

臺灣國小教師運用ICT於學生專題學習 之決策樹分析

黃怡真*

摘要

研究目的

資訊與通訊科技（information and communications technology, ICT）的應用能力是學生解決未來複雜問題亦受國際重視的重要素養之一。臺灣在2018年參與經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）「教學與學習國際調查」（Teaching and Learning International Survey, TALIS）顯示，臺灣教師讓學生使用ICT完成專題課堂作業的比例大幅落後其他國家。本研究參照「TALIS 2018臺灣報告」中教師問卷調查資料庫數據進行次級資料分析，探討國小教師讓學生運用ICT完成專題作業之表現情形與決策因素。

研究設計／方法／取徑

本研究選擇TALIS 2018調查資料要求之抽樣基本原則所取得的3494份國小教師問卷進行分析。經由文獻整理之重要變項，對應TALIS 2018國小教師問卷資料選取自變項，並以「對特定班級的教學，從事讓學生運用ICT完成專題或作業的頻率」為應變項進行決策樹分析，以了解臺灣教師讓學生運用ICT完成專題或作業之表現情形與決策因素。

研究發現或結論

研究結果發現六個重要的決策節點分別為：給學生複雜任務、給沒有明顯答案的任務、安排小組共同解決問題、運用數位科技幫助學生學

習、教師ICT技能專業發展以及教師協同教學頻率。並依決策節點分類出探究教學方法、多元教學自我效能、教師專業發展需求以及教師協同教學頻率的四個重要構面。

研究原創性／價值

本研究透過決策樹（decision tree）演算法進行TALIS 2018資料庫分析，提出過去較少探討教師在帶領學生運用資訊科技進行專題產出性活動決策因素的研究，本研究具有學術上與實務上之個殊性與重要性。

教育政策建議與應用

透過本研究結果提出教師探究教學方法、多元教學自我效能、教師專業發展需求以及教師協同教學頻率等四個構面之結論與建議。

關鍵詞：決策樹分析、專題學習、教師ICT教學、教學與學習國際調查



DOI : 10.6869/THJER.202312_40(2).0001

投稿日期：2022年9月4日，2024年1月29日修改完畢，2024年2月16日通過採用

* 黃怡真，臺北市立大學教育學系博士候選人，E-mail: d11001003@go.utapei.edu.tw

壹、緒論

目前生活已進入資訊知識核爆式快速發展的時代，國民教育課程負有帶領國民發展與宣示之重要意涵，國家以整體思維架構正式進入「十二年國民基本教育」的時代，除了教授學科知識，更強調培養孩子擁有面對挑戰、解決問題的能力。經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）在《OECD學習指南針2030》（*OECD Learning Compass 2030*）對人們提出教育願景與想像中以指南針為圖標，其隱喻著學生未來需要有能力在陌生未知的環境中導航、往個人與群體福祉目標前進。

我國於民國108年正式施行十二年國民基本教育課程綱要（簡稱新課綱），其中《十二年國民基本教育課程綱要》總綱即以「成就每一個孩子—適性揚才、終身學習」為願景（教育部，2014）。新課綱修訂相較於過去最大的變革即在於「十二年國民義務教育」以及「中等教育以上增列科技領域」，也是國民教育一個新的里程碑。

正值新課綱推行之際，我國首度參與2018年OECD所進行「教學與學習國際調查」（Teaching and Learning International Survey, TALIS）（Ainley & Carstens, 2018; OECD, 2019, 2020），研究結果顯示，在國小階段，臺灣教師讓學生使用資訊與科技通訊（information and communication technology，簡稱ICT）進行專題或課堂作業的比例僅有16.5%，遠低於OECD國家平均的53%，與同為亞洲鄰近國家相比，亦低於新加坡、韓國與日本。不僅國小如此，臺灣國高中階段亦是（柯華葳等人，2019）。

此數據資料點出，若能釐清教學歷程中影響教師教學方式以及教師決定讓學生使用ICT學習之關鍵因素，將促使教育政策推展的引力結合教學現場需求的動力，產生更佳運行轉動的機會。

國內運用TALIS資料庫分析的研究並不多，目前多聚焦於學校行政（黃淑如、曾淑惠，2021a；鄭勝耀，2020）、校長領導（謝傳崇、翁暄睿，2019）、教學環境與翻轉教學（鄭勝耀，2020）等校級層次的探討，或討論教師工作壓力暨工作滿意度（張芳全，2021a，2021b）、教師專業發展（黃嘉莉等人，2017）等。其中探討課程設計、教學資源與

教學模式（黃淑如、曾淑惠，2021b）等，對於教師工作影響的實證研究尚未多見，且此類研究，目前多採取教師訪談與案例探討為研究途徑（謝傳崇、李孟雪，2021）。儘管TALIS資料具有變項眾多、調查資料龐大等巨量資料之特性，但除了Yoo與Rho（2020）運用機器學習技術，探討南韓教師工作滿意度的預測研究之外，目前運用TALIS資料進行資料探勘或以人工智慧與機器學習所進行的研究仍屬少見也成一研究缺口。

因此，本研究欲釐清國小教師讓學生運用ICT完成專題或作業之決策考量關鍵因素，故採決策樹（decision tree）演算法，綜合性評估教師、教學、課程等各項因素，並區辨不同變項的影響程度、影響的先後順序之解釋路徑，以解釋教師決定讓學生運用ICT完成專題或作業的可能因素以及找出影響教師決定之先後順序，供教育現場相關研究與教育推行參考。

貳、文獻探討

本文先從資訊科技發展以及國內外ICT教學相關研究進行文獻探討，以了解目前教師運用ICT教學現況以及可能影響之相關變項，接著針對專題學習相關文獻進行確認並定義形成本文研究焦點，最後從TALIS 2018臺灣國小資料庫之相關研究結果與報告，提出本研究進一步欲釐清的待答問題。

一、資訊科技教育之發展與ICT教學之相關研究

（一）資訊科技教育之發展趨勢

隨時代演進，資訊科技已與人們生活息息相關，在教育與學習的環節更是，Coles（2013）於聯合國教科文組織出版的《全球媒體與資訊素養評估架構：國家儲備與能力》（*Global Media and Information Literacy Assessment Framework: Country Readiness and Competencies*），強調國家能夠藉由創造資訊與媒體素養之有利環境，提高公民的能力。

在各國（包含日本、韓國、新加坡、芬蘭、法國、西班牙等）的核心課程中，皆可見積極將資訊科技素養整合學習以發揮資訊科技教育對學生學習創新協力之效（楊俊鴻，2018），資訊科技儼然成為一個重要的學習項目。國內中小學資訊科技課程的發展從軟硬體應用過渡至問題解決與邏輯思維，更進階至運算思維導向的資訊科技教育。除了逐漸重視運算思維之外，強調科學、科技、工程及數學跨科際整合學習之STEM（science, technology, engineering, and mathematics）教育趨勢亦影響了資訊科技教育的課程與教學樣貌（林育慈、吳正已，2016）。

若著眼於應用資訊科技教育課程與教學，過去九年一貫課綱中雖有資訊科技教育重大議題融入學習領域的參考指標，但因資訊教育非領域課程，執行時縣市政府多參考課綱，直接建議教學內容與時數，要求各校排入彈性學習時數，在實際運作上常因學校資源差異與課程觀點不一，出現工具應用以及能力發展等面向上諸多資訊科技教育發展與應用的討論（白亦方，2008），且資訊科技教育課程的執行多半沒有跨域學習的設計，以致於課程發展有許多各自詮釋與討論空間。

而新課綱在中學階段新增「科技領域」，雖國小未增列此領域，但教育部於107年1月陸續公布各課程領域綱要中，將資訊科技教育列為十九項重要議題之一，且國家教育研究院又於109年6月公布《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明手冊》，說明手冊頒布是為支持並引導國民小學科技與資訊教育課程發展及教學設計需要，裨益國民中學教育階段之學習（國家教育研究院，2020）。

在學生ICT應用與學習相關的研究中，劉美鈴等人（2018）研究發現教師可透過資通訊科技運用的中介效果對學生學習表現產生正向影響。陳宇芃與林豐政（2017）也在臺灣中央研究院學術調查研究資料庫資料分析中發現，學生數位級區對於學生數位學習機會影響力極大，亦即當學生有越多資源且越常接觸，會使學生的數位學習機會越多，故建議學校應儘可能強化軟體與科技融入教學，可知學校與教師教學安排為學生資訊應用學習的重要推手。國外學者Li與Petersen（2022）以PISA 2015資料研究提出學生ICT使用的自主性和興趣對學生的學業成就有顯著且正向影響，可知教師、學生個體的自主性、興趣能力培養與學習環境皆為ICT應用與學習考量之關鍵。

綜上所述可知，資訊科技教育對現今學生學習之重要性，且新課綱核心素養的溝通互動層面中強調「B2科技資訊與媒體素養」此項目，亦可見紮根科技領域及重要議題的資訊應用學科設計，強調資訊科技領域的完整性，也兼顧資訊科技教育在各學習範疇的融入，以達成學生具備應用資訊科技解決問題的能力。

（二）資訊與通訊科技教學研究

ICT輔助教學所指的意涵為：配合硬體設備（如電子書包、電子白板、螢幕擴大機、點字鍵盤和有聲書等）進行電子媒介儲存、執行或呈現資訊之相關教學活動或學生作品產出。目前國內外因應資訊媒體科技進步，已經大量應用於教學媒材與教學活動，其中教學現場較常以ICT設備以及ICT教學兩類區分，相關研究也相繼而出。本研究以教學為焦點，故以下文獻以教師ICT教學與應用相關研究進行探討。

ICT的快速發展將學習者轉變為數位學習者，使得教師須將技術融入教學方法中，教師的態度、技術知識和技能在其有效整合下才得以發揮重要作用。在教師背景特質部分，饒世妙（2013）研究發現，臺灣教師ICT應用有男性優於女性在性別以及ICT融入教學經驗表現上的差異。余心蓓等人（2017）認為國小教師之資訊素養受教學環境資訊設備中介且正向顯著影響，教師自身資訊素養程度高，其ICT教學能力也就相對較佳，與Lee與Winzenried（2009）研究結果一致，且認為當教師開始接觸ICT教學設備，可提升教師反思，進而可能增加創新機會。以上皆點出當教師相信科技融入教學的模式，將更有效加強教學實踐、增進教師專業發展（Akram et al., 2022）。

