

科技實作思考歷程研究： 詮釋現象學與滯後序列分析取徑

王嫻茵*

財團法人資訊工業策進會 數位教育研究所

摘要

許多科技實作思考或歷程議題的研究者，詮釋目前的研究發展及遭遇的困難為：不易探討認識知識的歷程。故本研究以哲學的認識論為理論基礎，藉由以工具操作、製作、發想與設計的三項科技實作活動(「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」及「手機架設計」)的認識經驗，詮釋新手教師的科技實作思考歷程，並以滯後序列分析，針對思考行為順序編碼、分析與繪製思考行為轉移圖，進而理解學習者在科技實作的普遍經驗結構與思考歷程。本研究歸納五個科技實作經驗的普遍經驗主題包括「產生喚起內在的情緒感受」、「藉由理性邏輯推理來認識知識」、「藉由實際操作經驗來探究知識」、「產生知識是有用為真的認同」、「改變想法、感受或是產生想法轉化」；本研究發現，新手教師在科技實作課程中，產生「有用為真」的想法之後，有很高的機率會接續開始邏輯推理求證；而經由實際操作後，有很高的機率會接續喚起情緒感受，並且會產生想法轉化。本研究結果有助於科技實作課程的實施，可作為教師調整教學與理解學習者思考脈絡的參考依據，並有助於對科技實作思考有興趣的研究者，有一參考研究模式可循。

關鍵詞：思考歷程、科技實作、詮釋現象學、滯後序列分析、認識論

壹、緒論

在科技課程進行時，學習者如何在科技實作中認知、思考、學習，一直是國際科技課程所關注的重點。澳洲的科技課程將思考認為是科技課程學生所需具備的一般能力(Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2014)；紐西蘭教育部認為科技是設計的干預(technology is intervention by design)，意即使用智力和實踐

資源來創造科技成果，透過解決需求和實現機會，來擴大人類的可能性，並將其學習結構分為三部分：技術實踐、技術知識和科技本質(Ministry of Education, 2017)；美國國際科技與工程教師協會(International Technology and Engineering Educators Association [ITEEA])提出的「科技與工程素養標準」(Standards for Technological and Engineering Literacy)指出，製作和做是科技實踐的核心之一(ITEEA, 2020)；英國教育部發布的「設計

*通訊作者：王嫻茵，yenyinwang@iii.org.tw

(投稿日期：民國110年11月19日，修訂日期：民國111年3月24日，接受日期：民國111年3月26日)

與科技課程」(National Curriculum in England: Design and Technology Programmes of Study)也提到，科技課程的目的在於確保所有學生能自信地執行日常任務，並成功參與日益科技化的世界所需的創造性、科技和實踐專業知識，也強調科技實踐實作的重要(Department for Education, 2013)。

在科技實作課程進行時，教學者教導的知識結構，與學習者學到的學習知識結構是否相同？有無可結構化的方式可以理解認知的過程？科技實作活動是在生活科技課程中，學生將習得的科技知識概念，透過設計、製作而產出科技作品的活動過程，因此科技產品的製作乃是結合思考與實踐的歷程(游光昭等，2010)。科技實作思考或歷程議題的研究者，詮釋目前的研究發展及遭遇的困難包括：不易探討實作歷程，即如何解構問題、發展程序性知識及瞭解知識的形成過程為何(戴建耘等，2020)；教育研究通常忽略了學習過程，尤其是知識是如何構建的(Sun et al., 2021)。過去雖有科技課程的規劃模型框架，提到科技課程強調的重點包括可以改善思考與問題解決能力，理解認知歷程，例如問題解決與故障排除歷程等等(Zuga, 1989)，但過往研究也指出，在如何突破對科技實作思考歷程的理解，以及建構科技實作思考歷程的經驗結構上，均屬不易且仍有待繼續深入研究。

鑑於知識建構的歷程在各個方面的重要作用，探討科技實作歷程與意義解構、建構等議題，與建立科技實作思考歷程的普遍經驗，有其重要性，然而如何理解學習者的思考脈絡，並進而建構可見的結構？詮釋現象學(hermeneutic phenomenology)的特色為，可透過論述來詮釋經驗與意義，亦即藉由經驗者的語言說出來，由於置身結構、情境脈絡

均緊密連結，在認識歷程中可建構意義。(李文富，2003；Gadamer, 1960/1997; Heidegger, 1927/2010; van Manen, 1990; Zovko, 2020)。以詮釋現象學的研究方法來研究，正可解決科技實作思考研究遭遇的困難。透過經驗者的描述，可挖掘科技實作思考歷程及其意涵，並能提出科技實作思考歷程存在的認識經驗結構。

除了以質性的詮釋現象學探討學習者學習時的意義建構之外，是否能輔以量化的方式進行科技實作思考歷程的檢證？不少研究指出，滯後序列分析(Lag Sequential Analysis, LSA)是在真實環境中研究學習過程的新興方法，其特點為可用視覺化方式，呈現認知系統中的交互模式，有助於研究者理解隱含未見的學習歷程(胡丹妮等，2019；郝祥軍等，2019；張苑芯等，2019；彭林華、林曉凡，2021；Bakeman & Gottman, 1997; Faraone & Dorfman, 1987; Hawks, 1987; Hou et al., 2015; Lämsä et al., 2020; Liu et al., 2021; Pohl et al., 2016; Putnam, 1983; Sun et al., 2021; Tan et al., 2022; Tlili et al., 2021; Wu et al., 2015; Zhang et al., 2021)。故本研究兼採LSA，以探究科技實作思考的隱含歷程。

由於過去研究少有針對科技實作思考歷程，以質量兼具的方式進行相關研究，以致對科技實作思考歷程的認識較少。例如：科技實作思考歷程的普遍經驗為何？科技實作思考事件轉移模式為何？若能具象瞭解科技實作的思考歷程，可進一步提出建議，供教學者調整教學與學習者自身理解的重要依據。故而，本研究之進行實有其必要性。

杜威(John Dewey)的實用主義(pragmatism)指出，如果哲學家未曾自身實踐其理論，則僅是一位工匠而非哲學家；研究應不再是研究「什麼」，而是提出「如何」或「如何做」

(Menand, 1997)。故本研究即期望藉此研究呼應de Vries (2016)提到的，能在科技學習的思考歷程中，回頭反思所存在的哲學，並能提供教師思考該教什麼給學生的參考建議。本研究主要目的是：研究科技實作思考歷程的普遍經驗，提出科技實作思考事件轉移模式，希冀研究結果可供教師調整教學與學生反思精進之參考。具體方式為：以科技教師培育課程的三個實作活動「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」、「手機架設計」作為經驗的課程，藉以詮釋新手教師存有的科技實作思考現象，並研提科技實作思考歷程的普遍經驗。並以LSA針對思考行為順序編碼、分析與繪製思考行為轉移圖，進而理解學習者在工具操作、製作、發想與設計的科技實作思考事件轉移模式。據此，本研究兩個研究問題如下：

- 一、科技實作思考歷程的普遍經驗為何？
- 二、科技實作思考事件轉移模式為何？

期望本研究結果有助於科技實作課程的實施，可作為教師調整教學與理解學習者思考脈絡的參考依據，並有助於對科技實作思考有興趣的研究者，有一參考研究模式可循。

貳、文獻探討

一、科技實作思考歷程

認識科技實作思考的歷程，能提升教師教學成效與學生自我理解，以及作為教學、課程設計、評量的重要依據。科技實作時的思考，主要是要求能運用學科的知識概念及工作程式的規劃，去作實踐前的準備；而實踐則是運用周遭的材料與工具等資源，去完成科技產品的設計與製作(游光昭等，2010)。在科技課程中，學習者透過動手做的過程，可以思考與學習到概念性知識與程序性知識(楊雅茹，2017)。學生在進行實作學習時，對

概念性知識和問題解決時過程性的思考理解是非常重要的(戴建耘等，2020)。我國科技領域課程也強調運用科技工具、材料、資源動手設計實作在學習目標設定、學習表現與學習評量的重要(教育部，2018)。

實作經驗對於思考歷程的形成至關重要。實用主義的詞根「*pragmata*」來源於希臘詞「*πραγμα*」(行動) (Zovko, 2020)。實用主義作為一種哲學觀點，包含一種世界的過程觀，根據這種觀點，真正存在的東西「正在形成」，而處於形成的過程中，則非常關注行動及其有意義的體驗(Feldman et al., 2021)。實用主義者杜威認為的教育目的即是生長、教育的本質是生活、學校即社會，教育是知識與經驗不斷交織重組的改造歷程，必須要以學生為中心，透過務實的「從做中學」、「從經驗中學」、「從解決問題中學」，實踐「在行動中認知」、「在行動中理解」及「在行動中省思」(沈中偉、黃國禎，2012；韓景春，1996；蘇永明，2000；Capps, 2021; Johnson, 2017)。

