科學教育學刊
2024, 第三十二卷第四期, 463-488
DOI:10.6173/CJSE.202412_32(4).0005

Contemporary Journal of Science Education
2024, 32(4), 463-488

教師對於永續發展框架的氣候變遷教育新興課程之關注使用階層

李人平[1]　陳儀珈[1]　劉湘瑤[1、*]　葉欣誠[2]

[1]國立臺灣師範大學　科學教育研究所
[2]國立臺灣師範大學　永續管理與環境教育研究所

摘要

本研究參照關注本位採用模式(Concern-Based Adoption Model, CBAM)，使用關注階層(Stages of Concern, SoC)探索教師對於實施氣候變遷與永續發展教育(Climate Change Education for Sustainable Development, CCESD)課程的看法，接著以使用階層(Levels of Use, LoU)辨別教師實施課程的情況，透過半結構式訪談瞭解教師推廣CCESD之動機、評估課程成效之方式，以及對專業發展之需求。研究發現教師主要關心實施課程對自身帶來之影響，以及尋求CCESD相關資訊，大多數教師的關注階層落在「自我」層面。課程實施的情況，最多教師的使用階層位於「IVB精煉」，而位於「VI創新」的教師數量位居第二。教師推廣CCESD之動機來自五個面向：政府、學校、組織、社群，以及個人。教師提及實施CCESD課程的時機，最多為彈性或校本課程，其次是在原授課科目中以情境的方式融入測驗，評量的方式則可分為報告、學習單和紙筆測驗三類。關於專業成長之需求，教師最常提及教材、教案與教學範例的需求，其次為透過研習提升背景知識和設計課程的能力。研究結果可為此類新興課程實施的教師專業成長方案提出建議。

關鍵詞：永續發展、氣候變遷教育、教師專業發展、關注本位採用模式

壹、前言

自工業革命以來，人類活動大幅改變地球的樣貌，對環境的破壞導致生物多樣性遭受巨大的衝擊。化石燃料歷經千萬年形成，但人類短時間大量燃燒化石燃料，排放過多的溫室氣體改變了地球大氣的組成，進而導致全球平均溫度上升，伴隨而來的是海平面上升、異常或極端天氣事件頻傳等現象。研究報告中科學證據指向人類活動是造成氣候變遷的主要原因之一(Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018)，氣候科學家和親環境團體呼籲政府與普羅大眾應正視氣候變遷帶來的影響，且必須有所行動。2016年，澳洲透過網路發起串聯，發布《氣候緊急狀態宣言》(*Climate Emergency Declaration*)，截至2024年2月為止，共有40個國家的2,355個司法管轄區宣布進入氣候緊急

*通訊作者：劉湘瑤，liusy@ntnu.edu.tw；ORCID：0000-0002-9763-0281
投稿：2024/6/28，修訂：2024/11/10，接受：2024/11/11，線上出版：2025/2/27

狀態，其目的為促使政府面對氣候變遷對人類造成災難的風險，以足夠的規模和速度調動整個社會的資源，以保護文明、經濟、人類、物種與整個生態系統。

隨著氣候變遷帶來的風險與危害逐漸增加，促使各國政府訂定更為具體、直接且積極的氣候行動方案，如碳中和目標。歐盟於2021年7月份提出徵收「邊境碳稅」(正式名稱為「碳邊境調整機制計畫」Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)，而聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)第26次締約國會議(COP26)於同年10月底召開，針對「2050淨零排放」(2050 Net Zero)目標達成協定，要求各國訂定減少排放溫室氣體的具體目標。儘管政府相繼投入推動相關政策與措施，面對氣候變遷帶來的風險，仍需要全體人民共同努力。教育扮演著關鍵的角色，透過教育培養人們氣候變遷意識，讓民眾瞭解氣候變遷的概念，建立面對氣候變遷應有的能力與態度，並且展開行動，亦即教育本身即是氣候變遷行動的一環。

除了國際組織透過行動推廣氣候變遷教育外，許多研究同樣強調氣候變遷教育對適應和減緩氣候變遷的重要性(Ahmed et al., 2021; Apollo & Mbah, 2021; Becker, 2018)。教育能夠幫助大眾理解氣候變遷的影響，賦予個人和社區做出明智決策的能力，並採取實際行動，實現可調適和減緩氣候變遷影響的永續發展(Apollo & Mbah, 2021)。Monroe等(2019)對氣候變遷教育的系統性文獻分析研究指出：隨著人們對氣候變遷的關注日益上升，全球發表與氣候變遷教育相關的研究文章也隨之增加。該研究者使用「氣候變遷」(climate change)與「教育」(education)兩個關鍵詞於學術資料庫搜尋，發現1990 ~ 1999年間發表12篇文章，2000 ~ 2009年發表443篇文章，到了2010 ~ 2015年發表高達1,489篇文章，在這五年內發表的文章數量，是2000 ~ 2009年發表文章數量的三倍以上，可見氣候變遷教育受到重視的程度急遽攀升。

我國教育計畫最早與氣候變遷相關的主題為全球暖化和節能減碳。2007年教育部開始的節能減碳教育，而國家科學及技術委員會於2009年起推動「能源國家型科技計畫」，將能源和氣候變遷議題融入國中小學課程自然與生活科技領域的教材中(宋曜廷等，2012)。隨著行政院2012年公布「國家氣候變遷調適政策綱領」，教育部門推動的主題也修改為氣候變遷調適教育，強調防災教育。2015年《溫室氣體減量與管理法》立法後，再次定義氣候變遷教育推動計畫，以兼顧氣候變遷調適與減緩，並納入永續發展相關教材的研發。十二年國民基本教育總綱於此時期公布，各學習領域課程綱要開始研修，至2019年正式實施，氣候變遷的主題明確列入自然科學領域和社會領域的學習內容中，而氣候變遷和永續發展也分別列入環境議題下的學習主題，各科教師皆有機會將相關主題融入教學中。

然而，我國推動氣候變遷與永續發展教育(Climate Change Education for Sustainable Development, CCESD)或是十二年國民義務教育課程的實施，都使學校教師面臨變革帶來的衝擊。國內研究者針對高中科學與社會領域教師的問卷調查，也發現我國高中教師普遍相信來自教科書和科普文本的氣候變遷相關知識，但對實施氣候變遷教學的信心卻不足，同時發現教師若成功地運用教學策略和參與過研習培訓，將有助於氣候變遷教學信心的提升(曾鈺