在ICT輔助教學面向，陳麗明與范斯淳（2020）探討影響高雄市國小教師使用教學網站行為的結果顯示，國小教師融入教學取決於是否能夠提升教學工作、操作方式簡單、有配合完善資訊軟硬體設備等。而網速緩慢、負荷過大、ICT基礎設施缺乏、教師技能培訓不足等，都是阻礙教師將資訊通信技術有效融入教學實踐的重要因素（Akram et al., 2022; Hafifah & Sulisty, 2020; Hu et al., 2021; Yang et al., 2020）。

由上可知，再一次釐清了解臺灣教師在ICT的教學應用與整合態

度，是刻不容緩的。因為資訊與通訊科技及數位科技水準，正向影響教師創新行為，常常是需要透過教師應用ICT進行教學、教學信念調整與課程融入的嘗試（劉世雄，2011；Hu et al., 2021），儘管可能隨之帶來工作壓力的改變（胡秋帆等人，2012）、課程設計與評鑑方式的調整（徐式寬、關秉寅，2011；徐新逸、林燕珍，2004），但唯有願意運用ICT與創新發展才有機會帶來反思與改變（Albion et al., 2015; Hu et al., 2021; Qasem & Viswanathappa, 2016）。

教師在ICT相關教學與應用上有許多參雜的影響因素包含：性別、ICT經驗與技能訓練、資訊設備、媒材應用適配性、教師信念、課程設計與評鑑等。符應了國外學者Gil-Flores等人（2017）對教師ICT運用有教師背景（性別、年齡與經驗）以及ICT專業發展需求、教學效能、協同教學以及教師信念等影響教師ICT應用於教學之相關因素。

綜整教師個人內外層面可知，教師背景、教師教授科目、教師ICT專業發展與需求、教師教學協同、教師信念（教師多元教學效能、教師創新教學行為、教師教學信念）等皆為可能探討之變項。

二、「專題學習」之趨勢與定義

專題學習的學習策略源自於建構主義認知取向學習觀點，在學習歷程中強調以學生為中心，了解學生如何理解、如何從經驗中產生意義以及建構知識，是屬於以學生為主體的探究學習方式（Loyens & Rikers, 2011）。

新課綱在願景中所強調的核心素養，重視學生個人適應現在生活及面對未來挑戰所應具備的知識、能力與態度，強調知識建構不宜只以學科知識及技能為限，亦應關注學習與生活的結合（教育部，2014）。可見專題學習重視學生探究的學習方式正符合當前新課綱所強調的知識活化與應用，促成學生發展核心素養的一個途徑，更為目前學習的重要國際趨勢。

在「專題學習」的發展上，國中小在專題本位學習（project based learning, PjBL）發展最多，其重要的教學核心即是「專題」，學生在學習過程環繞專題進行組織、學習（Blumenfeld et al., 1991）。專題本位

學習強調學生的最終學習成果（例如：電腦動畫、網站、文件、學習報告等），可多元形式呈現並完成專題成果，依此作為學習討論、反饋和修改的基礎。

然而，並非只有專題本位學習（PjBL）具有「專題學習」要素，在各種認知取向學習策略中，皆強調以學生為中心的課程設計，對學生學習歷程、成果視為理解與評量學生學習的依據，故在學習過程注重學生活動、操作、工作、作業或專題安排，皆可視為「專題課程」。

另外，新課綱中除了總綱訂定的「彈性學習課程」即以跨領域統整性主題／專題／議題探究做為課程架構之一，各領域課程綱要也在不同領域以及不同階段提出「專題」教學安排的需求。在國小階段，如自然科學領域強調，

教學形式應不拘於一種，視教學目標及實際情況而定，可採取講述、實驗、實作、專題探究、戶外參觀或科學觀察、植栽及飼養之長期實驗等多元方式。（教育部，2014）

在藝術領域，

各教育階段教材每學期至少一個單元採取跨科目、跨領域之主題、議題、專題或現象導向的統整設計。（教育部，2014）

而本研究對應之TALIS問卷所敘述“*I let students use ICT (information and communication technology) for projects or class work.*”（Ainley & Carstens, 2018; OECD, 2019, 2020），其中專題（*projects*）一詞，意指在一段時間內完成的計畫性工作或活動，以實現一個特定目的；而作業（*class work*）則是課堂中的工作、活動或功課。分析問卷語句上對「專題」的涵義並非單指專題本位學習（PjBL），而是泛稱課堂中依學習主軸發展的學生工作任務與活動，故於本研究則以「專題學習」來表示學生依據學習目標或教師教學目標搭配所完成的工作、活動或成品的學習活動。

三、臺灣教師應用ICT於學生學習之現況探討

TALIS 2018以參與國家的教師與校長為對象，針對其提供的資訊，做為教育分析與政策發展的依據。TALIS第三屆調查始於2018年由OECD主導進行，臺灣首度與世界40餘國共同參與此一跨國教育研究，因此備受國內外學者專家矚目（Ainley & Carstens, 2018; OECD, 2019, 2020）。

TALIS 2018研究焦點之一，在於分析教師在教學活動上的安排，包括：上課方式、教學負擔、軟硬體資源需求、教師專業發展與行政支援等十餘個面向。與國際平均或指標性國家比較後，突顯我國各級學校教師在以下教學活動項目皆低於國際平均，例如：給學生需要批判思考的任務、需小組方式共同解決的問題或任務、由學生自己決定複雜任務的解題步驟、讓學生運用資通科技完成專題或作業、至少需一周才能完成之專題等屬於學生獨立自主學習的教學活動。前三項為激發學生深度認知思考的任務安排，後兩項屬於教師教學工作任務設計，可以見得教師較少安排能夠激發學生認知思考以及培養學生自學能力的教學活動（徐琍沂、徐遠雄，2020；謝傳崇、李孟雪，2021）。

值得注意的是，在TALIS 2018的臺灣報告中「讓學生運用ICT完成專題」此項目表現上，臺灣與其他國家的評分差距最為明顯，使得「TALIS 2018臺灣報告」研究摘要中也明確指出「資訊與通訊科技的師培以及教師進修，需要更注意現場教學的需求，讓ICT專業進修的內容能夠轉化為課堂所需」（柯華葳等人，2019）。

透過文獻了解，目前國內資訊科技以及資訊教育相關之研究以教師教學應用與資訊融入為研究主流（徐式寬，2019；葉子明、周君芳，2020），針對資訊科技設備應用評估屬少數（鄞秀卿、王仁俊，2018），而國內教師在發展課程與應用於學生自主學習或學生專題發展的態度較保守，且尚有待克服的困境（徐式寬，2019；賴阿福，2014；饒世妙，2013），或多半只針對特定技職需求、高等教育或師資職前教育ICT專題學習可能性的探討（葉子明、周君芳，2020；Shunkov et al., 2022），可見在應用ICT進行跨域學習、將ICT應用於幫助學生思考與自主學習安排的規劃趨勢上，臺灣仍有進步空間。也讓筆者更深一層思考

足以影響教師讓學生運用ICT在專題與作業安排的決定是否真只是師資培育與教師進修的需求，還是有著什麼未被說明的需求呢？

正當2019年逐年施行新課綱的同時，最引大家關切注目的即為國高中增列科技領域，也開始有許多學習內容、課程規劃、教學評量與教師信念的討論（胡秋帆等人，2020；Cheng et al., 2022; Lin et al., 2020），而國小亦正值彈性學習課程（校訂課程）調整轉型期間，對過往資訊課有朝向更大幅跨域應用的期待發展。可見新課綱的發展方向與臺灣國教在TALIS 2018所呈現數據，不謀而合指向相同迫在眉睫的需求。

既然，資訊科技已是學生學習與未來生活接軌的一項重要能力，對學生而言可以給予更多適性學習、跨域整合以及生活脈絡的學習機會，而教師的教學設計與安排更有著關鍵決定因素，故筆者想知道，教師決定是否讓學生使用ICT完成專題學習究竟由什麼因素主導與控制呢？

因此，本研究立基於臺灣國小課程尚未發展科技領域的背景下，首先探討國小教師讓學生運用ICT完成專題作業之表現情形，其次欲參照「TALIS 2018臺灣報告」中教師問卷調查資料庫數據，進行教師讓學生運用ICT完成專題或作業之相關數據的次級資料分析。據此，本研究提出三個待答問題：

- （一）教師讓學生運用ICT完成專題或作業的表現情形為何？
- （二）影響教師讓學生運用ICT完成專題或作業之決策因素有哪些？
- （三）教師讓學生運用ICT完成專題或作業之決策樹表現為何？

參、研究方法

我國在2018年首度參與之TALIS調查，屬於橫斷性調查（cross-sectional survey）成果。橫斷型調查具有分析方法上之限制，如單一時間點單一受試者來源可能會出現嚴重的共同方法變異（common method variance, CMV），或是同一時間點蒐集自變數和依變數，較難推斷這兩者之間的因果關係，尚無法像長期性縱貫追蹤資料一樣能提供檢證現象間的因果關係（吳齊殷等人，2008）。然而，利用監督式學習（supervised learning）、非監督式學習（un-supervised learning）等機器

學習 (machine learning) 技術能重新分析既有資料的研究途徑 (Jordan & Mitchell, 2015)，使橫斷性調查的資料能夠有新模式發現 (pattern discovery) 的可能性，除了補充統計假設檢定與多變量計量方法的研究之外 (Choudhury et al., 2021)，也能對既有的研究結果提供重新分析與詮釋的機會，因此逐漸受到管理科學、教育科學等領域的重視 (Korkmaz & Correia, 2019; Kučak et al., 2018)。

基於本研究探討「國小教師讓學生運用ICT完成專題或作業」之決策因素，考量決策樹是一種直觀且易於理解的機器學習技術，以樹狀圖表現的預測模型，將每個決策節點與路徑以視覺圖像化呈現其分類與迴歸的結果，可以用來分析數據，也可以用來進行預測，適合處理中等大小和有較少連續特徵數據的問題。由於本研究所需納入分析的變項及其資料數量眾多，變項之間的關係複雜，故採用決策樹中分類與迴歸樹 (classification and regression trees, 簡稱CART) 並建立分類模型進行資料的探勘，以避免高維度非線性問題遭遇「維度詛咒」 (curse of dimensionality) (江羿臻、林正昌, 2014)。