思考歷程如何建構為各界關心的重要議題，但目前研究少見探究知識建構的歷程。思考一直是教育、研究和工業領域中幾乎每個領域和領域的教學、研究和現實應用的主題(Pande & Bharathi, 2020)。在探討知識與人類適應的系統的互動時，「傑克森坊工藝課程理論」(Jackson's mill industrial arts curriculum theory)的交互作用模式(Snyder & Hales, 1981)，是科技實作思考時不可忽視的一環。Brown (2019)認為談及思考議題，可用「3i」空間——發想(*inspiration*)、構思(*ideation*)以及執行(*implementation*)來回探索。由於學習受到多種影響訊息處理因素的影響，工作記憶也常在思考的議題中被提及(Chen & Kalyuga, 2020)；人類在處理訊息

時，是如何經由感官注意、編碼、儲存、提取與運用？如何獲得「知」(knowing)，而後發揮「適」(adaptation)的過程，是教育研究常關注的焦點(沈中偉、黃國禎，2012；張春興，1988)，而過去研究少見探究知識是如何構建的歷程(Sun et al., 2021)，故本研究將針對科技實作的思考建構歷程探究，以提供未來認識科技實作的思考脈絡。

二、詮釋現象學

詮釋現象學是理解科技實作思考的重要方法，有助於理解學習所在的脈絡。詮釋現象學是質性研究的方法之一，可藉由詮釋經驗與意義，揭示個人經驗與生活脈絡的獨特性；存有(being)的天然境界乃無分主、客，人在活動當中，便會有所體驗觀察，探索的任務必須不斷地回到本身存有的分析，跳脫以「邏輯的事物」代替「事物的邏輯」的研究迷思(李文富，2003；Gadamer, 1960/1997；Heidegger, 1927/2010；van Manen, 1990)。詮釋現象學的學者海德格(Heidegger)認為，生活中無論我們與設備(如飛機、筆記本電腦、手機、洗衣機、真空吸塵器或錘子、刨床、針和門把手等)，都代表詞意義上的「上手」，這些都是由時間化決定(zeitigung)，不能與世界上事物的整體性分離和孤立。以詮釋現象學方式研究議題，由經驗者的語言說出來，透過論述與詮釋可理解「在世存有」，即人於世活出來的經驗(lived experience)(Heidegger; Zovko, 2020)。

藉由詮釋存在的情境脈絡與所在經驗結構的現象，可理解主體科技實作思考歷程的普遍經驗。詮釋強調的是理解的「循環性」，適應乃理論與實踐課程需經歷之路(Macdonald, 1988)。如何讓科技實作者，自身說出其究竟是如何「經驗科技實作的思考歷程」，而獲得

有關科技實作學習的知識，瞭解其經驗歷程與進行意義重整？詮釋現象學的研究，關注認識經驗與詮釋意義的議題，其對於主體有幾個基本假定(卯靜儒，2015；李維倫、賴憶嫻，2009；高淑清，2001；Giorgi, 1989)：人有能力解釋自我與他人的語言和行動、人的言行舉止表示個人所建構的特殊意義(此意義與置身結構、情境脈絡連結緊密)、人會探尋生命價值與興趣相連的意義、人所持之意義與實體多元複雜，與社會歷史脈絡關聯緊密、知者與被知者關聯緊密等。

詮釋現象學能提出真實的普遍經驗，在諸多領域已有不少研究，為重要的研究方法。詮釋現象學的相關研究，包括探究教師的個人認識論(Dorota, 2020)；以學習共同體教師團隊及其班級學生為例，探討師生主體與能動性的意義(卯靜儒，2015)；以人本課程／學生為本課程之意涵探索，理解老師的課程信念提升、專業發展及老師個人生涯之意義重整(林德成，2009)；探究心理劇主角在心理劇中經驗受苦困局的「經驗歷程」以及主角的「置身經驗結構」以提出「普遍經驗」(張正鵬、游淑瑜，2019)；探究學生和學校輔導員對於網絡欺凌的「真實經驗」(Chan et al., 2020)等。綜觀上述，雖在諸多領域有詮釋現象學的研究，但以科技實作思考歷程的議題而言，仍有待提出如何詮釋新手教師的科技實作思考歷程現象。包括新手教師如何認識課程？其經驗歷程、存有的置身經驗結構為何？又或者歸納詮釋普遍經驗後，如何把原有的理念解構及再建構，以致教學更見效益？故本研究以詮釋現象學作為研究方法之一，透過新手教師的經驗歷程，在師生的互動交流及對話詮釋下，可發掘及開拓教學隱含的思考脈絡，並能作為後續省思與進步的重要依據。

三、LSA

學習思考歷程不易具象化，如何將之視覺化，並從中發現互動的重要模式？LSA可探討學習者學習時的意義建構，是一種根據統計理論研究事件之間的順序關係的方法，可瞭解學習者的學習思考事件的順序性，主要用於檢驗人們發生一種事件之後另外一種事件出現的機率及其是否存在統計上的顯著性，以繪製行為轉移圖呈現潛在行為模式(Bakeman & Gottman, 1997)。這種方法能夠以可視化的方式研究認知系統中的交互模式，有助於理解學習者的認知過程，在放聲思考(thinking aloud)與日誌檔案中蒐集數據，並分析觀察到的某些重複出現的模式(Pohl et al., 2016)，幫助探索和總結在複雜的交互行為序列中發生的交叉依賴關係(Faraone & Dorfman, 1987)。除此之外，也能記錄認知活動中互動的重要模式，記錄下活動中的隱式序列(implicit process)，以提供活動採用的見解與改進的方向(Choma et al., 2022)。

LSA應用於學習歷程探究，在多個領域已有廣泛的應用與重要性。LSA最早由Sackett提出，早期研究用於心理學和社會學的溝通互動模式、資訊訊息傳遞、工作習慣與工作環境氣氛的探究(Hawks, 1987; Putnam, 1983)，常用的分析資料來源為錄音、錄影與日誌數據。近年研究人員運用LSA探究學習行為模式，包括如探索MOOC中證書獲得者和探索者之間的行為差異(Liu et al., 2021)、分析智慧課程教學行為研究(彭林華、林曉凡, 2021)、分析鷹架學習的探究式學習歷程(Lämsä et al., 2020)、線上學習者活動路徑視覺化分析(胡丹妮等, 2019)、觀察不同先備知識的學生對話動態歷程(張苑芯等, 2019)、分析群體線上學習過程，探討學習者角色的動

態轉換(郝祥軍等, 2019)、探討使用者對混成線上討論模型的互動反應(Wu et al., 2015)、探索學生線上討論時，在知識建構歷程中涉及的行為和認知模式(Hou et al., 2015)等，LSA的教育研究價值已經得到了廣泛的驗證。

科技實作思考歷程如能找出思考事件轉移的模式，將能進一步深究知識建構的過程。過去研究通常忽略了學習過程，尤其是如何構建知識的探究。鑑於知識建構在各個方面的重要作用，並能方便、有效地輔助行為事件資料的處理，交互行為分析專用軟體GSEQ (General Sequential Querier)，便利了LSA的流程，提高了資料處理效率(Sun et al., 2021)。以下研究均是採用此軟體作為LSA研究工具：文化多樣性對開放和在線課程學生學習行為模式的影響(Tlili et al., 2021)、線上合作學習的認知共用動能(Tan et al., 2022)、行動學習環境中的知識建構行為(Sun et al.)、擴增實境課程線上和線下的行為模式(Zhang et al., 2021)等。故本研究以GSEQ 5 (Mangold International GmbH, 2009)軟體進行LSA，期望能用來探究科技實作思考歷程，並能藉由科技實作的學習思考脈絡，延伸討論是否存在應思考、卻未思考到的斷鍊或缺口。

四、認識論

在科技研究領域帶入認識論的觀點，可以拉近哲學與科技實作的距離，可使科技實作思考歷程在研析時，有重要的基磐依據。認識論或知識論(epistemology)是由希臘字「episteme」(知識之意)與「logos」(研究或學說之意)兩個字組合而成(Abduholiqovna, 2021)。知識真理如何習得？對於認識論的爭辯中，過往研究談到以下幾個當代認識論的重要議題(Steup et al., 2013)：知識是否應該放在第一位？知識在已知的替代下是封閉