琪，2020)。此外，氣候變遷與永續教育議題複雜性高，牽涉的層面極廣，涵蓋科學、政治、經濟、倫理以及文化等等，這種跨學科領域且複雜的特性使得教師難以掌握足夠的內容知識，因此可能會導致教師避免教授該主題(Apollo & Mbah, 2021)。再者，氣候變遷和永續發展僅是19項議題中的子議題，在有數個議題可以選擇的情況下，氣候變遷與永續發展不一定能成為教師融入課程的首選。從上述案例可以推論，並不是所有的教師都願意教授氣候變遷相關的課程，加上氣候變遷與永續發展議題不同於一般的學科知識，需要不斷更新與議題相關的資訊和跨領域知識。因此，若想順利推行相關課程，有必要先瞭解位於第一線的教師對於氣候變遷和永續發展教育的觀點、實施情況，並適時提供協助，如提供教學資源或是規劃適切的教師成長方案。我國氣候變遷教育尚未普及，為了進一步推廣氣候變遷教育，本研究想瞭解正在關注此議題且有規劃或實施課程經驗之現場教師，在面對推動氣候變遷與永續發展這類新興課程時的看法、感受、擔憂及實施情況，以作為發展氣候變遷教育教師專業成長方案之參考。本研究採用教育領導領域相當經典的理論架構——關注本位採用模式(Concern-Based Adoption Model, CBAM)來調查並診斷教師對CCESD的關注層面和實踐行為。

值得一提的是，此模式名稱的英文縮寫恰巧與前述提及之邊境碳稅相同。淨零排放和CCESD在概念上都以「C碳」的處理為議題核心，而CBAM中的「C關注」是探究教師因應新興課程的主要課題，在本研究中則以關注階層詮釋教師實施CCESD課程的情感、行為和成效，並理解其實施課程的專業成長需求。

貳、文獻探討

一、推行CCESD面臨的挑戰

鑑於氣候變遷與永續發展議題的重要性與急迫性，我國已經將其納入現行課綱中，並鼓勵各科教師整合相關內容至原本的課程中。然而，對於學校教師而言，由於課程改革帶來的變動，加上氣候變遷與永續發展議題的跨領域性、複雜性及不確定性，將其融入課程並非易事。若盼教師可以長期並穩定實施課程，辨別目前教師於現場面臨的挑戰，進而規劃組織協助及外部支援是促成此目標的關鍵。簡而言之，為能順利推廣CCESD，釐清並深入瞭解現場教師所面臨的挑戰，進而擬定因應策略、給予教師協助有其必要性。

氣候變遷教育對學校與教師並非容易處理的議題，Oversby (2015)提出六個理由：(一)氣候變遷是跨學科的議題，需要在學科教師、教學時間和教學進度間協調，因此限制了教學機會。(二)氣候變遷是新穎的主題，且教師並未修習過相關的學位課程，使得許多教師對應用自身擁有的學科知識至氣候變遷主題的教學中缺乏信心。(三)許多教師尚未準備好整合氣候變遷教育的內容知識以及行動，具體來說，科學教師往往過度強調科學事實知識。(四)對於一些學生來說，氣候變遷中的科學是有爭議的，與傳統教科書中的科學截然不同，而教師需要處理這類屬於知識論觀點的問題，是一種新的負擔。(五)氣候科學的基礎是不確定性和風險問題(氣候科學不像物理和化學那樣是一門精確的科學，倒是與生物學和地質學的隨機性有更多的共同點)。(六)理解氣候系統，從大氣循環到海洋酸化，多數的研究都是靠著數據模擬和建

模，而建模是一般科學教學中的一個小項，教師需要改變和支持才能達到有效教學(p. 24)。從行政協調、議題本身的跨領域及科學不確定性、教師信心，以至於處理學生知識論觀點及教師本身教學方法的改變，可以理解實施氣候變遷課程之不易，需要多方面的合作與教學上的調整。

而本研究初步歸納三個教育現場推行氣候變遷教育有可能遭遇挑戰的層面，分別為情境、資源和個人層面。情境層面中，假設學校文化和推動CCESD的理念與需求不一致，即使教師滿懷熱情，也會遭遇到阻力。學校文化在永續發展中扮演重要的角色，因此有必要促使學校文化轉變成支持氣候變遷教育的目標(Yli-Panula et al., 2022)。

資源層面包含時間、教案及教材等。對教師來說，時間是有限的資源。教師有既定的教學進度壓力，若教師教學負擔過重，將議題融入課程的意願自然低落(劉欣宜，2019)。氣候變遷與永續發展議題是進行式，課程的內容經常需要因應科學發現、時事、政策等變動添加新的素材。此類議題若教師未有充足的教學資源支持，需要自行編製教材或設計課程活動，教師額外需要花費時間準備課程，改革帶給教師的工作量越大，則教師對改革的評價越不好(Hübner et al., 2021)。簡而言之，未提供完善的教學資源會提升議題融入課程的困難度，也不利於課程及教學的長期發展(王金國，2012)。

個人層面的因素包含教師的動機、信念、信心、背景知識、對議題實質內涵的理解。Plutzer等(2016)報導美國教師在氣候變遷教學中如何向學生傳達氣候變遷的主因，研究結果顯示僅有54%的教師會採科學界目前主要的共識，即氣候變遷主要是人為燃燒化石燃料排放溫室氣體所造成的，31%的教師同時傳達氣候變遷是人為和自然因素造成的，10%的教師表示反對氣候變遷是人為因素造成的，5%的教師否定氣候變遷是人為的或自然因素造成的，以避免落入此議題的爭論中。該研究的作者也提出教師對氣候變遷的困惑會影響在學校推動氣候變遷教育的可行性，可以推論教師本身對氣候變遷的信念會影響其教學內容和意願。曾鈺琪(2020)發現我國高中教師對實施氣候變遷教學較沒有充分的信心，而信心與教師是否有興趣實施課程有關聯，教師信心不足可能導致教師實施課程的意願下降，不利於氣候變遷與永續教育的推廣。Kunkle與Monroe (2019)指出教師的文化價值觀顯著影響教師對支持氣候變遷課程的意願，以及課程內容的偏好。Apollo與Mbah (2021)主張氣候變遷的跨領域性質轉化為知識差距，使教師傾向避免教授氣候變遷。從上述文獻可推論，教師實施新興議題課程的意願與其對議題本身的態度與信念相關。也有教師因興趣而投入氣候變遷教育的案例，McNeal等(2017)調查美國中學對環境主義有興趣且有實施氣候變遷課程經驗的科學教師，研究發現他們的專業知識使其在教學上有自信，同時也認為推動氣候變遷教育能透過學生影響未來，帶來希望。