本研究擬採用決策樹 (decision tree) 演算法，以次級資料研究法 (secondary research method)，運用TALIS 2018國際調查資料庫所收集之資料為資料來源，先提取TALIS資料庫中與本研究相關資料進行統計敘述，再針對研究中所使用之衡量變項依據研究問題對應TALIS資料庫之調查題項，進行資料分析解讀並綜合評估學校、教師、課堂、課程等各項因素對於「教師讓學生運用ICT完成專題或作業」之決策因素，區辨不同變項的影響程度、不同變項影響先後順序之解釋路徑，同時避免線性模式分析對於因素影響程度的不確定性 (簡禎富, 2005; 簡禎富、許嘉裕, 2014; Baizyl dayeva et al., 2013)。

一、資料來源

(一) 研究對象

本研究方法採用TALIS 2018之問卷調查分析進行次級資料分析。TALIS 2018屬國際性大型調查 (Ainley & Carstens, 2018; OECD, 2019,

2020)，其中問卷內容信效度皆有完整檢驗程序，其中包含：1. 語言的翻譯；2. 專家效度評估；3. 問卷預試。

TALIS 2018問卷調查依照公、私立地區，以及學校類型進行分層抽樣，此調查之目的在了解現行教育政策，且問卷分為預試與正式問卷兩階段，預試於 2017年2月至3月進行完畢，正式調查則於2018年3月至5月完成。研究對象依TALIS 2018調查所要求抽樣基本原則，以臺灣每所學校教師人數取平方根作為計數值，並以其所占全國母群之比例做為機率值進行等比抽樣，學校樣本包括都市、市鎮與鄉村等公私立學校，分別（公立／私立）樣本為：都市65/3所、市鎮71/2所、鄉村57/2所，共200所國民小學，也依調查中對教師定義列入教師名冊（包含校長以及於調查期間有實質授課之教師、專任教師及兼任行政、專輔教師、滿三個月長期代理教師），在各學校隨機抽出20～30位教師填寫，取得3494份以教師為調查對象的樣本資料，教師有效問卷達97.6%，調查品質極佳（柯華葳等人，2019）。本研究以TALIS 2018國小教師問卷資料所取得的3,494份進行分析。

（二）資料庫內容

本研究採次級資料分析法，以我國國家教育研究院國際大型教育評比調查專案辦公室所發布之2018年度「臺灣教學與學習國際調查計畫」中的數據資料庫（柯華葳等人，2019）進行研究。其正式調查問卷經各國學者進行預試與檢驗，研究構念由多題目之自陳式問項所構成，TALIS變項為多個題目所構成，跨國問卷構面所需之內容信效度及語言翻譯皆有完整的品質檢驗程序，並透過驗證性因素分析進行評估，在不同國家所收集得到的資料亦由各國專家以驗證性因素分析進行評估，並提供公開下載使用。《TALIS技術手冊》（*TALIS 2018 Technical Report*）指出資料與研究架構的配適度指標，如：Tucker-Lewis index (TLI) $\geq .90$ 、比較適配指標 (comparative fit index, CFI) $\geq .90$ 、標準化均方殘差 (standardized root mean square residual, SRMR) $\leq .060$ 、均方根誤差 (root mean square error approximation, RMSEA) $\leq .080$ (OECD, 2019)。具備跨國合作研究的深度、廣度與嚴謹度，因此，由TALIS資

料庫中得以了解學校管理與領導、教師考評與專業發展、教師特質與教學活動、學校學習環境以及教師教學環境的現況，並可進行國際比較（Collie et al., 2020; Fackler et al, 2021; Vieluf et al., 2013）。關於TALIS資料庫之調查計畫、資料數據品質檢驗與管理資訊，詳見2018教學與學習國際調查臺灣報告書中關於調查方法與原理之詳細說明（柯華蕨等人，2019；OECD, 2019, 2020）。

二、變項界定

TALIS調查資料庫包含教師調查與校長調查兩類資料，本研究從中擷取與研究問題相關並且能對應研究變項之題項。基於研究所探討之研究議題，例如：教師在教室中使用ICT、教師個人特質以及教師對於課程與課堂之管理等變項，均屬於教師教學行為，故取自TALIS教師調查資料檔。

（一）應變項（dependent variable）

本研究探討影響「教師讓學生運用ICT完成專題或作業」的因素，因此應變項須能代表教師實際讓學生採用ICT進行學習的實際行為，故本研究由TALIS資料庫中，擷取「對特定班級的教學，從事讓學生運用ICT完成專題或作業的頻率」（the frequency with which their students used ICT for projects or class work）（題向編碼：TT3G42P）作為應變項。

此題項由填答為0~3的四點尺度（four point scale）「從不或幾乎不曾使用」、「偶爾使用」、「經常使用」至「總是使用」，提供受訪教師填答。

（二）自變項（independent variables）

根據文獻歸納與整理，影響教師在課堂中使用ICT進行教學之影響因素，自變項包含教師個人特質（teacher characteristics）、教師採用教學方式的自我效能（teacher self-efficacy）、教室特性（classroom

characteristics)、學校環境特性 (school environment characteristics)、校園ICT基礎建設 (school ICT infrastructure)、校務行政管理特性 (administrative characteristics) 以及校長領導風格 (principal leadership) 等面向 (Fackler et al, 2021; Gil-Flores et al, 2017)。

本研究經由文獻整理之重要變項，對應TALIS 2018國小教師問卷資料 (Ainley & Carstens, 2018) 選取自變項，從問卷構面中選擇：「教師背景」、「教師教授科目」、「教師專業發展」、「教師專業發展需求」、「學校團隊創新精神」、「教師參與協同活動」、「教師自我效能感」、「核心教學實踐」面向等相關題項，作為本研究之自變項，詳細變項內容請見附錄。

三、資料處理與分析

本研究以IBM® SPSS Statistics統計分析 (Field, 2013; Wagner III, 2019) 以及IBM SPSS Modeler套裝軟體 (McCormick & Salcedo, 2017; Wendler & Gröttrup, 2016) 進行以下資料處理與統計分析：

(一) 以SPSS Statistics針對研究對象資料於ICT應用之表現情形進行描述統計。

(二) 以SPSS Modeler進行分類與迴歸樹 (CART) 並建立分類模型，以了解教師讓學生運用ICT進行專題學習的相關因素，先將所有樣本集群、分類後，再針對不同特性的「群」執行決策樹解釋路徑。

本研究採用分類與迴歸樹 (CART) 可用於分析TALIS資料庫中的二元 (binary) 分類變項，以及連續變項的分類。採用CART演算法進行決策樹建構時，先將原始資料集 (含有目標集) 拆分成訓練集和測試集，運用前者建立預測模式，接著以後者判斷預測模式的正確度 (簡禎富，2005)。此一演算法以全體樣本產生分類模型，建構最大樹狀結構，接著以Gini係數做為分割分支樹的判決準則，藉由已知分類的實例 (instance) 建立樹狀結構，並從中歸納出實例、類別欄位與其它變項欄位之間的隱藏規則，經由演算產生子節點 (child node) 並構造決策樹 (簡禎富、許嘉裕，2014)。在每個分支節點進行資料切分，透過重複使用測試資料修正，以最大風險差異法 (maximum difference in risk) 修

剪決策樹的模式，直到建構出一個兼具最小風險值與最佳分支數的樹狀結構（江羿臻、林正昌，2014）。

肆、研究結果

一、教師讓學生運用ICT完成專題或作業的表現情形

在TALIS 2018蒐集臺灣國小教師問卷資料3,494份，扣除教師教學會運用數位科技幫助學生（題項TT3G34M）遺漏資料23份，最後有效樣本3,471份。其中，教師教學時「非常多」的次數會運用數位科技幫助學生學習有1,084人，占全部有效樣本的31.2%，而「多」次運用也有1,541人，占全部有效樣本人數的44.4%，若將兩者合計視為「高頻率」運用數位科技幫助學生學習，則兩者合計之高頻率運用數位科技幫助學生學習的比例高達75.6%。而在數位科技幫助學生學習僅「一些」次數運用以及「完全沒有」用（兩者合計視為「低頻率」運用數位科技幫助學生學習）的比例為24.4%，教師高頻率使用與低頻率使用數位科技幫助學生學習的比約為3:1。詳見表1。

表1

題項（TT3G34M）教師教學會運用數位科技幫助學生學習次數分配表

		次數 分配表	百分比	有效 百分比	累積 百分比
有效	完全沒有（Not at all）	49	1.4	1.4	1.4
	一些（To some extent）	797	22.8	23.0	24.4
	多（Quite a bit）	1,541	44.1	44.4	68.8
	非常多（A lot）	1,084	31.0	31.2	100.0
	總計	3,471	99.3	100.0	
遺漏	沒有填答（Not Reached）	12	.3		
	被忽略或無效（Omitted or invalid）	11	.3		
	總計	23	.7		
總計		3,494	100.0		

另在表2呈現TALIS 2018教師讓學生運用ICT完成專題或作業頻率（TT3G42P）題項，3,494份樣本資料扣除遺漏資料285份，有效樣本3,209份，教師「總是」讓學生運用ICT完成專題或作業只有134人，占全部人數的4.2%，而「經常」讓學生運用ICT的人數也只有404人，占全部的人數12.6%，若將「總是」與「經常」讓學生運用ICT完成專題或作業兩者合計視為「高頻率」讓學生運用ICT完成專題或作業頻率，可見高頻率讓學生運用ICT完成專題或作業的比例只占16.8%。而「偶爾」讓學生使用以及「從未」讓學生使用ICT完成專題或作業的比例高達83.2%，教師高頻率與低頻率讓學生使用數位科技幫助學習的人數比約為1:5。

