airiti

科學教育學刊
2025, 第三十三卷第二期, 173-194
DOI:10.6173/CJSE.202506_33(2).0003

Contemporary Journal of Science Education
2025, 33(2), 173-194

臺灣中學科學教師的科學知識觀、科學學習概念與科學學習方法之結構關係探究

沈冠名[1]　李文旗[2]　李旻憲[3、4、*]

[1]高雄市左營區新民國民小學
[2]黎明技術學院　通識中心
[3]國立臺灣師範大學　學習科學學士學位學程
[4]國立臺灣師範大學　學習科學跨國頂尖研究中心

摘要

本研究旨在探討臺灣中學科學教師的科學知識觀(scientific epistemological beliefs, SEB)、科學學習概念(conceptions of learning science, COLS)與科學學習方法(approaches to learning science, ALS)三者之間的結構關係，並採用「偏最小平方法結構方程式」(partial least squares structural equation modeling, PLS-SEM)進行分析。共有59位臺灣的中學科學教師參與本研究，填寫經修訂且具良好信度與效度的三份問卷：SEB量表、COLS量表與ALS量表。分析結果顯示，教師若較傾向認為科學知識具有權威性與絕對確定性，則傾向將學習科學視為背誦記憶與計算練習。值得注意的是，教師若將學習視為計算與練習，反而可能傾向採取深層的ALS。此一結果顯示，教師對學習的概念與其採行的學習方法之間的關係，與過往以學生為對象的研究所揭示的結果有所不同，未來研究可進一步深入探究其教育意涵。

關鍵詞：科學知識觀、科學學習方法、科學學習概念、偏最小平方法結構方程式

壹、前言

在全球教育改革浪潮中，素養導向的教學已成為課程轉型的核心趨勢。國際間強調學生應具備能夠整合知識、技能與態度，並能於真實情境中靈活運用所學以解決問題的能力，亦即所謂的「素養學習」(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019)。此教學理念促使教師的角色由傳統的知識傳授者轉變為學習設計者與引導者，教師的教學信念，被視為影響學生學習的關鍵因素(Wolf & Brown, 2023)。特別是在科學教育領域中，教師的信念會影響其教學方法與課堂互動方式，教師若持較偏向建構論的知識觀，更可能採取以學生為中心的教學策略(Tsai, 2007)。

近期研究已指出，教師信念系統不僅是教師專業發展的起點，更是其教學理念

*通訊作者：李旻憲，leemh@ntnu.edu.tw；ORCID：0000-0001-6630-5593
投稿：2025/6/26，修訂：2025/7/7，接受：2025/7/13，線上出版：2025/11/07

airiti

與實踐行為的核心結構。Gholami等(2022)建構的經驗模型整合了教師的神經可塑性知識(neuroplasticity knowledge)、學習思維(mindset)以及知識信念系統(epistemological belief system)，揭示信念系統並非獨立運作的單元，而是一組相互聯動、彼此強化的認知結構。此模型強調，在神經科學知識與成長型思維的支持下，教師更可能發展出開放、動態的知識觀，進而改變其對學習與教學的基本理解。這也說明，教師信念的改變不應視為個別變項的改變，而是一種認知架構的重組與再協調，其整體性的改變對於教學改革與持續專業成長具有關鍵意義。Sengul(2024)對資深物理教師的研究進一步指出，即使在豐富教學經驗的支撐下，教師若仍持有靜態、權威導向的科學知識觀(scientific epistemological beliefs, SEB)，往往傾向於維持教師主導、知識灌輸式的教學模式，較難採取探究導向、學生中心的策略。此發現凸顯出一個重要命題：教學年資的累積並不必然導致教學信念的轉變，反之，根深柢固的知識觀信念可能成為專業實踐創新的關鍵阻力。因此，教師信念不僅塑造其課堂互動風格與課程詮釋方式，更是教學革新能否由理念轉化為行動的深層關鍵。此外，Lv等(2024)透過結構方程模式(structural equation modeling, SEM)驗證，指出教師信念在專業發展歷程中扮演「中介變項」的核心角色。其研究揭示，教師資通訊科技(information and communication technology, ICT)應用能力的提升，並非單靠知識與工具訓練即可達成，而是需經過信念層面的轉化，方能真正內化為教學實踐。當教師缺乏建構主義取向的教學信念，即使接受新興教學法或數位工具的專業發展，也難以產生真正有效與持續的教學行動變革。綜合以上研究成果，理解教師信念系統的結構性，不僅對教學方法與課程適應能力具有潛在影響，更可提供專業發展介入師資培育與教學策略設計的參考。若欲推動具有實質效益的教師專業成長方案，應從信念結構的診斷與引導切入，設計能夠促進其符合當代教育趨勢的信念及教學策略連結的長期支持機制，以培育具有反思能力與學習彈性的專業教師。

在教師信念的多重構面中，三個相互關聯的信念結構值得特別關注：SEB、科學學習概念(conceptions of learning science, COLS)，以及科學學習方法(approaches to learning science, ALS)。SEB涉及教師如何理解科學知識的本質，例如是否視其為絕對真理，或是可驗證與修正的知識建構過程(Cheng et al., 2021; Conley et al., 2004; Tsai, 2007)。COLS則呈現教師對「何謂學習科學」的看法，從背誦到應用、理解，反映其對學習向度與深度的想法(Tsai, 2004)。ALS描述教師在面對新知時的學習策略傾向，包含「表層動機」(surface motive)、「表層策略」(surface strategy)、「深層動機」(deep motive)及「深層策略」(deep strategy)，反映其在學習方法上的認知取向(Lee et al., 2008)。

上述三構念並非獨立存在，而是交織為一個具潛在結構性的信念結構，目前探討教師的SEB、COLS以及ALS三者結構關係之研究尚屬少數。從過去研究針對學生於此三個構念的結構關係來看，Shen等(2018)研究指出，當學生愈不認同「科學具有不確定性」，即傾向視科學為穩定、絕對的知識，他們愈可能持有「為應付考試而學習」的概念，並進一步採取以記憶與重複為主的表層學習策略。相對地，若學生認為科學需要透過推理與證據來加以證成，則較容易發展出「學習是為了增加知識與理解」的觀點，並採取統整與建構意義的深層學習策略。這項

airiti

結果突顯出知識觀的成熟程度對學習概念與方法具有關鍵影響，說明三者構成一個相互關聯的信念系統。因此，若能釐清此三構念在教師信念系統中的結構關係，將有助於從根本認知層面切入，設計引導教師專業成長的策略與方案。然而，目前多數相關研究多以學生為對象，較少有研究針對教師在SEB、COLS與ALS三者之間的結構關係進行探討。鑑於教師不僅是教學行為的實踐者，更是學習文化的建構者，其信念結構若能被系統性理解，將有助於從認知轉化的角度，促進教師專業發展並落實素養導向教學的實踐。

因此，本研究以臺灣中學自然領域教師為研究對象，建構一個整合SEB、COLS與ALS的信念結構模型，並採用「偏最小平方法結構方程式」(partial least squares structural equation modeling, PLS-SEM)進行驗證。藉由釐清三構念之間的結構關係，本研究旨在揭示教師內在認知系統的作用機制，進而為教師專業發展設計與課程改革實踐提供實證基礎。

貳、文獻探討

一、教師的SEB

教師對科學知識本質的理解，即其SEB，深刻影響其教學方法與學生的學習取向(Aguilar-Valdés & Montenegro, 2025; Tsai, 2007)。SEB涉及教師如何看待科學知識的來源、結構、變動性與驗證方式，並形塑教師在教學歷程中對「科學是什麼」的詮釋架構。當教師將科學知識視為可變動、需經驗證的推論結果時，較可能採取探究式與以學生為本的教學策略；反之，若將科學知識視為由權威揭示的絕對真理，則傾向採行傳統講授法(Sengul, 2024)。

