 線上教學網站	成立時間	涵蓋主題	抽樣文章篇數	文章篇數*	粉絲專頁追蹤人數
T 客邦	2010 年	最新資訊科技、電腦教學等與 IT 相關主題	422	406	約 208,000 人
iThome	1997 年	資訊安全、雲端應用、大數據等與 IT 相關主題	91	91	約 77,000 人
重灌狂人	2006 年	電腦軟體、硬體使用教學等與 IT 相關主題	315	298	約 188,000 人

註：* 排除新聞與廣告後的文章篇數。

資料來源：取自 2023 年 1 月 28 日各自網站之粉絲專頁追蹤人數。

本研究根據 Alexa 臺灣網站流量排名，選取資訊科學教學網站瀏覽量前三名網站，T 客邦、iThome 與重灌狂人網站教學文章內容，作為研究對象。此 3 個網站教學文章，雖均為資訊科學，但是探討主題仍有差異。T 客邦網站著重電腦軟硬體介紹，像是架設網站時應遵循的步驟或程序，程式撰寫方式，使用者介面如何設計等；iThome 網站文章主要在資通安全方面，像是如何防範電腦病毒，教學內容著重系統操作流程，例如，說明防毒軟體的安裝方式，以及如何檢測電腦病毒等；重灌狂人網站的教學文章，雖然與 T 客邦有所重疊，但是會較聚焦於較新技術性知識上，像是如何實際使用 Android Studio 寫出 Android 手機的應用程式 (App)，當中會詳細說明程式如何寫，並編寫完整操作流程，讓學習者按照步驟教導，即可做出 App。

二、內容分析

內容分析法將非定量資料，轉化為定量數據，進行判斷和推論 (Kerlinger, 1986)。檢視資料內容的特質，了解資料內容以何種形式表達 (王石番, 1989)。內容分析法透過量化技巧與質性分析，針對文件內容進行客觀、系統地分析，用以推論文件之背景和意義，近年來常用於教科書的研究上 (歐用生, 1989)。本研究運用內容分析法，針對數位學習網站的教學文章，進行斷句，將之量化，再藉由編碼與資料分析，以探討數位學習網站的知識組成。

本研究參考 Neuendor (2016) 建議步驟進行資料分析，第一步驟為選用分析架構，本研究採用 2 個構面，分別為知識類型與 STEM 教育的 4 個學科。第二步驟為蒐集資訊科技網路教學文章，篩選教學文章作為分析對象，而第三步驟則是依研究設計、知識類型與 STEM 學科構面，進行編碼，將構面下之類別與細項作為資訊科學教學文章之分類基礎。接著，第四步驟將教學文章切割為分析單位。最後，制定編碼員訓練方式與確認信度，進行教學文章資料分析。

本研究針對 T 客邦、iThome 與重灌狂人網站，795 篇教學文章進

行研究。建立分析類別和編碼時，本研究採用 2 個構面，各 4 種類別。第一個構面為知識類型構面，將知識分為 4 類（Lundvall, 2011）：事實性知識，是敘述實際事實之知識；原理性知識，是指大自然的規律或原理方面的知識；技術性知識，係指實際在工作中學習到的能力，以及能掌握執行過程中要注意的細節；人際知識，是知道誰或何種裝置擁有所需的知識或能力，並知曉如何與其接觸。

第二個分析構面，則依據 STEM 教育的 4 個學科：科學、科技、工程、數學 4 個類別，進行編碼。在資訊科學方面的 STEM 中，科學是指對電腦運作的原理提出疑問或假設，接著進行驗證，然後獲得新知識；科技則是使用程式語言設計製作網站或是軟體，例如，製作電子商務網站、統計軟體等成品，以滿足人類需求；工程方面則是指使用系統化的方法去解決問題，例如，將電腦軟體與其他硬體設備互相搭配結合，製作出機器人等作品；數學方面則是指使用資料結構、演算法等進行計算與分析，例如，使用資料分析工具、決策樹或類神經網路等方式進行數據分析。

STEM 中第一類是科學，為追求和探索新知識的過程，如何去建立以及探究自然世界的模型。根據美國的新世代科學標準所發布的科學框架，將資訊科學的科學應用分成 3 個項目（NRC, 2013）：實踐、跨學科與核心思想。實踐（practices）除了動手實作，還包含像是科學家如何設計和建立了解自然世界的模型（邱美虹，2016）；第二個項目是跨學科概念（crosscutting concepts），像金融科技即為財務金融與資訊科技 2 種領域的跨界應用；第三個項目是核心思想（core ideas），是指了解全域的概念，或是探討更加複雜的想法（邱美虹，2016）。本研究據此將資訊科學中的科學部分，劃分為 3 個細項，分別為 S1~S3。

STEM 的第二類是科技，是指運用工具、材料製作出滿足人類需求的成品。ACM 電腦協會（Association for Computing Machinery）與 IEEE 美國電腦協會（IEEE Computer Society）出版的 *Information Technology Curricula 2017: Curriculum Guidelines for Baccalaureate Degree Programs*

in Information Technology (Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2017) 中，將資訊科學中的科技應用分成 9 個項目：作業系統、程式語言、資料庫、網路、網站、資訊安全、行動裝置、人工智慧，以及應用程式，本研究據以將科技學科劃分為 9 個細項 (T1~T9)。

第三類是工程，是指為設計滿足人類需求的科技產品或系統，而發展出的一套有系統的策略 (NRC, 2012)。ACM 電腦協會與 IEEE 美國電腦協會將資訊科學中工程應用分成 5 個項目：產品和品牌、前臺後臺模型、硬體架構、解決方案，以及系統功能和特色，分屬於 E1~E5 這 5 個細項 (Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2017)。第四類數學，為利用符號研究事物的數量和空間關係。資訊科學中常見的數學應用分為 3 個細項：資料結構、排程，以及演算法，編碼為 M1~M3 (Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2017)。建立分析的類別，可方便進行下一步驟的分類編碼。

以資訊安全教學內容來舉例，教導學習者辨別何種情況為中哪種電腦病毒，屬於科學範疇；教導學習者如何防範電腦病毒、安裝防毒軟體，以及如何打開防火牆，則為科技學科領域；教導學習者要準備何種硬體，如何結合外部的硬體設備與電腦內部的防毒軟體，屬於工程學科；教導學習者關於如何評估整個資訊安全系統的傳遞效果，則為數學學科。例如，提到加解密及簽章使用方式之資訊安全內容時，該語句屬於 STEM 中的 T6，為科技學科類別。

內容分析第四步驟，針對每篇教學文章依照主題切割為分析單位。本研究將焦點放在資訊科學中特定的事件、新技術、運行模式或應用，並以主題作為分析單位。主題 (theme) 指的是研究問題中的特定領域，如某個事件、概念、行為、觀念等。檔案中毒事件、資料加密概念、雲端平臺技術或電子支付商業運作模式等，均為資訊科學主題。本研究以主題作為分析基礎，切割資訊教學的文章，以更深入地探究資訊教學的涵蓋內容。

第五步驟旨在制定訓練方式與確認信度，歐用生 (2003) 指出信度

影響內容分析的結果，應達於 0.8 以上。Wimmer 與 Dominick (1994) 認為，信度值應超過 0.9。本研究有 2 位編碼員，均為資訊管理研究所碩士生。第一位編碼員擁有 2 年的資訊管理學系助教經驗，其中 1 年是擔任線上助教；第二位編碼員則在資訊業界累積了超過 5 年的工作經驗，同時也曾擔任過資訊課程的助教。2 位編碼員都曾參與資訊課程的教學現場，工作內容包括整理課堂講義、複習課程和設計實習課作業等。編碼員的訓練方式為，2 位編碼員同時進行一份測驗，統計測驗結果並計算相互同意度及信度。若相互同意度分數不高，則 2 位編碼員會共同討論，找出雙方都滿意的回答，以化解意見衝突。本研究採用評分員信度法（王石番，1989）計算信度，計算方式如下：