表2

題項（TT3G42P）教師讓學生運用ICT完成專題或作業頻率次數分配表

		次數	百分比	有效	累積
		分配表		百分比	百分比
有效	從未或幾乎從未 (Never or almost never)	1,232	35.3	38.4	38.4
	偶爾 (Occasionally)	1,439	41.2	44.8	83.2
	經常 (Frequently)	404	11.6	12.6	95.8
	總是 (Always)	134	3.8	4.2	100.0
	總計	3,209	91.8	100.0	
遺漏	不合邏輯 (Logically not applicable)	267	7.6		
	沒有填答 (Not Reached)	12	.3		
	被忽略或無效 (Omitted or invalid)	6	.2		
	總計	285	8.2		
總計		3,494	100.0		

將上述兩個題項進行交叉比對呈現如表3，原始資料統計次數分配分析時並未將遺漏值納入分析，因此，題項（TT3G34M）與題項（TT3G42P）納入分析的樣本數共有3,201人，為總樣本資料的91.6%。表3同時比對了教師以數位科技幫助學生學習以及讓學生用ICT完成專題

或作業的情形。

表3

**題項 (TT3G34M) 教師教學會運用數位科技幫助學生學習*題項
(TT3G42P) 教師讓學生運用ICT完成專題或作業頻率交叉列表**

		(TT3G42P) 教師讓學生運用ICT 或作業頻率				
		從未或 幾乎從未 (Never or almost never)	偶爾 (Occasion- ally)	經常 (Frequently)	總是 (Always)	總計
(TT3G34M)	完全沒有 (Not at all)	38	3	1	2	44
教師教學會運	一些 (To some extent)	350	326	45	6	727
用數位科技幫	多 (Quite a bit)	490	685	218	30	1,423
助學生學習	非常多 (A lot)	353	424	135	95	1,007
總計		1,231	1,438	399	133	3,201

在教師教學「非常多」運用數位科技幫助學生學習的類別中，選擇「總是」讓學生運用ICT完成專題或作業的人數只有95人，而選擇「經常」讓學生運用ICT完成專題或作業的人則是有135人，多數教師選擇「偶爾」使用（424人）或者是「從未」使用（353人）。此數據指出，即使教學上頻繁運用數位科技幫助學生學習的教師，在教學安排上選擇讓學生運用ICT來完成專題或作業的人數分布仍以「偶爾」或「從未使用」的人數為多（777人），而其中選擇「總是」或「經常」讓學生運用ICT完成專題或作業（230人）僅占教師教學「非常多」使用數位科技幫助學生學習（1,007人）的22.8%。

而教師教學「多」次運用數位科技幫助學生學習的教師人數為1423人，其中有高達1175人是選擇「偶爾」或「從未」讓學生用ICT完成專題或作業。選擇「經常」讓學生運用ICT進行專題或作業的人數有218人、「總是」讓學生運用ICT進行專題或作業的人數有30人，兩者合

計（248人）只占教學「多」次運用數位科技幫助學生學習教師人數的17.43%。以交叉分析可以得知，高頻率運用（多與非常多）數位科技幫助學生學習的教師同時也選擇高頻率（總是與經常）讓學生運用ICT進行專題或作業的人數（478人）為全部教師人數的14.9%。交叉分析中亦發現，教師教學會運用數位科技幫助學生學習並非代表教師就會安排讓學生運用ICT完成專題或作業的教學形式。

由此可見，即使教師經常使用數位科技幫助學生學習，仍有較高的比例選擇為自行操控，或是進行教學備課、教學組織所用，在教學方式內容上以教師掌控主導為主，讓學生自行應用於專題學習或是作業的比例仍低。可大致理解在TALIS 2018問卷資料蒐集當時，教師在數位科技幫助學生學習的層面大多為班級展示、教學或是學習活動的展現，且可能以教師操控與組織課程的型態為主。

二、以分類與迴歸樹（CART）建立分類模型

接續研究問題，依據Fackler等人（2021）與Gil-Flores等人（2017）之研究進行TALIS 2018相關題項的篩選，在TALIS 2018教師問卷題項中選擇「教師背景」、「教師教授科目」、「教師專業發展」、「教師專業發展需求」、「學校團隊創新精神」、「教師參與協同活動」、「教師自我效能感」、「核心教學實踐」構面，再依據文獻重要關鍵語詞選擇題項進行分析。

以全體有效樣本為3,494人進行CART分析後結果如表4所示，決策樹探勘出6個決策節點，以產生最小風險值的方式進行修剪，結構維持穩定在正確率為67.8%，並形成圖1修剪後的決策樹。

表4

教師讓學生運用ICT完成專題或作業CART分類模型的分類規則

類 別	葉部 節點	分類條件
1	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟
	AND	• 進行跨班與跨年級的共同活動（例如：專題）
	THEN	1.樣本數307人，占總人數13.453%。
2	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟
	AND	• 進行跨班與跨年級的共同活動（例如：專題）
	AND	• 「應用於教學的ICT技能」，包括在一年內的專業發展活動中
	THEN	1.樣本數293人，占總人數13.840%。
3	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟
	AND	• 進行跨班與跨年級的共同活動（例如：專題）
	AND	• 「應用於教學的ICT技能」，包括在一年內的專業發展活動中
	THEN	1.樣本數623人，占總人數27.301%。
4	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟
	AND	• 我給的任務不會有明顯的解決方法
	THEN	1.樣本數386人，占總人數16.915%。
	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟

（續下頁）

	AND	• 我給的任務不會有明顯的解決方法	頻率大於偶爾	
	AND	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率小於等於經常	
5	47	AND	• 「應用於教學的ICT技能」，包括在一年內的專業發展活動中	否
	AND	• 我讓學生以小組方式共同想出問題或任務的解決方法	頻率小於或等於偶爾	
	THEN	1.樣本數34人，占總人數1.490%。		
	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率大於偶爾	
	AND	• 我給的任務不會有明顯的解決方法	頻率大於偶爾	
6	48	AND	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率小於等於經常
	AND	• 「應用於教學的ICT技能」，包括在一年內的專業發展活動中	否	
	AND	• 我讓學生以小組方式共同想出問題或任務的解決方法	頻率大於偶爾	
	THEN	1.樣本數114人，占總人數5%。		
	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率大於偶爾	
	AND	• 我給的任務不會有明顯的解決方法	頻率大於偶爾	
7	28	AND	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率小於等於經常
	AND	• 「應用於教學的ICT技能」，包括在一年內的專業發展活動中	是	
	THEN	• 1.樣本數377人，占總人數16.521%。		
	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率大於偶爾	
	AND	• 我給的任務不會有明顯的解決方法	頻率大於偶爾	

(續下頁)

8	29	AND	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率大於經常
		AND	• 我能做到「運用數位科技幫助學生學習（例如：電腦、平板、電子白板）」的程度	頻率小於等於經常
		THEN	1.樣本數71人，占總人數3.111%。	

9	30	IF	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率大於偶爾
		AND	• 我給的任務不會有明顯的解決方法	頻率大於偶爾
		AND	• 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟	頻率大於經常
		AND	• 我能做到「運用數位科技幫助學生學習（例如：電腦、平板、電子白板）」的程度	頻率大於經常
		THEN	1.樣本數77人，占總人數3.374%。	

(TT3G42H) 與在一年內的專業發展活動中有「應用於教學的ICT技能」(TT3G23E) 此兩題項更在決策節點中以不同頻率出現兩次。

在決策樹中，越偏往右側分支，越是偏向教師能讓學生運用ICT完成專題或作業頻率 (TT3G42P) 較高的決策路徑。

由上而下，以右側路徑可知，當教師會經常要求學生自行決定複雜任務的解決步驟 (TT3G42H)，且偶爾賦予學生的任務中不會有明顯的解決方法 (TT3G42E)，並經常「運用數位科技幫助學生學習 (例如：電腦、平板、電子白板)」(TT3G34M) 時，則教師就能達成高頻率讓學生運用ICT完成專題或作業。

根據圖1與表4，將研究結果6個節點以問卷題項構面整理成視覺化網狀圖如圖2，呈現教師讓學生運用ICT完成專題或作業的次數頻率增加時，在四個構面下被探勘出的決策指標，此四個構面分別為：探究教學法、多元教學自我效能、教師專業發展需求以及教師協同教學頻率。本研究探勘決策節點之構面跟Kim與Lee (2022) 學者在促使教師採用ICT教學研究結果相符，認為ICT應用自我效能、ICT的熟悉與容易上手以及教師協同，均對教師實際採用ICT教學產生了正面且顯著的影響。以下分別說明。

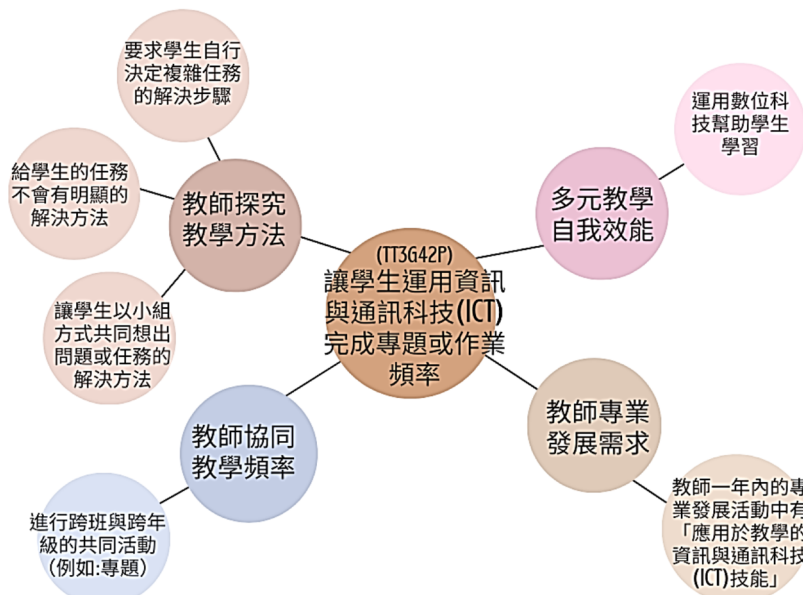


圖2 教師讓學生運用ICT完成專題或作業決策網狀圖

在探究教學方法上，包括了三個重要因素：1. 要求學生自行決定複雜任務的解決步驟；2. 給學生不會有明顯解決方法的任務；3. 讓學生以小組方式共同想出問題或任務的解決方法。以上三點凸顯教師教學安排上需要思考以學生為中心的觀點並針對教學關鍵核心設計情境化、生活化的弱結構問題，適時給予學生共同合作解決問題的機會，以助提升學生在學習過程中應用ICT協助解決問題與進行運算思維，發展問題解決的步驟性。