新興議題推動除了政策支持外，教師實施課程是推行CCESD的基礎，除了情意面向與其相關，教師本身的議題專業知能也是關鍵。Herman等(2017)調查佛羅里達和波多黎各中學科學教師的氣候變遷概念和教學面向，研究發現許多教師對氣候變遷中的科學具有迷思概念，例如：臭氧層破洞是造成氣候變遷的主因，以及必須經過控制實驗的科學才是正確的；教學面向中教師則宣稱他們積極實施氣候變遷教學，但實際內容往往忽略氣候變遷中社會、政治和經濟的面向。

王金國(2012)認為若教師未具備足夠的專業知能，僅靠參與研習的經驗，短時間內不一定有辦法深刻理解議題的實質內涵以及有效實施課程的方法。此外，也有研究指出教師若對於環境教育的學科精神及內涵理解不足，會提升議題融入課程的困難(高翠霞等，2018)；另，議題融入教學的設計相當仰賴教學者的議題專業知能以及對原學科課程架構的深度理解(劉欣宜，2019)。

二、教師對於氣候變遷與永續發展議題教學之專業知能

如前所述，CCESD在現場面臨的挑戰有一部分是源於教師的專業知能不足，因此本節文獻探討聚焦在如何協助教師提升其教學上的專業知能。

Puttick與Talks (2022)的回顧性研究指出，教師專業成長方案是教師獲取氣候變遷資訊的主要來源之一，顯示教師專業成長資源對推行氣候變遷教育的重要性。Ennes等(2021)指出，美國許多教師不認為氣候變遷可納入學校課程，因此領導部門透過舉辦專業成長研習(Professional Development, PD)，試圖提升教師從事氣候變遷教學的信心。該研究調查54位未參加氣候變遷PD的教師們，瞭解他們未能參加的障礙主要是時間，即沒有時間參加與沒有時間教授氣候變遷主題。再以教師是否相信氣候變遷正在發生為類別區分未參與PD的障礙差異，「不相信者」較可能歸咎其不參加的原因為對PD內容沒興趣、未獲得行政支持，以及不認為自己對氣候變遷有足夠的瞭解而可以教學。

Hestness等(2014)提出氣候變遷教育的PD應強調：(一)提供高品質的課程資源，以支持氣候變遷教學，特別是科技整合的課程內容。(二)以區域性的氣候變遷觀測為重點的學習進程，促使氣候變遷與學習者的個人經驗連結。(三)以研究為基礎的專業成長方案和師資培育對氣候變遷教育的重要性。Li等(2021)指出專業發展對協助教師獲得與現今環境和社會議題的知識和授課能力至關重要。該研究透過創新的專業成長模式協助教師提升教授氣候變遷的自我效能，結果顯示教師在氣候變遷教學上的自我效能有所提升，並主張教師從專業成長方案中受益，提升其教學效能和教學實踐。

Drewes等(2018)採訪談與追蹤的方式深入調查參與PD的教師先後的改變。研究發現教師原本僅有有限的氣候變遷內容知識，但參與PD後教師能夠將新的氣候變遷知識與他現有的地球歷史課程連結，並開發地方本位的氣候變遷課程。但研究也發現因為該PD的設計主要強調人為氣候變遷的原因、機制以及未來可能的影響，對氣候變遷的減緩與調適較少著墨，因此教師提供學生實際處理問題的機會較少，並呼籲僅向學生介紹原因和影響的教學是不足的，需要超越僅強調氣候變遷知識的教學，轉變成行動導向的教學，提供學生氣候變遷減緩和調適方案和工具以及嘗試行動的機會。

Holthuis等(2014)的研究源於史丹佛大學團隊執行由美國國家太空總署(National Aeronautics and Space Administration, NASA)資助的三年期計畫——全球氣候變遷：K-12教師專業成長計畫。該計畫提供教師全球氣候變遷的科學知識、課程材料以及教學策略。作者們對參與計畫之教師的氣候變遷課堂深入研究，研究顯示教師教學後，學生的氣候變遷內容知識顯著提升，且轉變對氣候變遷的看法。Mavuso等(2022)提到南非中學致力於將氣候變遷教育納入學校課程，但因氣候變遷教育相關的教師培訓不足，使得落

實氣候變遷教育受到阻礙。該研究對參與教師專業培訓的地理教師進行個別的半結構式訪談，結果顯示教師原本對氣候變遷教育的內容及教學知識上有所不足，但經過培訓後獲得改善，因此建議應該持續推行氣候變遷教育的PD。

Eze等(2022)研究奈及利亞教師的氣候科學素養、氣候變遷概念和專業成長需求，透過相關性分析發現，較缺乏氣候科學素養的教師會提出較多的氣候變遷知識之專業成長需求。該研究認為奈及利亞教師的氣候科學素養不足，且特別指出受訪者中有一半以上(53.9%)覺得不需要氣候變遷原因、影響和解決方案的培訓，且多數為科學教師。該研究結果支持大學端與學校合作，並採用指導、輔導、學習小組和共同教學等方式代替政府端不充足的培訓機會。

國外相關研究指出PD對提升教師氣候變遷知識以及實施氣候變遷教育有所助益，以及時間不足可能是未能參與PD的主要障礙，可作為國內執行相關研究與發展PD之參考。但氣候變遷本身為跨領域議題，涉及科學與人文領域，具體應提升教師何種面向的氣候變遷知識及協助，以切合我國現場教師的需求，值得深入探討。

三、關注階層與使用階層

關注階層與使用階層源於Hall等(1973)發展的CBAM，該理論用於探索並分析不同文化背景下推行創新方案的過程。CBAM的目的為協助促進者辨別改革過程中參與人員的需求，診斷後適切提供協助(Hall et al., 2006)。該理論嘗試解釋並處理學校推行新方案或改革時，多數情況下無法達成預期成效的現象，至今已廣泛應用在不同情境的教育創新，如科學探究課程(Makwinya et al., 2022)、科學、科技、工程及數學(Science, Technology, Math and Engineering, STEM)教育(Lau & Jong, 2023)、素養導向教學(Chen, 2023)、海洋教育(李弘善、劉湘瑤，2019)、行動學習(Al-Furaih & Al-Awidi, 2020)，以及線上學習平臺(He & Yusop, 2020)等。CBAM的研究團隊認為改變始於個人，通常是教職員(Hall et al., 2006)，並認為改變與轉型是連續性的過程，指出改革措施成效不彰的主要原因之一是未能有效評估影響轉型過程的成效，並適時調整與改善推動的過程(Hall, 2013)。