(一) 相互同意度 (P)

$$P = \frac{2M}{N1 + N2}$$

M：完全同意之數目；

N1：第一位編碼員編碼數目；

N2：第二位編碼員編碼數目

(二) 編碼信度 (R)

$$R = \frac{nP}{[1 + (n - 1)P]}$$

n：編碼員人數

為提升編碼一致性與信度，本研究採用一系列訓練方式。首先，2 位編碼員進行共同訓練，每次訓練 20 個分析單位，進行獨立編碼後進行答案比對，並討論意見分歧點。只有當 2 人正確率達標後，才能進行獨立編碼，以提升編碼一致性。第一次訓練的互相同意度為 0.8，第二

次為 0.88，第三次為 0.82，第四次達到 0.93。經過 4 次訓練後，互相同意度達到 0.9 的信度標準。在每一次訓練後，2 位編碼員必須針對每個類別與細項的定義進行檢視，修正相關類別與細項定義或關鍵字，藉由每次訓練討論，使類別與細項定義更加清晰，進而提升下一次的編碼一致性。最後，編碼員訓練完畢後，再針對本研究蒐集的 795 篇資訊科技教學網站教學文章內容，進行編碼與分析。本研究所使用的構面、類別、細項的相關說明與範例，請見附錄。

本研究分析 795 篇文章，其中 iThome 有 91 篇，T 客邦 406 篇，重灌狂人則有 298 篇。795 篇文章，共有 1,058 個分析單位（主題），iThome 有 151 個，T 客邦 569 個，重灌狂人則有 338 個。教學內容中，與 STEM 相關處，計有 2,091 處。表 3 整理了構面、類別與細項，各層級編碼所得數量。從中可知教學文章中，與科技領域相關者最多，其次是工程，最少的是數學。技術性知識占大多數，原理性知識最少，顯示資訊科學的 STEM 內容和知識類型可能受限於網站受眾、教師專業和媒體特性，而偏重於特定少數類型。

表 3 資料顯示，STEM 類別下的細項占比分布如下：科學學科中，核心思想（S3）介紹最多，占比 43.7%（=86/197）；科技主題中，最熱門議題為應用程式（T9），占比 36.1%（=436/1207）；工程主題中，除了前後臺模型（E2）較少提及，其他 4 個細項談論度相近，其中系統功能和特色（E5）最高，占比 30.0%（=197/657）；數學部分的主題數量僅有 30 個，演算法（M3）是教學文章重點，占比 76.7%（=23/30）。本研究發現，這 3 個教學網站的主題，與教育部（2018）所述的「資訊科技包括：「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」等主題大致相符。

表 3 STEM 與知識類別編碼數量整理

資料來源	科學		科技		工程		數學		加總	
iThome	104		262		221		2		589	
T 客邦	82		565		237		13		897	
重灌狂人	11		380		199		15		605	
加總	197		1,207		657		30		2,091	
	技術性知識		事實性知識		人際知識		原理性知識		加總	
iThome	27		83		25		16		151	
T 客邦	365		134		41		29		569	
重灌狂人	292		44		2		0		338	
加總	684		261		68		45		1,058	
	S1	S2	S3	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
iThome	26	18	60	65	27	13	50	38	46	81
T 客邦	23	38	21	48	25	27	24	46	50	9
重灌狂人	0	6	5	8	14	22	25	7	89	10
加總	49	62	86	121	66	62	99	91	185	100
	E1	E2	E3	E4	E5	M1	M2	M3	T8	T9
iThome	19	10	49	72	49	0	0	2	26	61
T 客邦	75	12	54	22	58	0	1	12	20	225
重灌狂人	54	8	21	64	90	2	4	9	1	150
加總	148	30	124	158	197	2	5	23	47	436

註：S1 實踐；S2 跨學科概念；S3 核心思想；T1 作業系統；T2 程式語言；T3 資料庫；T4 網路；T5 網站；T6 資訊安全；T7 行動裝置；T8 人工智慧；T9 應用程式；E1 產品和品牌；E2 前臺後臺模型；E3 硬體架構；E4 解決方案；E5 系統功能和特色；M1 資料結構；M2 排程；M3 演算法。

肆、研究結果

本研究針對臺灣瀏覽量前三大資訊科學教學網站的教學內容，探討其所著重之知識類型與 STEM 類別的分布情況。初步分析情形，揭露於表 3。雖然同是資訊科學教學網站，但是此這 3 個網站主題略有不同，接著進一步分析此 3 個網站在細節上的分布情況與異同。

一、STEM 類別分析

本研究共分析 795 篇文章，其中涵蓋 1,058 個主題，共涉及 2,091 處與 STEM 相關的內容。平均而言，每個主題包含 2.0 個 STEM 內容。臺灣前三大資訊科學教學網站的教學內容均與 STEM 學科相結合。然而，這 4 個學科在教學內容中的比重卻存在巨大差異，請參見圖 1。科技學科的應用最為廣泛，占比 57.7% (=1,207/2,091)，其次是工程學科 (31.4%) 和科學學科 (9.4%)，而數學學科的內容僅占 1.4%。這顯示在編寫教學內容時，資訊科學教學網站主要依賴科技專業內容，並輔以工程實踐和操作。例如，在教授物聯網概念時，教學者傾向於強調物聯網硬體的架設過程 (技術學科)，同時也會解釋物聯網運作原理和可能遇到的問題 (工程學科)。為了建立網站的專業形象並方便學習者迅速了解技術，資訊科學教學網站的教學文章更加注重跨學科的教學模式。在分析數據中，發現科技與工程結合的教學模式相對較為普遍。

教學網站的受眾具備何種先備知識，教學文章作者無從知曉，融合科學與數學的教學內容，恐會增加學習內容的複雜度，與提高學習門檻。若教學目標為傳授複雜內容時，教學者通常會將其切割為更小的教學篇章，進行循序漸進的教學。舉例來說，iThome 網站使用 STEM 教學於「創建一個網站」時，使用了「什麼是網站」、「網站的組成部分」。接著進入「使用文本編輯器編輯一個簡單的 HTML 文件，並在網頁瀏覽器中預覽」，文中說明 HTML 和 CSS 的基本語法和用法。最後則為「使用網頁開發工具部署網站到互聯網上，進行網站測試和調試」引導學習

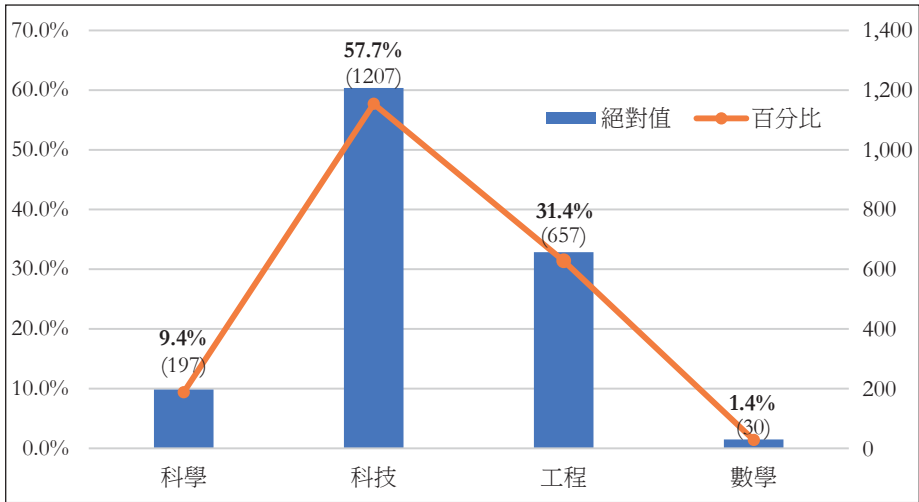


圖 1 資訊科學教學網站內容主題之 STEM 類別分布

者使用網頁開發工具部署網站到互聯網上。這些分割後所設計的教學內容，一方面降低學習門檻，指引學習者逐一解決問題。另一方面，有助於學習者依據自身能力與需求，快速查找相關網頁，進行學習。由此可以看出，網站教學目標是提供豐富教材，學習者必須是主動的知識建構者，自行決定解決問題的方法，並尋求相關知識的教材。

