

電腦輔助知識翻新教學 對師資培育生科學教學信念之影響

張芷瑄¹ 洪國財^{2,*} 洪煌堯³

¹國立臺灣大學 土木工程學系

²國立臺中科技大學 應用日語系科日本市場暨商務策略碩士班

³國立政治大學 教育學系

摘要

教學信念一直被視為是影響教學行為的重要指標，它不僅影響教師的教學表現，更是學生學習效果的關鍵。因此，瞭解與發展成熟的教學信念不僅是在職教師應該面對的挑戰，也是師資培育課程發展所應關注的焦點。本研究的目的在透過電腦輔助知識翻新的教學，幫助自然科師資培育生發展建構導向的教學信念。研究對象為28位修習自然科教材教法課程的師資培育生，以知識翻新理論作為教學設計理念的基礎，輔以知識論壇線上學習環境，讓學生在合作學習中分享知識與交流想法，並持續進行教學知識的精進與翻新。資料來源主要為師資生在知識論壇上的貼文與討論，與自然科教學本質的開放式問卷。研究結果顯示電腦輔助知識翻新教學有助於提昇師資生以學生中心為主的教學信念，使其對自然科的教學信念更趨向以「引導學生主動思考與探索科學」的活動為主。

關鍵詞：知識論壇、知識翻新、科學教育、師資培育生、教學信念

壹、前言

十九世紀的工業時代裡，學習的重點在於協助學生習得實用的學科知識與技能；到了二十一世紀的知識經濟社會，學習更關切於如何養成創新知識的能力(Scardamalia & Bereiter, 2003)。知識經濟時代的來臨，推進了全球教育改革的浪潮，世界經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD])在未來教育與技能

的報告書中提出2030年的學習指南，重視學習者批判與創造性思維的養成、協作能力、以及新訊息的使用等(OECD, 2018)。臺灣也在2019年落實十二年國民基本教育的改革政策，強調以學生為主體的行動與反思、具有創新思考能力、以及社會參與與團隊合作的素養(教育部，2021)。學習典範的轉移，未來的教育必須培養知識型工作者，並發展更多以知識創新為導向的教學方法(Chai et al., 2009; Hong & Sullivan, 2009)。

*通訊作者：洪國財，barryhuck@gmail.com

(投稿日期：民國111年8月17日，修訂日期：民國111年10月11日，接受日期：民國111年10月11日)

教育改革的成敗，師資的準備與養成是關鍵(符碧真，2018)。面對學習型態的巨變，師資培育必須跳脫傳統框架，培養符合新世紀的未來教師。近年來，已有一些針對師資培育課程創新設計的實務研究，少數研究著重在提升師資生未來的關鍵能力，例如：反思能力、團隊合作、問題解決、創造思考能力等(王佳琪、宋世祥，2019；黃美瑤，2017)；多數研究則是關注在培養師資生與教學相關的知識和技能，例如：提升師資生的學科教學知識與教學技能(徐靜嫻，2013；陳碧祺，2021；黃美瑤等，2021；Santaolalla et al., 2020)，或是對課程內容與教材的理解(陳彥廷，2014)。這些研究顯現出教學知識的培養，是師資培育課程發展的重心。

值得注意的是，過去已有一些研究指出，相較於教學知識的獲取，教學信念才是影響教師在未來教學行為的主要因素(Fairbanks et al., 2010; Hong & Chai, 2017)，也間接影響學生的學習成效與態度(Clark & Peterson, 1986)。換句話說，教師的教學信念是預測未來教學行動與教學成效的重要指標，因此，職前的師資培育課程，除了教學知識的習得，更應該重視師資生在教學信念的發展與養成，培養更具建構導向的教學信念，以符應未來學校教育所需的師資人才(Hong & Lin, 2010; Zhang et al., 2011)。

本研究嘗試以知識翻新(knowledge building)教學並輔以知識論壇(Knowledge Forum[®]) (Knowledge Building Research International, 2005)平臺，幫助學習者更深層的反思與建構新知識。本研究選擇此理論作為師資生教學信念改變的手段，有以下幾個原因：第一、信念的改變，仰賴學習者深度的反思，而Scardamalia (2002)在其研究中指

出，知識翻新的教學方法並輔以知識論壇平臺，是一學習者主動建構、並且不斷經歷深度反思的學習歷程。第二、在學習科學的經典書籍《The Cambridge Handbook of the Learning Sciences》中，Sawyer (2005)指出知識翻新理論為學習科學發展的基礎取徑之一，可見知識翻新理論的重要性與價值性。第三、在臺灣的學習環境中，鮮少使用知識翻新來促發學習者信念的轉變，因此，本研究嘗試使用知識翻新教學輔以知識論壇平臺，並以個案研究的方式來探究其學習成效與促發信念轉變的可能性。

綜上所述，如何在師資培育課程中培養師資生的學習經驗與教學信念，是本研究的核心關切與目的。本研究以知識翻新教學，並輔以線上知識論壇平臺，作為師資培育課程的設計原則，瞭解師資生教學信念的轉變。研究問題有二：一、師資生於線上知識論壇的互動情形？二、透過知識翻新教學活動後，教學信念的轉變情形？

貳、文獻探討

一、教學信念

教師的教學信念是一個被長久關注與研究的重要議題。教師的教學信念包含教師對於學生如何學習、對於課程和教學方法的想法，同時也包含教師如何看待學校的目的、教師自身的責任與價值(Kagan, 1992; Pajares, 1992; Porter & Freeman, 1986)。教學信念之所以重要且不斷的反覆被探究，教師的教學信念對教師在課堂上的教學表現、態度、方法、決策與行動，都有長遠且關鍵的影響(Grossman et al., 1989; Hofer & Lembens, 2019; Hong & Chai, 2017)。

過去針對教學信念的相關研究不可勝數，顯現出教學信念本質與架構的多元觀點。本研究依循其中一個對教學信念的分類架構：教師中心的教學信念以及學生中心的教學信念(Hong, 2014)。教師中心導向的教學信念，會傾向教師是向學生傳遞知識的權威者；學生中心導向的教學信念，教師則將教學視為促進學生探索和深化知識的歷程。

教學信念是一個較為抽象的概念。因此，過去針對教學信念的研究，有不少研究透過量化問卷，測量教師教學信念的狀態，證實教學信念會影響教學行為，並且具有正向的預測力(王美華、吳和堂，2007；蕭慶元、沈明真，2015)；又或者是發現教學信念，是教師教學意向的預測指標(Lai et al., 2018)；除此之外，教學信念亦可以有效預測教師的教學效能(吳明隆、陳火城，2007；許炳煌、洪湘蕙，2012；蕭秋祺，2009)、以及學生學習成就(Wang et al., 2022)。因此，教學信念是影響教師在教學現場如何決定教學方法、實踐與教學成效的重要指標。

教學信念用來預測教師教學行為與成效，已獲得不少研究的證實。然而，若要進一步理解教學信念的實踐狀況、以及其如何轉變，是重要但較少被探究的議題(Popova et al., 2021)。如何促發老師教學信念的改變？Popova等的研究透過長期追蹤9位初任教師的教學信念發現，教師的教學信念雖然會隨著時間有更豐富的想法，但其本質沒有太明顯的改變。不過，有一些研究仍發現教師教學信念的改變，例如：透過參與教師專業成長的計畫，可以幫助教師反思、並改變教師信念(顏弘志、段曉林，2006；Hofer & Lembens, 2019; Lavonen et al., 2004)，此外，Loper等(2019)的研究則是發現教師採用多媒