近年來，SEB不再被視為單一靜態的信念結構，不只與教學實踐相關，更與教師專業發展形成動態互動的系統。Fowler等(2025)以AIR知識觀認知模型(epistemic aims, epistemic ideals and reliable epistemic processes, AIR model)為理論架構，分析教師在專業發展歷程中的知識目標(epistemic aims)、知識理想(epistemic ideals)與可接受的知識建構歷程(reliable epistemic processes)。研究發現，具有建構性與反思性知識觀的教師，更傾向主動參與在地化與合作式的專業學習機會，並能有效轉化學習成果為教學行動。相對而言，若教師的知識觀傾向封閉與確定性，則可能對專業發展活動表現出較低的參與度與實踐意願。此一研究凸顯，教師的知識信念與其學習取向與教學實踐之間存在深層連結。

然而，教師信念與實際教學行為之間並非總能一致對應。即使教師具有建構性或反思導向的知識觀，其教學實踐仍可能受限於制度與文化脈絡，形成信念與實踐落差。Lammassaari等(2021)透過臺灣與芬蘭的跨文化比較指出，教師在課堂上往往仍採取傳統講述策略，其信念與行動之間存在顯著落差。此一現象不僅揭示制度與文化脈絡對教學實踐的制約，更反映出單一構面(如知識觀)難以全面解釋教師的教學決策歷程。因此，需將教師的知識觀置於更宏觀的認知架構中加以檢視，並探究其與其他信念系統與教學取向間的交互作用。本研究正是在此基礎上，試圖超越單一信念變項的討論，納入教師的SEB、COLS與ALS三構面，建構潛在結構模型，以探討其間的潛在關係與影響機制。此一整合性視角，不僅有助於揭示教師信念與行動之間的連結樣態，亦有助於瞭解信念如何透過學習概念與學習方法轉化為實質的教學實踐。

airiti

在以往研究中，Conley等(2004)所發展的SEB量表為最常被引用之工具之一。該量表系統性地將SEB劃分為四個核心向度，分別為：

(一)確定性(certainty)：即對科學知識是否穩定與永恆正確的看法；

(二)發展性(development)：即是否認為科學知識會隨著時間、實驗與理論進展而修正與更新；

(三)來源(source)：指個體是否相信科學知識主要由外在權威(如科學家、教科書)所傳遞，或可由學習者透過推理建構而來；

(四)驗證方式(justification)：關注個體是否認為科學知識須經由證據、邏輯與實驗驗證方能成立。

此四向度架構不僅可用於描述教師或學生對SEB的整體理解，也有助於分析其對教學策略與學習行為的潛在影響。Conley等(2004)所建構之量表具有良好的信效度，並已被多項後續研究應用於不同文化脈絡與教育階段，成為研究SEB的標準工具之一。本研究改編此量表作為測量教師SEB的依據，藉此探討其與教師學習概念與學習方法間的關聯性。

二、教師的COLS及ALS

在課程改革與知識社會快速演變的趨勢下，教師的專業角色已不再侷限於知識的傳遞者，而逐漸轉變為學習的促進者與知識的共構者。Paniagua與Istance(2018)指出，當代教育體系應積極支持教師發展創新教學，而此一角色轉型的關鍵，在於教師本身具備反思性與持續學習的素養。教師不僅是教學活動的設計者，更是專業知識的主動建構者；其對「學習」本質的理解，即所謂的學習概念，深刻影響其教學實踐與專業成長歷程。

學習概念指涉個體對於學習目的、過程與意義的理解。Marton等(1993)提出學習概念具有層次性，從「知識的累積」逐步發展至「個人的改變或轉化」，此一理論架構已成為教育研究中探討學習取向差異的重要依據。後續Tsai(2004)採用現象學取向，深入分析臺灣120位高中生對學習科學的理解，歸納出七種類型的學習概念，分別為：記憶、為考試準備、計算與練習、知識增加、應用、理解，以及以不同方式看待事物。這些概念展現出從表層到深層的認知歷程，反映學生在學習目標與策略取向上的多樣性。此一研究不僅拓展了對學習概念多樣性的理解，也為後續學者發展相關量化工具(如Lee et al., 2008)提供了理論基礎，對於探討學習觀與學習策略間的關係具有重要啟發性。

儘管上述研究多聚焦於學生，然而教師作為專業學習支持者，其對學習的理解同樣具有高度的理論與實務意涵。相關研究指出，教師對教學的核心觀念會深刻影響其教學方式的選擇。若教師將教學視為知識的傳遞，則傾向採取以教師為中心的講述式模式；相對地，若將教學視為引導與促進學習的歷程，則更可能實踐以學生為中心的教學策略(Eley, 2006; Kember & Kwan, 2000; Postareff et al., 2008)。教師的學習概念因此不僅反映其認知取向，更深刻影響其教學方法與課室實踐。

本研究參考Lee等(2008)所編製之COLS量表，該量表原用於探討臺灣高中生對學習科學的理解，包含六個構面，涵蓋科學學習是「記憶」(memorizing)、「考試」(testing)、「計算與練習」(calculating and practicing)、

airiti

「增加知識」(increase of knowledge)、「應用」(applying)及「理解與用新的觀點看待事物」(understanding and seeing in a new way)觀點。為貼近教師的語境與專業實務背景，本研究對原始題項進行語意調整與內容修訂，發展出適用於中學教師的COLS問卷工具，以作為後續實證調查之基礎。

與教師的COLS相互關聯的是，其在專業知識建構歷程中對「如何學習科學」所持的信念傾向，即教師的ALS。在本研究中，ALS被視為一種信念性構念，反映教師對於學習科學所應具備之動機傾向與策略取向的主觀認知。根據Lee等(2008)研究的架構，ALS可區分為兩大核心面向：學習動機與學習策略，其中每一面向又包含表層與深層取向。表層動機主要指為了應付考試、完成作業等外在目標而學習；表層策略則如死記硬背、重複練習等應付式方法；相對地，深層動機強調對學習內容的興趣與理解需求，深層策略則包括整合知識、推理應用與批判性思考等進階策略。此外，近年研究亦指出，學習方法與學習者的自我效能之間具有顯著關聯。Laitinen等(2024)發現，自我效能較高的學習者更傾向於採取深層學習方法，例如整合理解與批判性思考；相對地，自我效能較低者則較常依賴表層學習策略，如死記硬背與重複操練。

以往研究亦發現，學習概念與學習方法間有顯著關係。例如，Shen等(2016)針對268位臺灣大學生進行調查，探討他們在地球科學學習中的學習概念與學習方法之間的結構性關係。研究發現不同的學習概念對學習方法的預測力存在顯著差異。具體而言，認為學習是為了理解或應用知識的學生，在深層動機與深層策略上的得分顯著較高，表示這類信念與主動探究、整合反思、批判性理解等策略傾向有密切關聯。相對地，若將學習視為僅是知識累積，則與表層動機與表層策略的關聯性更強，顯示其學習方法較偏向記憶、重複與應付性處理。此一模型具有良好的配適指標，驗證了「學習概念—學習方法」之間的統計關聯。同樣的，Fan與Lin(2025)研究了臺灣30名大學生以全息投影學習月相概念時的學習概念與方法，發現學習概念可分為「臨場感」、「2D轉3D映射」、「視覺化」、「互動」及「理解」五層次(前二者屬碎片式，後三者屬整合式)，學習方法則分為表層方法的「觀察」、「重複操作」及「依指引操作」與深層方法的「驗證」及「整合」共五類；交叉分析顯示，碎片式概念者多採表層策略，而整合式概念者多傾向深層策略，顯示概念理解深度影響策略選擇。