二、知識類別分析

臺灣瀏覽量前三大資訊科學教學網站的教學內容，主題均涵蓋技術性、事實性、人際與原理性知識，但重視程度不同。根據圖 2 所示，本研究 1,058 個主題中，技術性知識最受關注，占比 64.7% (=684/1,058)，其次是事實性知識 (24.7%)。而人際知識 (6.4%) 與原理性知識 (4.2%) 的占比相對較低。以本研究分析資料來看，臺灣瀏覽量較大資訊科學教學網站的內容，偏重技術應用與新工具、趨勢的介紹，對於專家人物、團體，或是技術背後所隱藏的原理，則是少有著墨。

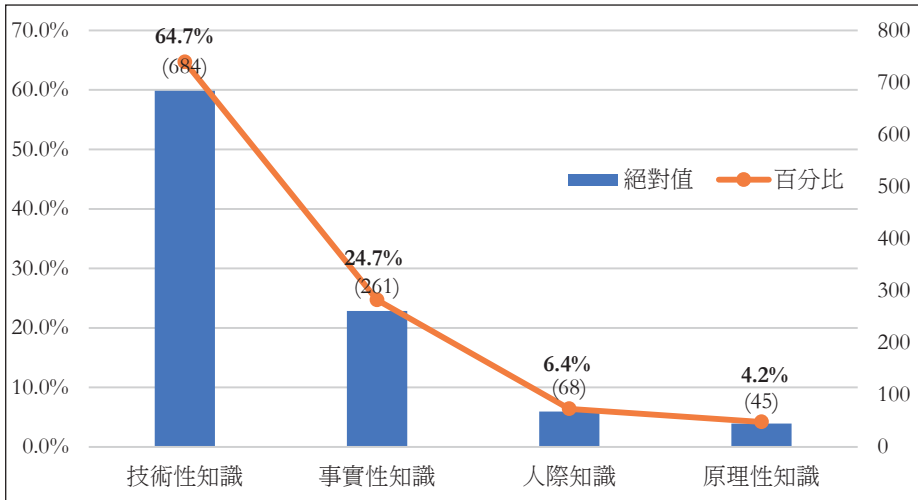


圖 2 資訊科學教學網站內容主題之知識類別分布

首先，技術性知識是指具體的技術操作和解決問題的能力，對於資訊科學領域的學習者來說，這種知識可以幫助他們運用理論知識和技術工具來解決實際問題，完成具體任務，是非常重要的（Garud, 1997; Wang, 2002）。然而，過於偏重技術性知識可能會使學生忽略理論和原理的重要性，進而限制他們的創造力和解決問題的能力（Hermans & Castiaux, 2017; Wang, 2002）。其次，除了技術性知識，事實性知識也是資訊科學學習者必須掌握的一種知識。事實性知識可以幫助學習者理解不同的技術和工具，及其應用範圍（Wang, 2002）。例如，學習程式語言時，學習者需了解不同程式語言的特點和用途，才能根據系統特性選擇最合適的程式語言，從而提升系統效率。

資訊科學領域中，新技術和應用不斷湧現。事實性知識可幫助學習者了解資訊科技的現況和發展趨勢，從而形成更好的規劃和決策。此外，事實性知識也可幫助學習者掌握新術語、技能和知識，更快的與其他從業人員進行交流和合作。然而，資訊科學教學網站內文提供大量的事實性知識，學習者如果僅停留在表面定義的了解，無法將知識應用到實際問題的解決中，就無法提升解決問題的能力。因此，在學習事實

性知識的同時，學習者還需要實踐以累積經驗，進而增進解決問題的能力。

最後，雖然人際知識與原理性知識在資訊科學教學網站中並不常見，但是仍有其重要性。資訊科學領域中，人際知識可幫助學習者熟悉業界、社群和團體中重要人物和專家，了解他們的貢獻與觀點，知曉如何聯繫與求助，提高與業界專家和同行交流、合作的機會，或取得工作和實習（Hermans & Castiaux, 2017）。原理性知識可幫助學習者更加理解問題的本質和根本原因，知曉技術背後的原理和工具的運作機制，有助於學習者更好地探索新的應用和提出解決方案，從而促進技術的創新和發展（Garud, 1997; Hermans & Castiaux, 2017; Wang, 2002）。然而，資訊科學教學網站內文，較缺乏原理性知識，對於學習者而言，恐將限制其創新發展的能力。

三、知識類別與 STEM 相關分析

本研究分析臺灣主要資訊科學教學網站之教學文章，發現有 684 個主題在傳遞技術性知識，平均每個主題包含 1.77 個 STEM 內容；261 個主題在傳遞事實性知識，平均每個主題包含 2.29 個 STEM 內容；68 個主題在傳遞事實性知識，平均每個主題包含 2.24 個 STEM 內容；45 個主題在傳遞事實性知識，平均每個主題包含 2.84 個 STEM 內容。傳遞技術性知識時，教學文章撰寫者最倚重科技學科（占比 61.8%，見表 4），其次為工程學科；傳遞事實性知識時，教學文章雖然仍最倚重科技與工程學科，但是科學占比從 6.8% 提高至 12.1%；傳遞人際知識時，對科學的重視程度，進一步升高；傳遞原理性知識主題時，教學文章雖仍重視科技與工程，但是也有一些比例落在科學與數學。

教學文章撰寫者最倚重 STEM 中的科技與工程，尤其在傳遞技術性知識時，此二學科占比為 91.5%，事實、人際與原理性知識的內容則會加入較多個 STEM 內容，對科技與工程學科的依賴度降低為 85% 左右。技術性知識強調實踐技能和操作方法，科技和工程可幫助學習者理解科

表 4 知識類別與 STEM 分布情形

知識類別	科學	科技	工程	數學	加總
技術性知識	83 (6.8%)	750 (61.8%)	361 (29.7%)	20 (1.6%)	1,214
事實性知識	72 (12.1%)	319 (53.4%)	198 (33.2%)	8 (1.3%)	597
人際知識	24 (15.8%)	71 (46.7%)	57 (37.5%)	0 (0.0%)	152
原理性知識	18 (14.1%)	67 (52.3%)	41 (32.0%)	2 (1.6%)	128

技工具的運作方式，並在實作科技中運用工程的知識，完成具體任務。技術性知識中出現數學學科時，大多為軟體演算法的細節說明，或是作業系統排程的邏輯。事實性知識透過科技、工程和科學的教材設計，幫助學習者了解各種不同的技術和工具，例如，程式語言、數據庫、網絡安全等。然而，在學習事實知識上，著重技術的應用與概念說明，極少提及相對應的數學運算原理。

人際知識方面，網站著重介紹科技、工程和科學領域中重要人物及其觀點與見解，例如，資訊安全相關的社交媒體群組、資安重大研討會，以及掌握資安界重要人物之觀點。而在原理性知識的教學上，同樣著重於理解科技與工程，但是如果只知道如何操作科技與處理工程的知識，而沒有理解其原理和概念，則很難讓學習者提出解決方案與創建新知，因此，教材撰寫者在傳遞原理性知識時，會斟酌加入科學與數學學科內容，協助學習者理解技術或問題的本質。

四、3 家教學網站教學文章的比較

本研究共分析 795 篇文章，iThome 有 91 篇，T 客邦 406 篇，重灌狂人則有 298 篇。其中包含 1,058 個主題，2,091 處內容與 STEM 攸關。對於 3 個教學網站而言，T 客邦與重灌狂人偏向技術性知識，特別是重灌狂人，在其 338 個主題中，有 292 個是技術性知識（數據資料取自表 3），占比 86.4%。T 客邦 569 個教學主題中，有 365 個（64.1%）。iThome 較為特別，151 個教學主題中，有 83 個為事實性知識，教學內