體教材，也會對教學信念產生影響。總得來說，教學信念可能不會隨著時間改變，但，可以透過教師專業成長的方式來促發改變的可能性。

值得注意的是，上述這些研究都是以在職教師為研究對象。然而，針對師資培育生教學信念的培養與發展，仍是容易被忽視的議題，在實際師資培育課程中，也未獲得應有的重視(Hong, 2014; Hong & Chai, 2017; Yilmaz-Tuzun, 2008)。師資生在進入師資教育前，往往已具有屬於自己過去學習經驗的教學信念(Hollingsworth, 1989; Olson & Appleton, 2006)，師資生若經歷的是不成熟且傳統的教學信念，可能會對他們在教學技能與創新信念的發展造成很大的困難(Yilmaz-Tuzun)，舉例來說：師資生在過去學習經驗中，認為接受傳統的講述式教學能有效的在考試中獲得高分，在師資培育的過程中，若沒有機會透過培育課程，來發展其他策略以改變其偏向傳統的看法、同時引導其發展出創新教學的方法與技能的話，那麼這些學生很有可能在未來的教學職涯中，仍會沿用他們自認為有效的傳統教學法。因此，如何設計有效的教學，以幫助師資培育的學生發展更有見識、更有建設性的教學信念，需要更多的實證研究來支持(Hong & Chai)。

二、電腦輔助知識翻新教學

知識翻新理論係一持續生產和改進想法的集體合作歷程(Scardamalia & Bereiter, 2003)。知識翻新理論強調「社群參與」，一個新的想法或知識要產生，群體具有共同的責任，而非單一學習主體獨立建構自己的知識。透過社群成員在知識訊息的產出與交流下，集體合作和知識共構。此外，知識翻新理論重視

「以想法為中心」，關注於每個人想法的產出，並且透過群體之間的討論、互動、交流與反思等過程以批判、選擇、修正、翻新和驗證想法。在這過程中，想法會逐漸形成以解決問題或形成新知識，舊知識也會不斷地被質疑、討論、或改進，並更進而提出更新或更多元的想法，同時產出更多新知識。也就是說，知識是可以不斷的被修正與改進。

Scardamalia與Bereiter (1999)認為，學校應發展為一個知識翻新與創造的組織，學生和老師會共同合作並集體建構知識，並且透過解決知識問題以發展並反思自我信念的能力，而非僅著眼於知識的獲得與累積的歷程。為了瞭解知識翻新理論如何應用於實際的教學現場，Scardamalia (2002)提出了十二項知識翻新原則，作為教師在進行知識翻新教學的準則。以下就其中四項與本研究特別相關的原則分述如下：

第一、關心真正的想法、看重真實的問題(real ideas, authentic problem)：知識問題的產生，在於人們渴望瞭解這個世界。解決知識問題的過程中，需要產生想法，產出的想法就像是一個可以被觸摸、感覺的實體概念物件(conceptual objects) (Bereiter, 2002)，可以被應用於解決人們在生活中所關注或實際發生的問題。第二、知識的自主追求者(epistemic agency)：學生成為自主的知識工作者，在提出想法後，透過與他人想法的互動與討論，達到知識翻新的目的。在過程中，各別學生並不依賴他人的規劃，而是要做到自主設定目標、維持動機、自我評估和計畫等工作。第三、知識的平等參與(democratizing knowledge)：知識社群中的每一位參與者，其貢獻的想法都被視為平等且是具有價值的。在班級團體內不會因為成員背景的差異和不同，將某人歸類為有或沒有知識創新能力，每一位成員對提出想法與知

識創新都被賦與同等的權利。第四、社群共構知識與團體責任(community knowledge and collective responsibility)：在知識社群中，個人對團體的貢獻與個人的知識成長被視為同等重要。因此個體在社群中被鼓勵去產生有價值的想法，並且共同分擔知識成長的責任。

Bereiter與Scardamalia (2003)以知識創新理論為基礎，開發知識論壇平臺，支援學生產出與翻新想法。學習者於知識論壇平臺，可以透過貼文(想法產生)、閱讀貼文(想法分享)、回文(想法翻新)，翻新想法後又產生新想法，不斷循環的歷程，使想法持續在社群中被交流改進。除此之外，相較於其他數位學習平臺，知識論壇其平臺還具有其他更多讓使用者發表想法與互相翻新想法的彈性空間，例如：使用者可以透過團體或共同作者的方式發表貼文，也可以引用或註釋他人的貼文，或設定問題的領域，或添加關鍵字，甚至綜合多篇貼文產生新的整合想法或知識等。知識論壇平臺會自動記錄所有參與者的想法與社群成員的互動情形，有助於使用者進一步去探討社群想法形成的歷程與互動情形(洪煌堯等，2014)。

知識論壇展現了電腦輔助協作學習的環境的諸多優勢，有效的將社群的想法視覺化與具體化，促進社群成員在知識社群空間中從事知識翻新活動，共同反思與解決與生活相關的問題，並產生新知識(Scardamalia, 2002; Scardamalia, 2004; Scardamalia & Bereiter, 2003; Zhang et al., 2011)。

過去已有許多研究證實知識翻新教學與知識論壇能有效支持學生在各個學科領域的學習成效(Chen & Hong, 2016)，不過，應用於師資培育課程的實證研究仍屬少數。Hong等(2011)研究師資培育生在經歷一學期知識翻新的學習歷程後發現，以知識翻新教學並

輔以知識論壇平臺，能促進師資生更多反思性的對話，並發展出高層次的認知活動，加深他們對教學中理論與實踐之間的連結。因此，知識翻新教學不僅能促進學習者在學科學習領域的成效，也有助於師資培育生對教學想法的反思，但是，這樣的學習成效需要更多研究的支持。因此，本研究應用知識翻新教學與知識論壇數位平臺於師資培育課程，讓師資生浸潤於知識創新的學習環境中，並探究其教學信念的發展與轉變。

參、研究方法

一、研究設計

研究對象為臺北市某國立大學修習自然科教材教法課程的28位師資培育生，研究期程為一學期。課程設計以知識翻新理論為基礎，並且輔以知識論壇平臺，作為學生建立知識社群與相互交流、對話的空間。圖1所示為本研究的研究架構，具體的教學活動設計，主要依循知識翻新教學十二原則中的四個原則：(一)關心真正的想法、看重真實的問題，(二)知識的自主追求者，(三)知識的平等參與，(四)社群共構知識與團體責任。以下從課室教學活動與課後線上活動兩個部分，詳述教學活動的設計與其所對應的知識翻新教學原則。

(一)課室教學活動——學生教學演示

教室的課程活動以師資生的教學演示為核心。師資生必須在學期中準備兩次自然科學試教活動，以兩人為一組的形式進行試教，試教的目的是實際體驗與演練教育現場的教學，並反思與驗證自我的教學信念與教學實踐間的關聯性。此課程設計為知識翻新教學原則的「關心真正的想法、看重真實的問題」。在教學演示的準備過程，師資生必需獨立進行課程的規劃、準備、試教實踐與反思，以培養其自主追求知識的能力與學習態度，此為知識翻新教學原則的「知識的自主追求者」。

課堂上學生進行教學演示後，教師在課堂中會透過大量開放性問題的討論，引導師資生進行學習反思：不同的教學法對學生有什麼不同的感受及影響？從自己與同儕的教學法中探索各種適合不同學生的教學法為何？如何在未來的教學中改進自己的教學。在此問題討論過程中，教師不給予答案，只負責引導學生討論和思考，而學生則須把上課所討論的主要想法透過貼文上傳至平臺，其目的是要讓師資生在過程中建構屬於自己的想法，且透過同儕間知識的交流與共構，達到反思及知識翻新的成效。