雖然Shen等(2016)以及Fan與Lin (2025)的研究是以學生為研究對象，但其研究模型與結果對於探討教師作為學習者時所持的信念系統具有高度啟發性。教師在專業發展歷程中同樣會形成其學習概念，並依此信念架構發展出特定的學習動機與策略傾向。因此，學習概念與學習方法這兩種信念構面之間的結構關聯，也可延伸至教師群體。特別是在當代教育改革要求教師具備持續學習與反思能力的背景下，釐清教師在信念層面對學習動機與策略的理解，有助於掌握其專業學習行為的認知基礎。然而，目前針對教師ALS的研究仍相對有限，特別是在與其COLS連結的結構性探討方面，實證基礎尚不充分。本研究即試圖補足此一文獻缺口，參考Lee等(2008)發展的ALS量表，保留其「表層動機」、「表層策略」、「深層動機」與「深層策略」的四構面架構，並依中學教師的

airiti

語境進行語意修訂與項目調整，發展適用於教師族群的ALS測量工具。進一步結合教師COLS進行關聯分析，旨在探討兩種信念構念之間的潛在結構關係與認知一致性。

三、建構教師信念系統：SEB、COLS及ALS的潛在結構關係

過往針對學生的實證研究已指出，個體的SEB會顯著影響其COLS與ALS，其中COLS可進一步預測其學習動機與策略傾向。例如，Tsai等(2011)針對臺灣高中生進行SEM分析，發現學生若認為科學知識是可被修正，且需透過經驗與論證來驗證的推論結果，則較傾向將學習視為知識應用、理解與觀點轉化等深層歷程；相反地，若學生認為科學知識來自權威的揭示，則較可能將學習簡化為記憶、應付考試或重複練習等表層活動。該研究驗證了SEB對COLS的正向預測力，說明個體對科學知識本質的認知會深刻影響其對學習意義與目的的理解。

此外，Liang等(2010)針對臺灣315位理工科系大學生進行研究，探討SEB與ALS之間的結構關係。結果顯示，若學生不再將科學知識視為由單一權威揭示的既定事實，而是理解其為可驗證、可修正的暫時性推論，則較不會採取死記與應付式的表層學習策略，反而更傾向運用整合、推理與反思等深層策略。特別是SEB中的「驗證方式」與「發展性」兩個向度，對深層動機與策略具顯著正向預測力，提供SEB對ALS直接影響的實證支持，並強化信念系統內部具因果結構的可能性。再者，Chiou等(2012)以582位大學生為對象，分析學生的學習概念與學習方法之間的結構關係。研究指出，若學生持有表層學習概念(如將學習視為記憶、應付考試或重複練習)，則傾向採取表層策略以應對學習任務；相對地，若學生理解學習為知識的建構、應用或觀點轉化，則較可能採用整合知識與批判性思考等深層學習策略。Wu等(2024)則延伸相關研究至大學工程科系學生，探討其物理知識觀、物理學習概念與學習方法三者之間的結構關係。研究發現，學生若具有較高層次的物理知識觀，傾向形成建構取向的學習概念，進而促進深層學習的動機與策略；相反地，若學生持有再現式學習概念(如記憶、測驗與計算練習)，則較可能採取表層學習策略，並壓抑深層動機的發展。此研究再次驗證了COLS對ALS的顯著預測力，指出個體對學習本質的理解，將直接形塑其學習動機與策略選擇，提供COLS影響 ALS的關鍵經驗基礎。

儘管上述結構路徑在學生研究中已獲得充分支持，然而針對教師群體的系統性檢驗仍付之闕如。教師在其專業發展與教學實踐歷程中，同樣扮演著學習者的角色，其信念系統亦深刻影響其課室決策與專業學習行為。然目前相關研究多聚焦於單一信念構面(如SEB)，對於教師信念構面之間的整合性結構關係尚缺乏探討。本研究即試圖補足此一文獻缺口，整合教師的SEB、COLS與ALS三個核心構面，建構潛在結構模型，以檢驗其間的相互關聯與影響機制。考量既有實證研究多支持COLS於SEB與ALS之間的中介角色(如Shen et al., 2018; Wu et al., 2024)，本研究將以中介模型為主要分析架構，聚焦探討三構念間的直接與間接路徑關係。此一模型不僅借鏡以往學生研究所提出的結構邏輯，也融入教師在專業學習歷程中所展現的認知特徵與策略選擇，期望能為理解教師信念系統的內在結構與轉化歷程提供更具整合性的理論架構與實證支持。

airiti

參、研究假設與目的

一、本研究的假設模型

基於前述文獻回顧與理論基礎，本研究建構一個假設性結構模型，主張教師的SEB會影響其COLS與其採用的ALS，其中COLS亦進一步預測教師的ALS。本模型推論SEB、COLS與ALS三者間存在具邏輯性的潛在結構關係，具體假設路徑如圖1所示。

二、研究目的

本研究旨在提供教師專業發展與課程改革的實證基礎，從信念結構的觀點出發，提出未來教學轉化與信念引導之建議策略。因此，本研究針對臺灣地區中學自然科教師，進行三份信念構念量表的效化與結構模式驗證分析，並具體達成以下研究目的：

(一)建構與驗證三份問卷工具之信度與效度，包括：SEB問卷、COLS問卷、ALS問卷。

(二)建構與驗證SEB、COLS與ALS三構念之間的潛在結構模型，釐清教師信念系統的內在邏輯與運作機制。

肆、研究方法

本研究採用量化研究法中的SEM分析，旨在探討中學自然科教師在SEB、COLS與ALS三構面上的結構性關聯。由於研究假設涉及多個潛在變項之間的路徑關係，且樣本數量相對有限，故採用PLS-SEM作為統計分析工具，以進行潛在變項間的因果模型驗證與效應估計。PLS-SEM為變異數導向SEM模式，不僅適用於樣本數較小、資料分布偏離常態的情況，亦能處理具高度複雜性的模型與預測導向的研究設計(Lin et al., 2020)。根據Lin等(2020)對53篇「社會科學引文索引」(Social Sciences Citation Index, SSCI)期刊之回顧研究指出，PLS-SEM在教育領域中被廣泛運用於處理樣本數不足、資料不具常態性，或理論尚未充分發展的研究情境，並有助於提升模型的預測效力與估計穩健性。

一、研究參與者

本研究參與者包含59位現職自然科教師，採便利取樣法進行施測，涵蓋國中與高中兩個教育階段。受試者中男性32人(54.2%)，年齡介於27 ~ 51歲(M = 36.18)；教學年資範圍2 ~ 25年，平均11.82年，呈現不同專業年齡層的分布。在學歷方面，8人

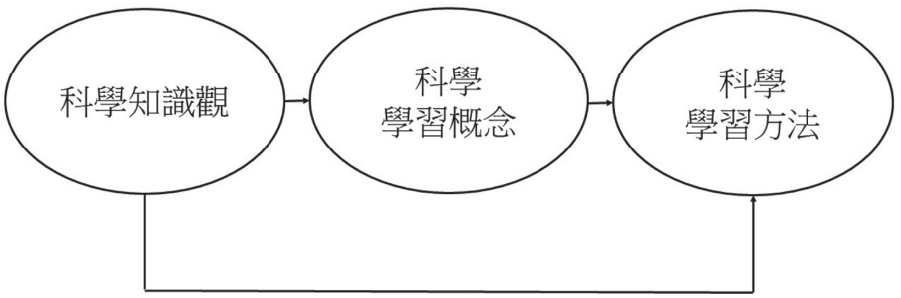

圖1：SEB、COLS與ALS之結構關係的假設模型

airiti

(13.6%)具學士學位、49人(83.1%)具碩士學位、2人(3.4%)具博士學位，顯示樣本整體學歷水準偏高且具有代表性。且研究參與者皆具有自然科學相關師資背景，任教領域涵蓋物理(20人)、化學(17人)、生物(14人)與地球科學(8人)，反映出中學自然科教師群體內部的學科多樣性。雖屬便利取樣，本研究仍透過教學專業網絡招募來自不同縣市與學校層級的教師，樣本在性別、年齡、學歷與任教領域等背景構面上呈現一定多元性，能較全面地反映臺灣中學自然科教師的多樣特徵，進而提升本研究模型於實務教育場域的適用性與外部效度。為確保回應品質與資料完整性，研究施測前已向所有參與者說明研究目的、流程與資料保密原則，並依倫理規範取得其知情同意，確保參與自願且所有資料僅用於學術研究。