在教師協同教學頻率上，進行跨班與跨年級共同活動（例如：專題）只要能夠給予教師參與跨班或跨年級活動的機會，將能透過其他教學夥伴的支持或教學上互相學習的機會，提升教師讓學生運用ICT進行專題或作業的教學安排。

在教師多元教學自我效能上，強調多元嘗試與運用ICT幫助學生學習之教學自我效能，當教師願意嘗試並相信自己能夠運用，則應用ICT教學進而轉化到指導學生運用ICT學習的機會就大幅提升。

另外在教師專業發展需求部分，教師一年內專業發展活動中包含「應用於教學的ICT技能」項目，清楚表明教師教學ICT技能專業發展的學習，在目前科技迅速變遷之際，也是可促進教師ICT应用能力與精進教學的重要一環。

伍、結論與討論

本研究以TALIS 2018教師問卷資料為依據，以題項（TT3G34M）教師教學會運用數位科技幫助學生學習及題項（TT3G42P）教師讓學生運用ICT完成專題或作業頻率進行描述統計分析。由分析資料可以得知，高達75.6%的教師教學高頻率運用數位科技幫助學生學習，然而，其中大量讓學生運用ICT完成專題或作業頻率卻只占14.9%，此數據凸顯了教師運用數位科技於教學的層次上仍以教師操作以及課程準備為多。

國外學者研究表明，教師運用ICT進行教學會有階段性的表現，剛開始屬萌發累積階段，以自己操作及備課為主；接著會應用至教學歷程中，最後才會將ICT以不同的創新教學法在課程中進行實踐（Eng, 2005; van Braak et al., 2004）。倘若在資料蒐集當下所得之臺灣教師教學在數

位科技的應用成熟度高於讓學生運用ICT完成專題或作業的程度，那麼此時期臺灣國小教師在ICT應用教學上對照前述學者們所提出之階段，屬前中期的萌發與應用階段。但國內教師是否如同國外學者之觀察發現，以及後續會發展至何種應用方式，仍需後續研究再行深入理解。

進一步進行相關決策影響變項的資料分析，以教師讓學生運用ICT完成專題或作業頻率（TT3G42P）為應變項，依文獻提取「教師協同教學頻率」、「多元教學自我效能」、「教師專題導向教學頻率」、「教學創新支持感受」與「專業發展需求」中部分題項做為自變項，進行決策樹（CART）分類模型。

在決策樹分類結構下，可區辨出高低兩種應用ICT教學的行為傾向：相對高頻率讓學生運用ICT完成專題或作業組（決策樹右側，以下稱「高頻傾向組」），以及相對低頻率讓學生運用ICT完成專題或作業組（決策樹左側，以下稱「低頻傾向組」）。

從決策樹的分類以及相關決策節點，本文將從重要決策節點發現、教師教學設計執行、教師教學專業發展以及教學情境經營安排等面向進行討論如下。

一、重要決策節點的發現

經決策樹分類模型分析出幾個影響應變項的重要節點：1. 我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟（TT3G42H）；2. 進行跨班與跨年級的共同活動（例如：專題）（TT3G33C）；3. 我給的任務不會有明顯的解決方法（TT3G42E）；4. 「應用於教學的ICT技能」，包括在一年內的專業發展活動中（TT3G23E）；5. 我能做到「運用數位科技幫助學生學習（例如：電腦、平板、電子白板）」的程度（TT3G34M）；6. 我讓學生以小組方式共同想出問題或任務的解決方法（TT3G42G）。

在教師教學使用ICT的行為傾向中，高頻傾向組在教學方法上「決定複雜任務的解決步驟」、「給學生沒有明顯解決方法的任務」以及「教師給學生小組活動」是重要項目，而在教師專業背景上「教師ICT應用」與「教學專業發展」是重要項目；低頻傾向組在教師專業背景上，安排「教師進行跨班與跨年級的共同活動」以及「教師ICT應用」

會是重要支持因素。

從重要決策節點的探勘結果發現，不同行為傾向教師之教學決定以及背景支持有些微不同的需求，以上可作為支持教師進行相關課程準備與實務執行適性安排的參考。

二、發展以學生為中心為核心的教學設計

本研究經由決策樹分析，得知影響教師在課堂教學中，應用ICT於課堂專題學習之決策樹表現。影響教師讓學生運用ICT教學的優先因素，係視「教師是否要求學生自行決定複雜任務的解決步驟」（TT3G42H）以及不會有明顯解決方法的學習任務（TT3G42E）等兩項與教學內容方法安排有關之因素。

換言之，教師進行相對複雜性的任務時，亟需學生進行學習任務辨識以及問題拆解。學生對於用來解決問題的資訊需求增高，同時需要進行不同條件的交互訊息比對，以協助學習任務進行訊息模組與規則化的學習活動。而所謂複雜任務以及沒有明顯解決方法的學習任務，正好符合探究學習課程安排重要元素之一（Barrows, 1986; Chin & Chia, 2006; Choi & Lee, 2009; Ge et al., 2016）。如此一來，當學生運用ICT進行相關任務資料的搜集，不僅有助於分析規劃解決問題的步驟，也助其有效完成專題或作業。

在此兩決策節點結果可清楚表明，教師安排讓學生以ICT進行學習的條件，在於教學內容可依課程目標安排情境與生活化問題之學習任務，強調以學生學習為中心適合高層次思考之教學設計，更可能有機會進一步開放給予學生安排決定學習內容與表現方式的權利，以提升學生自我調節能力（Boekaerts & Cascallar, 2006）。

三、支持ICT教學相關技能與應用的專業發展

在研究結果中呈現，教師資訊科技融入教學的專業成長支持也是一個重要指標，當教師一年內的專業發展活動包括「應用於教學的ICT技能」且能做到「運用數位科技幫助學生學習（例如：電腦、平板、電子

白板)」，如此即能提升教師讓學生運用ICT完成專題或作業頻率。

這兩個分類節點凸顯一個訊息：除了支持教師使用ICT教學，教師本身須不斷的研習、增加對ICT應用的豐富性與課程設計的多元性，才足以讓教師因應複雜問題的教學設計、協助學生進行專題學習並促進學生ICT應用的知能（Niess, 2011）。

換言之，支持教師多接觸近期應用ICT教學的知識技能，透過資訊教學能力的不斷更新，更可熟稔引導學生應用ICT的教學與技能，以助學生面對解決不同問題時，提供學習示範與共同精進的機會。故在教師專業發展的支持上，應注意定期給予教師在ICT教學應用與技能之相關知能與教學交流的機會，使其具備創新突破能力，可增加讓學生運用ICT發展安排學習以完成專題或作業的機會。

四、協力同行的教與學以因應多元變化環境

在教學安排上，進行跨班與跨年級的共同活動（例如：專題）（TT3G33C）題項，呈現出教師教學若能形成協同跨年級或跨班教學，將有助於教師在教學方式上的活化，提升教師專題教學的能力。

改變個人備課的模式，增加跨域或跨年級加深加廣的協同教學機會。不同年級之間，對於學科重點的強調與進度的不一致，卻可靠著「以學習領域與ICT互為主體」的教學模式進行跨年級或跨班級的專題活動實施。教學活動的設計有賴於學科教師的專業知識，與不同領域教師進行主題專題的議題整合，在複雜問題的情境脈絡中，教師若能形成協同教學、共備課程的教學團隊，則有進一步擴大ICT應用在不同學科之間的可能性（Jogezai et al., 2023; Koh et al., 2014; Yeh et al., 2021）。

另外，學生學習方面，題項（TT3G42G）讓學生以小組方式共同想出問題或任務的解決方法，亦出現在決策節點中，代表可安排學生小組共同學習的活動。使其在不同的學習歷程中，透過共同分析問題、分工解決問題以及共識完成專題，達成激盪思考、互助學習的效應，這符合國外學者在「學生合作學習安排需要良好的促進，以達最佳學習成效」的研究結果（Kapur & Kinzer, 2007; van Berkel & Schmidt, 2000）。如此學習方式亦更能提升學生熟悉自我調整學習能力（Barak, 2012），對學

習產生後設認知監控能力。

五、研究建議與限制

由上述研究發現與討論，可獲得值得觀察與進一步思考的教育意涵。以下對研究建議與研究限制加以說明。

(一) 研究建議

1. 提升教師專題探究式教學技巧

教師讓學生運用ICT完成專題或作業的重要決定面向首重教師在學生專題教學相關教學策略的掌握應用與教師自我效能感。其中以解決複雜問題、沒有明顯答案任務以及讓學生以小組方式共同想出問題解決方法的教學任務為主。換言之，教師對於專題課程教學方式的掌握與熟悉度，將是決定教師是否讓學生運用ICT完成專題或作業的關鍵。

2. 教師ICT教學應用能力培訓

教師對應用於教學的ICT技能專業發展需求，是教師在教學進行ICT教學設計或應用的關鍵。與時俱進的ICT應用教學相關專業知能培訓，將會是教師未來必備的重要學習。在豐富課程設計之際，教師更應具備選擇能符應學生學習需求與強化學生應用能力的ICT設備與教學選項，在具備知能與軟硬體搭配之相輔相成下，發揮最大化教學效能。

3. 教師協同經營與安排

教師進行跨班與跨年級的共同活動，在於協同教學能有共同備課以及互相觀摩學習的機會，將增進教師嘗試讓學生運用ICT進行作業的課程設計。教師靠著協同教學共同活動的執行，可發展不同教師專業協力同行的能力，即便在專題議題的複雜專業知識及ICT教學應用的高難度教學中，仍可擁有教師之間共同學習與支持的力量，於教學中也能朝向共進共享降壓的教學模式，逐步提升讓學生運用ICT完成專題或作業的頻率。

教師要達成讓學生運用ICT完成專題或作業，不僅須提升其資訊科技應用能力，亦須視教師之教學活動設計的規劃給予相關的提升與支

援，使其擁有豐富、以學生學習為中心的教育課程觀點及設計能力；接著，在ICT應用與資訊能力技術上的提升，對教師轉化遷移至不同領域教學也具相輔相成之效。最後，教師協同教學運作的組合搭配，對教師備課品質以及教學增能亦具重要關鍵意義。