的嗎？知識是情境性的嗎？實際問題會影響你是否知道？懷疑論能被駁倒嗎？智力上的良性動機是知識的必要條件嗎？知識可以是幸運的嗎？有先驗知識嗎？有即時的正當性嗎？信仰可以僅僅通過一致性來證明嗎？無窮論是解決退步問題的方法嗎？證據可以是許可性的嗎？正義是內在的嗎？真理是認識論的首要目標嗎？如何以中立觀點、存而不論的方式探討科技實作思考歷程，至今仍有諸多待探索之處。

科技實作思考歷程有哪些重要的元素？思考是經由感官注意接受開始、認為有用的才開始邏輯推理、實際操作經驗，而學到真理嗎？認識論是哲學的一部分，主要在研究知識的來源、前提、本質、範圍和真實性(葉乃靜，2012)。關於認識論的定義，柴熙(2002)《認識論》一書以人類的認識為內容，重點在於將認識的可能性作積極的討論，即「認識論即是研究人類真實與確實認識之可能性及其範圍的一種哲學上的學問」。

認識論分為兩種定義：其一為探討知識起源、本質、限制及有效性的理論，其二是視為知識的理論(theory of knowledge)，系統分析人認識世界時所運用的知識概念。在認識真理的規準與性質方面，一般有三類看法：(一)真理符應說：指觀念或命題判斷必須與外界的經驗事實相符應，才算具有真理，是以「經驗」做為真理的規準；(二)真理一貫說：認知必須符合邏輯推理及知識系統的一貫性，視「理性」為真知的來源，其認為真理是普遍存在的，強調評估知識的邏輯標準及內在一致性。共同的觀點是：人不可能直接認識外在客觀的事實，人的認識永遠是透過語言和思想運作的結果；(三)真理實用說：認為真理是因其能幫助解決日常行事問題為準，主張「有用者為真」，即凡能有實際作

用者即為真理，而判斷命題真偽的標準在於真有作用(但昭偉，2000；林志成等，2011；楊龍立，2000；樓繼中，2000；歐陽教、方永泉，2000)。

教育離不開哲學，本研究使用的詮釋現象學、LSA，需是以認識論為基礎，作為經驗結構、轉移事件的架構基底，進行探究，以釐清認識的重要元素與歷程。越來越多的哲學家開始認識到教育具有深刻的哲學意義，如何進入知識的本質、理論和實踐理性等問題，心智的形成及其與世界的關係等均有待探討(Bakhurst, 2020)。由於教育可說是獲得知識的最有效途徑，探討認識知識、情意、技能的知識，一直以來為諸多研究關注的焦點，而知識則是協助人類生活適應的具體保證，培養事實的知識、技能的知識與規範的知識有其重要性(歐陽教、方永泉，2000；Seufert et al., 2021)；由於知識和學習的概念在詮釋中是內在相關的，其保持在一種動態的相互作用中(Dorota, 2020)，故本研究期望能探討動態的科技實作的認識思考歷程，在科技研究領域帶入認識論的觀點，以拉近認識論與科技實作的距離與連貫性，使探究科技實作思考歷程時有其學理脈絡，並能提出認識科技實作的思考脈絡，以作為後續教學之參考依據。

參、研究方法

一、研究設計

本研究架構乃以認識論為基礎採用質性研究「詮釋現象學」、兼採量化之「LSA」，以此兩個方法，藉三個國中科技實作活動「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」、「手機架設計」蒐集資料，協助本研究探索科技實作思考歷程的普遍經驗，以及科技實作思考事件轉移模式。三個科技實作

活動重點分別為工具操作、製作、發想與設計。「操作鉗子」為比較兩把不同的工具鉗子，在剪鐵釘時的施力、功能、設計、感受等異同；「斜坡玩具製作」在於製作平衡鴨的過程，包括造型設計製作、使用木板線鋸、重心設置、測試修正等程序；「手機架設計」則為改善便利生活而出發，除發想在生活上的應用、著手平面設計之外，亦包括設計分享、同儕回饋、自我反思等歷程。

二、研究對象

本研究的研究對象為一位具有國小教師資格的新手教師，其具有資訊科技基礎能力，未有科技實作專業培訓的經驗，對於鉗子操作不熟悉，且未親手製作過斜坡玩具，同時也未接觸過手機架設計的引導與設計課程；但為對於科技實作課程有興趣，願意吸收新知並願意動手實作體驗科技課程者。由於科技實作課程在推廣時，部分教師如同本研究對象，尚未具備專業科技實作能力，但有意願學習以發展科技課程，是故，在探究學習者科技實作學習思考可能面臨的困境、缺口或慣於思考的模式時，以之為研究對象。

三、研究程序

本研究首先透過文獻蒐集梳理研究脈絡，實施則分為三週、每次2小時的方式進行，每次課程包括一個科技實作活動，即「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」或「手機架設計」。每次由一位資深具科技實作經驗的教授授課、一位資深科技實作教師及一位科技實作領域的新手教師在旁觀察與同步體驗，而另一位科技實作領域的新手教師則作為本研究的對象。資料蒐集方式除以錄影、對談、文字紀錄外，在分析完成後進行交互討論、覆核及修正。

本研究採詮釋現象學的分析流程為：(一)藉由沉浸閱讀並拆解與改寫意義單元；(二)透過構成主題之統整，通達研究對象科技實作思考歷程經驗的整體置身結構；(三)歸納整理出具普遍性的經驗結構，達到對於科技實作思考歷程經驗的瞭解；(四)最後藉由分類、歸納整理出「科技實作思考歷程的普遍經驗」。

本研究所使用的LSA流程為：(一)對不同的活動定義進行編碼，編碼是以認識論之理性邏輯推理、實際操作經驗、有用實用為真為基礎，並兼採情意面之情緒感受與面向間的想法轉化為依據；(二)按照定義為篩選後的資料編碼，如表1的LSA編碼方式；(三)以時間先後順序將其觀察到的線上行為產生編碼序列；(四)使用序列分析法使用的工具GSEQ 5軟體進行序列分析，並得到行為次數轉移矩陣表(frequency transfer table)以及殘差值表(adjusted residuals table)；(五)最後根據殘差值表繪製行為轉移圖。

本研究以M代表新手教師，由LSA編碼方式舉例可知，包括五種類別(表1)，分別為：(一)產生喚起內在的「情緒感受」；(二)藉由理性「邏輯推理」來認識知識；(三)藉由「實際操作」經驗來探究知識；(四)產生知識是「有用為真」的認同；(五)改變想法、感受或是產生「想法轉化」。

四、資料分析與詮釋

本研究資料處理上兼採質性與量化分析，為強化本研究之信實度與信校度，在三個科技實作活動「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」及「手機架設計」思考歷程的蒐集分析與解釋時，採錄音、錄影、札記紀錄，並以逐字稿記錄與編碼，並諮詢認識論、詮釋現象學與行為序列分析之專家建議，在解釋

表1：滯後序列分析編碼方式舉例

編碼	認識論特徵	單元意義改寫
A	產生喚起內在的「情緒感受」	對M來說，釘子感覺銳利「危險」，「擔心」會受傷
R	藉由理性「邏輯推理」來認識知識	M開始構思實際做出銷售、廣告、製作文宣DM時，差異化的「特點」有什麼？並推想可以吸引人的標語
E	藉由「實際操作」經驗來探究知識	M先拿木板遮住，避免鐵釘剪的時候彈出，把鐵釘放在後方剪
P	產生知識是「有用為真」的認同	對M來說，斜坡玩具自己無法玩，做出來要送給小孩玩，花時間完成的物品，才「有人會用」
T	改變想法、感受或是產生「想法轉化」	M「發現」自己對於科技認識的不足，「期望」自己能有機會進一步瞭解背後更深層的原理

註：M：新手教師。

階段，由教學者、觀察者、學習者三方面來回檢視、討論與交互反思現象本質意義的呈現與歷程分析結果。本研究運用三角驗證法，以協助研究者能更深更廣的瞭解探究，避免盲點、偏見和預設立場、或受主觀因素影響，藉以上方法來提升本研究的嚴謹度。