二、研究工具

本研究共使用三份結構式問卷，分別測量教師的SEB、COLS與ALS。三份問卷皆採用五點式李克特量表(1 = 非常不同意，5 = 非常同意)，以評估受試者對各陳述的認同程度。各量表之構面、定義與例題如表1所示，完整量表詳見附錄。

表1：SEB、COLS和ALS問卷的因素、定義和例題

因素	定義	例題
權威性	該因素旨在評估人們對科學知識來源的外部權威的信念。	在科學領域，你必須相信科學書籍中關於事物的描述。
確定性	此因素指的是對科學正確答案的信念。	進行科學研究最重要的部分是找到正確的答案。
記憶	學習科學就是對定義、公式、定律和專業術語的記憶。	學習科學意味著記住科學教科書中的定義、公式和定律。
考試	學習科學是為了通過考試或在科學考試中取得高分。	學習科學意味著在考試中取得高分。
計算與練習	學習科學被視為一系列計算和練習，以及運用公式和數字的過程。	學習科學意味著不斷練習計算和解決問題。
增加知識	知識的增長被視為學習科學的主要特徵。	學習科學意味著獲得以前不知道的知識。
應用	學習科學的目的是應用所獲得的知識。	學習科學意味著獲得知識和技能，以提高我們的生活品質。
理解與用新的觀點來看待事物	真正的理解被視為學習科學的主要特徵，而科學學習可以被描述為獲得新的觀點。	學習科學意味著理解科學知識。
深層動機	學生在學習科學時表現出內在動機，例如受好奇心和自身興趣驅使學習科學。	我花了很多空閒時間去尋找更多在科學課上討論過的有趣話題。
深層策略	學生會運用更有意義的策略來學習科學，例如建立連繫和連貫的理解。	我試圖找到我在科學學科中學到的內容之間的連繫。
表層動機	學生擁有學習科學的外在動機，例如為了課程成績或他人的期望而學習科學。	我希望在科學方面取得好成績，這樣我將來就能找到更好的工作。
表層策略	學生會更多地使用死記硬背的策略來學習科學，例如記憶或縮小目標範圍。	我的學習通常局限於特定設定的內容，因為我認為在學習科學方面沒有必要做任何額外的事情。

註：科學知識觀(scientific epistemological beliefs, SEB)；科學學習概念(conceptions of learning science, COLS)；科學學習方法(approaches to learning science, ALS)

airiti

本研究所採之量表原多用於學生樣本，其構念與題目設計已獲相關研究驗證(例：Conley et al., 2004; Lee et al., 2008)。然而，本研究對象為現職教師，為確保語意適切性與施測合理性，研究團隊邀請具科學教育與教師專業發展背景之學者進行專家效度審查，針對題項語句進行修訂與調整，使其更貼近教師經驗脈絡。此轉用過程可視為在既有工具架構下的語境轉換(contextual adaptation)，同時亦兼顧工具原始之構念結構。此外，於本研究教師樣本所進行之量表結構檢驗結果顯示，各量表具良好建構效度(含收斂與區辨效度)，且各構面之Cronbach's α值介於.82 ~ .94之間，顯示內部一致性佳，具良好信度。研究中亦執行潛在變項相關檢驗與結構模型分析，結果支持各構念之理論適配性，初步顯示工具在教師樣本中具可接受之內部與外部效度。

(一)SEB量表：本量表改編自Conley等(2004)，包含兩個構面：「權威性」(authority)與「確定性」，用以測量教師對科學知識本質的理解。所有題項均為反向計分，得分愈高表示受試者愈傾向認為科學知識具可變動性與需經驗證，且不應完全依賴權威來源，代表其持有較成熟之SEB。

(二)COLS量表：本量表改編自Lee等(2008)，包含六個構面：「記憶」、「考試」、「計算與練習」、「增加知識」、「應用」與「理解與用新的觀點看待事物」。此量表反映教師對學習科學的不同層次理解，從表層記憶與應付取向，到深層理解與轉化取向。

(三)ALS量表：本量表亦改編自Lee等(2008)，包含四個構面：「深層動機」、「深層策略」、「表層動機」與「表層策略」。本量表用以評估教師在學習過程中的動機傾向與策略應用，反映其面對專業知識建構時的學習方法。

三、資料分析

本研究採用PLS-SEM來驗證研究模型與潛在變項間的因果關係。PLS-SEM具備處理較小樣本數(如本研究樣本數為59人)、不需滿足常態分配假設，以及可分析反射性與形成性指標的優點，適用於探索性與理論建構階段的研究(Hair et al., 2012; Lin et al., 2020)。具體而言，研究分析透過SmartPLS 3.1軟體進行，依循兩階段模式進行分析：

(一)外部模式(測量模式)分析：首先進行測量模式(outer model)的驗證，評估各潛在變項之觀察指標的信度與效度，包括：指標信度(factor loadings)、內部一致性信度(如Cronbach's α)與複合信度(composite reliability, CR)、聚合效度(如average variance extracted, AVE)，以及區辨效度(discriminant validity)。

(二)內部模式(結構模式)分析：其次，透過結構模式(inner model)分析進行假設驗證，包括：路徑係數估計、變異數解釋力R^2、預測能力Q^2與模型適配度(如標準化殘差均方根 [standardized root mean square residual, SRMR])等指標。

伍、研究結果

本研究主要目的為分析教師的SEB、COLS與ALS三者之間的潛在結構關係。結構模型分析前，先進行測量模型檢驗，以確認各構面的信效度與區辨效度均符合分析標準。本研究所使用之問卷包含三個構念量表：SEB量表共10題，分為兩個構面(權威性、確定性)均

airiti

為反向計分；COLS量表共35題，涵蓋六個構面(記憶、考試、計算與練習、增加知識、應用、理解與用新的觀點來看待事物)；ALS量表共17題，分為四個構面(深層動機、深層策略、表層動機、表層策略)，三份問卷合計62題，皆以五點量表評分。

在測量模式部分，所有觀察變項的因素負荷量皆介於.65 ~ .95，均達統計顯著性且高於.50的標準，顯示各題項可有效反映所對應的潛在構念。在聚合效度方面，所有構面的AVE介於.64 ~ .79，表示潛在變項能有效解釋其題項變異。在信度分析方面，各構面的CR皆高於.90，Cronbach's α值介於.82 ~ .94，顯示問卷具良好內部一致性(表2)。區辨效度部分，依據Fornell與Larcker (1981)的準則，各構面之AVE平方根均大於與其他構面間的相關係數，支持量表具備良好區辨效度。整體而言，SEB、COLS與ALS之測量指標皆具備建構效度與信度，適合進行後續結構模型分析。

在結構模式分析方面，研究結果顯示，教師的SEB會顯著預測其對學習概念的理解。其中，SEB構面「權威性」對COLS中的「計算與練習」呈現顯著負向預測，意即教師愈不傾向視科學知識為由單一權威傳遞，