4. 疫後時期教師運用ICT於學生專題學習定位的再思考

本研究透過TALIS 2018資料，分析得知臺灣國小疫情前ICT應用於教學之表現；而在2019年全球面臨新冠肺炎疫情的挑戰時，教育更是首當其衝，ICT也在此時面臨著極大變化與考驗，教師教學實踐的數位技術使用、彈性活化教育需求的相關研究更是檢視現況與未來發展參考之重要指標（Valverde-Berrocso et al., 2021）。

後疫情時代學生之ICT應用學習與面向，不僅在課程政策與領導（劉子彰，2023；Fayed & Cummings, 2021），或資訊科技應用於教學的定位（林子斌，2022），於學生學習自主性養成更是關鍵性重要議題（洪詠善，2020；Biber et al., 2021; Khodaei et al., 2022; Lau et al., 2021; Radha et al., 2020），故應全面了解教學方式的調整與改變，並思酌如何提升教師應用ICT於教學的思維與方式。在臺灣深耕小學資訊素養十餘年的逐步累進基礎下（林菁，2018），可參酌本研究時間基準之分析結果，更有機會瞻前顧後，從教師的觀點針對實踐難度、教育文化、學生能力以及教育科技目的等面向再持續深入教育現場的學術研究（徐式寬，2019）；同時也需要關注教育在數位科技如何應用，以提升人與人、人與世界的直接聯繫（Lutzker, 2021），持續關注疫情前後教師應用ICT於學生學習層面之發展，以提供更貼近需求與發展的發展規劃。

（二）研究限制

本研究內容以TALIS 2018資料進行次級分析，研究資料公布時間在全球新冠肺炎疫情之前也是正值臺灣新課綱預備上路之際，呈現出該時間點國內國小教師的教學自陳表現，此結果與疫情及課綱上路之後教師應用ICT於教學之觀點策略或想法應有所差異，宜透過其他調查研究或實驗設計持續關注教師在運用科技輔助教學的態度與觀點，以更進一步了解教師應用ICT於教學之觀點是否受疫情衝擊、政策推行或學生學習

需求而有所改變。

另因本研究聚焦於教師應用科技輔助學生進行專題學習的面向，僅能透過資料庫現有變項加以分析，未來可以本研究分析結果所呈現之教師決策觀點做為基礎，從教師發展學生專題學習的執行與困境以及教師應用科技輔助工具於教學的表現模式進行研究，以進一步驗證或發現更多影響教師教學決策變項的可能性。

本研究撰寫之際正值教育現場全面推動「班班有網路、生生用平板」之中小學數位學習精進方案，國家挹注大筆經費強化校園網路布建與建置智慧學習教室的同時，期待達成教材生動、教學多元有效等目標。除了資訊設備與軟體跟進之外，教師於教學中如何紮實學生專題議題學習能力並應用導入資訊科技，將成為能否成功定錨學生擁有數位科技學習能力之關鍵因素，期望透過本研究以資料庫數據之分析結果，提供教育現場、教育決策、教師專業發展以及課程經營參考。

參考文獻

白亦方（2008）。**課程史研究的理論與實踐**。高等教育。

【Pai, Y.-F. (2008). *Theory and practice of curriculum history research*. Higher Education.】

江羿臻、林正昌（2014）。應用決策樹探討中學生學習成就的相關因素。**教育心理學報**，45(3)，303-327。

【Chiang, Y.-C., & Lin, C.-C. (2014). Applying decision tree to investigate high school students' learning achievement factors. *Educational Psychology*, 45(3), 303-327.】

余心蓓、魏慧娟、周倩（2017）。國小教師使用教用版電子教科書之滿意度：以學校地區、資訊素養與教學環境狀況為探討因素。**教育科學研究期刊**，62(3)，125-158。

【Yu, S.-P., Wei, H.-C., & Chou, C. (2017). School region, teachers' information literacy and teaching-related environmental factors as variables in Taiwanese elementary school teachers' satisfaction in using teacher-version electronic textbooks. *Journal of Research in Education*

Sciences, 62(3), 125-158.】

吳齊殷、張明宜、陳怡蓓（2008）。尋找機制與過程：長期追蹤研究的功用。*αβγ 量化研究學刊*，2(1)，1-26。

【Wu, C.-I., Chang, M.-Y., & Chen, I.-C. (2008). Looking for the mechanism and the process: The function of panel study. *αβγ Journal of Quantitative Research*, 2(1), 1-26.】

林菁（2018）。國小探究式資訊素養融入課程之研究：理論與實踐。*教育資料與圖書館學*，55(2)，103-137。

【Chen, L.-C. (2018). Elementary inquiry-based integrated information literacy curriculum: Theory & practice. *Journal of Educational Media and Library Sciences*, 55(2), 103-137.】

林子斌（2022）。疫情下的科技、資訊與媒體素養：學校現場之回應。*中等教育*，73(1)，6-10。

【Lin, T.-B (2022). Technology, information and media literacy under COVID-19 pandemic: The responses from schools. *Secondary Education*, 73(1), 6-10.】

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*，6，5-20。

【Lin, Y.-T., & Wu, C.-C. (2016). Computational thinking and information technology curriculum for grades 1-12. *Pulse of Education*, 6, 5-20】

柯華蕨、陳明蕾、李俊仁、陳冠銘（2019）。2018教學與學習國際調查臺灣報告：國民小學。國家教育研究院。

【Ko, H.-W., Chen, M.-L., Lee, J.-R., & Chen, K.-M. (2019). *Teaching and learning international survey (TALIS) 2018 Taiwan report: Elementary, junior high, & senior high educations*. National Academy for Educational Research.】

胡秋帆、王恩慈、吳正己、林育慈（2020）。十二年國教資訊科技科目學習次概念之探究。*教育研究集刊*，66(1)，77-102。

【Hu, C.-F., Wang, A.-T., Wu, C.-C., & Lin, Y.-T. (2020). Identifying learning concepts for the new 12-year basic education ICT curriculum: A delphi survey. *Bulletin of Educational Research*, 66(1), 77-102.】

胡秋帆、岳修平、張珣（2012）。從資訊融入教學探討高等教育教師工作壓力。**數位學習科技期刊**，**4**(1)，63-84。

【Hu, C.-F., Yueh, H.-P., & Chang, C. (2012). In the perspective of information technology integrated into teaching to explore the work stress of higher education teachers. *International Journal on Digital Learning Technology*, 4(1), 63-84.】

洪詠善（2020）。停課不停學：當自主學習成為日常。**課程研究**，**15**(1)，15-33。

【Hung, Y-S. (2020). LearningNeverStops: When self-directed learning becomes accustomed. *Journal of Curriculum Studies*, 15(1), 15-33.】

徐式寬（2019）。教育科技與教育實踐間的差距及省思。**清華教育學報**，**35**(2)，71-103。

【Hsu, S. (2019). Discrepancies between educational technology and educational practices: A reflection. *Tsing Hua Journal of Educational Research*, 35(2), 71-103.】

徐式寬、關秉寅（2011）。國民中小學教師資訊融入教學素養評量表之建構與調查。**科學教育學刊**，**19**(4)，335-357。

【Hsu, S., & Kuan, P.-Y. (2011). The construction and evaluation of ICT integration scale for elementary and junior high school teachers. *Chinese Journal of Science Education*, 19(4), 335-357.】

徐琍沂、徐遠雄（2020）。整合鷹架理論和翻轉教學模式融入專題式學習課程。**教學實踐與創新**，**3**(1)，129-163。

【Hsu, L.-I., & Hsu, Y.-H. (2020). Integration of scaffolding theory and flipped teaching approaches into a project-based course. *Journal of Teaching Practice and Pedagogical Innovation*, 3(1), 129-163.】

徐新逸、林燕珍（2004）。中小學教師資訊融入教學發展模式及檢核工具之研究。**教育研究集刊**，**50**(1)，175-203。

【Shyu, H-Y., & Lin Y-C. (2004). A study of the developmental model and practical guidelines for technology-integrated instructional design for elementary and high school teachers. *Bulletin of Educational Research*, 50(1), 175-203.】

陳宇芃、林豐政（2017）。國小學生數位學習機會影響因素之研究：以學生、家長與學校觀點探討。**教育學報**，45(1)，131-155。

【Chen, Y.-P., & Lin, F.-J. (2017). A study on the influential factors of e-learning opportunity for elementary school students: perspectives from students, parents and schools. *Education Journal*, 45(1), 131-155.】

陳麗明、范斯淳（2020）。以整合型科技接受模式探討高雄市國小教師使用因材網之行為意圖。**工業科技教育學刊**，(13)，65-79。

【Chen, L.-M., & Fan, S.-C. (2020). A study on using UTAUT model to explore the intention of kaohsiung elementary school teachers to use the adaptive learning website. *Journal of Industrial Technology Education*, (13), 65-79.】

張芳全（2021a）。國小教師工作滿意度因素之多層次分析：2018臺灣參與TALIS資料為例。**教育與心理研究**，44(2)，25-61。

【Chang, F.-C. (2021a). Multi-level analysis of factors of job satisfaction among teachers in elementary schools in Taiwan: Evidence from 2018 TALIS data. *Journal of Education & Psychology*, 44(2), 25-61.】

張芳全（2021b）。國民小學男女教師的工作壓力源之研究——以臺灣參與TALIS為例。**學校行政**，(133)，121-151。

【Chang, F.-C. (2021b). The work stressors of male and female teachers in elementary schools: Evidence from Taiwan's participation in TALIS data. *School Administrators*, (133), 121-151.】

教育部（2014）。十二年國民基本教育課程綱要。作者。

【Ministry of Education. (2014). *Direction governing for the 12-year basic education curricula*. Author】

國家教育研究院（2020）。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。國家教育研究院。

【National Academy for Education Research. (2020). *Manual for the curriculum guidelines in technology and information education in elementary school*. National Academy for Education Research.】