本課程設計讓學生進行兩次教學演示，

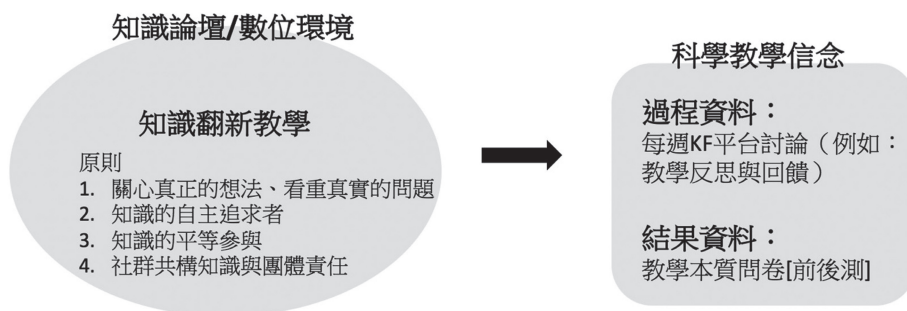


圖1：研究架構

註：KF：知識論壇(Knowledge Forum)。

也讓學生體驗翻新教學實踐的歷程。學生在經歷第一次的實際教學體驗，可以親自感受到自己所營造的教學課程與環境的效果，在活動後藉由社群間的意見與回饋交流，更深入反思與整理當次試教活動的各種想法與建議。在第二次的試教準備時，經由綜合其教學體驗與想法翻新的過程，不斷思考自己對教學的想法與實踐上所產生的衝突，進而改進與翻新自我的教學想法，同時在過程中反思其教學信念，並實踐於第二次的教學演練中。

(二)課後知識論壇活動——個人與集體的教學反思與回饋

本課程會邀請師資生在課後使用知識論壇平臺進行知識的分享與對話。數位平臺的使用主要有兩個目的：第一、將每次試教活動錄影留存，並放上知識論壇平臺，以供學生透過影片進行回顧、反思，以發現更多自己未曾察覺到、或是在課堂討論中未被提及的教學優點與缺失；第二、學生利用平臺分享個人的試教心得與反思，並邀請同儕給予回饋，進行集體的反思。透過平臺的課後活動，師資生更可延續或分享更多自己對該次試教活動的想法與訊息。

使用知識論壇進行想法的分享與討論，並不同於課堂上的即時回饋，其重要意義為：將抽象的想法進行具體化，想法才會具有公共生命力(social life)。以Popper (1972)三個世界的知識論來解釋，如果讓學生只有面對面的討論，想法容易停留在第二世界的心理層面(即抽象思維)，當透過線上平臺作為想法討論的媒介，學生便可以將想法留在平臺上，讓想法從第二世界進入第三世界的實體概念，才能不斷的被集體的討論與翻修，也讓想法具有公共生命力。因此，本研究的課程規劃：從課堂討論、經過個人反思、再到平臺上拋出想法與回饋、並進行集體的討

論，即是讓學生從淺層到深層、持續不斷反思的學習過程，更有可能讓學生在信念上產生鬆動與改變。

知識論壇的使用，體現了知識翻新的教學原則「知識的平等參與」。學生在平臺具有平等參與的權利，可以相互給予教學的回饋，不必害怕自己的想法不受重視或被認為沒有意義，反之，每一成員都被鼓勵去不斷地提出所有可能有助於改進教學的任何想法，再進一步翻新這些想法。社群中所存在的平等對話權力，使師資生於知識翻新的環境中，對每次的試教活動都能產生大量的意見想法，並透過社群協作交流與分享，使每個社群成員的教學演練都獲得精進。

本研究透過課堂的教學活動與課後線上反思的教學設計，讓社群的每一位成員共同建構對於教與學的想法，體現「社群共構知識與團體責任」的知識翻新原則。本課程的整體設計將知識生產與翻修的責任交給學生，在每一次試教後的集體反思和回饋，促使學生看見先前未察覺或不知道的想法與觀點，讓社群透過想法翻新以共構新知識，並且共同在知識翻新的過程中，不斷反思以發展更成熟的教學信念。

二、資料來源與分析

(一)知識論壇平臺的互動紀錄

知識論壇平臺記錄了學生在一學期進行想法翻修與對話的歷程。本研究搜集與分析本課程平臺的互動紀錄，包含兩部分：第一部分為知識建構的互動次數，屬於量的資料；第二部分則為學生在試教後，互相給予回饋的想法內容，為質性資料。以下針對這兩部分資料的搜集與分析，進一步做詳細的說明：

本研究計算學生於知識論壇平臺進行知

識建構的互動次數。其平臺的互動功能有貼文、回文與閱讀貼文等，透過各項功能的次數統計與相關分析，與學期前後兩階段差異分析，以瞭解師資生於知識論壇平臺的互動情形。

本研究也整理並統計社群間互相閱讀貼文與互相回文間的關係數量矩陣，使用社會網絡分析軟體(social network analysis)，分析閱讀與回文訊息的流通情況。主要使用兩個指標：

「資訊民主」(betweenness centrality)與「資訊密度」(density)。「資訊民主」代表想法在社群之間的流動的極權化或民主化(democracy)情形。當「資訊民主」的平均數值越小，顯示在此社會網絡中，想法交流較無障礙，不需透過第三者(betweenness)來仲介資訊，亦即社群呈現較為民主的想法交流與知識翻新情形，社群成員之間溝通障礙小，或任何二成員彼此間可以有較多直接的訊息連結。反之，當數值越大，代表彼此之間的溝通障礙越多，亦會降低社群訊息流動性。「訊息密度」則是指社群之間想法交流的疏密程度，為社群內訊息實際連結數與社群內訊息最大可能連結之比值。因此，當一個社群的訊息密度越高，代表想法與想法之間的訊息連結越為緊密，訊息流通與互動的頻率也越高。

第二部分，分析知識論壇上學生的實際貼文內容，瞭解學生信念的發展情形。師資生每次課堂試教活動結束後，會使用知識論壇平臺給與試教者建議和回饋。若僅透過學

生在知識論壇活動的次數統計，只能初步確定學生的活動情形，而無法瞭解他們的想法與回饋內容的改變與成長，因此本研究將針對學生於知識論壇平臺的回饋貼文，進行內容分析。以學生的回饋貼文作為編碼單位，將學生的回饋內容歸類為教師中心或學生中心，編碼定義如表1。質性編碼經由兩位研究生，使用50%的數據資料進行評分者信度考驗，Kappa一致性係數達.94 ($p < .01$)。接著，將28次的試教切分為兩階段，前14次為第一階段，後14次為第二階段，統計前後兩階段學生在各編碼的平均數、標準差，進行相依樣本 t 考驗，分析學生前後階段教學回饋信念的改變是否有差異存在。

(二)自然科學教學本質問卷

本研究於期初與期末使用相同的「自然科學教學本質問卷」實測，以瞭解學生教學信念的改變。本問卷改編自Tsai (2002)調查教師在學習科學的信念問卷，形成六題開放式問題，依序為：

- 1.就你個人認為，自然科學最好應該用什麼方法教？為什麼？
- 2.就你個人認為，成功的自然科學教學的關鍵是什麼？為什麼？
- 3.就你個人認為，怎樣是一個理想的自然科學教師？為什麼？
- 4.就你個人認為，自然科學最好用什麼方法學？為什麼？

表1：師資生於知識論壇教學回饋信念的編碼類別與定義

回饋類別	定義	實際範例
教師中心	回饋內容關注於教師的教學內容與方法	如果是我的話，我會先解釋這個實驗的原理，也就是我們實驗的目的，解釋清楚之後再講解實驗的步驟，接下來才開始著手進行。(s09)
學生中心	回饋內容關注於學生的學習情況與表現	課程內容很吸引人，讓小朋友與老師的互動非常頻繁，代表引起學生主動去思考的行為。(s14)

5.就你個人認為，成功的自然科學學習的關鍵是什麼？為什麼？

6.就你個人認為，怎樣是一個理想的自然科學學習環境？為什麼？

研究者將開放式的問卷，以質性分析軟體NVivo 8 (QSR International, 2008)進行編碼。依據學生對開放性問題的陳述內容，以一個概念為分析單位，尋找關鍵概念進行歸類和分析。最後形成八個師資生教學信念的類別，如表2。其編碼經由兩位研究生，使用