表2：SEB、COLS與ALS之AVE、CR，和因素負荷量

量表	因素	題數	平均數(標準差)	因素負荷量	*t*-value	AVE	CR	Cronbach's α
SEB	權威性	5	2.97 (0.93)	.70 ~ .90	6.23* ~ 11.34*	.65	.90	.87
	確定性	5	3.88 (0.79)	.65 ~ .88	6.59* ~ 25.83*	.64	.90	.85
COLS	記憶	5	2.32 (0.81)	.82 ~ .91	17.09* ~ 33.20*	.74	.94	.92
	考試	5	2.12 (0.81)	.73 ~ .86	8.32* ~ 19.29*	.66	.91	.87
	計算與練習	5	2.54 (0.88)	.78 ~ .88	11.78* ~ 22.47*	.68	.91	.88
	增加知識	5	4.02 (0.65)	.78 ~ .87	9.66* ~ 17.47*	.70	.92	.88
	應用	5	4.23 (0.60)	.83 ~ .93	17.79* ~ 40.93*	.76	.94	.91
	理解與用新的觀點來看待事物	10	4.45 (0.48)	.71 ~ .89	10.31* ~ 37.08*	.66	.95	.94
ALS	深層動機	5	4.14 (0.56)	.75 ~ .91	8.16* ~ 26.35*	.72	.93	.90
	深層策略	6	4.32 (0.53)	.69 ~ .90	9.81* ~ 31.07*	.67	.92	.86
	表層動機	3	3.46 (0.74)	.78 ~ .95	6.08* ~ 55.40*	.79	.92	.89
	表層策略	3	2.08 (0.64)	.85 ~ .92	14.75* ~ 39.35*	.76	.91	.82

註：$^{*}p < .05$。

airiti

愈不會將學習侷限於重複演算與練習。另一方面，「確定性」構面則對「記憶」構面呈現顯著負向關係，表示教師若認為科學知識具有不確定性與可修正性，則較不會將學習理解為死記硬背的過程。整體而言，SEB對COLS具有整體正向預測力，反映教師對知識本質的認知，會影響其對學習意義的詮釋與建構。

在COLS預測ALS的結構關係方面，也呈現多項顯著結果。首先，「考試」構面對「深層動機」與「深層策略」皆呈現負向預測，並正向預測「表層策略」，顯示當教師傾向將學習視為應付考試的行為時，較缺乏主動學習的動機與策略，並傾向使用記憶與重複等表層策略。其次，「計算與練習」對「深層動機」具有正向預測關係，顯示教師若將演練活動視為學習理解的過程，則更可能展現出學習的積極態度與動機。此外，「理解與用新的觀點看待事物」構面則同時正向預測「深層動機」與「深層策略」，顯示此類深層學習概念與進階學習方法具有高度連結性。

整體模型的解釋力方面，COLS的決定係數R^2為.30，ALS為.50，顯示模型對學習概念與學習方法具有中度至高度的解釋力(圖2)。結構模型之SRMR為0.062，低於建議門檻值0.080，顯示整體模型具良好適配性。此外，潛在變項的多重共線性指標(variance inflation factor, VIF)介於1.34 ~ 2.18，均低於臨界值3.00；Stone-Geisser預測效度分析結果顯示，COLS之Q^2值為0.24，ALS為0.39，具有中度至高度的預測力。上述結果整體驗證本研究結構模型之統計穩健性與實徵價值。

為進一步探討教師背景變項在三個主要構念(SEB、COLS、ALS)上的差異，本研究針對性別進行獨立樣本t檢定。從表3結果可

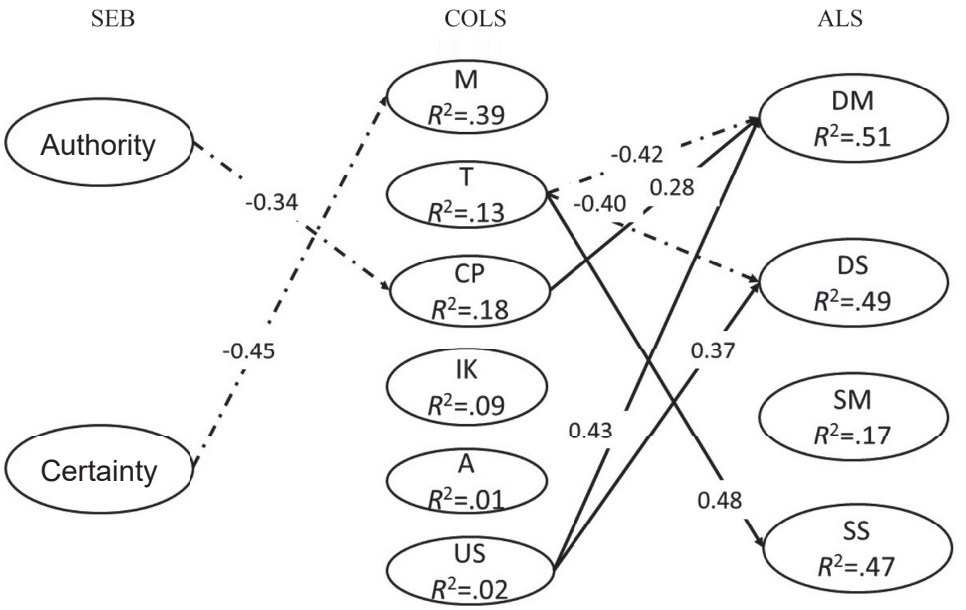

圖2：SEB、COLS及ALS結構關係的路徑係數

註：Authority：權威性；Certainty：確定性；M：記憶；T：考試；CP：計算與練習；IK：增加知識；A：應用；US：理解與用新的觀點來看待事物；DM：深層動機；DS：深層策略；SM：表層動機；SS：表層學習。

airiti

知，SEB中的「權威性」與「確定性」構面在性別間呈現顯著差異：女性教師在「權威性」構面上的平均得分(M = 3.42)顯著高於男性教師(M = 2.75)；在「確定性」構面上亦然，女性教師(M = 4.20)顯著高於男性教師(M = 3.60)。COLS方面，各構面之性別差異均未達統計顯著。然而，在ALS中，「深層動機」構面顯示顯著性別差異，男性教師(M = 4.35)在該構面上顯著高於女性教師(M = 4.01)。整體而言，部分SEB與ALS構面受到性別變項的顯著影響，女性教師在「權威性」與「確定性」上的高分(反向計分後)顯示其較不盲從科學權威，對科學知識持較高的懷疑與批判態度。相對地，男性教師於「深層動機」構面得分較高，顯示其學習傾向較多受到內在興趣與理解慾望所驅動，而非僅為回應外在要求。此結果指出性別在教師知識觀信念與學習動機取向上存在一定程度的認知差異，未來可據此發展更具差異化與回應性的教師專業成長課程設計。

考量結構模型中SEB與ALS間無直接路徑，本研究進一步採用PLS-SEM探討COLS是否在其中扮演中介角色(表4)。透過拔靴(bootstrap) 5,000次抽樣進行分析，結果顯示，SEB對COLS具有顯著正向預測效果(β = .36，t = 4.00，p < .001)，COLS對ALS亦具顯著正向預測效果(β = .41，t = 5.13，p < .001)。相較之下，SEB對ALS的直接效果則不顯著(β = .08，t = 1.33，p = .183)，但其透過COLS所產生的間接效果達顯著水準(β

表3：性別在SEB、COLS及ALS的t檢定

構面	男性平均值	女性平均值	t值(p)
權威性	2.75	3.42	-3.12 (< .01)
確定性	3.60	4.20	-2.65 (< .05)
記憶	2.46	2.14	1.51 (.14)
考試	2.15	2.07	0.40 (.69)
計算與練習	2.65	2.42	1.00 (.32)
增加知識	4.16	3.86	1.75 (.09)
應用	4.37	4.08	1.89 (.06)
理解與用新的觀點來看待事物	4.49	4.40	0.71 (.48)
深層動機	4.35	4.01	2.44 (< .05)
深層策略	4.48	4.24	1.79 (.08)
表層動機	3.54	3.29	1.27 (.21)
表層策略	2.49	2.23	1.20 (.24)

表4：PLS-SEM中介分析路徑係數(拔靴5,000次)

路徑	標準化係數 β	標準誤 SE	t值(p)
SEB → COLS (a)	.36	.09	4.00 (< .001)
COLS → ALS (b)	.41	.08	5.13 (< .001)
SEB → ALS (c)	.08	.06	1.33 (.183)
間接效果 (a×b)	.15	.05	3.00 (.003)
總效果 (c)	.23	.07	3.29 (.001)

airiti

= .15，p = .003)，構成典型之完全中介(full mediation)結構。整體而言，SEB對ALS的總效果亦達顯著水準(β = 0.23, p = .001)。