容較偏向事實性知識（55.0%），且在各知識類別的教學主題分布相對較為平衡（詳見圖3）。重灌狂人最偏向技術性知識，僅6%的教學主題屬於人際知識，且無任何教學內容涉及原理性知識。平均而言，iThome 每篇文章涵蓋1.7（=151/91）個知識類別，T客邦1.4（=569/408）個，重灌狂人僅有1.1（=338/298）個。顯示iThome教學文章在知識類別上中涵蓋性較廣，重灌狂人最為聚焦。綜合以上資料，iThome偏向事實性知識，T客邦偏向技術性知識，重灌狂人偏向技術性知識。

以上資料顯示了這3個網站在定位和目標受眾上的差異，同時也顯示出它們對於知識類別的關注度和範圍不同。每個網站傳遞的知識種類都各具特色，這可能是因為文章作者的偏好和定義的目標讀者等因素所導致，進而在知識類別和教學主題的選擇上有所不同。

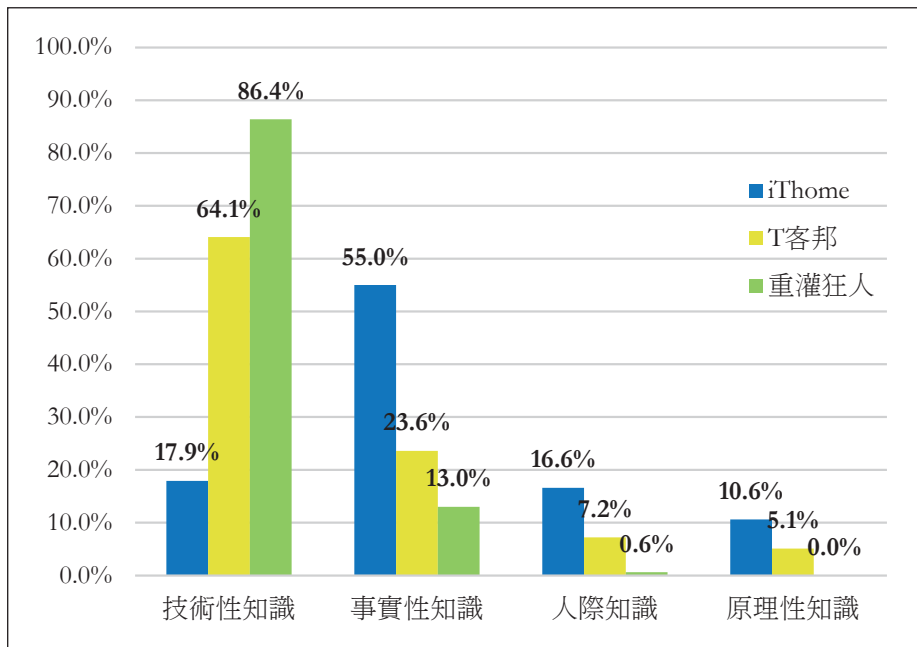


圖3 三間網站教學主題的知識類別分布

iThome、T 客邦和重灌狂人的教學文章，各自有 151、569 與 338 個教學主題中，分別涵蓋了 589、897 和 605 個 STEM 領域相關處，平均每個主題分別有 3.9、1.6 和 1.8 處相關內容（數據資料取自表 3）。3 個網站無論傳遞何種知識，都傾向於涉及科技領域，iThome 的依賴度為 44.5%，而 T 客邦和重灌狂人的依賴度均超過 60%（詳見圖 4）。工程領域是 3 個網站中另一個受到重視的領域，其中 T 客邦的依賴度較低，而 iThome 和重灌狂人的依賴度均超過 30%。綜合科技和工程 2 個領域，可以發現 iThome、T 客邦和重灌狂人在教學主題中分別依賴這 2 個領域占比 82.0%、89.4% 和 95.7%（詳見表 5）。在 STEM 領域中，iThome 的教學文章涵蓋範圍較廣，而且更加均衡（詳見圖 4）。重灌狂人的文章則集中在 STEM 中的科技和工程方面。

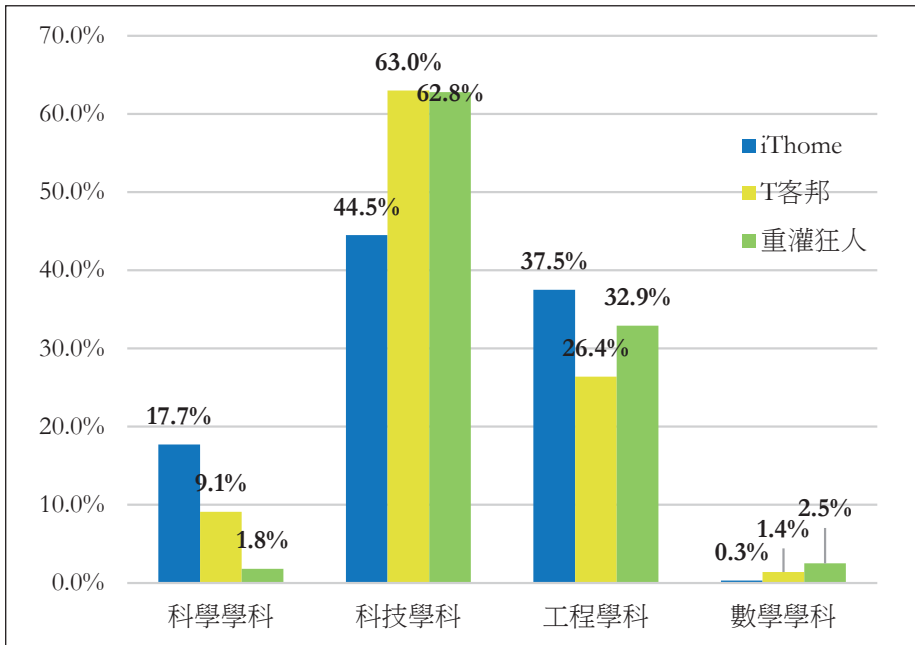


圖 4 三間網站教學主題的 STEM 領域分布

表 5 3 間教學網站教學文章知識類別與 STEM 分布情形

	知識類別	科學	科技	工程	數學
iThome	技術性知識	22 (19.0%)	56 (48.3%)	38 (32.8%)	0 (0.0%)
	事實性知識	53 (17.4%)	133 (43.8%)	116 (38.2%)	2 (0.7%)
	人際知識	17 (16.0%)	44 (41.5%)	45 (42.5%)	0 (0.0%)
	原理性知識	12 (19.0%)	29 (46.0%)	22 (26.1%)	0 (0.0%)
小計		104 (17.7%)	262 (44.5%)	221 (37.5%)	2 (0.3%)
T 客邦	技術性知識	54 (9.3%)	366 (63.3%)	151 (26.5%)	7 (1.2%)
	事實性知識	15 (7.1%)	136 (64.5%)	56 (26.1%)	4 (1.9%)
	人際知識	7 (16.3%)	25 (58.1%)	11 (25.6%)	0 (0.0%)
	原理性知識	6 (9.2%)	38 (58.5%)	19 (29.2%)	2 (3.1%)
小計		82 (9.1%)	565 (63.0%)	237 (26.4%)	13 (1.4%)
重灌狂人	技術性知識	7 (1.3%)	328 (63.1%)	172 (33.1%)	13 (2.5%)
	事實性知識	4 (4.9%)	50 (61.0%)	26 (31.7%)	2 (2.4%)
	人際知識	0 (0.0%)	2 (66.7%)	1 (33.1%)	0 (0.0%)
	原理性知識	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
小計		11 (1.8%)	380 (62.8%)	199 (32.9%)	15 (2.5%)