50%的數據資料進行歸類以及評分者信度考驗，信度係數達.92 ($p < .01$)。

根據質性資料編碼後，統計每位學生在期初和期末各個編碼的總和、平均數和標準差，分析知識翻新教學後，學生的教師信念改變趨勢。並將這八項編碼歸類為「教師中心」與「學生中心」兩大教學信念，進行量化統計相依樣本 t 考驗，瞭解學生在接受知識翻新教學後，教學信念的改變情形。再分別將其八項編碼進行量化統計相依樣本 t 考驗，

表2：編碼類別與定義

教學信念類別	編碼類別	定義	實例
教師中心取向	教師提供設備器材	教師應提供完備的實驗器材與教材、教具	完備的實驗器材與各樣設備。(s11) 在教學上，可以運用各種教具，例如圖片、海報、影片、化石……等等，讓學生加深印象。(s21)
	教師具備專業知識	教師具備專業知識，透過講述傳遞基礎知識	要能解答學生的問題，不可以一知半解，知識傳遞應慎重。(s11)
	教師經由實驗演示教學	透過實驗操弄演示，讓學生將抽象概念化為具體概念	經由實驗來教學。(s08) 以國小的發展階段而言，我認為將知識結合實做為佳。(s05)
學生中心取向	營造開放自在的學習環境	教師善用開放性問題，給予學生發揮的空間，不約束學生的思考方式。	開放而自在的環境。(s04) 多給予學生開放性的問題。不拘束學生的創造力。(s11)
	適性化且多元化的創新教學	配合學生的能力使用多元化的且創新的教學法教學。並能讓學生在自然與生活中學習，更進一步將所學得的知識，應用於日常生活中。	多元化的方法學習。(s4) 將課程與生活結合。(s16) 能夠因應學生的基礎知識、特質，找到最適合的教學方法(s21)。
	引導學生主動思考與探索科學	引起學生對科學產生好奇與興趣，且能促進學生能主動探索科學與思考，並解決問題。	引發學習動機跟激發好奇心。(s09) 適時給予提示和幫助。(s10) 激發學生主動推理思考。(s17)
	學生透過實作學習，自主建構科學知識	學生透過自行操弄實驗，在過程中歸納、分析與批判知識，且能建構屬於自己的科學知識。	讓學生可以從做中學，更要能發現問題，提出批判。讓學生觀察與實驗。(s15) 主動的去建構自己的自然科學知識。(s26)
	師生互動合作學習	透過師生或學生間彼此互動，達到知識交流	課程中與學生互動、討論。(s18)

註：(s+數字)為課程中學生的編碼。

分析學生在三項教師中心取向中與五項學生中心取向的教師信念是否有差異存在。

肆、研究結果

一、知識論壇互動歷程

第一部分的研究結果為師資生在知識論壇的互動次數與頻率的分析結果。表3所示為知識論壇中貼文、貼文閱讀與回文三個主要用以產生、分享與改進想法功能的使用情形。為瞭解線上知識論壇使用的轉變歷程，以期中考為分界點將學期分為前後兩階段，統計學生在平臺的互動次數。進行相依樣本 t 考驗後發現，師資生在第二階段的平臺學習活動，逐漸有更多的想法產出，並與他人有更密切的互動與討論。由此可知，學生在本學期的課程中，隨著時間的增長，在知識論壇互動的頻率也隨之增加。表4的相關分析矩陣也顯示出學生在知識論壇平臺上各活動間的關係，若學生積極使用三個功能(貼文、貼文閱讀、回文)中的其中一項，他們也多會積極的使用其他功能。

表5為知識論壇社會網絡的活動分析，從資訊民主與資訊密度兩個面向，分析貼文閱讀與回文的社會網絡互動情形，以期中考為分界點將學期分為前後兩階段，深入瞭解學生彼此間的互動情況。首先，在資訊民主的分析中，學生在互相回文的部分，第二階段的品質顯著優於第一階段($t = 2.47, p < .05$)，

意指學生在第二階段，更能廣泛的與每個存在於社群中的想法進行互動與討論，成員間訊息流通的民主程度有顯著提升。在閱讀貼文的部分，經由社會網絡分析後可發現，第二階段的閱讀貼文表現，其平均數值有稍稍提高，但經由 t 檢定後顯示未有顯著的差異存在，因此學生在閱讀他人貼文訊息的民主程度，大致維持原有的活動表現；再者，在訊息密度的分析中，其前後階段的差異考驗皆未達顯著，可以推論學生在二階段討論互動上，皆能維持具有一致性的活動量。綜上所述，師資生在本學期的課程中，隨著時間的增長，在回文功能的使用上，想法與訊息交流趨於更民主的互動品質。

圖2為師資生在學期中於知識論壇平臺互動交流的社會網絡關係圖。圖中所顯示的黑點，即代表每一位師資生，其黑點越大代表該師資生在知識論壇的活動頻率越高。點與點之間的連線，則代表師資生間的互動關係，淺色的線是指閱讀互動，深色則代表回文互動。從圖中可以發現到，本課程的師資生在知識論壇平臺上有頻繁的合作互動關係。

表4：學生於知識論壇進行知識建構的相關分析

變項	1	2	3
1.貼文數量	—	—	—
2.貼文閱讀數量	.43*	—	—
3.回文數量	.98**	.45*	—

註：* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

表3：學生於知識論壇進行知識建構的學期前後兩階段差異分析

平臺互動次數統計	第一階段		第二階段		t 值
	M	SD	M	SD	
1.貼文數量	10.96	3.38	13.04	4.33	-2.14*
2.貼文閱讀數量	127.50	71.24	181.12	130.17	-2.57*
3.回文數量	9.31	3.00	12.27	4.05	-3.29**

註：* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

表5：學生於知識論壇的社會網絡活動前後階段差異分析

社會網絡指標	第一階段		第二階段		t值
	M	SD	M	SD	
資訊民主					
互相閱讀	0.77	0.23	2.88	6.02	-1.80
互相回文	6.96	4.87	3.96	5.44	2.47*
資訊密度					
互相閱讀	5.41	3.97	5.02	4.22	0.73
互相回文	0.54	0.51	0.58	0.49	-0.64