陸、研究討論

本研究透過PLS-SEM進行結構模式分析，驗證教師的SEB、COLS與ALS三者之間的潛在結構關係。結果顯示，SEB可正向預測COLS，而COLS亦可正向預測ALS，整體模型的預測結構獲得統計驗證，說明教師信念系統中此三構念之間確實存在有意義的邏輯連結。

首先，教師的SEB對其COLS具有顯著正向預測力，表示教師愈不傾向將科學視為絕對或由權威單向傳遞，其愈不傾向認為學習應以死記與技巧操作為核心。此結果顯示，具較高批判性知識觀的教師，較可能淡化對表層學習活動的重視，轉而關注理解或建構導向的學習取向。此結果與Gholami等(2022)所建構的教師信念系統模型相符，該研究指出知識觀是信念結構中的核心基礎，會影響教師對學習與教學意涵的整體理解。換言之，教師在知識本質上的信念，將進一步引導其對學習概念的建構方式，並形塑其教學實踐傾向。

在COLS對ALS的預測方面，研究結果呈現清晰的結構脈絡。當教師將學習視為應付測驗時，會降低其對深層動機與深層策略的採用，並提升表層策略的使用率。這與Chiu等(2019)於醫學生樣本中發現的趨勢相吻合：當學習概念以「準備考試」為主，會正向預測「表層策略」，並負向預測「深層策略」；反之，「技能習得」(skills acquisition)構念則正向預測「深層策略」。

另值得關注的是，本研究中的「計算與練習」構面對「深層動機」仍具顯著正向預測力。這一結果與傳統將該構面歸為表層學習概念的分類略有不同，可能反映中學科學教師對計算與練習活動的實務觀點：視其為深化理解、學習科學的重要歷程。最後，「理解與用新的觀點看待事物」構面亦正向預測「深層動機」與「深層策略」，支持高層次學習概念對應深層學習方法之關係的內在一致性，並與Chiu等(2019)在臨床教育情境中的結果相呼應。

進一步而言，本研究亦探討SEB是否可透過COLS間接預測ALS，結果支持「完全中介」模型。SEB對ALS的直接路徑未達顯著，但其透過COLS的間接效果具有統計顯著性，顯示教師對科學知識本質的理解需透過其學習觀的轉化，方能影響其學習策略與動機的選擇。此結果與Gholami等(2022)與Lv等(2024)所指出之「信念系統具階層性與轉化性」的理論一致，強調教師的學習行為改變並非直接源於知識觀，而須經歷對學習本質的再詮釋與內化。此一發現為教師信念轉化歷程提供實證支持，亦突顯學習概念作為信念轉換橋樑的關鍵角色。

總而言之，本研究驗證了由SEB經COLS至ALS的信念系統結構，說明教師對科學知識本質的認知，透過其學習意義的詮釋(學習概念)，進一步影響其策略性學習策略與動機(學習方法)。此一結構關係不僅延伸學生族群的相關研究，也指出在教師專業發展設計中，應關注其信念系統中由知識觀延伸至學習方法的認知脈絡，以協助教師作為主動學習者時能更有效地建構策略性與省思導向的教學實踐。例如，透過強化教師的建構性與反思導向SEB，可進一步引導其發展出深層學習概念與學習策略，進而希冀期能提升其教學成效與學生學習品質。未來師資培訓與

airiti

在職進修課程可據此脈絡進行設計，以實現認知結構轉化與教學行為提升的雙重目標。

此外，針對本研究所納入的教師背景變項，分析結果顯示性別在部分構面上呈現顯著差異。具體而言，女性教師在SEB中的「權威性」與「確定性」構面得分顯著較高，代表其對科學權威的依賴性較低，傾向以更審慎與批判的態度看待科學知識；而在ALS中，則僅有「深層動機」構面出現顯著性別差異，男性教師得分顯著較高，顯示其學習傾向更多來自於內在興趣與對理解的追求所驅動。此結果亦指出性別在教師知識觀信念與學習方法取向上的差異，推測可能與其個人經驗或社會角色期待有所關聯，但仍需進一步探究相關因素如何作用於其信念建構歷程。

柒、結果與建議

一、研究結論

本研究透過PLS-SEM驗證臺灣中學科學教師的SEB、COLS與ALS三者之間的潛在結構關係。整體模型結果支持本研究假設，並突顯教師信念系統具有階層遞進的邏輯結構與轉化機制，對理解教師學習歷程與信念轉變提供理論依據與實務啟發。

首先，SEB可正向預測COLS，其中「權威性」與「確定性」構面為負向題計分，研究結果指出，當教師愈不傾向將科學知識視為穩定不變、由權威傳遞的真理時，愈不會傾向將學習侷限於「計算與練習」與「記憶」等活動。此結果顯示，教師若對知識本質持開放與可修正的理解，其對學習本質的看法也更傾向超越操作性與再現性取向，呈現較具建構性特質的學習觀。此項結構關係為教師知識觀與學習信念間的連結提供初步實證，與過去學生樣本研究的結果一致，並具延伸價值。

其次，COLS可有效預測ALS，教師的COLS將進一步影響其在學習歷程中的策略與動機表現。「考試」構面顯著正向預測「表層策略」，並負向預測「深層動機」與「深層策略」，與過往醫學生樣本中的研究結果一致(Chiu et al., 2019)，呈現學習為測驗導向時，較難激發整合理解與批判反思等進階學習歷程。反之，若教師將學習科學視為「理解與用新的觀點看待事物」，則其「深層動機」與「深層策略」皆顯著提升，支持高層次學習概念與深層學習方法間的高度一致性。特別值得關注的是，「計算與練習」構面雖常被視為低層次學習概念，但在本研究中卻對「深層動機」呈現顯著正向預測，可能表示教師把計算與練習活動當作深化理解和建立技能的方式，也反映了這做法在中學科學教學中可能具有多重意涵。

第三，本研究進一步發現SEB對ALS雖無顯著直接影響，但其透過COLS所產生之間接效果達顯著水準，構成一典型之「完全中介結構」。此結果說明教師的學習策略與動機不會直接由知識觀驅動，而須透過其對學習本質的再詮釋歷程，反映出信念系統的轉化性與結構邏輯。COLS在此中扮演連結認知信念與行動取向的橋樑角色，為教師信念結構建模提供重要理論依據。

第四，背景變項分析顯示，性別在SEB與ALS部分構面上呈現顯著差異，顯示教師知識觀信念與學習動機可能受到個人背景特質的影響。具體而言，女性教師在「權威性」與「確定性」構面得分較高(反向計分後表示不盲從權威)，而男性教師在「深層動機」構面得分較高，呈現不同的動機傾向。

airiti

此結果提示，教師在知識觀信念與動機傾向上的性別差異，可能與性別角色經驗或社會化過程中的差異有關，惟其成因與機制尚待後續研究深入探討。

二、研究建議

本研究的結構模型結果為理解科學教師信念系統的層次性提供初步實證依據，後續在教師專業發展與後續研究中皆具有重要啟發。

首先，在教師專業發展層面，建議從強化教師的SEB著手，協助其理解科學知識具備可修正與非絕對性的特質，進而促進其建構性與探究導向的學習概念。特別是針對持有「考試導向」學習觀的教師，可透過省思活動、同儕對話與課程重構，引導其重新詮釋學習的多元意涵，減少將學習簡化為背誦與應試的傾向。其次，針對本研究中「計算與練習」構面所呈現的特殊預測效果，建議在課程與教學設計上應有策略性因應，例如將技巧性練習與概念建構連結，使操作活動不僅止於形式演練，而能成為促進深層學習的契機。最後，本研究亦發現，性別在教師知識觀信念與學習動機構面上呈現顯著差異，顯示專業支持策略可考慮性別取向之差異化設計。男性教師在「深層動機」構面得分較高，女性教師則在「權威性」與「確定性」構面得分較高(反向計分後表示對科學權威具較高批判態度)。基於此結果，建議教師專業發展方案可聚焦於協助教師強化建構性的SEB與理解導向的學習概念，例如透過引導性課程省思、教學對話及實務回饋，以利促進深層學習動機的發展。