在 3 個教學網站中，數學領域出現的比例最少，均不到 3%。在科學領域方面，iThome 的教學文章涉及到 104 個主題，占比 17.7%，是三者中最重視科學領域的網站；T 客邦涉及到 82 個主題，占比 9.1%；重灌狂人則僅有 11 處，占比 1.8%。從表 5 的數據還可以看出，3 個網站的作者們在撰寫文章時有一致的風格。無論教授何種知識，從 STEM 各領域取材的比例都相似，保持著教學文章的一貫風格。然而，值得注意的是，當 iThome 傳遞人際性知識時，較少提及科學，而偏向工程。在人際性知識上，T 客邦涉及更多的科學領域，並在原理性知識中提高對工程領域的探討頻率。總體來看，iThome 最為均衡，重灌狂人最為聚焦，而 T 客邦則

位於中間。T 客邦雖然是三者中最晚成立的，但是追蹤人數最多，這是否與其教學文章風格有關，有待進一步探究。綜合以上 3 點，可看出這 3 個網站在 STEM 教學之共通點，均強調科技和工程領域。這可能是因教學主題明顯聚焦於資訊科技，且讀者大多對科技和工程有興趣所致。

伍、結論與建議

一、研究結論

資訊科學領域變化迅速，網路上存在許多資訊科學教學網站，供使用者自主學習，以提升其運算思維能力。本研究針對臺灣瀏覽量前三名的資訊科學教學網站的教學文章進行了內容分析，以了解它們所著重的知識類型以及其與 STEM 的相關部分。這將有助於希望進行資訊科學非正式教育者，在撰寫教材時有所參考。根據研究資料，以下是本研究的 4 點結論說明。

第一、3 個資訊科學教學網站，教學內容均重視技術性知識。傳遞資訊科學知識時，注重呈現各種技術的實用性及實際操作方法。這樣知識呈現方式，能讓學習者快速學會教學文章撰寫者擁有的專業技術、秘訣或能力，且知道何種技術適用於何種情境下。例如，教學者撰寫網頁設計的教學文章時，可以根據自己使用過的建立網頁之工具、軟體，及程式語言的寫法或用語，逐步加以解說，呈現操作過程。教學文章撰寫者將自己在網頁設計時的秘訣與技巧，拆解操作步驟，詳細地呈現給學習者。想架設網站或設計網頁者可從學習網站中，利用搜尋功能，找到適合自己目前情境的教學文章。

第二、在知識呈現上，3 個網站的教學文章，較少著墨於原理性知識，特別是重灌狂人。偏重技術性知識，輕忽原理性知識，對技術背後蘊含的理論，及其在不同情境中，會有何不同結果，著墨較少。教材內容對資訊科學的推導或來源過程陳述不多，可能會造成學習者對基本原

理了解不足，基礎知識不夠穩固，學習進階知識，進行垂直遷移時，幫助有限。像是用類神經網路進行機器學習，但不了解其原理或結構組成，換個課題或運用方式，學習者可能會不知如何運用類神經網路，進行機器學習計算。

第三、資訊科學是一個應用性領域，其基礎建立在基礎學科之上。在傳遞不同類型的知識時，3個教學網站都專注於科技和工程學科，這可能是因為這些網站的教學主題是資訊科學，且讀者大多對科技和工程有興趣。唯獨 iThome 除了科技和工程之外，還著重於科學範疇。在傳遞人際性知識時，iThome 和 T 客邦的教學文章風格會有些許變化。iThome 會稍微減少科技和科學的內容，轉而增加工程相關的內容。而 T 客邦則減少科技的比重，增加科學領域的內容。在這3個網站的教學文章中，很少提及數學學科的內容，教材的撰寫者對於數學相關知識的涵蓋較少。當教材內容與資訊科學相關的數學陳述較少時，可能會限制學習者在邏輯推理能力方面的提升。

第四、不論傳遞何種類型的知識，或是由不同作者撰寫文章，作者群在撰寫時都保持一致的調性，並且無論教授何種知識，從 STEM 各領域取材的比例都相似，保持了教學文章的一貫風格。總體而言，iThome 的均衡度最高，重灌狂人則更加聚焦，而 T 客邦則位於中間。能夠擁有多位作者群並長期經營教學網站，保持文章寫作風格的一致性，應該是相當重要的。

二、資訊科學教學網站文章內容之觀察反思

資訊科技變化快速，脫離學校教育後的重要學習管道之一，是利用資訊科學教學網站。這些網站藉由圖文、影音等方式，進行教學。綜觀本研究的3個資訊科技教學網站，教學文章內容在不宜過長，並吸引學習者注意的情境下，偏重以科技與工程學科觀點或敘事方式書寫教學文章。

資訊科學教學網站的使用者，對於知識的追求，較注重實際操作的技術面學習，以解決目前所面臨的問題。然而，教學文章若過於偏重技

術性知識，而少著墨於原理性知識時，恐會使學習者囿於只知其然而不知其所以然的學習處境。對於一些技術之前世今生、應用範圍、限制與演變趨勢，恐會缺乏洞察與預測能力。例如，認為深度學習、類神經網路與機器學習，是 3 個獨立概念，而無法理解深度學習中，類神經網路與機器學習的相互影響與變化。僅利用少數技術性知識搭配科技學科觀點之教學文章，雖然足以讓學習者上手解決某些特定問題，但是情境稍有變化，學習者恐無法應變，對於進階學習與思考，也幫助有限。

三、建議與限制

在網路教學文章中，可以隨時隨地進行學習，不受時間和空間限制。為了吸引讀者，網路教學文章的內容通常簡潔明瞭，針對特定需求或問題進行解答。在資訊科學網路教學文章中，技術性知識與科技學科的撰寫方式占主要地位，而事實性知識次之。然而，對於較複雜的理論知識及其源起或重要名詞，由於篇幅限制，往往無法詳細說明，因此原理性與人際知識常被忽略。儘管如此，網路教學文章仍有一大優點，就是可以在內文中嵌入連結。然而，現有的連結多著重於相關軟硬體或事件報導，建議增加原理性或人際知識的連結，讓學習者能夠補充相關知識，以奠定更佳基礎。此外，對於較少出現於文章的工程與數學學科內容，也可利用內文嵌入連結，加以補充，使教學文章在傳遞知識類型時更加平衡與完整。

STEM 教育以科際整合方式教導學習者，提升其解決問題的能力。這 3 個網站的教學文章多由固定作者群所寫，偏好以科技與工程學科傳遞知識。T 客邦在傳遞技術性、事實性與人際知識時，會與 STEM 中的某個或某些學科相互搭配，內容有較明確的主軸脈絡，有其特色。相較於其他 2 個網站，T 客邦的教學文章較具市場區隔。雖然 T 客邦成立時間較晚，但其粉絲專頁追蹤人數最多。網站管理者不僅要篩選適合主題的文章，也需注意教學文章內容，在傳遞知識時需有敘事主軸，使其具有市場區隔性。對於固定貢獻教學文章的作者群，若能適當理解知識

類型的相互搭配以及 STEM 科際整合之意涵，或許能幫助優化教學文章內容。

3 個教學網站結合了 STEM 與多種知識，以傳遞資訊科學的教學內容，符合李怡慧與周倩（2023）所提出的觀點：教學是教學者的科技知識、教學知識和學科內容知識的結合，不僅僅限於技術知識的傳遞，而是持續構建適合學習者的知識。此外，在實體教學中，教材扮演著科學教學的輔助工具角色，而科學知識的建構仍然主要依賴教學者的引導（彭文萱、熊召弟，2015）。受限於網站非即時互動的教學功能，網站教學也較少涉及科學本質的知識建構。此外，運算思維的培養不僅僅涉及學習者解決問題的能力，同時也應注重資訊倫理觀念的培養（李怡慧、周倩，2023）。因此，網站教學除了重視技術性知識和事實性知識的傳授，也宜增加人際知識和原理性知識的傳遞，幫助學習者理解資訊科技應用時應該遵循的原則和責任。最後，本研究資料無法指出知識種類與 STEM 的最佳呈現方式，但希望透過對不同網站教學內容的分析，了解資訊科學在教育上呈現多樣的方式。這些不同的教學內容一方面激發學習者多元的思考方向，另一方面也讓更多具有實務經驗的人加入教學行列，進而建構出貼近實務現場的知識（廖漢騰，2008）。