註：* $p < .05$ 。

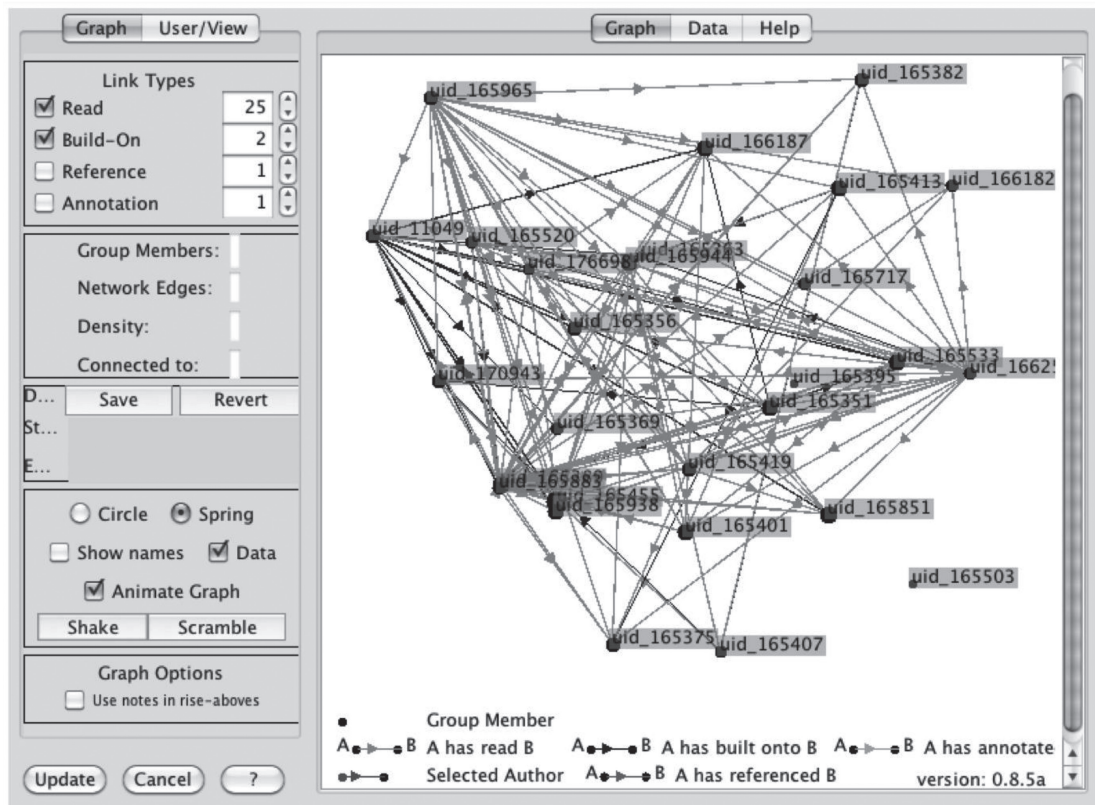


圖2：師資生於知識論壇平臺的社會網絡關係圖

第二部分，為學生在知識論壇平臺的回饋想法內容分析。圖3為師資生28次試教回饋信念的改變趨勢圖，透過該圖發現，學生在本學期的28次試教，前12次的試教回饋，教師中心回饋信念大部分高於學生中心信念，

後16次的試教回饋，其回饋內容皆為學生中心信念較高。整體而言，教師中心的回饋信念逐漸下降，而學生中心有上升的趨勢。

表6為師資生在教學回饋之信念前後階段的平均數差異檢定。師資生教師中心的試

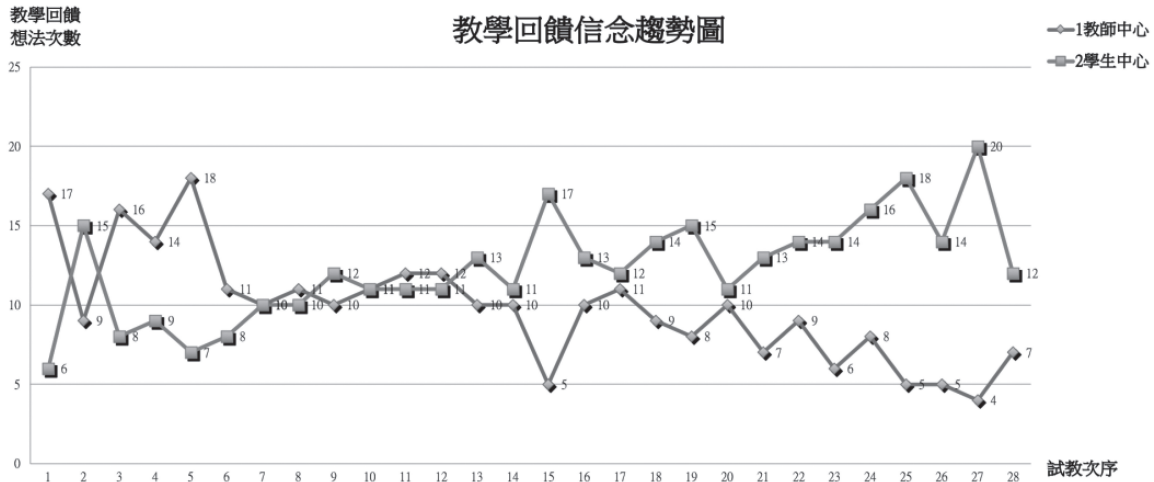


圖3：師資生於知識論壇平臺各次試教回饋的信念趨勢圖

表6：師資生試教回饋信念前後階段之 t 檢定

回饋類別	第一階段		第二階段		t 值
	M	SD	M	SD	
教師中心	6.11	2.78	3.71	2.24	4.62**
學生中心	5.07	3.11	7.25	2.77	-4.52**

註：** $p < .01$ 。

教回饋，從第一階段到第二階段有減少的趨勢，且差異達顯著($t = 4.62$, $p < .01$)。另外學生中心的試教回饋到第二階段有上升的趨勢，且達顯著差異($t = -4.52$, $p < .01$)。經由統計考驗後，驗證且支持上圖回饋信念的趨勢圖，師資生在整學期試教課程的回饋信念中，教師中心回饋信念從期初到期末有逐漸減少的傾向，而學生中心的回饋信念，則有逐漸提升的趨勢。

二、師資生教學信念

本研究分析學生在期初與期末自然科教學本質問卷的改變。根據表7可以發現，教師中心的信念在課程前後，明顯有減少的趨勢，且前測與後測有顯著的差異存在($t = 2.54$, $p < .05$)。學生中心信念，從期初到期

末，則有上升的趨勢，前測與後測亦有顯著的差異存在($t = -5.36$, $p < .01$)。並且，教師中心的教學信念，不論在期初或是期末，其平均數都明顯低於在期初和期末學生中心教學信念。經統計後，學生在教師中心提出的總次數，更遠遠低於學生中心的總次數(教師中心： $N = 40$ ；學生中心： $N = 463$)。經過一學期的知識翻新後，師資生對於自然科教學信念，產生更多學生中心的觀點與想法。

再根據分項編碼的統計考驗後發現，師資生在教師中心整體信念前後差異雖達顯著，教師中心信念的差異主要在編碼「教師經由實驗演示教學」有達到顯著水準($t = 2.27$, $p < .05$)，前測高於後測。學生中心信念的前後差異達顯著，其中教學信念改變的面向主要是在「引導學生主動思考與探索科

表7：師資生在期初和期末教學信念之 t 檢定

教學信念類別	前測		後測		t 值
	M	SD	M	SD	
教師中心	1.08	1.35	0.46	0.76	2.54*
學生中心	7.08	2.62	10.73	3.71	-5.36**

註：* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

學」的編碼上有顯著的差異存在($t = -4.30$, $p < .01$)，且後測均高於前測(見表8)。根據上述分析結果，在經過一學期知識翻新教學後，師資生在教學信念上轉化為較重視啟發式的學習，著重在教師引導學生的科學探究和思考，可見師資生對於教師在教學中角色的認定，已逐漸能從主導者變為引導者。

表9為師資生本學期在學生中心教學信念的想法與知識翻新教學法之關聯。表格左側是學生在教學本質問卷中所產出學生中心的教學信念；右側則是課程設計所依循知識翻新教學的四個原則：(一)關心真正的想法、看重真實的問題、(二)知識的自主追求者、(三)知識的平等參與、(四)社群共構知識與團體責任。「引導學生主動思考與探索科學」是師資生顯著成長的教學信念，對應原則中的「知識的自主追求者」，代表師資生在知識翻新教學的體驗中，更強化了對學習自主性的想法。其他的教學信念，雖然未達到顯著

成長，但也能對應到其他知識翻新的原則(詳見表9)，由此推論，知識翻新的教學原則，也逐漸影響學生教學信念的展現。

伍、結論

本研究透過知識翻新教學設計，讓師資生進行教學演示活動，並在活動後於知識論壇數位平臺上進行以想法為中心的大量教學反思，以期建立師資生多元與創新的思維與信念。過程中，重視學生不斷提出對教學的新想法，並透過討論、反思、批判、質疑、評估或驗證等過程以進行想法的交流與翻新，從中發現並解決教學的相關問題。

研究結果分為二：第一是針對知識論壇互動歷程的結果，先以量化統計學生在知識論壇的互動次數並進行前後階段差異考驗，師資生隨著時間的增長，在知識論壇互動的次數與頻率也隨之增加(貼文、閱讀貼文、回