在後續研究方面，建議可從三個面向進行深化與擴展：首先，建議擴大樣本來源，涵蓋不同學科領域之教師群體，進一步檢驗本研究模型在不同教育情境中的穩定性與解釋力，亦可納入更多個人背景變項(如教學年資、學科背景)，以建構更為全面性的教師信念系統模型。其次，針對本研究中性別背景變項在SEB與ALS部分構面上呈現顯著差異的結果，顯示本結構模型於樣本內具備初步的群體區分能力，亦為後續進行多群組結構分析(multi-group SEM)提供統計與實證基礎。惟目前樣本具地域與階段限制，尚無法直接推論至整體教師母群，建議後續研究可透過擴大樣本來源與執行跨群組模型檢驗，以強化模型的外部效度與推論能力。最後，本研究雖以COLS為中介變項進行模型建構，惟理論上其亦具備調節SEB與ALS關係的潛在機制。未來研究可進一步採用交互作用模型(interaction modeling)或多群組比較策略，釐清COLS在不同教師特徵下可能扮演的角色，進一步闡明教師信念系統之結構邏輯與路徑多樣性。最後，未來研究亦可進一步探討教師在教學實踐中如何反思並運用其SEB、COLS及ALS，具體表現在課程設計、教學策略或學生評量方式上，以理解信念與行動之間的轉化歷程。

誌謝

本研究獲國家科學及技術委員會計畫補助(計畫編號：NSTC 112-2628-H-003-003-MY3)，謹此致謝。

airiti

參考文獻

Aguilar-Valdés, M., & Montenegro, H. (2025). Epistemological beliefs in mathematics teacher educators: An exploratory study in Chile. *Journal of Pedagogical Research*, *9*(1), 363-376. https://doi.org/10.33902/JPR.202528021

Cheng, C.-H., Bråten, I., Yang, F.-Y., & Brandmo, C. (2021). Investigating structural relationships among upper-secondary school students' beliefs about knowledge, justification for knowing, and internet-specific justification in the domain of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *58*(7), 980-1009. https://doi.org/10.1002/tea.21689

Chiou, G.-L., Liang, J.-C., & Tsai, C.-C. (2012). Undergraduate students' conceptions of and approaches to learning in biology: A study of their structural models and gender differences. *International Journal of Science Education*, *34*(2), 167-195. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.558131

Chiu, Y.-C., Liang, J.-C., Hsu, H.-Y., Chu, T.-S., Lin, K.-H., Chen, Y.-Y., & Tsai, C.-C. (2019). To examine the associations between medical students' conceptions of learning, strategies to learning, and learning outcome in a medical humanities course. *BMC Medical Education*, *19*(1), Article 410. https://doi.org/10.1186/s12909-019-1856-8

Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, *29*(2), 186-204. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.004

Eley, M. G. (2006). Teachers' conceptions of teaching, and the making of specific decisions in planning to teach. *Higher Education*, *51*(2), 191-214. https://doi.org/10.1007/s10734-004-6382-9

Fan, Y.-H., & Lin, T.-J. (2025). Learning about lunar phases: Exploring Taiwanese university students' conceptions of and approaches to learning by holographic projection. *Journal of Educational Computing Research*, *62*(8), 1856-1883. https://doi.org/10.1177/07356331241282897

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, *18*(1), 39-50. https://doi.org/10.2307/3151312

Fowler, S., Gabriel, F., & Leonard, S. N. (2025). Exploring the effect of teacher ontological and epistemic cognition on engagement with professional development. *Professional Development in Education*, *51*(2), 319-335. https://doi.org/10.1080/19415257.2022.2131600

Gholami, K., Alikhani, M., & Tirri, K. (2022). Empirical model of teachers' neuroplasticity knowledge, mindset and epistemological belief system. *Frontiers in Psychology*, *13*, Article 1042891. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1042891

Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2012). Partial least squares: The better approach to structural equation modeling? *Long Range Planning*, *45*(5-6), 312-319. https://doi.org/10.1016/

airiti

j.lrp.2012.09.011

Kember, D., & Kwan, K.-P. (2000). Lecturers' approaches to teaching and their relationship to conceptions of good teaching. *Instructional Science*, *28*(5), 469-490. https://doi.org/10.1023/A:1026569608656

Laitinen, S., Christopoulos, A., Laitinen, P., & Nieminen, V. (2024). Relationships between self-efficacy and learning approaches as perceived by computer science students. *Frontiers in Education*, *9*, Article 1181616. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1181616

Lammassaari, H., Hietajärvi, L., Lonka, K., Chen, S., & Tsai, C.-C. (2021). Teachers' epistemic beliefs and reported practices in two cultural contexts. *Educational Studies*, *50*(5), 781-805. https://doi.org/10.1080/03055698.2021.2000369

Lee, M.-H., Johanson, R. E., & Tsai, C.-C. (2008). Exploring Taiwanese high school students' conceptions of and approaches to learning science through a structural equation modeling analysis. *Science Education*, *92*(2), 191-220. https://doi.org/10.1002/sce.20245

Liang, J.-C., Lee, M.-H., & Tsai, C.-C. (2010). The relations between scientific epistemological beliefs and approaches to learning science among science-major undergraduates in Taiwan. *Asia-Pacific Education Researcher*, *19*(1), 43-59.

Lin, H.-M., Lee, M.-H., Liang, J.-C., Chang, H.-Y., Huang, P., & Tsai, C.-C. (2020). A review of using partial least square structural equation modeling in e-learning research. *British Journal of Educational Technology*, *51*(4), 1354-1372. https://doi.org/10.1111/bjet.12890

Lv, B., Zhou, D., Rong, Z., Tian, X., & Wang, J. (2024). Effects of professional development program on primary science teachers' ICT use in China: Mediation effects of science teachers' knowledge, beliefs and instructional practice. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *6*(1), Article 11. https://doi.org/10.1186/s43031-024-00099-4

Marton, F., Dall'Alba, G., & Beaty, E. (1993). Conceptions of learning. *International Journal of Educational Research*, *19*(3), 277-300.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *The future of education and skills: Education 2030*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/position-paper/PositionPaper.pdf

Paniagua, A., & Istance, D. (2018). *Teachers as designers of learning environments: The importance of innovative pedagogies*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264085374-en

Postareff, L., Lindblom-Ylänne, S. & Nevgi, A. (2008). A follow-up study of the effect of pedagogical training on teaching in higher education. *Higher Education*, *56*(1), 29-43. https://doi.org/10.1007/s10734-007-9087-z

Sengul, O. (2024). Epistemological beliefs and classroom practices of experienced physics teachers: Are they related? *Frontiers in Education*, *9*, Article 1362426. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1362426

airiti

Shen, K.-M., Lee, M.-H., Tsai, C.-C., & Chang, C.-Y. (2016). Undergraduate students' earth science learning: Relationships among conceptions, approaches, and learning self-efficacy in Taiwan. *International Journal of Science Education*, *38*(9), 1527-1547. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1198060

Shen, K.-M., Li, T.-L., & Lee, M.-H. (2018). Learning biology as 'Increase ones' knowledge and understanding': Studying Taiwanese high school students' learning strategies in relation to their epistemic views and conceptions of learning in biology. *International Journal of Science Education*, *40*(17), 2137- 2157. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1522013

Tsai, C.-C. (2004). Conceptions of learning science among high school students in Taiwan: A phenomenographic analysis. *International Journal of Science Education*, *26*(14), 1733-1750. https://doi.org/10.1080/0950069042000230776

Tsai, C.-C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, *91*(2), 222-243. https://doi.org/10.1002/sce.20175