本研究的研究對象是教學文章，不包括留言區管理、超連結和站內搜索功能等。研究目的在探討臺灣的資訊科學網站中，教學文章內容涵蓋何種知識類型，以及撰寫時所搭配的學科內容。然而，仍面臨一些研究限制。首先，雖已採用 2 位編碼者，檢視文章進行知識類型與 STEM 分類時仍可能流於主觀。其次，對於知識類型與 STEM 學科的搭配，雖然有些許了解，但仍難判定現有搭配之良窳。最後，本研究僅針對臺灣瀏覽量前三大的資訊科學教學網站，選取其教學文章進行探究，研究範圍恐不夠完整。未來的研究者可以針對其他功能進行研究，以深入了解資訊科技教學網站的完整性。

參考文獻

- 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
(2018)。
- [Curriculum guidelines for 12-year basic education: Science and technology domain for junior high school and general senior high school. (2018).]
- 王石番 (1989)。傳播內容分析法——理論與實證。幼獅。
- [Wang, S.-F. (1989). *Content analysis: Theory and evidence*. Youth.]
- 王潤 (2022)。數字教科書的演進歷程、影響因素及其行動邏輯。教育科學，**38** (3)，53-59。
- [Wang, R. (2022). Evolution process, influencing factors and action logic of digital textbooks. *Education Science*, 38(3), 53-59.]
- 朱立群 (2017，6月29日)。108 國教課綱的創新設計，用 STEM 翻轉臺灣教育。未來 Family，**25**。https://gfamily.cwgv.com.tw/content/index/8125
- [Chu, L.-Q. (2017, June 29). Innovative design of the 108 national curriculum guidelines: Transforming Taiwan education with STEM. *Future Family*, 25. https://gfamily.cwgv.com.tw/content/index/8125]
- 余勝泉、胡翔 (2015)。STEM 教育理念與跨學科整合模式。開放教育研究，**21** (4)，13-22。
- [Yu, S.-Q., & Hu, X. (2015). STEM education and its model for interdisciplinary integration. *Open Education Research*, 21(4), 13-22.]
- 李怡慧、周倩 (2023)。數位教科書或網路教材資源？臺灣國高中資訊科技教師之使用現況、觀點與期待。教科書研究，**16** (1)，45-77。https://doi.org/10.6481/JTR.202304_16(1).02
- [Lee, I.-H., & Chou, C. (2023). Digital textbooks or online instructional resources: Secondary school information technology teachers' perspectives and expectations. *Journal of Textbook Research*, 16(1), 45-77. https://doi.org/10.6481/JTR.202304_16(1).02]
- 邱美虹 (2016，1月13日)。科學模型與建模：科學素養中的模型認知與建模能力。臺灣化學教育，**11**。http://chemed.chemistry.org.tw/?p=14186&cpage=1
- [Chiu, M.-H. (2016, January 13). Kexue moxing yu jianmo: Kexue suyang zhong de moxing renzhi yu jianmo nengli. *Chemistry Education in Taiwan*, 11. http://chemed.chemistry.org.tw/?p=14186&cpage=1]
- 彭文萱、熊召弟 (2015)。優質科學電子教科書指標的建立與評鑑研究初探。教科書研究，**8** (2)，1-38。https://doi.org/10.6481/JTR.201508_8(2).01
- [Peng, W.-H., & Hsiung, C.-T. (2015). Establishment and evaluation of high quality science e-textbook evaluation indicators. *Journal of Textbook Research*, 8(2), 1-38. https://doi.org/10.6481/JTR.201508_8(2).01]

- 楊國揚、王立心、張復萌、陳憶芬、劉奕帆 (2019)。論壇：數位教科書。教科書研究，12 (1)，111-124。https://doi.org/10.6481/JTR.201904_12(1).04
- [Yang, K.-Y., Wang, L.-H., Chang, F.-M., Chen, Y.-F., & Liu, Y.-F. (2019). Forum: Digital textbook. *Journal of Textbook Research*, 12(1), 111-124. https://doi.org/10.6481/JTR.201904_12(1).04]
- 廖漢騰 (2008)。論壇：開放式教科書——維基百科的啓示。教科書研究，1 (2)，129-135。https://doi.org/10.6481/JTR.200812.0129
- [Liao, H.-T. (2008). Forum: Open textbooks: Insights from Wikipedia. *Journal of Textbook Research*, 1(2), 129-135. https://doi.org/10.6481/JTR.200812.0129]
- 劉清華 (2004)。教師知識的模型建構研究。中國社會科學。
- [Liu, Q.-H. (2004). *A study of model construction of teachers' knowledge*. China Social Science.]
- 歐用生 (1989)。質的研究。師大書苑。
- [Ou, Y.-S. (1989). *The study of quality*. Lucky.]
- 歐用生 (2003)。內容分析法。載於黃光雄、簡茂發 (主編)，教育研究法 (頁 229-254)。師大書苑。
- [Ou, Y.-S. (2003). Content analysis in educational research methods. In G.-X. Huang & M.-F. Jien (Eds.), *Methods of educational research* (pp. 229-254). Lucky.]
- 顏春煌 (2015)。數位學習——觀念、方法、實務、設計與實作 (第三版)。碁峰。
- [Yen, C.-H. (2015). *Digital learning: Concepts, methods, practices, design, and implementation* (3rd ed.). GoTop.]
- Association for Computing Machinery, & IEEE Computer Society. (2017). *Information technology curricula 2017: Curriculum guidelines for baccalaureate degree programs in information technology*. Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3173161
- Avery, Z. K., & Reeve, E. M. (2013). Developing effective STEM professional development programs. *Journal of Technology Education*, 25(1), 55-69.
- Baek, E. O., & Monaghan, J. (2013). Journey to textbook affordability: An investigation of students' use of eTextbooks at multiple campuses. *International Review of Research in Open & Distance Learning*, 14(3), 1-26. https://doi.org/10.19173/irrodl.v14i3.1237
- Bartholomew, S. (2015). Who teaches the “STE” in STEM? *Technology and Engineering Teacher*, 75(2), 14-19.
- Beckman, T. (1997). *A methodology for knowledge management*. Banff.
- Burghardt, M. D., & Hacker, M. (2004). Informed design: A contemporary approach to design pedagogy as the core process in technology. *The Technology Teacher*, 64(1), 6-8.
- Chen, H. E., Sun, D., Hsu, T.-C., Yang, Y., & Sun, J. (2023). Visualising trends in computational thinking research from 2012 to 2021: A bibliometric analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101224. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101224

- Çoban, E., & Korkmaz, Ö. (2021). An alternative approach for measuring computational thinking: Performance-based platform. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100929. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100929>
- Conley, M., Douglass, L., & Trinkley, R. (2014). Using inquiry principles of art to explore mathematical practice standards. *Middle Grades Research Journal*, 9(3), 89-101.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Harvard Business.
- de Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational psychologist*, 31(2), 105-113. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3102_2
- Denning, P. J., & Tedre, M. (2021). Computational thinking: A disciplinary perspective. *Informatics in Education*, 20(3), 361-390.
- Devlin, K. (2003). *Mathematics: The science of patterns: The search for order in life, mind and the universe*. Scientific American Library.
- El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. *International Journal of Education Technology in High Education*, 18, Article 53. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00289-4>
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127-141. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x>
- Garud, R. (1997). On the distinction between know-how, know-what, and know-why. *Advances in Strategic Management*, 14, 81-102.
- García-Peñalvo, F. J., Reimann, D., Tuul, M., Rees, A., & Jormanainen, I. (2016). *TACCLE 3, O5: An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13111.01440>
- Grubbs, M., & Strimel, G. (2015). Engineering design: The great integrator. *Journal of STEM Teacher Education*, 50(1), Article 8. <https://doi.org/10.30707/JSTE50.1Grubbs>
- Guha, A. S., & Maji, S. (2008). E-learning: The latest spectrum in open and distance learning. *Social Responsibility Journal*, 4(3), 297-305. <https://doi.org/10.1108/17471110810892820>
- Guzdial, M. (2015). *Learner-centered design of computing education: Research on computing for everyone*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02216-6>
- Hermans, J., & Castiaux, A. (2017). Contingent knowledge transfers in university-industry R&D projects. *Knowledge Management Research & Practice*, 15(1), 68-77. <https://doi.org/10.1057/s41275-016-0002-1>
- Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1), Article 9. <https://doi.org/10.30707/JSTE48.1Herschbach>
- International Technology and Engineering Education Association. (2007). *Standards for*

technological literacy (STL): Content for the study of technology (3rd ed.).