表8：師資生在期初和期末教學信念分項編碼之 t 檢定

教學信念類別	編碼類別	前測		後測		t 值
		M	SD	M	SD	
教師中心取向	教師提供設備器材	0.38	0.50	0.35	0.56	0.44
	教師具備專業知識	0.38	0.85	0.08	0.27	1.99
	教師經由實驗演示教學	0.31	0.55	0.04	0.20	2.27*
學生中心取向	營造開放自在的學習環境	0.35	0.56	0.42	0.70	-0.81
	適性化且多元化的創新教學	1.88	1.73	2.35	1.72	-1.25
	引導學生主動思考與探索科學	2.92	1.83	5.23	2.23	-4.30**
	學生透過實作學習，自主建構科學知識	1.58	1.36	2.04	1.59	-1.63
	師生互動合作學習	0.35	0.56	0.69	0.74	-1.98

註：* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

表9：科學教學信念與知識翻新教學法之連結

學生信念之展現	知識翻新教學法
引導學生主動思考與探索科學	←知識的自主追求者
營造開放自在的學習環境	←知識的平等參與
適性化且多元化的創新教學	←關心真正的想法、看重真實的問題
學生透過實作學習，自主建構科學知識	
師生互動合作學習	←社群共構知識與團體責任

文)，且差異達統計顯著。此外，經過知識論壇活動的社會網絡分析，發現學生在訊息流動的民主程度(回文功能)上有顯著的提升，有朝向知識翻新中的「知識民主化」的原則在發展。此部分的研究結果推論大學生普遍能善用知識論壇平臺的功能，並且在平臺的引導下，繼續使用貼文、閱讀貼文與回文的功能，進行想法的提出與翻修，以持續的發展與翻新自我與社群的集體教學知識。

接著，再以學生在知識論壇的回饋貼文進行內容分析，結果發現，教師中心的教學回饋隨著時間有逐漸下降的趨勢，反之，學生中心的回饋則有上升的趨勢，且差異達統計顯著。代表學生在經歷知識翻新的教學與知識論壇平臺的社群對話，能產出更多以學生中心的教學回饋。

第二則是針對學生期初和期末教學本質問卷瞭解學生教學信念的改變，分析結果發現，學生的教師中心信念到了期末有顯著下降的趨勢，學生中心信念則是顯著上升。以分項編碼的統計考驗顯示教師中心信念的差異主要在編碼「教師經由實驗演示教學」，學生中心信念的改變主要是在「引導學生主動思考與探索科學」。從研究結果可以推論，學生在經過一學期知識翻新教學、輔以知識論壇平臺進行想法的翻新與教學改進後，確實有助於學生教學信念的發展與轉化，而且是更趨向學生中心的觀點。此外，透過學生自行設計課程、準備、教學實踐和

反思的知識翻新教學原則，學生到了學期末，在「引導學生主動思考與探索科學」的教學信念有顯著的提升，正呼應了知識翻新教學法，重視學生知識的自主性，教師在知識翻新的過程中僅扮演引導者的角色，可見學生的教學信念，能與知識翻新教學法產生共鳴。

上述研究結果，顯現師資生在學生中心的信念與想法，有顯著的成長。值得進一步討論的是，雖然學生中心的信念上升，是研究者樂見的結果，但是，教師中心的信念下降，並非因此否定學生具有教師中心的信念與想法，也並不代表學生因此捨棄了教師角色的重要性。而是當師資生透過知識翻新教學，產出更多開放多元的教學信念，學習到更多教學的可能性，因而將討論的重心移至學生中心的教學想法，自然就降低教師中心的討論分量，在統計分析的數字上呈現顯著下降的結果，但教師中心的教學信念，如「教師具備專業知識」、「經由實驗演示教學」，都可以視為是師資生教學信念發展的基礎。

本研究對師資培育生教學信念的培養與發展，有實質的貢獻與推進。過去針對教學信念的研究，多數是關注在職教師、且為著重在測量信念的當前狀態，較少關注在師資培育生教學信念的發展與改變(Hong, 2014; Hong & Chai, 2017)。因此，本研究以知識翻新的教學原則，應用於師資培育課程的設計，培養學生在開放性社群環境中學

習、以及建構知識的能力(Sawyer, 2004)，符合二十一世紀所需的未來教育人才。此外，本研究使用知識論壇平臺，營造知識社群空間，透過科技輔助學習之教學策略，成為支援建構取向教學的重要工具，協助教師發展以學生為中心的學習環境(Dexter et al., 1999)。

本研究針對師資培育課程與教學信念發展提出實務上的建議。第一、臺灣教育改革趨向更多元、創新與自主的學習環境，越來越多研究更關注在如何養成教師「學生中心」的教學，重視學生批判性思考與解決問題的能力(Chen & Tsai, 2021)，相對應的，師資培育課程也應著重於培養師資生更趨向建構導向的教學。本研究透過營造知識翻新的學習氛圍，使教師於其中僅扮演輔助學生學習的角色，讓師資生透過實際體驗教學活動，與在平臺上形成社群並對教學知識進行翻新，而使師資生趨向學生中心的教學信念。因此，師資培育課程的設計與教學方法，可以參考知識翻新教學的設計原則，讓師資生浸潤於創新教學方法之中，嘗試與體驗自主學習的學習氛圍，並且重視社群的想法與意見的集體合作、回饋與交流，幫助師資生能從中養成自主、創新與開放的教學信念，並實踐於未來的教學場域中。

第二、從國內外的教育研究中可以發現，教學信念轉化的相關研究一直是重要的議題(簡桂彬等，2017)，如何促進信念的轉化，可以嘗試更多的可能性。本研究的課程設計採用知識論壇平臺作為學生課後反思的學習空間，幫助學生的想法更具體化，並透過線上集體討論與翻修，進行更深層次的反思，進而促發教學信念的改變。上述的教學設計與策略，未來在教師專業發展的相關課程、或是工作坊研習時，可以導入本研究所

嘗試的教學反思策略，並搭配知識論壇平臺的輔助，讓教師體驗集體翻修與漸進式的反思活動，幫助教師轉化教學知識觀。

本研究提出對未來研究的建議。第一、本研究的師資生在經歷知識翻新教學活動後，達到教學信念的轉變。而信念的轉變因素有很多可能性，未有實際教學經驗的師資生，其教學信念可能源自過往的學習經驗，另一方面，從教師學科教學知識(pedagogical content knowledge)的觀點來看，亦可能受到自身科學知識的影響。因此，未來研究可以分析師資生的科學觀點或科學知識觀的發展，探究內容知識對教師教學信念影響的可能性。也建議未來研究可以調查師資生在教學經驗背景資料，可以更系統性的瞭解師資生過去學習經驗與內容知識的關聯。第二、本研究在知識翻新教學的環境中，透過教學演示活動與知識翻新的學習，自然科師資生能發展出更趨向學生中心的教學想法與觀點，並建立了趨向主動探索學習與思考的教學信念。雖然過去許多研究證實在職教師教學信念對教學實踐的預測力，但是對於師資生信念的發展與培養，仍需要更多研究支持。在未來研究上，建議可以更進一步分析師資生的試教錄影帶，分析學生實際的教學行為表現，是否亦能趨向學生中心的教學實踐，以期能更深入瞭解師資生教學信念的改變與發展歷程。

誌謝

本文承蒙國科會補助部分經費得以完成，研究計畫編號111-2410-H-004-039-MY3、111-2410-H-025-026、109-2511-H-004-002-MY3，特此誌謝。