Tsai, C.-C., Ho, H. N. J., Liang, J.-C., & Lin, H.-M. (2011). Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students. *Learning and Instruction*, *21*(6), 757-769. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.05.002

Wolf, S., & Brown, A. (2023). Teacher beliefs and student learning. *Human Development*, *67*(1), 37-54. https://doi.org/10.1159/000529450

Wu, H., Gong, W., & Yi, G. (2024). Exploration of the relationships among epistemic views of physics, conceptions of learning physics, and approaches to learning physics for college engineering students. *Science and Education*, *33*(3), 699-715. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00385-5

airiti

附錄：「科學知識觀問卷」、「科學學習概念問卷」和「科學學習方法問卷」

科學知識觀問卷

1.科學家們所說的，每個人都要相信。

2.你必須要相信科學相關課程的課本中對於科學所提到的相關內容。

3.在上科學相關課程時，老師所說的一切都是對的。

4.如果你在科學相關課程課本中讀到一些科學相關的內容，你可以確定的是這些內容是對的。

5.對於科學相關的問題，只有科學家們知道如何確定什麼是對的。

6.科學上的所有問題都有一個正確的答案。

7.從事科學研究最重要的就是要想出那一個唯一正確的答案。

8.關於科學的一切，科學家們瞭解的已經非常多了；並沒有很多是需要他們再去瞭解的。

9.科學知識總是對的。

10.一旦科學家們從實驗中得到一個結果，這個結果應該是唯一的解答。

科學學習概念問卷

1.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是將課本中的定義、公式與定理背起來。

2.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是將課本中的重要內容記起來。

3.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是將課本中的一些專有名詞背起來，這樣才能回答老師的問題。

4.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是將老師上課所講的東西記起來。

5.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是記憶一些科學符號、科學概念或事實。

6.對我而言，學習跟科學有關的課程主要是為了要在考試中得高分。

7.對我而言，學習跟科學有關的課程除了應付考試之外沒有其他幫助，因為不懂這些，我還是可以活得很好。

8.對我而言，學習跟科學有關的課程就是為了要讓自己熟悉考試中可能出現的題目。

9.主要是因為要考試，所以我才會學習跟科學有關的課程。

airiti

10.對我而言，學習科學與考試有很大的關係。
11.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是不斷練習如何計算與解題。
12.當我學會計算或是解題時，我就會認為我在學習跟科學有關的課程有好的表現。
13.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是練習如何套用正確的公式解決問題。
14.對我而言，要學好科學就必須不斷的練習計算與解題。
15.對我而言，學習科學與熟練的計算及反覆的練習有很大的關係。
16.對我而言，學習跟科學有關的課程，主要就是為了知道一些以前我所不知道的知識。
17.對我而言，當老師告訴我許多我以前不知道的科學知識時，這就是在學習科學。
18.對我而言，學習跟科學有關的課程主要是為了要獲得許多與自然現象或是生物有關的知識。
19.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是讓我知道許多與大自然有關的事實。
20.對我而言，當我新增許多與自然現象或是生物有關的知識時，我就是在學習科學。
21.對我而言，學習跟科學有關的課程主要是要獲得一些知識或技能，以幫助我解決真實生活中遇到的問題。
22.對我而言，學習跟科學有關的課程主要是要獲得一些知識或技能，以提升我們的生活品質。
23.對我而言，學習跟科學有關的課程主要是要把我已經知道的方法應用到一些沒遭遇過的問題上。
24.對我而言，學習跟科學有關的課程主要是要學會如何應用一些我已經知道的知識或技能解決一些我不知道的問題。
25.對我而言，為了使生活更加便利，我們才學習科學。
26.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是讓我對於科學知識能夠有所理解。
27.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是能夠理解科學概念與概念之間的關連。
28.對我而言，學習科學可以讓我理解及認識一些以往無法解決的問題及現象。
29.對我而言，學習科學主要能擴展我的知識及見識。
30.對我而言，學習科學可以讓我理解更多的自然現象及知識。
31.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是要擴展我的視野。
32.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是讓我可以用新的觀點看待自然界的現象或事物。
33.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是改變我看待自然界的現象或事物的方式。
34.對我而言，學習跟科學有關的課程主要就是找到一個更好的方式看待自然界的現象或事物。
35.對我而言，學習跟科學有關的課程主要讓我可以用更多元的方式看待自然界的現象或事物。

airiti

科學學習方法問卷

1.當我學習科學的相關科目時，有時我會覺得非常快樂與滿足。

2.當我在學科學相關科目中時，我總是對於這些內容感到很有興趣。

3.因為覺得很有興趣的關係，因此我非常努力地學習科學的相關科目。

4.我會利用空閒的時間，找出更多在科學相關科目中已經討論過而且我自己也感到有興趣的相關主題內容。

5.即使不在科學相關科目的課堂上，我發現自己的腦中還會繼續想著這些課程中相關的內容。

6.我喜歡自己下功夫研究科學相關科目的內容，好讓我自己可以得到一些結論，而這樣會讓我感到很滿意。

7.當我在學習科學相關科目時，我會試著將所學到的內容連結到另外一單元或科目。

8.當我在學習科學相關科目時，我會試著找出所學到的內容之間的相關性。

9.當我學習科學相關科目中的一些新的內容時，我會將這些內容跟以前我學過的內容做連結。

10.當我閱讀科學相關科目的課本裡面的內容時，我會試著理解這些內容的意義。

11.當我在學習科學相關課程時，我會要求自己盡量去理解這些課程的內容。

12.當我在科學相關科目的考試中考不好時，我會擔心我在下一次考試中的表現。

13.我會擔心在科學相關科目課堂上的表現不符合老師的期待。

14.我很想要在科學相關科目中得到好的成績，以便於自己以後可以找到一個很好的工作。

15.我會在學習科學相關科目時反覆背誦相關內容，直到自己將這個單元的內容熟記為止。

16.我覺得如果要在科學相關科目的考試中得高分，最好的方法就是將類似問題的答案背起來。

17.在學習科學相關科目時，我會相當注意考試會考的部分然後特別把它背起來。

airiti

科學教育學刊
2025, 第三十三卷第二期, 173-194
DOI:10.6173/CJSE.202506_33(2).0003

Contemporary Journal of Science Education
2025, 33(2), 173-194

The Relationships Among Taiwanese High School Science Teachers' Scientific Epistemological Beliefs, Conceptions of, and Approaches to Learning Science

Kuan-Ming Shen[1], Wen-Chi Lee[2], Min-Hsien Lee[3,4,*]

[1]Kaohsiung Municipal Xinmin Elementary School
[2]Center for General Education, Lee-Ming Institute of Technology
[3]Program of Learning Sciences, National Taiwan Normal University
[4]Institute for Research Excellence in Learning Sciences, National Taiwan Normal University

Abstract

This study aimed to explore the structural relationships among Taiwanese high school science teachers' scientific epistemological beliefs (SEB), conceptions of learning science (COLS), and approaches to learning science (ALS). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) was employed for data analysis. A total of 59 Taiwanese high school science teachers participated in the study and completed three validated and revised questionnaires: the SEB questionnaire, the COLS questionnaire, and the ALS questionnaire. The analysis revealed that teachers who viewed scientific knowledge as authoritative and absolutely certain tended to perceive learning science as a process of memorization and repetitive calculation. Notably, teachers who viewed learning as involving calculation and practice were also more inclined to possess deep learning motive. This finding suggests that the relationship between teachers' conceptions of learning and their learning approaches may differ from the patterns identified in previous studies focusing on student populations. Future research is encouraged to further investigate the educational implications of these differences.

Key Words: Scientific Epistemological Beliefs, Approaches to Learning Science, Conceptions of Learning Science, Partial Least Squares Structural Equation Modeling

* Corresponding author: Min-Hsien Lee, leemh@ntnu.edu.tw; ORCID: 0000-0001-6630-5593
Received: 2025/6/26, Revised: 2025/7/7, Accepted: 2025/7/13, Available Online: 2025/11/07