肆、研究結果

本研究彙整資料並分析，將科技實作思考歷程的普遍經驗、科技實作思考事件轉移模式之研究結果闡述於後。

一、科技實作思考歷程的普遍經驗

(一)科技實作思考歷程的詮釋理解

科技實作活動「操作鉗子」的兩把工具的鉗子如圖1(a)。

科技實作活動「操作鉗子」經對話紀錄之資料蒐集結果與單元意義拆解、沉浸閱讀與單元意義改寫後，在本活動的經驗中發現，有情緒感受、邏輯推理、實際操作及想法轉化等普遍經驗主題，但無產生知識是「有用為真」的認同。探究其原因為，操作鉗子剪鐵釘原先並不在研究對象的生活情境中，且從未知道其實有另一種更省力的鉗子，故僅歷經學習的過程，而未見對於知識是否有用、在生活中是否會用到、是否能直接解決日常行事問題及對生活產生意義等「有用為真」的想法。

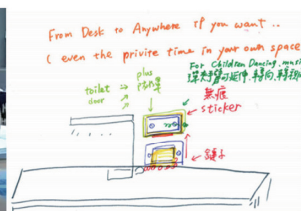
科技實作活動「斜坡玩具製作」經紀錄之資料蒐集結果與單元意義拆解、沉浸閱讀與單元意義改寫後，本活動的整個思考歷程產生交互運作，包括情緒感受、「有用為真」、實際操作、邏輯推理及想法轉化等。



(a)



(b)



(c)

圖1：科技實作活動：(a)「操作鉗子」、(b)「斜坡玩具製作」、(c)「手機架設計」

新手教師在科技實作課程時，初次接觸到木製的玩具並知道要開始製作時，內心產生「斜坡玩具是科技玩具的一種嗎？」的疑問，其認為科技與電腦有關，因斜坡玩具是木製的、手做的，而感到有「認知衝突」。接續在經歷組裝、設計、線鋸、找重心、嘗試錯誤與成功的歷程後，逐漸釐清並深感斜坡玩具有很多科技知識待探索，更發現自己對於科技認識的不足，期望自己能有機會進一步瞭解背後更深層的原理。

科技實作活動「手機架設計」之手機架設計，經紀錄之資料蒐集結果與單元意義拆解、沉浸閱讀與單元意義改寫後，本活動的認識經驗過程，主要先從自己書桌上的布置開始思考：原本放在桌上的手機架，不好用嗎？有遇到哪些困難？現在已有的木製手機架其實蠻好用的，新設計的手機架能解決什麼問題？並動手畫下設計圖及與教師、同學研討如何改善與製作。新手教師思考時交互經歷實際操作、邏輯推理、「有用為真」及情緒感受等歷程，但無想法轉化。探究其原因，由於設計為由自身發想，來設計實用的手機架，雖新手教師生活中有遇到此需求，

但沒有亦無造成高度困擾，且認為市面產品已能滿足基本需求，即便現有市面產品仍有改善的空間，本次新增的設計如伸縮鍊子、彈性手臂、防水罩等，亦無突破性的設計概念。新手教師經過教師同學的引導或互動，雖被動嘗試突破困境，仍因能力、視野、創意、基本功夫有限，而未產生積極地進一步改善與轉化思考的程序。

(二)科技實作思考歷程的普遍經驗結構

本研究以認識論為基礎，藉由詮釋現象學的方式，探討上述「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」、「手機架設計」的認識經驗過程，並與教學者、觀察者、學習者三方面來回檢視後，與專家討論並持續整理，以科技教育發展史上的重要文件「傑克森坊工藝課程理論」中的交互作用模式為重要模型基礎(Snyder & Hales, 1981)，搭配「認識論」的觀點構成主題，結合「設計思考」的發想、構思以及執行等三大探索的過程(Brown, 2019)，勾勒出「科技實作思考歷程的普遍經驗結構」(圖2)。

科技實作的知識領域包括科技、科學、



圖2：科技實作思考歷程的普遍經驗結構

人文等，藉由思考的交互反應歷程，交互經歷科技實作的普遍經驗：「產生喚起內在的情緒感受」、「藉由理性邏輯推理來認識知識」、「藉由實際操作經驗來探究知識」、「產生知識是有用為真的認同」、「改變想法、感受或是產生想法轉化」等，以在人類適應系統多方背景脈絡下認識科技。

二、科技實作思考事件轉移模式

(一)科技實作思考次數轉移

本研究以LSA探究科技實作思考歷程，經分析結果的行為次數轉換矩陣表、殘差值表，並繪製行為轉移圖(Hou et al., 2010)。行為次數轉移矩陣表中，首欄為起始行為，首列為轉移行為，而表中數值表示起始行為

與轉移行為之轉移次數。所蒐集的科技實作思考次數轉移矩陣及科技實作思考殘差值，如表2及表3。經由LSA運算後，彙整殘差值表，依Allison與Liker (1982)的 z 分數計算公式，行為殘差值超過1.96即達0.05顯著水準。序列分析結果顯示，科技實作思考的行為轉換以E (實際操作)到A (情緒感受) ($z = 2.63$)、P (有用為真)到R (邏輯推理) ($z = 2.33$)最為明顯，其次是A (情緒感受)到T (想法轉化) ($z = 2.00$)。

(二)科技實作思考行為轉移

依據上述資料，據此繪製科技實作思考行為轉移圖(圖3)，圖中線條箭頭表示該序列進行方向，線條旁的數字表示該序列對應的 z

表2：科技實作思考次數轉移矩陣表

科技實作思考	轉移行為					總和
	A	R	E	P	T	
起始行為						
A	2	3	4	2	4	15
R	2	3	3	3	2	13
E	6	2	1	1	0	10
P	1	4	1	0	0	6
T	2	1	1	0	0	4
總和	13	13	10	6	6	48

註：A：情緒感受；R：邏輯推理；E：實際操作；P：有用為真；T：想法轉化。

表3：科技實作思考殘差值表

科技實作思考	轉移行為				
	A	R	E	P	T
起始行為					
A	-1.45	-0.74	0.67	0.12	2.00*
R	-1.11	-0.38	0.23	1.35	0.37
E	2.63*	-0.57	-0.95	-0.27	-1.34
P	-0.61	2.33*	-0.27	-0.99	-0.99
T	1.08	-0.10	0.21	-0.79	-0.79

註：* $z > 1.96$ 。

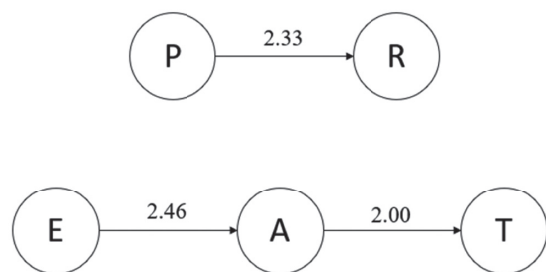


圖3：科技實作思考行為轉移圖

值。由科技實作思考事件轉移模式圖可知，LSA的科技實作思考事件轉移模式為 $P \rightarrow R$ 、 $E \rightarrow A \rightarrow T$ 。學習者只要認為「有用為真」，即有用的才是有價值的，就有很高的機率接續會開始「邏輯推理」($P \rightarrow R$, $z = 2.33$)。另外，學習者經歷「實際操作」後，有較高的機率接續會產生「情緒感受」($E \rightarrow A$, $z = 2.46$)，並且會因情緒感受，有很高的機會進展到「想法轉化」($A \rightarrow T$, $z = 2.00$)。

伍、研究討論與啟示

以下依據科技實作思考歷程的普遍經驗、科技實作思考事件轉移模式，進行探討並於其中說明、討論，以提出對本研究之啟示。

一、科技實作思考歷程的普遍經驗

(一)如何對應新手教師面臨工具操作，知識是否有用的思考？

在科技實作活動「操作鉗子」的工具操作時，新手教師有產生情緒感受、邏輯推理、實際操作及想法轉化等普遍經驗主題，但無產生知識為「有用為真」的認同。是否操作鉗子剪鐵釘的經驗知識，對真實生活沒有立即可派上用場之處？當科技課程與生活情境不同時，如何應對知識是否有用的挑戰？在認識論的當代議題中也提到，如果知識沒有及時的正當性，仍為知識嗎(Steup et

al., 2013)？認識論的真理實用說，認為真理是以其能幫助解決日常行事問題，凡能有實際作用者即為真理(但昭偉，2000；林志成等，2011；楊龍立，2000；樓繼中，2000；歐陽教、方永泉，2000)。在知識處於形成的過程中，實際行動及有意義的體驗極為關鍵(Feldman et al., 2021)。由於知識形成的過程不僅限於課堂中，課後亦有可能再延伸，雖當下沒有產生有用的認同感，但後續如遇到類似情境，可將所學類推到後續需解決的問題上，應可進而產生有意義與有用的體驗。也回應了詮釋現象學強調在認識歷程中建構其意義的觀點(Gadamer, 1960/1997; Heidegger, 1927/2010; van Manen, 1990; Zovko, 2020)。