黃淑如、曾淑惠（2021a）。臺灣與加拿大高中校長知覺學校實施多元

- 文化教育比較：2018年TALIS結果分析。臺北市立大學學報·教育類，52(1)，59-73。
- 【Huang, S.-J., & Tseng, S.-H. (2021a). A comparison in multicultural education on principal's perception of senior high school between Taiwan and Canada from TALIS 2018. *Journal of University of Taipei. Education*, 52(1), 59-73.】
- 黃淑如、曾淑惠（2021b）。TALIS 2018年臺灣高中教師運用資訊與通訊科技結果對遠距教學推行之分析。臺灣教育評論月刊，10(6)，35-40。
- 【Huang, S.-J., & Tseng, S.-H. (2021b). Analyzing the results of TALIS 2018 on the use of information and communication technology by high school teachers in Taiwan for promoting distance teaching. *Taiwan Educational Review Monthly*, 10(6), 35-40.】
- 黃嘉莉、葉怡芬、許瑛珺、曾元顯（2017）。取得中學教職的關鍵因素：運用決策樹探勘師資培育歷程。教育科學研究期刊，62(2)，89-123。
- 【Huang, J.-L., Yeh, Y.-F., Hsu, Y.-S., & Tseng, Y.-H. (2017). Critical factors of becoming secondary school teachers: Mining the process of teacher education by decision trees. *Journal of Research in Education Sciences*, 62(2), 89-123.】
- 楊俊鴻（2018）。素養導向課程與教學：理論與實踐（2版）。高等教育。
- 【Yang, J.-H. (2018). *Competence-based curriculum and instruction: Theory and practice* (2nd ed.). Higher Education.】
- 葉子明、周君芳（2020）。資訊素養、資訊科技融入教學對國小教師專業成長及教學效能影響之研究。全球科技管理與教育期刊，9(1)，20-41。
- 【Yeh, T.-M., & Chou, C.-F. (2020). The effects of information literacy, information technology integrated into teaching on professional growth and teaching effectiveness for elementary school teachers. *Journal of Global Technology Management and Education*, 9(1), 20-41.】

鄭秀卿、王仁俊（2018）。國民小學資訊化設備使用之現況分析——以高雄市某國小為例。**工業科技教育學刊**，(11)，21-30。

【Yin, S.-C., & Wang, J.-C. (2018). The analysis for usage of elementary school's ICT—A case of an elementary school in Kaohsiung City. *Journal of Industrial Technology Education*, (11), 21-31.】

劉子彰（2023）。(後)疫情時代的臺灣數位學習政策。**教育研究雜誌** (1680-6360)，(346)，31-45。

【Liu, Z.-C. (2023). Taiwan digital learning policy during (Post) the pandemic. *Journal of Education Research (1680-6360)*, (346), 31-45.】

劉世雄（2011）。臺灣不同城鄉地區國小教師的教學信念與其運用資訊科技融入教學之探討。**課程與教學**，14(3)，47-76。

【Liu, S.-H. (2011). Differences between elementary school teachers in three different regions of Taiwan in teacher beliefs about teaching and technology integration. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 14(3), 47-76.】

劉美鈴、謝傳崇、翁暄睿（2018）。國小學生知覺教師正向領導對學習表現影響之研究：以教師資通訊科技運用為中介變項。**師資培育與教師專業發展期刊**，11(3)，83-108。

【Liu, M.-L., Hsieh, C.-C., & Weng, H.-J. (2018). A study on the relationship between teachers' positive leadership and student learning performance in elementary schools: Teacher ICT-use as a mediator. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, 11(3), 83-108.】

鄭勝耀（2020）。教學與學習的對話：來自 TALIS 2018 國中教師教學環境的省思。**教育研究月刊**，314，117-138。

【Cheng, S.-Y. (2020). A deep conversation between learning and teaching: What can TALIS 2018 tell us about Taiwan's teaching environment? *Journal of Educational Research*, 314, 117-138.】

賴阿福（2014）。資訊科技融入創新教學之教學策略與模式。**國教新知**，61(4)，28-45。

【Lai, Y.-F. (2014). Teaching strategies and models of integrating information technology into innovative teaching. *The Elementary*

- Education Journal*, 61(4), 28-45.】
- 謝傳崇、李孟雪（2021）。臺灣國民小學教師翻轉教學之研究——TALIS的分析與驗證。師資培育與教師專業發展期刊，14(1)，91-113。
- 【Hsieh, C.-C., & Lee, M.-H. (2021). Current situation of teachers' flipped teaching in Taiwan's elementary schools—Analysis and verification of TALIS. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, 14(1), 91-113.】
- 謝傳崇、翁暄睿（2019）。TALIS 2018年臺灣國小校長分布式領導調查結果之分析。學校行政，(124)，1-20。
- 【Hsieh, C.-C., & Weng, H.-J. (2019). TALIS analysis results of the Taiwan elementary school principal's distributed leadership survey in 2018. *School Administrators*, (124), 1-20.】
- 簡禎富（2005）。決策分析與管理。雙葉書廊。
- 【Jane, C.-F. (2005). *Decision analysis and management*. Yeh Yeh.】
- 簡禎富、許嘉裕（2014）。資料挖礦與大數據分析。前程文化。
- 【Jane, C.-F., & Xu, J.-Y. (2014). *Data mining and big data analytics*. Future.】
- 饒世妙（2013）。國小教師ICT融入教學現況之研究——從 Larry Cuban 對科技的教育觀點。教育傳播與科技研究，104，53-83。
- 【Jao, S.-M. (2013). ICT integration in the primary classroom in Taiwan—A study with Larry Cuban's educational perspectives on technology. *Research of Educational Communications and Technology*, 104, 53-83.】
- Ainley, J., & Carstens, R. (2018). *Teaching and learning international survey (TALIS) 2018 conceptual framework*. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1787/799337c2-en>
- Akram, H., Abdelrady, A. H., Al-Adwan, A. S., & Ramzan, M. (2022). Teachers' perceptions of technology integration in teaching-learning practices: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 920317.
- Albion, P. R., Tondeur, J., Forkosh-Baruch, A., & Peeraer, J. (2015).

- Teachers' professional development for ICT integration: Towards a reciprocal relationship between research and practice. *Education and Information Technologies*, 20, 655-673.
- Baizyldayeva, U. B., Uskenbayeva, R., & Amanzholova, S. (2013). Decision making procedure: Applications of IBM SPSS cluster analysis and decision tree. *World Applied Sciences Journal*, 21(8), 1207-1212.
- Barak, M. (2012). From “doing” to “doing with learning”: Reflection on an effort to promote self-regulated learning in technological projects in high school. *European Journal of Engineering Education*, 37(1), 105-116.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486.
- Biwer, F., Wiradhany, W., Oude Egbrink, M., Hospers, H., Wasenitz, S., Jansen, W., & De Bruin, A. (2021). Changes and adaptations: How university students self-regulate their online learning during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, 12, 642593.
- 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.
- Boekaerts, M., & Cascallar, E. (2006). How far have we moved toward the integration of theory and practice in self-regulation? *Educational Psychology Review*, 18(3), 199-210.
- Cheng, S.-L., Chang, J.-C., & Romero, K. (2022). Are pedagogical beliefs an internal barrier for technology integration? The interdependent nature of teacher beliefs. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5215-5232.
- Chin, C., & Chia, L. G. (2006). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, 90(1), 44-67.
- Choi, I., & Lee, K. (2009). Designing and implementing a case-based learning environment for enhancing ill-structured problem solving:

- Classroom management problems for prospective teachers. *Educational Technology Research and Development*, 57, 99-129.
- Choudhury, P., Allen, R. T., & Endres, M. G. (2021). Machine learning for pattern discovery in management research. *Strategic Management Journal*, 42(1), 30-57.
- Coles, P. (Ed.). (2013). *Global media and information literacy assessment framework: Country readiness and competencies*. UNESCO.
- Collie, R. J., Malmberg, L. E., Martin, A. J., Sammons, P., & Morin, A. J. (2020). A multilevel person-centered examination of teachers' workplace demands and resources: Links with work-related well-being. *Frontiers in psychology*, 11, 626.
- Eng, T. S. (2005). The impact of ICT on learning: A review of research. *International Education Journal*, 6(5), 635-650.
- Fackler, S., Malmberg, L.-E., & Sammons, P. (2021). An international perspective on teacher self-efficacy: Personal, structural and environmental factors. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103255.
- Fayed, I., & Cummings, J. (2021). *Teaching in the post COVID-19 era*. Springer.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Ge, X., Law, V., & Huang, K. (2016). Detangling the interrelationships between self-regulation and ill-structured problem solving in problem-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1622>
- Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J., & Torres-Gordillo, J.-J. (2017). Factors that explain the use of ICT in secondary-education classrooms: The role of teacher characteristics and school infrastructure. *Computers in Human Behavior*, 68, 441-449.
- Hafifah, G. N., & Sulistyono, G. H. (2020). Teachers' ICT literacy and ICT integration in ELT in the Indonesian higher education setting. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(3), 186-198.
- Hu, D., Yuan, B., Luo, J., & Wang, M. (2021). A review of empirical research

- on ICT applications in teacher professional development and teaching practice. *Knowledge Management & E-Learning*, 13(1), 1-20.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.
- Jogezai, N. A., Koroleva, D., & Baloch, F. A. (2023). Teachers' digital competence in the post COVID-19 era: The effects of digital nativeness, and digital leadership capital. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), ep466.
- Kapur, M., & Kinzer, C. K. (2007). Examining the effect of problem type in a synchronous computer-supported collaborative learning (CSCL) environment. *Educational Technology Research and Development*, 55, 439-459.
- Khodaei, S., Hasanvand, S., Gholami, M., Mokhayeri, Y., & Amini, M. (2022). The effect of the online flipped classroom on self-directed learning readiness and metacognitive awareness in nursing students during the COVID-19 pandemic. *BMC nursing*, 21(1), 1-10.
- Kim, J., & Lee, K. S. S. (2022). Conceptual model to predict Filipino teachers' adoption of ICT-based instruction in class: Using the UTAUT model. *Asia Pacific Journal of Education*, 42(4), 699-713.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tay, L. Y. (2014). TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20-29.
- Korkmaz, C., & Correia, A.-P. (2019). A review of research on machine learning in educational technology. *Educational Media International*, 56(3), 250-267.
- Kučak, D., Juricic, V., & Đambić, G. (2018). Machine learning in education—A survey of current research trends. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 29, 0406-0410.
- Lau, E. Y. H., Li, J.-B., & Lee, K. (2021). Online learning and parent satisfaction during COVID-19: Child competence in independent