推動CCESD可視為教學創新與改革的一種，因為相較於傳統較為固定的學科內容，CCESD的題材新穎、切合時事，且具有複雜性、跨領域性，以及不確定性。大多數的教師若要將CCESD的內容融入原有的課程中，需要調整原本的教學方式。因此，為了促使CCESD順利推動，有必要探索教育現場的教師們對於實施CCESD的感受、需求，以及實施課程的現況，以歸納出教師穩定實施課程的阻礙，進而規劃完善的協助措施。為了達成此目標，本研究引入CBAM，該理論的四項假設描繪教育改革的情況，分別為：(一)改變是連續的過程而非單一事件，需要時間，依照組織環境的特性，順利的改革可能需要花費約三至五年的時間，甚至更長。(二)教師開始實施創新方案前，組織或現況並不會有所改變，也無法保證教師一定會接受並實施該創新方案。(三)隨著創新方案的推行，教師中會出現多樣化的感受與看法，因為每位教師有獨特的經驗，而教師經歷的過程需伴隨其信心與能力的增長。(四) 教師實施創新方案的過程中，能夠因應環境，適應不同的情況，彈性的調整實施創新方案的方式(Hall, 2013)。從假設中可以歸納出教師

在改革中扮演關鍵的角色，為了評估教師在推動改革過程中的狀態，以該理論為基礎發展出三個評估的面向，分別為「關注階層」(Stage of Concern, SoC)、「使用層級」(Levels of Use, LoU)，以及「創新配置」(Innovation Configurations, IC)。SoC描繪出教師因實施CCESD課程的變動而引發的情感層面，例如感受、看法及態度，而LoU則用於調查教師實施CCESD課程的行為現況，以及面對特定的改變時如何採取行動，IC用於辨別教師的教學內容。本研究主要調查實施CCESD課程教師的看法以及關注和使用階層，因此僅採用SoC及LoU兩項工具。未來研究可進一步使用IC分析教師的教學內容。

基於上述文獻回顧，理解現場教師對實施CCESD課程的想法以及現況，處理CCESD現場面臨的挑戰，以及發展教師專業成長方案以支持CCESD的推廣十分重要。據我們所知，我國目前尚未有研究系統性探索教師們對於實施CCESD課程之看法與實施現況，以及對專業成長的需求，本研究盼彌補此研究缺口，提出的研究問題如下：

(一)教師對實施CCESD新興課程的關注層面為何？

(二)教師實施CCESD新興課程的情況為何？

(三)教師實施CCESD新興課程的動機為何？

(四)教師評估課程效果的方式為何？

(五)教師對於實施CCESD新興課程所需專業協助之建議？

參、研究方法

本研究聚焦於教師實施CCESD課程的感受、現況、困難，以及需求，由於CCESD列入議題教育的學習主題中，同時也是全球關注的議題，各科教師皆有機會實施或推廣CCESD課程。若想深入瞭解不同背景的教師實施課程的情況與經驗，質性研究是適合的研究方法。

一、研究對象、研究工具及資料蒐集

本研究的目標群體為對氣候變遷主題融入課程教學有一定程度的關注、有實施或設計課程經驗之教師，使用立意取樣挑選研究對象，向2022 ~ 2023年間曾參與氣候變遷教育研習或教案競賽之教師發送訪談邀約，參與半結構式訪談。為深入瞭解不同的教育階段數理學科與非數理學科的教師實施CCESD課程的現況與需求，研究者從願意接受訪談的名單中，按照性別、學校類型以及數理與非數理教師，在儘可能平衡這些類別比例的考量下發送訪談邀約，最後共15位教師參與。由於受訪教師皆有主動報名參與CCESD相關研習(如：教師氣候變遷講習)或競賽(如：氣候變遷教育教案設計競賽)之經驗，可見教師對議題已有一定程度之關注或認識，因此將這群教師定義為積極投入的教師。研究對象的描述性統計分析如表1所示。

接受訪談之教師先填寫問卷，後續參與訪談，訪談時間約一個小時。使用的研究工具和分析方法為關注階層問卷(Stages of Concern Questionnaire, SoCQ)以及LoU。SoCQ為量化測量工具，總共分成三個類型：「自我」、「任務」以及「影響力」，三個類型中又細分成七個階層，用於描述伴隨改革過程的進行，參與者可能會出現的不同類型的感知、情緒和感受(Hall, 2013)。此問卷已發展四十多年，以35題敘述對應測量七個關注階層，其題幹中的創新方案一詞可依所要調查的課程對象調整。George等(2006)彙整多年的研究成果，發行SoCQ使用手冊說明計分方式：將測量對應階層的五道題目的得分

表1：受訪者資料描述性統計分析

背景變項	人數	百分比(%)
學科背景		
數理類科	8	53.3
非數理類科	7	46.7
年齡		
20～29歲	3	20.0
30～30歲	2	13.3
40～49歲	7	46.7
50～59歲	3	20.0
年資		
5年以下	2	13.3
6～10年	2	13.3
11～15年	1	6.7
16～20年	2	13.3
21年以上	8	53.3
任教學校類型		
國民小學	6	40.0
國民中學	3	20.0
普通高中	5	33.3
技術型高中	1	6.7
性別		
男	4	26.7
女	11	73.3
總計	15	100.0

相加，對照書中提供的標準化分數表，將各關注階層的總分換算成標準化分數，最後使用七個關注階層的標準化分數描繪出參與者的關注階層側寫(profile)，從中可以得知參與者目前對於實施創新方案的過程中對不同層面的重視程度。

各項關注階層描述如表2所示，該模型描繪隨著教師實施CCESD經驗增加，教師關注的大方向如何從自我關注提升至任務關注，再到影響力關注。當教師初步實施CCESD時，關注方向最常落在自我關注(1資訊及2個人)，他們對實施CCESD課程的關注會圍繞在實施課程如何影響他們自身，如「我有足夠的背景知識能勝任教學嗎？」「我實施CCESD課程能受到同事或學校的支持嗎？」「為了準備實施CCESD課程花費的時間和精力會不會影響我原本的教學活動？」而當實施一段時間後，教師關注的重心可能會轉移到任務關注(3管理)，即與教學本身相關的事務，如「課後作業要如何指定?」「當同時有好幾組學生發展出不同的觀點時要如何處理？」影響力關注(4效果、5合作、6調整)是較高的關注階層，教師關注會落在學生身上，考慮課程對學生的影響，以及自己能做些什麼以更有效地幫助學生學習。學生的表現以及對教學的改進是這些教師考慮的核心，如「舉一些貼近學生生活的例子，他們顯得有興趣多了。」「可以與校內同事合作設計教學活動。」