(二)如何協助新手教師從體悟科技實作的困境，到幫助其思考轉化？

在科技實作活動「手機架設計」的設計與發想歷程中，新手教師交互經歷實際操作、邏輯推理、有用為真及情緒感受，但無想法轉化等思考程序；但在科技實作活動「斜坡玩具製作」的思考歷程，卻有達到想法轉化，其特色為何？過往研究提到，「轉念」的意涵為：研究對象以深入體會且投入的狀態操作，以誠實、接納的態度面對內在批評的情緒，包括對作業的批評，不自我防衛時，則能有所得；且遇到困難、困惑時可自我接納，不自我批判，會向外尋求幫助以化解困難(程思耘，2018)。本研究發現在「斜坡玩具製作」的認識歷程也有類似的特性，學習者歷經體會投入，並誠實接受自我的認知衝突，消化內在的情緒，不自我設限後而能動手製作、自我推理、改錯修正、尋求資源解決困難，最後轉化自身困境並對自我有進一步的期許。在科技學習的思考歷程中，如能重視知識是如何構建的歷程(Sun et al., 2021)，回頭反思所存在的哲學(de Vries,

2016)，便能對教學有重要貢獻。故後續科技實作活動，如能設計衝突、困難、困惑等元素到課程中，或是提高設定的目標，或許能協助學習者達到想法的轉化。

二、科技實作思考事件轉移模式

(一)為何LSA的科技實作思考事件移轉模式，與詮釋現象學理解的模式有所差異？

LSA的科技實作思考事件移轉模式為 $P \rightarrow R$ 、 $E \rightarrow A \rightarrow T$ ，詮釋現象學理解的經驗結構模式為 P 、 R 、 E 、 A 、 T 彼此交互反應，為何會有所差異？在電腦科技與教育領域，質性和量化發表的文章數量不平衡的問題存在已久(Twining et al., 2017)，質性研究有助於突顯與說明對環境中的現象的認識與解釋，可為研究提供更多的細節。由於「詮釋現象學」的優點為可以更深入的探討存有的天然境界，即無分主、客，人在活動當中的體驗觀察(李文富，2003；Gadamer, 1960/1997；Heidegger, 1927/2010；van Manen, 1990)，此點是LSA無法達成的。而LSA可瞭解學習者的學習思考事件的順序性，可幫助探索和總結在複雜的交互行為序列中發生的交叉依賴關係，可以記錄活動中的隱式序列、溝通互動模式、認知思考、行為模式、學習歷程及討論互動反應等(Bakeman & Gottman, 1997；Choma et al., 2022；Faraone & Dorfman, 1987；Hawks, 1987；Putnam, 1983；Lämsä et al., 2020；Liu et al., 2021；Wu et al., 2015；Hou et al., 2015；Pohl et al., 2016；Sun et al., 2021；Tan et al., 2022；Tlili et al., 2021；Zhang et al., 2021)，此優點為詮釋現象學較難以量化方式分析達成的部分，故本研究以質量並重的方式認識思考歷程，從中發現到隱性未見的思考事件歷程，也建構一具體可視的經驗結構模式。

(二)如何活絡科技實作活動的思考轉移？以哲學為基磐為探究思考歷程的可行方向

研究應是提出「如何」或「如何做」(Menand, 1997)，也應關注該教學什麼？能教些什麼？教給誰？何時教？怎樣教？等的課程問題(歐用生，1984)。本研究提出之科技實作思考行為轉移圖(圖3)，將隱含未見的思考程序以圖像化的方式呈現，可發現兩條思考脈絡($P \rightarrow R$ 、 $E \rightarrow A \rightarrow T$)未能顯著交互影響，且 $A \rightarrow T$ ($z = 2.00$)的效果量較 $E \rightarrow A$ ($z = 2.46$)、 $P \rightarrow R$ ($z = 2.33$)的效果量小。帶來的議題是，後續如何促使科技實作活動中的思考發生？如何在課程、教學、評量中搭配，使思考的互動能更活絡，以達到高層次的思考轉化？教育目的即是生長、教育的本質是生活、學校即社會、教育是知識與經驗不斷的交織重組改造歷程，透過務實的「從做中學」、「從經驗中學」、「從解決問題中學」，學習者可在其中反思與成長(Capps, 2021；Johnson, 2017)。而如果思考網絡緊密頻繁、思考強度脈絡更強，是否會學得更好，強化學習的成效？或是造成固著思考、認知負荷？Bakhurst (2020)提到，教育具有深刻的哲學意義，知識的本質、理論和實踐、心智的形成及其與世界的關係均是重要的議題。後續如能聚焦思考如何轉化的歷程，將能對思考歷程的研究有進一步的突破。

陸、研究結論與建議

本研究目的為探討動態的科技實作的認識思考歷程，在科技研究領域帶入認識論的觀點，以拉近認識論與科技實作的距離與連貫性，並能提出認識科技實作的思考脈絡，以作為後續教學之參考依據。以下提出本研

究之結論與建議，期能回應以下研究問題：新手教師科技實作思考歷程的普遍經驗為何？科技實作思考事件轉移模式為何？

一、研究結論

(一)科技實作思考歷程的普遍經驗

1.以五大經驗主題組成：情緒感受、邏輯推理、實際操作、有用為真、想法轉化

知識如何建構？如何獲得「知」，而後發揮「適」(沈中偉、黃國禎，2012；張春興，1988; Sun et al., 2021)？本研究以認識論為理論基礎，藉由工具操作、製作、發想與設計的三項科技實作活動「操作鉗子」、「斜坡玩具製作」、「手機架設計」認識經驗，詮釋新手教師的科技實作思考歷程。本研究歷經記錄、編碼、諮詢專家及多方來回檢視，歸納五個科技實作經驗的普遍經驗主題包括「產生喚起內在的情緒感受」、「藉由理性邏輯推理來認識知識」、「藉由實際操作經驗來探究知識」、「產生知識是有用為真的認同」、「改變想法、感受或是產生想法轉化」。並以此為基礎發展科技實作思考的經驗結構，及科技實作思考事件轉移模式的基礎元素。

2.科技實作到認識科技，乃為在適應系統中的交互反應、動態互動的循環歷程

本研究提出「科技實作思考的經驗結構」，可知在科技實作到認識科技的交互作用歷程中，「知識的領域」和「人類的適應系統」關係密切，當獲得更多科技知識，知識就能更幫助人類適應，而當人類發展出有助適應較好或革新的方法，也豐富了科技知識的領域，彼此互相貢獻，並在情緒感受、「有用為真」、實際操作、邏輯推理及想法轉化等思考中成形。此點回應了透過存在

的——存有論之詮釋性現象學，其知識和學習的概念在詮釋中是內在相關，並保持一種動態的相互作用(Dorota, 2020)。也就是當出現生活問題時，有基本需求或是要解決實際問題時，更能激發思考，當設計完又再發現另一個問題時，則不斷循環改良；由動機產生發想、由構思與執行行動解決問題，進而從反覆實踐、改良問題的循環中，思考得以更加細緻。

(二)科技實作思考事件轉移模式

1.科技實作思考事件從知識有用為真到邏輯推理，實際操作到情緒感受再到想法轉化

本研究以LSA針對思考行為順序編碼、分析與繪製科技實作思考行為轉移圖(圖3)，進而理解學習者在科技實作的普遍經驗主題與思考歷程。LSA科技實作思考歷程，乃先由詮釋現象學提取出A、R、E、P、T這五項行為，嘗試回答認知學習過程中的黑盒子的交互反應，也嘗試驗證思考歷程是否真如詮釋觀點所得知的存在現象——科技實作的置身結構會隨著時間推演呈現交互反應。由圖3可得知，學習者只要認為「有用為真」，即有用的才是有價值的，就有很高的機率會接續開始「邏輯推理」。另外，學習者經歷「實際操作」後，有較高的機率接續會產生「情緒感受」，並且會因情緒感受，有很高的機會進展到「想法轉化」。