- Jackson, J., Charleston, L., & Gilbert, J. (2014). The use of regional data collection to inform university led initiatives: The case of a STEM education SWOT analysis. *Journal of STEM Education, 15*(1), 11-19.
- Joo, Y. J., Park, S., & Shin, E. K. (2017). Students' expectation, satisfaction, and continuance intention to use digital textbooks. *Computers in Human Behavior, 69*, 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.025>
- Kanninen, E. (2008). Learning styles and e-learning. *Tampere: Tampere University of Technology, 1*(5), 5-29.
- Kelley, T. R. (2010). Staking the claim for the "T" in STEM. *Journal of Technology Studies, 36*(1), 2-11.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioural research* (3rd ed.). Holt, Rinehart & Winston.
- Kert, S. B., Erkoç, M. F., & Yeni, S. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills and Creativity, 38*, 100714. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100714>
- Lamberg, T., & Trzynadlowski, N. (2015). How STEM academy teachers conceptualize and implement STEM education. *Journal of Research in STEM Education, 1*(1), 45-58. <https://doi.org/10.51355/jstem.2015.8>
- Lee, H. J., & Yau, K.-L. A. (2015). Addressing the major information technology challenges of electronic textbooks. *Journal of Computer Information Systems, 55*(2), 40-47. <https://doi.org/10.1080/08874417.2015.11645755>
- Li, B. (2009). The use of e-learning in pre-service teacher education. *Campus-Wide Information Systems, 26*(2), 132-136. <https://doi.org/10.1108/10650740910946855>
- Li, Y. (2018). Journal for STEM education research: Promoting the development of interdisciplinary research in STEM education. *Journal for STEM Education Research, 1*(1-2), 1-6. <https://doi.org/10.1007/s41979-018-0009-z>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). On computational thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research, 3*, 147-166. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>
- Lin, J.-Y., Lee, A.-S., Chen, C.-W., & Hooper, H. H. J. (2010). A study on cognition design in interface usability of e-learning websites. *The International Journal of Organizational Innovation, 3*(1), 72-90.
- Little, B. (2012). The rise and rise of do-it-yourself e-learning. *Training & Management Development Methods, 26*(3), 613-618.

- Lockwood, J., & Mooney, A. (2017). *Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1703.07659>
- Lodi, M., & Martini, S. (2021). Computational thinking, between Papert and Wing. *Science & Education*, 30(4), 883-908. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5>
- Lundvall, B.-Å. (2011). From the economics of knowledge to the learning economy. In B. Lundvall (Ed.), *The learning economy and the economics of hope* (pp. 133-154). Anthem.
- Lyon, J. A., & J. Magana, A. (2020). Computational thinking in higher education: A review of the literature. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(5), 1174-1189. <https://doi.org/10.1002/cae.22295>
- Martin, E. R., & Webb, D. (2001). Is e-learning good learning? In B. Brook & A. Gilding (Eds.), *The ethics and equity of e-learning in higher education* (pp. 49-60). Victoria University.
- McNeil, J. D. (1990). *Curriculum: A comprehensive introduction*. Little, Brown and Company.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy*. University of Chicago.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies.
- National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies. <https://doi.org/10.17226/18290>
- National Science & Technology Council. (2018). *Charting a course for success: America's strategy for STEM education*. National Academies.
- Neuendorf, K. A. (2016). *The content analysis guidebook* (2nd ed.). Sage.
- Nickols, F. (2000). What is 'in the world of work and working?' Some implications of the shift to knowledge work. In J. W. Cortada & J. A. Woods (Eds.), *The knowledge management yearbook 2000-2001* (pp. 3-11). Butterworth-Heinemann.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (1996). *The knowledge-based economy*. <https://one.oecd.org/document/OCDE/GD%2896%29102/En/pdf>
- Ogegbo, A. A., & Ramnarain, U. (2021). A systematic review of computational thinking in science classrooms. *Studies in Science Education*, 58(2), 203-230. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963580>
- Ong, C.-S., Lai, J.-Y., & Wang, Y.-S. (2004). Factors affecting engineers' acceptance of asynchronous e-learning systems in high-tech companies. *Information & Management*, 41(6), 795-804. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.08.012>
- Quinn, J. B. (1992). *Intelligent enterprise: A knowledge and service based paradigm for industry*. Free.
- Rich, P. J., Larsen, R. A., & Mason, S. L. (2021). Measuring teacher beliefs about coding and computational thinking. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(3), 296-316. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1771232>
- Rodríguez, J., Bruillard, E., & Horsley, M. (2015). *Digital textbooks, what's new?* Universidade

- de Santiago de Compostela. Servizo de Publicacións e Intercambio Científico.
<https://doi.org/10.15304/op377.759>
- Rosenberg, M. J., & Foshay, R. (2002). E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age. *Performance Improvement*, 41(5), 50-51. <https://doi.org/10.1002/pfi.4140410512>
- Smith, G., & Ferguson, D. (2005). Student attrition in mathematics e-learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 21(3), 323-334. <https://doi.org/10.14742/ajet.1323>
- Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2021). Which way of design programming activities is more effective to promote K-12 students' computational thinking skills? A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1048-1062. <https://doi.org/10.1111/jcal.12545>
- Turban, E., King, D., Viehland, D., & Lee, J. (2006). *Electronic commerce 2006: A managerial perspective*. Prentice Hall.
- Wang, F. W. (2002). Designing a case-based e-learning system: What, how and why. *Journal of Workplace Learning*, 4(1), 30-43. <https://doi.org/10.1108/13665620210422415>
- Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179-225. <https://doi.org/10.3102/0091732X09349791>
- Wimmer, R. D., & Dominick, J. R. (1994). *Mass media research: An introduction*. Wadsworth.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st-century problem-solving in K-12 classrooms. *TechTrends*, 60(6), 565-568. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>
- Ye, C. (2021). Antecedents and consequences of perceived fit of an interactive digital textbook. *Journal of Information Systems Education*, 32(1), 27-39.

附錄 知識類別與 STEM 構面下之類別與細項說明

類目	類別	細項	說明	範例 (Keywords)
知識	事實性知識		敘述實際的事實知識	第一臺電腦的發明人
	原理性知識		大自然的規律或原理知識	電流如何產生磁場的電磁效應
	技術性知識		技能與執行做某事的能力	如何設定防火牆
	人際知識		知道誰擁有所需知識，和如何找到他	硬碟大廠的介紹、推動深度學習的實驗室或研究者
STEM	應用在資訊科技的科學	S1 實踐	描述科學家如何投入建構模型和理論的工作以了解自然世界，工程學家如何在實務工作中設計與建立模型和系統	對員工上網安全，通常企業採用的是過濾機制，像是建置上網安全閘道，藉由攔截有問題的網站，達到保護的效果
		S2 跨學科概念	不同學科間的相互應用以連結彼此關係	畢竟之前的行動支付、第三方支付出現與普及，就改變了過往現金、刷卡的交易方式，而現在的人臉支付又讓我們看到更多可能性 (FinTech 金融科技、物理科學、工程設計)
		S3 核心思想	位於學科中心的概念性知識，包括重要概念、原理、理論等的基本理解和解釋，這些內容能夠展現當代學科圖景，是學科結構的主幹部分	對這些代付機制而言，如何將人臉的規範定義，與卡片視為同樣的權重，就是另一關注的面向，企業可參考快速身分認證聯盟 FIDO (Fast Identity Online) 的身分認證標準發展。(大範圍的思想、政策、標準、全球化)