具有不同經驗因而關注不同面向的教師需要的支持也不同。對新興課程推動處於自我關注階段的教師，尚需更多資訊來源以探索實施的方式和策略；任務關注的教師不會想聽基礎的課程操作或是理論上的建議，而是希望能獲得能更順利實施課程的具體方法；影響力關注的教師則會對創新的教學方案或嘗試較有興趣。在理想的情況下，位於不同關注階層的教師獲得充分的支持，順利累積經驗，進而移動到下一個關注階層，但實際上教師可能會遇到阻礙，維持在同一個階層甚至是倒退到前一個關注階層。教師也可能同時有兩個關注階層，例如氣候變遷與永續發展本身就是與時俱進的議題，即使是經驗豐富的教師也會對最新的相關資訊有所需求，這類教師的關注階層就可能同時在階層1資訊和階層4效果都有高峰出現。

本研究採用的SoCQ修改自李弘善等(2017)翻譯Hall (2013)所發展的問卷。如前所

表2：以CCESD新興課程為例的關注階層特徵

關注類型		關注階層	特徵說明
自我	0	覺察 (awareness)	教師較少關注CCESD課程的實施，且尚未投入。
	1	資訊 (informational)	教師有興趣學習更多與實施課程相關的資訊(如：氣候變遷與永續發展的內容知識、課程的特性、實施後可能產生的效果等)，但尚未開始考慮實施課程會對自身產生的影響。
	2	個人 (personal)	教師關注實施課程後對自身產生的影響，組織層面包含學校提供的獎勵、自身選擇實施課程與學校目標是否有所衝突；個人層面包含投入的程度是否可以滿足實施課程的需求、實施課程的過程中可做主的程度，以及實施課程對經費配給及學校地位等可能影響。
任務	3	管理 (management)	教師關注實施課程的過程是否可以優化，會檢視實施課程時的任務、效率、時程、資源調度與使用的方案、組織、管理和時程等議題。
影響力	4	效果 (consequence)	教師關注實施課程對學生產生的影響，包含課程與學生的連結、如何評估學生的學習成效，以及如何調整課程可以提升學生的學習成效。
	5	合作 (collaboration)	教師關注如何在實施課程上與他人協調、合作。
	6	調整 (refocusing)	個人關心如何尋求方法，以便從實施CCESD課程中獲得更多普遍性的效益，包括大幅度地改變或尋求更大效力的替代方案。

資料來源：改編自李弘善等(2017)。

述，本研究的研究對象皆為主動參與CCESD相關研習或競賽的教師，同時考慮刪減非必要的題項可減少研究對象填寫問卷的負擔，因此將原35題調查七個關注階層的問卷，刪除5題用於測量0 覺察(awareness)階層的試題，調整為30題調查六個關注階層：「1資訊」、「2個人」、「3管理」、「4效果」、「5合作」、「6調整」的問卷。問卷採用8點李克特量表，0為該描述與受試者無關，1為該描述完全不符合受試者的現況，7為該描述完全符合受試者的現況。本研究測得六個階層的信度介於.55 ~ .87之間。問卷用於探索教師對於實施CCESD新興課程的看法、感受及擔憂；另使用階層為半結構訪談題綱，用於探索教師實施課程的現況。兩項研究工具互相搭配，SoCQ調查教師的情感層面，而LoU調查教師的行動層面，可以具體描繪出教師目前推動CCESD的進程。

LoU為質性訪談的架構，本研究透過LoU識別積極參與CCESD研習或競賽活動的教師推行課程的行為現況，藉此定位個別教師推行課程的程度。Hall等(2006)認為未能確實記錄個人層面的實施情況，會將評估創新方案施行成效的研究暴露在風險中，即使研究有完善的設計。換句話說，推動者需要關注個別現場教師實際推行課程的現況，記錄教師目前執行課程到達的程度，才能如實反映第一線教師推動CCESD新興課程的進展。LoU將非課程使用者到課程使用者之間區分為數個層級，每個層級間彼此獨立，需要從教師是否表現出決定點(decision point)描述的行為，判斷教師是停留在該層級，還是進展到下一個使用層級。各層級描述與決定點如表3所示，流程如LoU枝狀圖(圖1)所示。舉例來說，假設教師A提到他尚未實施課程，但會主動報名參加CCESD相關的研習，平時也有蒐集CCESD課程的相關資訊，代表教師A表現出決定點A「採取行動，獲取更多關於

表3：LoU層級與決定點

層級／決定點	描述
0	尚未使用(nonuse)：教師僅聽過或是不曉得CCESD，尚未有實施課程的經驗，亦未準備實施。
決定點A	教師開始主動蒐集與CCESD課程相關的資訊。
I	導向(orientation)：教師已知曉或正在蒐集CCESD課程的資訊，可能進一步或正在探索課程的價值與實施課程需要滿足的條件(如個人、行政、資源)。
決定點B	教師決定首次嘗試實施CCESD課程的時間。
II	準備(preparation)：個人規劃好何時首度嘗試實施課程，並正在為實施課程做準備。
決定點C	教師以個人需求為導向實施CCESD課程。
III	機械性使用(mechanical use)：教師著重於短期或每日的實施CCESD課程，但較少安排時間反思。課程的使用以符合個人需求為優先(如：熟悉實施課程的既定步驟)，而非考慮到學生的需求，常常導致較為散亂或表面的使用。
決定點D-1	教師建立例行性使用模式。
IV A	例行性使用(routine)：教師熟悉且穩定實施CCESD課程，但課程內容幾乎無調整，同時較少思考如何提升CCESD課程的效果並準備改善課程。
決定點D-2	教師經過評估，為了提升學生的學習成效，而調整課程。
IV B	精煉(refinement)：教師為增進CCESD課程對學生的正面影響，而調整課程內容或改變實施方式，同時會按照學生的學習表現來調整課程。
決定點E	教師依據同儕的回饋及協調，為使課程有助於學生而主動調整課程或實施方式。
V	整合(integration)：教師整合自身及同儕與CCESD課程的相關經驗，以共同提升課程對學生的影響(如：開發更適合的課程、協同教學)。
VI	創新(renewal)：教師重新評估CCESD課程的品質，為了持續提升課程帶給學生的效益，而大幅調整課程或尋求目前使用的課程以外的替代方案。同時會檢視CCESD領域新的發展，並為自身及系統探索新的目標。