參考文獻

- 王佳琪、宋世祥(2019)。設計思考融入職前師資培育課程之實施與成效：以適性教學為例。教育科學研究期刊，64(4)，145-173。https://doi.org/10.6209/JORIES.201912_64(4).0006
- [Wang, C.-C., & Sung, S.-H. (2019). The “adaptive instruction” course as an example of the application and evaluation of a teacher education program course incorporating design thinking. *Journal of Research in Education Sciences*, 64(4), 145-173. https://doi.org/10.6209/JORIES.201912_64(4).0006]
- 王美華、吳和堂(2007)。國小慈濟教師教學信念與教學行為之研究。慈濟大學人文社會科學學刊，6，125-163。https://doi.org/10.29650/TCUJHSS.200706.0005
- [Wang, M.-H., & Wu, H.-T. (2007). A study of the teaching belief and teaching behavior of Tzu-Chi teachers at elementary school. *Tzu-Chi University Journal of the Humanities and Social Science*, 6, 125-163. https://doi.org/10.29650/TCUJHSS.200706.0005]
- 吳明隆、陳火城(2007)。高雄市國小教師數學教學信念與自我知覺教學效能關係之研究。學校行政，48，113-132。https://doi.org/10.6423/HHHC.200703.0113
- [Wu, M.-L., & Chen, H.-C. (2007). A study of relationship between teachers' mathematical beliefs and teaching efficacy at elementary school in Kaohsiung. *School Administrators*, 48, 113-132. https://doi.org/10.6423/HHHC.200703.0113]
- 洪煌堯、蔡佩真、林倍伊(2014)。透過知識創新教學理念與學習平臺以培養國小學生自然課合作學習與翻新想法的習慣。科學教育學刊，22(4)，413-439。https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2204.04
- [Hong, H.-Y., Tsai, P.-C., & Lin, P.-Y. (2014). Elementary students engaging in collaborative idea generation and improvement in a science class through knowledge building and knowledge forum. *Chinese Journal of Science Education*, 22(4), 413-439. https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2204.04]
- 徐靜嫻(2013)。PBL融入師資培育教學實習課程之個案研究。教育科學研究期刊，58(2)，91-121。https://doi.org/10.3966/2073753X2013065802004
- [Hsu, C.-H. (2013). Case study on applying problem-based learning to the student teaching curriculum. *Journal of Research in Education Sciences*, 58(2), 91-121. https://doi.org/10.3966/2073753X2013065802004]
- 教育部(2021)。十二年國民基本教育相關業務。https://reurl.cc/qNZ4KR
- [Ministry of Education. (2021). *Shier nian guomin jiben jiaoyu xiangguan yewu*. https://reurl.cc/qNZ4KR]
- 陳彥廷(2014)。課程轉化實作促進國小師培生對數學課程理解之研究。當代教育研究季刊，22(4)，1-54。https://doi.org/10.6151/CERQ.2014.2204.01
- [Chen, Y.-T. (2014). The implementation of curriculum transformation and the facilitation of el-

- ementary school pre-service teachers' understanding of mathematics course. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 22(4), 1-54. <https://doi.org/10.6151/CERQ.2014.2204.01>]
- 陳碧祺(2021)。科技教學內容知識融入師資培育課程「班級經營」的教學實踐研究。《當代教育研究季刊》，29(2)，1-32。 [https://doi.org/10.6151/CERQ.202106_29\(2\).0001](https://doi.org/10.6151/CERQ.202106_29(2).0001)
- [Chen, P.-C. (2021). Teaching practice and study of technological pedagogical content knowledge in the teacher education course "class management". *Contemporary Educational Research Quarterly*, 29(2), 1-32. [https://doi.org/10.6151/CERQ.202106_29\(2\).0001](https://doi.org/10.6151/CERQ.202106_29(2).0001)]
- 許炳煌、洪湘蕙(2012)。新北市國小英語教師教學信念與效能之相關研究。《國民教育》，52(5)，101-110。 <https://doi.org/10.6476/JNE.201206.0101>
- [Sheu, P.-H., & Hung, S.-H. (2012). A study on teaching beliefs and teaching effectiveness of elementary school English teachers in New Taipei City. *Elementary Education*, 52(5), 101-110. <https://doi.org/10.6476/JNE.201206.0101>]
- 符碧真(2018)。素養導向國教新課綱的師資培育：國立臺灣大學「探究式—素養導向的師資培育」理想芻議。《教育科學研究期刊》，63(4)，59-87。 [https://doi.org/10.6209/JORIES.201812_63\(4\).0003](https://doi.org/10.6209/JORIES.201812_63(4).0003)
- [Fwu, B.-J. (2018). Teacher preparation in response to competence-based curriculum reform for K-12 education: National Taiwan University's proposal of inquiry-based and competence-based teacher education. *Journal of Research in Education Sciences*, 63(4), 59-87. [https://doi.org/10.6209/JORIES.201812_63\(4\).0003](https://doi.org/10.6209/JORIES.201812_63(4).0003)]
- 黃美瑤(2017)。專題導向學習促進體育師資培育學生的創意教學行為與創造力。《大專體育學刊》，19(3)，212-228。 <https://doi.org/10.5297/ser.1903.002>
- [Huang, M.-Y. (2017). Promotion of project-based learning on creative teaching behaviors and creativity in pre-service physical education teachers. *Sports & Exercise Research*, 19(3), 212-228. <https://doi.org/10.5297/ser.1903.002>]
- 黃美瑤、涂馨友、盧俊宏、林信宏、周建智(2021)。電腦模擬健康體適能教學對學生創造力與學科教學知識的影響。《大專體育學刊》，23(2)，117-133。 [https://doi.org/10.5297/ser.202106_23\(2\).0002](https://doi.org/10.5297/ser.202106_23(2).0002)
- [Huang, M.-Y., Tu, H.-Y., Lu, F. J.-H., Lin, H.-H., & Chou, C.-C. (2021). Effects of computer simulation in health-related physical fitness teaching on creativity and pedagogical content knowledge in students. *Sports & Exercise Research*, 23(2), 117-133. [https://doi.org/10.5297/ser.202106_23\(2\).0002](https://doi.org/10.5297/ser.202106_23(2).0002)]
- 蕭秋祺(2009)。國中體育教師教學信念及其有效教學表現。《體育學報》，42(2)，49-66。 <https://doi.org/10.6222/pej.4202.200906.0704>
- [Hsiou, C.-C. (2009). A study of teaching beliefs and effective teaching, deformance among junior high school physical education teachers. *Physical Education Journal*, 42(2), 49-66. <https://doi.org/10.6222/pej.4202.200906.0704>]

- 蕭慶元、沈明真(2015)。幼兒園教師運用圖畫書的教學信念與教學行為之研究。屏東教育大學學報：教育類，42，1-36。
- [Hsiao, C.-Y., & Shen, M.-C. (2015). Research on preschool teachers' teaching beliefs and behavior of picture book application. *Journal of Pingtung University of Education: Education*, 42, 1-36.]
- 顏弘志、段曉林(2006)。建構主義取向教學的實踐——一位國小自然科教師信念、教學實務的改變。科學教育學刊，14(5)，571-595。https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.04
- [Yen, H.-C., & Tuan, H.-L. (2006). Realization of a constructivist approach to teaching-Transformation of the beliefs and practices of a primary school teacher of science. *Chinese Journal of Science Education*, 14(5), 571-595. https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.04]
- 簡桂彬、梁至中、陳素芬(2017)。教學信念、年齡及科技教學與內容知識關係之探討。科學教育學刊，25(1)，1-19。https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.2501.01
- [Chien, K.-P., Liang, J.-C., & Chen, S. (2017). Exploring the relationships among teaching beliefs, age and TPACK. *Chinese Journal of Science Education*, 25(1), 1-19. https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.2501.01]
- Bereiter, C. (2002). *Education and mind in the knowledge age*. Erlbaum. https://doi.org/10.4324/9781410612182
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2003). Learning to work creatively with knowledge. In E. de Corte, L. Verschaffel, N. Entwistle, & J. van Merriënboer (Eds.), *Powerful learning environments: Unravelling basic components and dimensions* (pp. 55-68). Elsevier Science.
- Chai, C. S., Hong, H.-Y., & Teo, T. (2009). Singaporean and Taiwanese pre-service teachers' beliefs and their attitude towards ICT use: A comparative study. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 18(1), 117-128. https://doi.org/10.3860/taper.v18i1.1040
- Chen, B., & Hong, H.-Y. (2016). Schools as knowledge-building organizations: Thirty years of design research. *Educational Psychologist*, 51(2), 266-288. https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1175306
- Chen, C.-H., & Tsai, C.-C. (2021). In-service teachers' conceptions of mobile technology-integrated instruction: Tendency towards student-centered learning. *Computers & Education*, 170, Article 104224. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224
- Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 255-296). MacMillan.
- Dexter, S. L., Anderson, R. E., & Becker, H. J. (1999). Teachers' views of computers as catalysts for changes in their teaching practice. *Journal of Research on Computing in Education*, 31(3), 221-239. https://doi.org/10.1080/08886504.1999.10782252
- Dias, L. B. (1999). Integrating technology: Some things you should know. *Learning & Leading with Technology*, 27(3), 10-13.