- learning as a moderator. *Early Education and Development*, 32(6), 830-842.
- Lee, M., & Winzenried, A. (2009). *The use of instructional technology in schools: Lessons to be learned*. Aust Council for Ed Research.
- Li, S. C., & Petersen, K. B. (2022). Does ICT matter? Unfolding the complex multilevel structural relationship between technology use and academic achievements in PISA 2015. *Educational Technology & Society*, 25(4), 43-55.
- Lin, K. Y., Hsiao, H. S., Williams, P. J., & Chen, Y. H. (2020). Effects of 6E-oriented STEM practical activities in cultivating middle school students' attitudes toward technology and technological inquiry ability. *Research in Science & Technological Education*, 38(1), 1-18.
- Loyens, S. M., & Rikers, R. M. (2011). Instruction based on inquiry. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361-381). Routledge.
- Lutzker, P. (2021). Teaching as an art in an age of science and technology. *Tsing Hua Journal of Education Research*, 37(2), 1-64.
- McCormick, K., & Salcedo, J. (2017). *IBM SPSS modeler essentials: Effective techniques for building powerful data mining and predictive analytics solutions*. Packt Publishing.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299-317.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019), *TALIS 2018 technical report*. TALIS, OECD Publishing. https://www.oecd.org/education/talis/TALIS_2018_Technical_Report.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020), *TALIS 2018 results (Vol. II): Teachers and school leaders as valued professionals*. TALIS, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19cf08df-en>
- Qasem, A. A., & Viswanathappa, G. (2016). The teachers' perception towards

- ICT integration: Professional development through blended learning. *Journal of Information Technology Education. Research*, 15, 561.
- Radha, R., Mahalakshmi, K., Kumar, V. S., & Saravanakumar, A. (2020). E-Learning during lockdown of Covid-19 pandemic: A global perspective. *International journal of control and automation*, 13(4), 1088-1099.
- Shunkov, V., Shevtsova, O., Koval, V., Grygorenko, T., Yefymenko, L., Smolianko, Y., & Kuchai, O. (2022). Prospective directions of using multimedia technologies in the training of future specialists. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(6), 739-746.
- Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M. R., Revuelta Dominguez, F. I., & Sosa-Díaz, M. J. (2021). The educational integration of digital technologies preCovid-19: Lessons for teacher education. *Plos One*, 16(8), e0256283.
- van Berkel, H. J., & Schmidt, H. G. (2000). Motivation to commit oneself as a determinant of achievement in problem-based learning. *Higher Education*, 40, 231-242.
- van Braak, J., Tondeur, J., & Valcke, M. (2004). Explaining different types of computer use among primary school teachers. *European Journal of Psychology of Education*, 19(4), 407-422.
- Vieluf, S., Kunter, M., & van de Vijver, F. J. R. (2013). Teacher self-efficacy in cross-national perspective. *Teaching and Teacher Education*, 35, 92–103.
- Wagner III, W. E. (2019). *Using IBM® SPSS® statistics for research methods and social science statistics*. Sage.
- Wendler, T., & Gröttrup, S. (2016). *Data mining with SPSS modeler: Theory, exercises and solutions*. Springer.
- Yang, F., Wen, J., & Qi, L. (2020, January). *Information and communication technology in english language education: A review and future research directions*. Paper presented at the International Conference on

Modern Educational Technology and Innovation and Entrepreneurship (ICMETIE 2020), Sanya, China.

Yeh, Y.-F., Chan, K. K. H., & Hsu, Y.-S. (2021). Toward a framework that connects individual TPACK and collective TPACK: A systematic review of TPACK studies investigating teacher collaborative discourse in the learning by design process. *Computers & Education, 171*, 104238.

Yoo, J. E., & Rho, M. (2020). Exploration of predictors for Korean teacher job satisfaction via a machine learning technique, Group Mnet. *Frontiers in Psychology, 11*(441). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00441>

附錄一

TALIS 2018 教師問卷用以衡量教師資訊與通訊科技 (ICT) 技能之問項

變項代碼	題項	資料種類	資料表現
TT3G06H1	應用於教學的資訊與通訊科技 (ICT) 技能，是否包含在師培教育或訓練中	名目尺度	是／否
TT3G06H2	應用於教學的資訊與通訊科技 (ICT) 技能的「準備度」 正式師培教育或訓練中，是否包括「科技」科目（包含科技與資訊科技	順序尺度	四點
TT3G15G1	的介紹、電腦、營造與測量、電子學、製圖與設計、鍵盤操作、電腦文書處理、設計科技)	名目尺度	是／否
TT3G15G2	是否在任教校內對任何國小學生教授「科技」科目	名目尺度	是／否
TT3G23E	「應用於教學的資訊與通訊科技 (ICT) 技能」，是否包括在您一年內的專業發展活動中	名目尺度	是／否
TT3G27E	目前「應用於教學的資訊與通訊科技 (ICT) 技能」的專業發展需求程度	順序尺度	四點
TT3G34M	能做到「運用數位科技幫助學生學習（例如：電腦、平板、電子白板）」的程度	順序尺度	四點
TT3G42P	對特定班級的教學，從事「讓學生運用資訊與通訊科技 (ICT) 完成專題或作業」的頻率	順序尺度	四點
TT3G55A	就整體國小教育而言，如果教育預算增加5%，對於「投資在資訊與通訊科技 (ICT)」的使用的優先順序	順序尺度	三點

附錄二

TALIS 2018教師教學活動表現之衡量問項

甲、教師協同教學頻率

變項	題項	資料種類	資料表現
TT3G33A	在同一個班級有一組教師共同教學	順序尺度	六點
TT3G33B	觀察其他教師的教學並提供回饋	順序尺度	六點
TT3G33C	進行跨班與跨年級的共同活動(例如：專題)	順序尺度	六點

乙、多元教學自我效能

變項	題項	資料種類	資料表現
TT3G34K	在學生有疑惑時能提供不同的解釋	順序尺度	四點
TT3G34L	在課堂中使用多元的教學策略	順序尺度	四點
TT3G34M	運用數位科技幫助學生學習(例如：電腦、平板、電子白板)	順序尺度	四點

丙、教師探究教學方法

變項	題項	資料種類	資料表現
TT3G42E	我給的任務不會有明顯的解決方法	順序尺度	四點
TT3G42F	我給學生需要批判性思考的任務	順序尺度	四點
TT3G42G	我讓學生以小組方式共同想出問題或任務的解決方法	順序尺度	四點
TT3G42H	我要求學生自行決定複雜任務的解決步驟。	順序尺度	四點

丁、教學創新支持感受

變項	題項	資料種類	資料表現
TT3G32A	本校大多數教師致力於發展教學與學習的新想法	順序尺度	四點

(續下頁)

TT3G32B	本校大多數教師對改變持開放態度	順序尺度	四點
TT3G32C	本校大多數教師致力尋找解決問題的新方法	順序尺度	四點
TT3G32D	本校大多數教師互相提供實質支援來實踐新想法	順序尺度	四點

戊、教師專業發展需求

變項	題項	資料種類	資料表現
TT3G23E	「應用於教學的資訊與通訊科技(ICT)技能」，是否包括在您一年內的專業發展活動中	名目尺度	是/否
TT3G23L	「教導跨學科學習的技能（例如：創造力、批判思考、問題解決）」是否包括在您一年內的專業發展活動中	名目尺度	是/否
TT3G27E	目前「應用於教學的資訊與通訊科技(ICT)技能」的專業發展需求程度	順序尺度	四點
TT3G27L	目前「教導跨學科學習的技能（例如：創造力、批判思考、問題解決）」的專業發展需求程度	順序尺度	四點

Decision Tree Analysis for Understanding Why Teachers Use ICT for Students' Project Learning in Taiwanese Elementary Schools: Reinvestigating the OECD Teaching and Learning International Survey

Yi-Chen Huang*

Abstract

Research Purpose

The purpose of this article is to conduct a decision tree analysis to investigate why the extent of elementary teachers in Taiwan who foster students' use of Information and Communication Technology (ICT) for projects or classwork lagged behind other countries. This study is based on a survey conducted when Taiwan participated in the OECD Teaching and Learning International Survey (TALIS) in 2018. This is concerning because ICT applications have become a critical competence for students to solve a variety of problems.

Research Design/Method/Approach

This study applied a decision tree analysis to investigate the key elements driving elementary school teachers to encourage students to use ICT to conduct projects. The data used were extracted from the OECD database of the TALIS 2018 survey. This study explores the decision factors regarding the frequency with which students use ICT for projects or classwork, based on a sample of 3,494 teachers.

Research Findings or Conclusions

According to the findings, the major dimensions drive teachers to use ICT, leading students to conduct project-based learning in elementary

school classrooms: (1) providing students with complex tasks, (2) assigning tasks for which there is no obvious solution, (3) working in small groups to come up with a joint solution to a problem or task, (4) supporting student learning through the use of digital technology, (5) professional development of teachers' ICT skills, and (6) frequency of teachers' engagement in joint activities across different classes and age groups (e.g. projects).

Research Originality/Value

To the best of authors' knowledge, this study is the first attempt to use a decision tree analysis to investigate the factors that influence teachers in elementary schools to use ICT, leading students to conduct project learning. This study offers a starting point for individuals interested in understanding ICT teaching in classrooms and its practical influence on project-based learning.

Educational Policy Recommendations and Applications

This study suggests that teachers' inquiry-based teaching methods, self-efficacy in diverse education, professional development needs, and frequency of teacher collaboration are critical elements in encouraging elementary teachers to lead their students to engage in project-based learning by applying ICT.

Keywords: decision tree analysis, project learning, ICT teaching, Teaching and Learning International Survey



DOI : 10.6869/THJER.202312_40(2).0001

Received: September 4, 2022; Modified: January 29, 2024; Accepted: February 16, 2024

* Yi-Chen Huang, Ph. D. Candidate, Department of Education, University of Taipei, E-mail: d11001003@go.utaipei.edu.tw