資料來源：改編自李弘善與劉湘瑤(2019)。

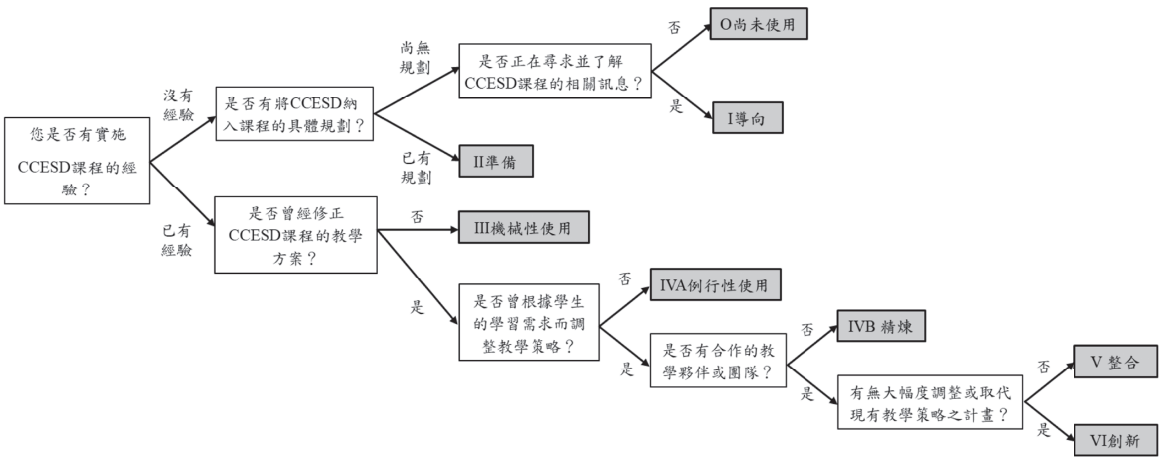


圖1：LoU枝狀圖

資料來源：改編自李弘善與劉湘瑤(2019)。

實施CCESD新興課程的詳細資訊」的行為，此時研究者會將教師A定位於層級I導向，後續會進一步確認教師A是否展現出決定點B的行為，即詢問教師A是否已經決定實施CCESD課程的時間。

用於分析的資料為受訪教師的背景資料、關注階層問卷、訪談現場紀錄以及錄音。訪談前研究者清楚向受訪教師說明訪談目的與流程，受訪教師理解並同意研究目的與流程後簽署知情同意書。訪談地點為受訪教師所屬的學校，由受訪教師安排空教室或辦公室。訪談時間約為一個小時，經由受訪教師同意後全程錄音。

二、資料分析

受訪者辨識碼編號規則如下：第一碼為教師教學學校，E代表國小階段，J代表國中階段，而S代表高中階段；第二碼為教師的授課領域，S為數理，NS為非數理；最後一碼為在該教學階段的受訪順序。依此，編號為ES-2的受訪者為國民小學之科學教師，且是第二位受訪的國小教師

為回答研究問題一，關注階層問卷的結果先使用George等(2006)提供的流程，將原始分數轉換為標準化分數後，得到個別教師的關注階層側寫，用以識別教師目前最關注的階層。舉例來說，如教師A的標準化分數為「1資訊」96分、「2個人」94分、「3管理」70分、「4效果」65分、「5合作」72分、「6調整」80分，則教師A目前最關注的階層為「1資訊」。研究問題二則透過LoU辨別教師目前實施課程的情況，研究者根據訪談現場紀錄的內容以及對每位研究對象的側寫，標記出研究對象的使用階層。為處理研究問題三、四、五，採用口語分析法(protocol analysis) (Ericsson & Simon, 1993)，將訪談錄音轉換為逐字稿後依序編碼，提取訪談內容中教師提到的動機、評估方式，以及對專業需求之建議，並進行分類，最後按照類別逐一討論。

肆、研究結果與討論

本研究探索積極投入CCESD的教師關注此類議題並實施課程之動機、關注的層面與實施情況。本節首先呈現受訪教師背景及其關注與使用階層，接著依序討論教師實施課程之動機及現況，最後統整受訪教師對實施課程所需專業需求之建議。

一、教師背景、關注與使用階層

本研究邀請之受訪者專長或授課科目包含國文、英文、數學、社會、藝術、自然、生物與地球科學等多科領域的教師，若以數理與非數理科目分類，則其中8位具教授自然科學科目經驗的教師，7位教師則為非數理專長、教授科目為非數理相關領域。為瞭解不同授課經驗教師對於新興課程之觀點，受訪對象包含20 ~ 59歲之各年齡段，授課年資則涵蓋小於5年的年輕教師至21年以上之資深教師，其中以40 ~ 49歲共7人，以及年資21年以上共8人為最多。研究者同時想探索不同學習階段融入新興課程的情況，因此受訪者包含5位小學教師、3位中學教師，以及6位普通或技術型高中教師。此外，除了實施課程的教師外，研究者也邀訪到兩位擔任行政職之教師，因行政職在學校推動新興課程的過程中扮演協調者的角色，瞭解行政端推動新興課程之經驗，可作為後續規畫專業成長方案之參考。雖然本研究於邀訪期間嘗試平衡不同性別教師之數量，然而受限於教師接受訪談之意願，使得性別比例不均，15位受訪教師中，僅有4位為男性教師，11位為女性教師。

個別受訪者之背景資料、關注階層及使用層級呈現於表4。SoC的結果是呈現這群教師面對CCESD新興課程的實施時首要關注的面向，從標準化分數最高分坐落的階層代表個別教師首要關注的面向，以人數依序列出受訪教師關注的層面分別為階層2「個人」(7人)、階層1「資訊」(5人)、階層6「調整」(4人)、和階層3「管理」(1人) (表4)，最多和次多的「個人」階層和「資訊」階層兩者皆為「自我」類型的關注。有兩位教師在「2 個人」以及「6 調整」兩個階層同時是最高分，代表這兩位教師同時對這兩個面向投入高度的關注。

本研究召募的參與者即使可視為積極實施CCESD課程者，其SoC仍未提升到較高階層，研究者推測可能的原因有三個。首先，因應我國十二年國教課程綱要(下稱108課綱)的改革，許多教師仍在確認實施相關課程對自身的影響，如學校組織及同事是否支持。其次，CCESD為跨領域的議題，涵蓋氣候變遷以及永續發展兩項議題，氣候變遷的專業科學知識對於非地球科學專長的教師有難度，認為需要吸收更多的資訊以理解這個議題，而地球科學專長的教師則提到需要蒐集更多資訊以瞭解永續發展的現況；此項推論呼應後續分析中教師提出對提升CCESD專業知識與能力方面的需求，如JN-2及JN-3提出對氣候變遷相關科學知識的需求，而SS-6