2.科技實作思考的兩條思考脈絡之間無顯著事件轉移，未能呈現多樣態的轉移路徑

值得注意的是，雖有上述 $P \rightarrow R$ 、 $E \rightarrow A \rightarrow T$ 兩條思考脈絡，但是卻無出現兩條思考脈絡的顯著交互影響，即P或R未顯著轉移至E、A、T，而E、A、T亦未顯著轉移至P、R，甚或 $R \rightarrow P$ 、 $T \rightarrow A$ 、 $A \rightarrow R$ 、 $T \rightarrow E$ 等各種思考樣態的交互反應均未顯著。顯示思考

交互作用歷程亦有其順序性，非完全隨機交互思考，在科技實作思考時有其脈絡可循。但如何能使思考事件能在五大經驗主題中交替移轉？有研究提到真正存在的東西「正在形成」，行動及其有意義的體驗為其關鍵(Feldman et al., 2021)，可以透過建構的方式進行思考的培育(Pande & Bharathi, 2020)，而培育之際，須同時考量其存有的專業背景是否影響其科技領域認知(林欣蓉等，2020)。故如何促進思考的多向性，也是後續值得探究的議題。

二、研究建議

(一)科技實作思考歷程的普遍經驗

1. 建議針對知識有用的必要性進行研究，探究情緒感受、邏輯推理、實際操作、有用為真、想法轉化之外的經驗主題

本研究提出五大經驗主題包括情緒感受、邏輯推理、實際操作、有用為真、想法轉化，而如何對應新手教師面臨工具操作，知識是否有用的自我思考，其引出的議題是，如果沒有創造學習者認為實用的知識，難道就須調整教學？無用的知識是否仍有其意義價值？Deka (2021)提到「無用」的知識，反而促進了廣泛沉思的思維習慣，其認為「好奇的學習不僅讓不愉快的事情變得不那麼不愉快，而且還讓愉快的事情變得更愉快」，除了無用知識之外，雖也承認有用知識的重要性，但他認為「無用」的知識比「有用」的知識更值得被欣賞，前提是必須在自由的教育中產生(Capps, 2021; Deka; Johnson, 2017; Steup et al., 2013)。由上可知，對於知識有用為真的觀點與詮釋，各界存有不同見解，而是否實務上仍存有其他經驗主題，也是未來可持續探索之處。

2. 建議針對想法轉化進一步探究，找出突破科技實作思考歷程高層次思考的關鍵存在要素

因科技實作思考是國際課程標準與綱要所關注的重點(ACARA, 2014; Department for Education, 2013; ITEEA, 2020; Ministry of Education, 2017)，該如何協助新手教師從工具操作、製作、發想與設計中，體悟到科技實作的困境？並進而幫助其思考轉化？探討認識知識、情意、技能的知識，一直以來亦為諸多研究關注的焦點(歐陽教、方永泉，2000；Seufert et al., 2021)，由於關鍵的思考轉化，需從深入體會與投入中，以真誠、開放、接納的態度，面對挑戰、困難，並進而化解來達到(程思耘，2018)，故建議未來可針對想法轉化等知識、情意、技能等交互轉換過程深入探究，整合科技教育理論之行為、認知、社會建構、情境認知、完形心理學等各理論，提出一個更完善之「科技實作思考的經驗結構」，以釐清知識基模改變的交互作用關鍵要素與脈絡，並找出促發高層次思考的關鍵要素，進而作為教師實務上調整教學與學習者自身理解的重要依據。

(二)科技實作思考事件轉移模式

1. 建議針對不同學習者特性及實體科技課程進行研究，以探討科技實作思考歷程的不同移轉強度或模式

本研究限制為僅探究新手教師科技實作思考歷程，由於不同專業類型或專業程度的研究對象，很可能會有不同的科技實作思考事件轉移強度或模式，建議未來能針對不同學習者特性、不同實體科技課程的思考結構進行研究，將能更深入瞭解學習者的科技實作思考模式。另外，因為科技實作除了實體科技(physical technology)等動手製作設計的科技之外，尚有資訊科技、生物科技、物流、

通訊、建築環境、健康科技、農業科技、自動化、人工智慧、醫療科技等內涵(教育部, 2018; ITEEA, 2020), 因科技實作活動會因單元內涵而有所差異, 不同科技實作內容也會產生不同的學習思考歷程, 無法全面探討科技實作的各種樣態, 故本研究結果的推論有其限制。且因本研究兼採質性研究, 可能會受到選樣效應(selection effect)影響, 導致研究結果不一定具有可遷移性(transferability)。雖已採用三角交叉多元資料比較新手教師的科技實作思考歷程, 多方瞭解情境脈絡, 增加研究結果的可遷移性, 但仍較難推論至母群體, 或者是其他相似的情境, 故研究結果的可遷移性亦為本研究之侷限。

2. 建議針對思考脈絡事件轉移原因進一步探究, 並以哲學角度反思, 納入新興科技輔以研究思考歷程

本研究發現, 兩條思考脈絡之間無顯著事件轉移, 且 $A \rightarrow T$ 的效果量較 $E \rightarrow A$ 、 $P \rightarrow R$ 的效果量小, 由此帶來的議題是, 未能進一步探討後續如何促使科技實作活動中的思考發生多樣態的交互反應。雖然以「詮釋現象學」研究, 可見到科技實作思考歷程的元素為交互反應, 而以「LSA」探究, 除了可以

見到各元素交互反應的情況外, 更能找出有顯著之思考脈絡的樣態; 以上研究方法雖有助於研究者理解隱含未見的學習歷程(Lämsä et al., 2020; Liu et al., 2021; Sun et al., 2021; Tan et al., 2022; Tlili et al., 2021; Zhang et al., 2021), 但仍有其限制。由於科技日新月異, 建議未來研究者可採用新興科技, 來掌握其他類型的學習過程數據(例如: 眼動追蹤數據、人臉辨識數據、語音辨識、生理數據或音頻數據), 將能使研究者更能夠研究隨著時間推移的科技實作思考學習過程。最後, 科技課程實施時, 教師應從哲學角度來反思——該教什麼給學生(de Vries, 2016)? 期望本研究結果有助於科技實作課程的設計、規劃與實施, 幫助教師理解學習者的思考脈絡, 並對科技實作思考有興趣的研究者, 提供可循的參考研究模式, 作為未來科技實作思考相關研究之參考依據。

誌謝

感謝《科學教育學刊》主編、審查委員對本研究所提供之寶貴意見; 本研究承蒙財團法人資訊工業策進會數位教育研究所創新學習中心之經費補助, 謹此致謝。

參考文獻

- 卯靜儒(2015)。改革主體的詮釋現象學初探：以學習共同體為例。市北教育學刊，49，55-78。
- [Mao, C.-J. (2015). A hermeneutic phenomenology approach to educational reform: Taking subjects in a learning community for example. *Journal of Education of University of Taipei*, 49, 55-78.]
- 沈中偉、黃國禎(2012)。科技與學習：理論與實務(第四版)。心理。
- [Shen, C.-W., & Hwang, G.-J. (2012). *Technology and learning: Theory and practice* (4th ed.). Psychological.]
- 李文富(2003)。海德格的詮釋現象學及其在教育學方法論的意涵。花蓮師院學報，16，89-