- Fairbanks, C. M., Duffy, G. G., Faircloth, B. S., He, Y., Levin, B., Rohr, J., & Stein, C. (2010). Beyond knowledge: Exploring why some teachers are more thoughtfully adaptive than others. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 161-171. <https://doi.org/10.1177/0022487109347874>
- Grossman, P. L., Wilson, S. M., & Shulman, L. S. (1989). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In M. C. Reynolds (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher* (pp. 23-36). Pergamon Press.
- Hofer, E., & Lembens, A. (2019). Putting inquiry-based learning into practice: How teachers changed their beliefs and attitudes through a professional development program. *Chemistry Teacher International*, 1(2). Article 20180030. <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0030>
- Hollingsworth, S. (1989). Prior beliefs and cognitive change in learning to teach. *American Educational Research Journal*, 26(2), 160-189. <https://doi.org/10.3102/00028312026002160>
- Hong, H.-Y. (2014). Developing student-centered teaching beliefs through knowledge building among prospective teachers. In S. C. Tan, H. J. So, & J. Yeo (Eds.), *Knowledge creation in education* (pp. 189-204). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-287-047-6_11
- Hong, H.-Y., & Chai, C. S. (2017). Principle-based design: Development of adaptive mathematics teaching practices and beliefs in a knowledge building environment. *Computers & Education*, 115, 38-55. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.011>
- Hong, H.-Y., & Lin, S.-P. (2010). Teacher-education students' epistemological belief change through collaborative knowledge building. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 19(1), 99-110. <https://doi.org/10.3860/taper.v19i1.1511>
- Hong, H.-Y., & Sullivan, F. R. (2009). Towards an idea-centered, principle-based design approach to support learning as knowledge creation. *Educational Technology Research and Development*, 57(5), 613-627. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9122-0>
- Hong, H.-Y., Chen, F.-C., Chai, C. S., & Chan, W.-C. (2011). Teacher-education students' views about knowledge building theory and practice. *Instructional Science*, 39(4), 467-482. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9143-4>
- Kagan, D. M. (1992). Implication of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27(1), 65-90. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2701_6
- Knowledge Building Research International. (2005). *Knowledge Forum*® (Version 4.6). <https://kf6.nccu.edu.tw/login>
- Lai, H.-R., Wu, D.-M., Lee, P.-H., & Jhang, Y.-S. (2018). Health literacy teaching beliefs, attitudes, efficacy, and intentions of middle school health and physical education teachers. *Journal of School Health*, 88(5), 350-358. <https://doi.org/10.1111/josh.12615>
- Lavonen, J., Jauhiainen, J., Koponen, I. T., & Kurki-Suonio, K. (2004). Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education. *International Journal of Science Education*, 26(3), 309-328. <https://doi.org/10.1080/09500690410001651111>

org/10.1080/095006903200007433

- Loper, S., McNeill, K. L., González-Howard, M., Marco-Bujosa, L. M., & O'Dwyer, L. M. (2019). The impact of multimedia educative curriculum materials (MECMs) on teachers' beliefs about scientific argumentation. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(2), 173-190. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1583121>
- Olson, J. K., & Appleton, K. (2006). Considering curriculum for elementary science methods courses. In K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice* (pp. 127-152). Erlbaum.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. <https://reurl.cc/X5qnne>
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Popova, M., Kraft, A., Harshman, J., & Stains, M. (2021). Changes in teaching beliefs of early-career chemistry faculty: a longitudinal investigation. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(2), 431-442. <https://doi.org/10.1039/D0RP00313A>
- Popper, K. R. (1972). *Objective knowledge: An evolutionary approach*. Clarendon Press.
- Porter, A. C., & Freeman, D. J. (1986). Professional orientations: An essential domain for teacher testing. *Journal of Negro Education*, 55(3), 284-292. <https://doi.org/10.2307/2295099>
- QSR International. (2008). NVivo (Version 8) [Computer software]. Author. <https://reurl.cc/lop56j>
- Santaolalla, E., Urosa, B., Martín, O., Verde, A., & Díaz, T. (2020). Interdisciplinarity in teacher education: Evaluation of the effectiveness of an educational innovation project. *Sustainability*, 12(17), Article 6748. <https://doi.org/10.3390/su12176748>
- Sawyer, R. K. (2004). Creative teaching: Collaborative discussion as disciplined improvisation. *Educational Researcher*, 33(2), 12-20. <https://doi.org/10.3102/0013189X033002012>
- Sawyer, R. K. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833>
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98). Open Court.
- Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum[®]. In A. Kovalchick & K. Dawson (Eds.), *Education and technology: An encyclopedia* (pp. 183-192). ABC-CLIO.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1999). Schools as knowledge-building organizations. In D. Keating & C. Hertzman (Eds.), *Today's children, tomorrow's society: The developmental health and wealth of nations* (pp. 274-289). Guilford.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In J. W. Guthrie (Ed.), *Encyclopedia of Education* (2nd ed., pp. 1370-1373). Macmillan Reference.

- Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783. <https://doi.org/10.1080/09500690110049132>
- Wang, Y., Qin, K., Luo, C., Yang, T., & Xin, T. (2022). Profiles of Chinese mathematics teachers' teaching beliefs and their effects on students' achievement. *ZDM—Mathematics Education*, 54(3), 709-720. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01353-7>
- Yilmaz-Tuzun, O. (2008). Preservice elementary teachers' beliefs about science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 19(2), 183-204. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9084-1>
- Zhang, J., Hong, H.-Y., Scardamalia, M., Teo, C. L., & Morley, E. A. (2011). Sustaining knowledge building as a principle-based innovation at an elementary school. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 262-307. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.528317>

Effects of Computer-Supported Knowledge Building on Teacher-Education Students' Teaching Beliefs in Science Education

Chih-Hsuan Chang¹, Guo-Tsai Hung^{2,*} and Huang-Yao Hong³

¹Department of Civil Engineering, National Taiwan University

²Department of Japanese studies, National Taichung University of Science and Technology

³Department of Education, National Chengchi University

Abstract

Teaching beliefs have been regarded as an important indicator that influences teacher behaviors. The purpose of this study was to help teacher-education students develop more informed and diversified science teaching beliefs. Participants were 28 undergraduate teacher-education students who took a course titled “Study of Subject Matters, Teaching Methods in Elementary School Natural Sciences”. Instructional design was based on knowledge building pedagogy, with Knowledge Forum[®] being used to assist the participants in continuously working with ideas and progressively transform these ideas into practical teaching knowledge while reflecting on their teaching beliefs. Data mainly came from students' online activity in Knowledge Forum and a belief survey using open-ended questions. The results showed that after engaging in computer-supported knowledge building for a semester, the teacher-education students developed more constructivist-oriented teaching beliefs, and as such, they tended to view science teaching as a way to help young learners inquire and explore science, rather than to view it as a way to deliver scientific knowledge.

Key words: Knowledge Forum, Knowledge Building, Science Education, Teacher-Education Student, Teaching Beliefs

* Corresponding author: Guo-Tsai Hung, barryhuck@gmail.com