表4：受訪教師之背景資料、關注及使用階層

編號	科系	性別	年齡	年資	任教學校	授課領域	職位	SoC	LoU
EN-1	NS	男	50 ~ 59	21年以上	國民小學	N/A	主任	1資訊	I導向
EN-2	NS	女	50 ~ 59	21年以上	國民小學	公民	組長；科任教師	2個人	III機械性使用
EN-3	NS	女	20 ~ 29	6 ~ 10年	國民小學	語文；數學；社會；藝術	組長；科任教師	1資訊	V整合
EN-4	NS	女	40 ~ 49	16 ~ 20年	國民小學	音樂	導師	3管理	IVB精煉
ES-1	S	男	40 ~ 49	21年以上	國民小學	自然	主任；科任教師	2個人 6調整	VI創新
ES-2	S	男	40 ~ 49	21年以上	國民小學	N/A	主任	2個人	IVB精煉
JN-1	NS	女	40 ~ 49	16 ~ 20年	國民中學	英文	科任教師	2個人	VI創新
JN-2	NS	女	40 ~ 49	21年以上	國民中學	公民	科任教師；副組長	2個人	IVB精煉
JN-3	NS	女	30 ~ 39	11 ~ 15年	國民中學	國文	導師	2個人	VI創新
SS-1	S	女	20 ~ 29	5年以下	普通高中	生物；健康與護理	科任教師	1資訊	II準備
SS-2	S	男	50 ~ 59	21年以上	普通高中	生物	科任教師	1資訊	V整合
SS-3	S	女	30 ~ 39	6 ~ 10年	普通高中	地球科學	科任教師	1資訊	IVB精煉
SS-4	S	女	40 ~ 49	21年以上	普通高中	地球科學	導師	2個人 6調整	IVB精煉
SS-5	S	女	40 ~ 49	21年以上	技術型高中	生物	導師	6調整	VI創新
SS-6	S	女	20 ~ 29	5年以下	普通高中	地球科學	科任教師；導師	6調整	IVB精煉

註：S = 數理科；NS = 非數理。

則需要更多永續發展教育相關知識。再者，CCESD和傳統的科目相比，對教師來說是較新的授課主題，除了上述的跨領域特性外，同時具有複雜、不確定，以及與時俱進等特性，無論是數理科教師抑或是非數理教師皆需要吸收最新資訊(Oversby, 2015)。訪談中JN-2特別強調，教授氣候變遷與永續發展課程的教師需要理解課程需因應時事與現況變動的特性。

值得注意的是，將15位教師的關注階層圖疊圖後(圖2)，可歸納出三種特徵。首先是管理階層有明顯的低谷，該現象與李弘善與劉湘瑤(2019)先前研究中的教師呈現的剖面圖一致。此為我國針對新興議題課程推行所做的教師調查，呈現出獨特的關注階層分布特性，相較於提出CBAM理論的作者所處的西方國家(George et al., 2006)，我國學校中課程實施時的課室管理問題通常不會成為教師的負擔，亦即教師較無須特別費心於實施課程時，表定的各項任務是否可按照規劃實施，以及效率與時程是否受到影響。此管理階層受到較少關注的現象，呼應一份國際教學調查資料庫針對臺灣高中教師問卷作答資料所做的分析，影響教師教學實踐和自我效能的變項中課室管理效能貢獻最小(Chen et al., 2020)。其次，可觀察到部分教師於效果階層有明顯的低谷，根據George等提出的解釋，此現象為教師對於課程對學生的影響的擔憂相較之下較低的表現。最後，可觀察到一位教師明顯在管理階層出現高峰，代表該教師當下最為擔憂實施課程過程中資源分配、時間和管理的問題。

為回答研究問題二，本研究使用LoU探索教師使用CCESD課程的程度。分析結果中並無教師使用層級落於「0尚未使用」，均位於「I導向」以上(表4)。其中1位教師位於「I導向」、1位教師位於「II準備」、1位教師位於「III機械性使用」、6位教師位於「IVB精煉」、2位教師位於「V整合」，以及4位教師位於「VI創新」。值得一提的是，有兩

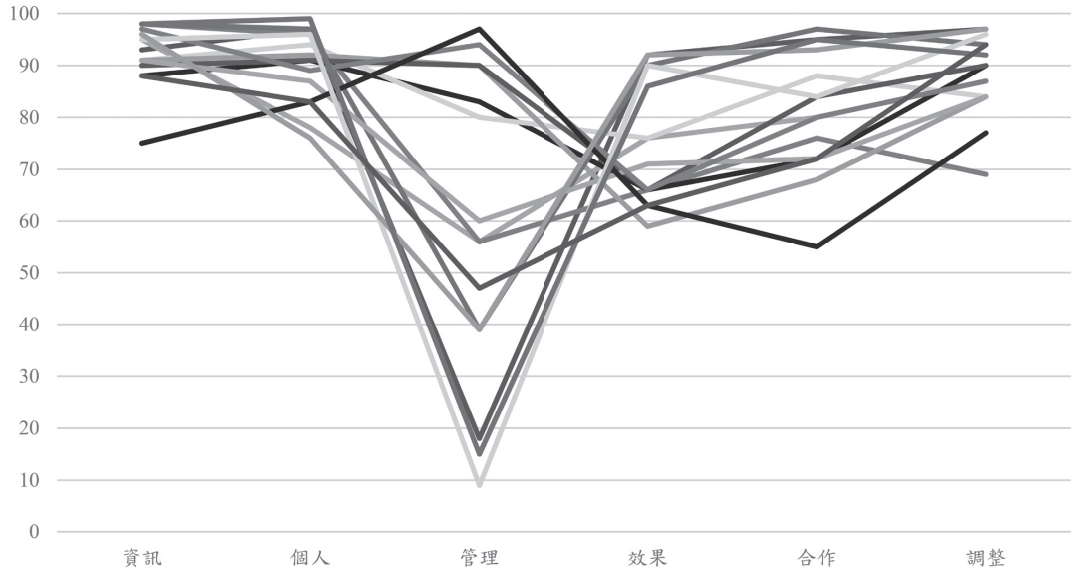


圖2：所有受訪教師關注階層剖面之疊圖

位教師正在擔任行政職(EN-1、ES-2)，扮演課程協調者的角色，目前未親自實施課程。EN-1雖然從未有實施課程的經驗，但他整合校內教師實施的相關教學案例，彙整成教案和教學模組，並推動校內四年級以能源為主題的課程，以及五六年級以SDGs為主軸的閱讀課程，扮演該校推動CCESD的倡議者角色。ES-2過去擔任健康科教師，授課方向涵蓋氣候變遷與糧食，會根據時事議題以及學生有興趣的生活化議題調整課程設計，引導學生意識到與氣候變遷有關的議題，同時結合校內推廣的膽識教育，讓學生發表看法。