- 107。https://doi.org/10.7073/JNHTCA.200306.0089
- [Lee, W.-F. (2003). On Heidegger's hermeneutic phenomenology and its implication in the methodology of education. *Journal of National Hualien Teachers College*, 16, 89-107. http://doi.org/10.7073/JNHTCA.200306.0089]
- 李維倫、賴憶嫻(2009)。現象學方法論：存在行動的投入。中華輔導與諮商學報，25，275-321。https://doi.org/10.7082/CJGC.200903.0275
- [Lee, W.-L., & Lai, Y.-H. (2009). Phenomenological methodology as an existential move. *Chinese Journal of Guidance and Counseling*, 25, 275-321. https://doi.org/10.7082/CJGC.200903.0275]
- 但昭偉(2000)。真理一貫論。http://bit.ly/3vRjw81
- [Dan, J.-W. (2000). *Coherence theory of truth*. http://bit.ly/3vRjw81]
- 林志成、林仁煥、田耐青、郭雄軍、蔡淑玲、田育昆(2011)。特色學校理論、實務與案例。高等教育。
- [Lin, C.-C., Lin, R.-H., Tyan, N.-C., Kuo, H.-C., Tsai, S.-L., & Tian, Y.-K. (2011). *Theory, practice and case about featured school*. Higher Education.]
- 林欣蓉、陳學志、廖崑閔、蔡雅齡(2020)。科技前導教師教案實作之課程意識探究——以七位國小教師的觀點為例。教育科學期刊，19(1)，1-22。
- [Lin, S.-R., Chen, H.-C., Liao, K.-M., & Tsai, Y.-L. (2020). Pilot teachers' curricular consciousness through the lesson plan of technology—The perceptions of 7 elementary school teachers. *The Journal of Educational Science*, 19(1), 1-22.]
- 林德成(2009)。人本課程／學生為本課程之意涵探索：一個詮釋性現象學的個案研究。課程研究，4(2)，129-146。
- [Lam, J. T.-S. (2009). A hermeneutical phenomenological study of teachers' notion of "child-centred curriculum": A case study in Hong Kong. *Journal of Curriculum Studies*, 4(2), 129-146.]
- 胡丹妮、章夢瑤、鄭勤華(2019)。基於滯後序列分析法的在線學習者活動路徑可視化分析。電化教育研究，5，55-63。https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2019.05.008
- [Hu, D.-N., Zhang, M.-Y., & Zheng, Q.-H. (2019). Visualized analysis of online learners' activity path through lag sequence analysis. *e-Education Research*, 5, 55-63. https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2019.05.008]
- 郝祥軍、王帆、彭致君、董吉玉(2019)。群體在線學習過程分析：學習者角色的動態轉換。現代遠距離教育，3，38-48。https://doi.org/10.13927/j.cnki.yuan.2019.0026
- [Hao, X.-J., Wang, F., Peng, Z.-J., & Dong, J.-Y. (2019). Group online learning process analysis: Dynamic conversion of learner roles. *Modern Distance Education*, 3, 38-48. https://doi.org/10.13927/j.cnki.yuan.2019.0026]

高淑清(2001)。在美華人留學生太太的生活世界：詮釋與反思。《本土心理學研究》，16，225-285。

[Kao, S.-C. (2001). The lifeworld of Chinese women living with their husbands studying abroad: Interpretation and reflection. *Indigenous Psychological Research in Chinese Societies*, 16, 225-285.]

柴熙(2002)。《認識論》。臺灣商務印書館。

[Chai, X. (2002). *Epistemology*. The Commercial Press.]

張正鵬、游淑瑜(2019)。心理劇主角經驗受苦困局之詮釋現象學探究。《臺灣心理劇學刊》，3，79-110。

[Chang, C.-P., & You, S.-Y. (2019). A study of hermeneutic phenomenology of the protagonist experiencing predicaments in psychodrama. *Taiwan Journal of Psychodrama*, 3, 79-110.]

張春興(1988)。知之歷程與教之歷程：認知心理學的發展及其在教育上的應用。《教育心理學報》，21，17-38。https://doi.org/10.6251/BEP.19880601.2

[Chang, C.-H. (1988). The process of knowing and the process of teaching: A historical review of the development of cognitive psychology and its impact on school education. *Bulletin of Educational Psychology*, 21, 17-38. http://doi.org/10.6251/BEP.19880601.2]

張苑芯、曾玉村、薛夙芬(2019)。國小學童課室討論動態歷程之探討：先備知識的角色。《中正教育研究》，18(2)，43-84。https://doi.org/10.3966/168395522019121802002

[Chang, W.-S., Tzeng, Y.-T., & Hsueh, S.-F. (2019). Exploring elementary school children's classroom dynamic discussion processes: The role of background knowledge. *Chung Cheng Educational Studies*, 18(2), 43-84. https://doi.org/10.3966/168395522019121802002]

教育部(2018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。https://reurl.cc/RrWAD9

[Ministry of Education. (2018, September 20). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for junior high schools and general senior high schools—Technology*. https://reurl.cc/RrWAD9]

游光昭、林坤誼、洪國峰(2010)。從反思與實踐看國中生在科技實作活動中的學習歷程表現。《課程與教學》，13(3)，219-250。

[Yu, K.-C., Lin, K.-Y., & Hong, G.-F. (2010). A study of students' learning process in a technology hands-on activity: Viewpoints from reflection and action. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 13(3), 219-250.]

彭林華、林曉凡(2021)。基於滯後序列分析的智慧課堂教學行為研究。《現代教育技術》，31(7)，55-61。https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-8097.2021.07.007

[Peng, L.-H., & Lin, X.-F. (2021). Research on the teaching behavior of smart classroom based

- on the lag sequential analysis. *Modern Educational Technology*, 31(7), 55-61. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-8097.2021.07.007>]
- 程思耘(2018)。Byron Katie轉念作業運用過程中之洞察現象探究。未出版之碩士論文。國立高雄師範大學。
- [Cheng, S.-Y. (2018). *The insight phenomena in doing the work of Byron Katie* [Unpublished master thesis]. National Kaohsiung Normal University.]
- 葉乃靜(2012)。認識論。http://bit.ly/3vRLHno
- [Yeh, N.-C. (2012). *Epistemology*. http://bit.ly/3vRLHno]
- 楊雅茹(2017)。生活科技實作教學中的概念性與程序性知識：以機構玩具為例。科技與人力教育季刊，4(2)，49-68。https://doi.org/10.6587/JTHRE.2017.4(2).3
- [Yang, Y.-J. (2017). Conceptual and procedural knowledge in technology hands-on activity: A case study of automata toys. *Keji yu Renli Jiaoyu Jikan*, 4(2), 49-68. [https://doi.org/10.6587/JTHRE.2017.4\(2\).3](https://doi.org/10.6587/JTHRE.2017.4(2).3)]
- 楊龍立(2000)。認識論。http://bit.ly/3LWCLCF
- [Yang, L.-L. (2000). *Epistemology*. http://bit.ly/3LWCLCF]
- 歐用生(1984)。課程研究方法論：課程研究的社會學分析。復文。
- [Ou, Y.-S. (1984). *Kecheng yanjiu fangfalun: Kecheng yanjiu de shehuixue fenxi*. Fu Wen.]
- 歐陽教、方永泉(2000)。教育認識論。http://bit.ly/3wd1pbl
- [Ouyang, J., & Fang, Y.-C. (2000). *Educational epistemology*. http://bit.ly/3wd1pbl]
- 樓繼中(2000)。真理符應說。http://bit.ly/3MXgNQf
- [Lou, J.-J. (2000). *Correspondence theory of truth*. http://bit.ly/3MXgNQf]
- 戴建耘、丁淑觀、劉銘恩、黃敦煌(2020)。從實作評量探討小組解構問題發展程序性知識與新課綱核心素養。科學教育學刊，28(S)，483-507。https://doi.org/10.6173/CJSE.202012/SP_28.0004
- [Dai, C.-Y., Ting, S.-K., Liu, M.-E., & Huang, D.-H. (2020). Developing performance assessment of procedural knowledge from deconstruct the problem and new course outline core literacy. *Chinese Journal of Science Education*. 28(S), 483-507. https://doi.org/10.6173/CJSE.202012/SP_28.0004]
- 韓景春(1996)。實用主義的教育哲學。收錄於邱兆偉(編著)，教育哲學(頁55-80)。師大書苑。
- [Han, J.-C. (1996). Shiyong zhuyi de jiaoyu zhexue. In Z. W. Qiu (Ed.), *Jiaoyu zhexue* (pp. 55-80). Shtabook.]
- 蘇永明(2000)。杜威的教育理論有多「實用」？初等教育學報，7，167-184。
- [Shu, Y.-H. (2000). Dewey de jiaoyu lilun you duo "shiyong"? *Chudeng jiaoyu xuebao*, 7, 167-184.]