(續)

附錄 知識類別與 STEM 構面下之類別與細項說明 (續)

類目	類別	細項	說明	範例 (Keywords)
應用 在資訊 科技的 科技	T1 作業系統	作業系統 (Operating System, OS) 是一種系統軟體, 負責管理和控制電腦系統的資源和活動, 為應用程式提供運行環境		由於實際網頁的載入, 就是 Linux 容器內的 Chrome 瀏覽器執行, 因此若是網頁中採用了像是 Java、Flash, 或是 Silverlight 等元件, 就必須仰賴容器中的瀏覽器支援 (跨平臺、Microsoft Windows、Apple macOS、UNIX、Linux)
	T2 程式語言	一種用於定義電腦程序的形式語言, 用於描述算法和數據的操作方式, 以及告訴電腦如何執行這些操作		工程師使用 OpenCV 函式庫進行軟體工程, 寫出人臉辨識的軟體 (Python、Java、C#、C、Android Studio、NetBeans、Jupyter)
	T3 資料庫	是組織化的資料集合, 能夠被電腦系統以一定的方式存儲、管理、檢索和更新		2017 年美國國土安全部, 開始於全美 9 座國際機場, 安裝臉部掃描裝置, 對所有離境旅客施行臉部辨識, 包含外國旅客及美國公民, 目的是為了與 DHS 的資料庫進行身分核對 (資料庫、NoSQL、MySQL、SQL Server、大數據)
	T4 網路	連接許多電子設備 (例如, 電腦、手機、路由器等) 的系統, 讓它們可以透過通訊協定 (Communication Protocol) 相互傳輸數據和資訊		論及將使用者電腦與外部網路、應用程式隔離, 一般而言, 大多數人會先想到的方法, 是虛擬化平臺廠商已經推動多年的桌面虛擬化 (VDI) (雲端、遠端、Vmware、WiFi、通訊協定、區域網)

(續)

附錄 知識類別與 STEM 構面下之類別與細項說明 (續)

類目	類別	細項	說明	範例 (Keywords)
		T5 網站	由一組相關的網頁檔案 (Web Pages) 所組成的網路資源, 這些網頁檔案通常包含文字、圖像、音頻、影片等, 用戶可通過互聯網瀏覽器訪問這些網頁檔案並與其互動	根據原廠的系統需求, 目前電腦與行動裝置上常見的瀏覽器, 包含 IE、Chrome、Firefox、Safari 等, Ericom Shield 都支援, 不過, IE 在版本上有所限制, 必須要第 10 版以上才行 (Safari、Chrome、Firefox 等瀏覽器、Apache、微軟的 IIS)
		T6 資訊安全	保護計算機系統、網路、資料庫和其他形式的電子資訊儲存與傳輸系統免於遭受未經授權的存取、使用、竊取、破壞、修改、干擾、中斷、不當公開或其他威脅的技術和管理措施	以往, 對於員工上網安全, 通常企業採用的是過濾機制, 像是建置上網安全閘道, 藉由攔截有問題的網站, 達到保護的效果 (惡意軟體、防火牆、加密、授權、身分驗證、防毒軟體)
		T7 行動裝置	是指體積小、重量輕、可攜帶的電子裝置, 具備多種通訊和計算功能, 並能夠連接網際網路和其他裝置	對於上述案例, 臺灣企業該如何看待? NEC 李建志表示, 因為臺灣並沒有第三方支付業者獨大, 因此國內的業者的作法, 會以配合悠遊卡、一卡通、icash 等方式更容易 (手機、筆記型電腦、POS 機、車載電腦、智慧型手機、平板電腦、腕錶、可穿戴裝置、攝影機、移動式儀器)。行動裝置通常擁有觸控螢幕、Wi-Fi、藍牙、GPS、相機、麥克風、喇叭)

(續)

附錄 知識類別與 STEM 構面下之類別與細項說明 (續)

類目	類別	細項	說明	範例 (Keywords)	
		T8 人工智慧	是一門研究如何讓機器模擬人類智能行為的學科，該學科結合了計算機科學、認知心理學、哲學和統計學等多個領域的知識，旨在研發出能夠執行複雜任務和模仿人類思考方式的智能系統	再者，這套系統也採用了機器學習的技術，動態監控使用者的數量，以及系統資源運用的情形，藉此將資源調度的最佳化（機器學習、深度學習、自然語言處理、資料挖掘）	
		T9 應用程式	經過開發的軟體，可以在電腦、行動裝置、網站等平臺上執行，並提供使用者一定的功能或服務	手機 App、Line, Office 365, Word, Excel, Power Point	
	應用在資訊科技的工程	E1 產品和 品牌	為設計滿足人類需求的科技產品或系統，而發展出的有系統策略	在實際販售的套裝產品中，我們今年看到有一些解決方案被引進臺灣，像是由漢領國際代理、以遠端存取聞名的 Ericom，他們在 2017 年第 2 季，推出了 Ericom Shield，跨足資安防護的領域（廠商、品牌、搭配使用、結合）	
		E2 前臺後臺 模型	前臺是指給使用者直接使用、面向使用者的部分，通常是可視化的界面，讓使用者透過此界面與系統互動。後臺是維護系統運作的部分，包括數據庫、伺服器、管理後臺等，多數情況下是不對使用者開放	一旦消費者經驗部辨識做身分確認後，接著在螢幕上輸入支付寶綁定的手機號碼，即完成點餐與支付的動作，然後就可以等候取餐，做到真正靠人臉就能吃飯的境界（前臺點餐，後臺收到資訊）（網站前臺）	

(續)

附錄 知識類別與 STEM 構面下之類別與細項說明 (續)

類目	類別	細項	說明	範例 (Keywords)
應用在資訊科技的數學	E	E3 硬體架構	系統或裝置的物理結構和組織方式	論及將使用者電腦與外部網路、應用程式隔離，一般而言，大多數人會先想到的方法，是虛擬化平臺廠商已經推動多年的桌面虛擬化 (VDI) (MVC、2-tier、3-tier)
		E4 解決方案	針對一個特定的問題或需求，提供一套完整的軟體方案，讓使用者能夠有效地解決問題或滿足需求。這套方案可能包含一個或多個軟體程式，以及相關的文件、教學資源、技術支援等	工程師使用 OpenCV 函式庫進行軟體工程，寫出人臉辨識的軟體 (解決方案、軟體工程)
		E5 系統功能和特色	系統所提供的基本功能和獨特特點，常是指系統所能完成的基本任務和操作，如資料輸入、處理、儲存、查詢、分析等	在 Human Point System 防禦平臺中，Forcepoint 將焦點放在了解人與資料的互動過程，透過員工行為的模式，以及資料的流向，進一步從使用者行為的意圖著手，來強化現有的防禦體系
	M1 資料結構	電腦儲存、組織資料的方式。多數資料結構由數列、記錄、可辨識聯合、參照等類型構成	資料分析工具、陣列 (array)、堆疊 (stack)、佇列 (queue)、鏈結串列 (linked List)、樹 (tree)、圖 (graph)、堆積 (heap)、雜湊表 (hash)、二元樹、決策樹	

(續)

附錄 知識類別與 STEM 構面下之類別與細項說明 (續)

類目	類別	細項	說明	範例 (Keywords)
		M2 排程	將任務分配至資源的過程，排程多任務處理的主要目的，是隨時保有一個行程在執行，藉以提高 CPU 使用率	先進先出、最短路徑，最短先做排班、依序循環排程、完全公平排程
		M3 演算法	在數學和電腦科學之中，為任何良定義的具體計算步驟的一個序列，常用於計算、資料處理和自動推理	簡單而言，系統將可持續衡量每個使用者的風險等級，一旦風險等級提高，將能自動調整至相應的安全政策，進而在更大風險發生之前，做出更即時的反應。反過來說，這種動態的防護措施，也是需要仰賴風險指數來協助判斷。統計、類神經網路、深度優先搜尋、廣度優先搜尋、加密演算法