- Abduholiqovna, Q. G. (2021). Epistemological approaches and the psychology of knowledge. *Emergent: Journal of Educational Discoveries and Lifelong Learning*, 2(4). <https://reurl.cc/k1O0xq>
- Allison, P. D., & Liker, J. K. (1982). Analyzing sequential categorical data on dyadic interaction: A comment on Gottman. *Psychological Bulletin*, 91(2), 393-403. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.91.2.393>
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (2014). *Australian curriculum: Design and technologies*. <http://bit.ly/3sn3Nvd>
- Bakeman, R., & Gottman, J. M. (1997). *Observing interaction: An introduction to sequential analysis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511527685>
- Bakhurst, D. (2020). Teaching and learning: Epistemic, metaphysical and ethical dimensions—Introduction. *Journal of Philosophy of Education*, 54(2), 255-267. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12418>
- Brown, T. (2019). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. Harper Business.
- Capps, J. (2021). What we talk about when we talk about truth: Dewey, Wittgenstein, and the pragmatic test. *International Journal of Philosophical Studies*, 29(2), 159-180. <https://doi.org/10.1080/09672559.2020.1871055>
- Chan, N. N., Ahrumugam, P., Scheithauer, H., Schultze-Krumbholz, A., & Ooi, P. B. (2020). A hermeneutic phenomenological study of students' and school counsellors' "lived experiences" of cyberbullying and bullying. *Computers & Education*, 146, 103755. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103755>
- Chen, O., & Kalyuga, S. (2020). Cognitive load theory, spacing effect, and working memory resources depletion: Implications for instructional design. In S. Hai-Jew (Ed.), *Form, function, and style in instructional design: Emerging research and opportunities* (pp. 1-26). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9833-6.ch001>
- Choma, J., Guerra, E. M., da Silva, T. S., & Zaina, L. M. (2022). An approach to explore sequential interactions in cognitive activities of software engineering. *Information and Software Technology*, 141, 106730. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106730>
- Deka, J. (2021). A Russellian plea for 'useless' knowledge: Role of freedom in education. *Studies in Philosophy and Education*, 40(1), 23-37. <https://doi.org/10.1007/s11217-020-09736-7>
- Department for Education (2013). *National curriculum in England: Design and technology programmes of study*. <http://bit.ly/3ymemCE>
- Dorota, Z. (2020). Mapping teachers' personal epistemologies—Phenomenographical approach. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100722. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100722>

- de Vries, M. J. (2016). *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-32945-1>
- Faraone, S. V., & Dorfman, D. D. (1987). Lag sequential analysis: Robust statistical methods. *Psychological bulletin*, 101(2), 312-323. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.312>
- Feldman, M. S., Pentland, B. T., D'Adderio, L., Dittrich, K., Rerup, C., & Seidl, D. (Eds.). (2021). *Cambridge handbook of routine dynamics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108993340>
- Gadamer, H.-G. (1997). *Truth and method* (2nd, Rev. ed.) (J. Weinsheimer & D. G. Marshall, Trans). Continuum. (Original work published 1960).
- Giorgi, A. (1989). One type of analysis of descriptive data: Procedures involved in following a scientific phenomenological method. *Methods*, 1(3), 39-61.
- Hawks, I. K. (1987). Facilitativeness in small groups: A process-oriented study using lag sequential analysis. *Psychological reports*, 61(3), 955-962. <https://doi.org/10.2466/pr0.1987.61.3.955>
- Heidegger, M. (2010). *Being and time* (J. Stambaugh, Trans). State University of New York Press. (Original work published 1927).
- Hou, H.-T., Chang, K.-E., & Sung, Y.-T. (2010). Applying lag sequential analysis to detect visual behavioural patterns of online learning activities. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), E25-E27. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.00935.x>
- Hou, H.-T., Wang, S.-M., Lin, P.-C., & Chang, K.-E. (2015). Exploring the learner's knowledge construction and cognitive patterns of different asynchronous platforms: Comparison of an online discussion forum and Facebook. *Innovations in Education and Teaching International*, 52(6), 610-620. <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.847381>
- International Technology and Engineering Educators Association. (2020). *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education*. <http://bit.ly/3LVO6mD>
- Johnson, M. (2017). Cognitive science and Dewey's theory of mind, thought, and language. In *Embodied mind, meaning, and reason: How our bodies give rise to understanding* (pp. 37-56). University of Chicago Press.
- Lämsä, J., Hämäläinen, R., Koskinen, P., Viiri, J., & Mannonen, J. (2020). The potential of temporal analysis: Combining log data and lag sequential analysis to investigate temporal differences between scaffolded and non-scaffolded group inquiry-based learning processes. *Computers & Education*, 143, 103674. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103674>
- Liu, B., Wu, Y., Xing, W., Cheng, G., & Guo, S. (2021). Exploring behavioural differences between certificate achievers and explorers in MOOCs. *Asia Pacific Journal of Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1868974>
- Macdonald, J. B. (1988). Theory-practice and the hermeneutic circle. In W. F. Pinar (Ed.),

- Contemporary curriculum discourses* (pp. 101-113). Gorsuch Scarisbrick.
- Mangold International GmbH. (2009). *GSEQ* (Version 5) [Computer software]. Author. <https://re-url.cc/M02g33>
- Menand, L. (1997). *Pragmatism: A reader*. Vintage Books.
- Ministry of Education. (2017). *Technology in the New Zealand curriculum*. <http://bit.ly/3yosqMa>
- Pande, M., & Bharathi, S. V. (2020). Theoretical foundations of design thinking—A constructivism learning approach to design thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 36, 100637. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100637>
- Pohl, M., Wallner, G., & Kriglstein, S. (2016). Using lag-sequential analysis for understanding interaction sequences in visualizations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 96, 54-66. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.07.006>
- Putnam, L. L. (1983). Small group work climates: A lag-sequential analysis of group interaction. *Small Group Behavior*, 14(4), 465-494. <https://doi.org/10.1177/104649648301400405>
- Seufert, S., Guggemos, J., & Sailer, M. (2021). Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre- and in-service teachers: The current situation and emerging trends. *Computers in Human Behavior*, 115, 106552. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106552>
- Snyder, J. F., & Hales, J. A. (Eds.). (1981). *Jackson's mill industrial arts curriculum theory*. Fairmont State College.
- Steup, M., Turri, J., & Sosa, E. (Eds.). (2013). *Contemporary debates in epistemology* (2nd ed.). Wiley.
- Sun, Z., Lin, C.-H., Lv, K., & Song, J. (2021). Knowledge-construction behaviors in a mobile learning environment: A lag-sequential analysis of group differences. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 533-551.
- Tan, S. C., Wang, X., & Li, L. (2022). The development trajectory of shared epistemic agency in online collaborative learning: A study combining network analysis and sequential analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 59(8), 1655-1681. <https://doi.org/10.1177/07356331211001562>
- Tlili, A., Wang, H., Gao, B., Shi, Y., Zhiying, N., Looi, C. K., & Huang, R. (2021). Impact of cultural diversity on students' learning behavioral patterns in open and online courses: A lag sequential analysis approach. *Interactive Learning Environments*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1946565>
- Twining, P., Heller, R. S., Nussbaum, M., & Tsai, C.-C. (2017). Some guidance on conducting and reporting qualitative studies. *Computers & Education*, 106, A1-A9. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.002>
- van Manen, M. (1990). *Researching lived experience: Human science for an action sensitive pedagogy*. State University of New York Press.

- Wu, S.-Y., Chen, S. Y., & Hou, H.-T. (2015). A study of users' reactions to a mixed online discussion model: A lag sequential analysis approach. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(3), 180-192. <https://doi.org/10.1080/10447318.2014.986637>
- Zhang, N., Liu, Q., Zheng, X., Luo, L., & Cheng, Y. (2021). Analysis of social interaction and behavior patterns in the process of online to offline lesson study: A case study of chemistry teaching design based on augmented reality. *Asia Pacific Journal of Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1866493>
- Zovko, J. (2020). Expanding hermeneutics to the world of technology. *AI & Society*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01052-5>
- Zuga, K. F. (1989). Relating technology education goals to curriculum planning. *Journal of Technology Education*, 1(1). <https://doi.org/10.21061/jte.v1i1.a.5>

Research on the Thinking Process of Technology Implementation: Through Hermeneutic Phenomenological and Lag Sequential Analysis

Yen-Yin Wang*

Institute for Information Industry, Digital Education Institute

Abstract

This study, based on epistemology, aimed to explore novice teachers' thinking process of technology implementation through the activities of tool operation, production, ideation and design. The courses included "operating pliers", "slope toy making," and "mobile phone holder design." This study used the methods of "hermeneutic phenomenology" and "Lag Sequential Analysis" to code, analyze and draw the transfer diagram of thinking behavior sequences and experience themes. Five general structures of scientific and technological practical experience were summarized, including: (1) generating inner "emotional feelings"; (2) understanding knowledge through rational "logical reasoning"; (3) using "practical and operate" experience to explore knowledge; (4) generating the recognition that "knowledge is useful"; (5) changing thoughts, feelings, or generating "ideas transformation." The results showed that novice teachers tended to start logical reasoning after generating the idea that knowledge is useful during the activities. After the actual practice, they were inclined to display that emotional feelings will follow and then ideas will be transformed. Findings of this research could not only help practitioners adjust instructional approaches, understand learners' thinking processes, but also help researchers to probe thinking process of technology implementation.

Key words: Thinking Process, Technology Implementation, Hermeneutic Phenomenology, Lag Sequential Analysis, Epistemology

* Corresponding author: Yen-Yin Wang, yenyinwang@iii.org.tw