最多受訪教師(6人)落於「IVB精煉」，這群教師關注課程對學生的效益，且會因應學生的表現及需求調整課程。有三位為普通高中地球科學教師(SS-3、SS-4、SS-6)，一位為專長音樂的國小導師(EN-4)，一位為國民中學公民教師(JN-2)，一位為國小主任(ES-2)。其次為「VI創新」，教師在這個使用層級會為了提升教學效益而大幅調整課程，或既有課程以外的替代方案，四位教師分別為國民小學教授自然課的主任(ES-1)、國民中學英文教師(JN-1)、國民中學國文教師(JN-3)，以及技術型高中生物教師(SS-5)。可以發現使用層級較成熟的教師並不限於數理科背景，或是某一教學階段，符合CCESD的跨領域特性。此研究發現與Siegner與Stapert (2020)之研究結果呼應，該研究於國中實施整合社會科與語言科的氣候變遷課程，除了提升學生氣候變遷素養外，也增進學生閱讀理解能力，顯示非數理背景教師也有能力將氣候變遷議題帶入課堂。

值得一提的是，早期氣候變遷相關知識已出現在地球科學課程，新課綱自然領域的學習內容，氣候變遷與永續發展在國高中地球科學教材中更占有特定的章節，因此，本研究中受訪的地球科學教師對CCESD顯得較熟悉，在實施課程時皆可按照學生情況調整課程內容，以期提升學生學習效益。

二、課程與教學動機

因受訪教師皆為積極主動關心CCESD議題的教師，本研究亦於研究問題三探索教師關心相關議題的動機來源，作為未來推廣CCESD之參考。分析結果將受訪教師的回應初步分類，其動機來自五個面向：政府、學校、組織、社群，以及個人。

政府之影響主要從政策面出發，包含教師因應108課綱改革，各校需要發展新課程，加上授課時數的調整之影響。學校層面的影響，通常來自學校爭取成為標竿學校(如：能源教育標竿學校)或與政府部門之間有合作計畫(如：環境部計畫、雙語學校)時，需要發展相關課程或活動，教師自然有機會接觸此類議題，同時校內因應政府推廣綠能的措施，建設智慧電網平臺、太陽能板等軟硬體設施，也使教師有更多現成資源可作為教學素材。

組織對動機的影響包含兩種，一種為校外協會，教師本身參與重視氣候變遷與永續發展相關議題的協會，其提供的培訓或完善的學習與教學資源可能影響教師，促使並協助教師投入此領域；另一種為舉辦各式競賽的大專院校或團體，教師帶領學生參與實作營隊或競賽，或是教師參與競賽(如：教案競賽)也可能是讓教師踏入CCESD的契機之一，讓教師有機會學習議題知識或進一步嘗試設計課程。社群同樣為重要的媒介之一，當校內同事或朋友不遺餘力推廣議題的重要性或課程，教師自然有可能受其影響開始關注議題。

最後，教師的個人經驗與興趣也有可能成為教師關注CCESD的重要因素，如本身熱

愛接觸自然，會主動關注生態相關資訊的教師，因生態議題與CCESD議題的重合性高，關心生態議題的同時會接觸到CCESD相關的資訊，進而延伸關注此領域。除此之外，也有教師主動參與相關研習或講座，為求自我增能。以下分別針對五個與發展CCESD課程，同時引起教師接觸CCESD動機的面向深入描述：

(一)政府面向：國家課程綱要變革

如要促成全國學校參與CCESD課程的推廣，國家課程綱要之修訂為不可或缺的樞紐，其中，108課綱更是近年來促使CCESD課程成功進入校園的關鍵。新課綱上路後，統一規劃的「部定課程」中高中社會與自然領域各自新加入一門探究與實作的課程。除部定課程之外，為鼓勵各級學校從學校本位出發，考量並運用學校之資源與特色，發展符合校內學生需求、凝聚學校教育願景的「校訂課程」，包含國中小學階段的彈性學習課程，以及高級中等學校的校訂必修課程、彈性學習時間，和專題、實作及探索課程之課程規劃，隨之而來的授課時數之調整同樣為吸引教師踏入CCESD的可能因素之一，以下將分別介紹實際案例。以探究與實作為課程實施的機會，SS-3認為CCESD有可能作為探究與實作教學現場之課程主軸，進而讓教師接觸相關議題；作為彈性課程的一部分，SS-2提到過去沒有規定彈性課程前，教師僅能用零碎時間如自習課或班會課時推廣，108課綱的部定彈性課程給予完整的授課時間，對推廣相關課程相當有幫助。然而，因應課綱調整導致的授課時數調整，也可能讓教師考慮透過彈性課程來補足授課時數。JN-2提到學校規模較大，教師數量較多，時數縮減導致人力過剩，促使教師考慮並加入實施CCESD為主題的彈性課程。因應課綱要求規劃彈性課程，數個學校都有實際案例。例如SS-4將水資源的主題融入探究實作課程中，讓學生瞭解世界水資源分布不均的問題：

> 我們其實也有結合比如說像喝水，喝瓶裝水，就是讓他盲測……然後他就去感受一下他喝起來怎麼樣，然後最後再知道價錢，然後再去看每個地方的水體來源等等……也讓同學結合奉茶APP，就讓同學用那個APP去找學校附近有哪幾個奉茶站，讓他們去之前想說好的奉茶站有哪些條件或者是標準，到現場就是拍照跟簡單的評比，大概兩節課以內可以來回，至少三個地點。

而SS-2發展綠色生活地圖的主題式課程，讓學生瞭解家中能源的使用情況：

> 就是讓學生畫家裡的平面圖，我是讓他們去選擇，一定要是家裡共同生活的空間，比如說客廳、廚房、浴室，這裡面有哪些的水跟電，比如說做得好的，我們就給他綠色貼紙，有待改進的，和家人討論，就是黃色貼紙，租的不能改的就紅色貼紙。

JN-1於108課綱申請彈性課程時，發展七至九年級的全英文校本課程，並帶領校內英文教師實施，協助他們理解CCESD議題；SS-5的學校也將SDGs納入校訂必修的主題，「我們那個單元的大主軸叫做世界觀，所以我們的世界觀裡面就包含了SDGs，然後包含了氣候變遷。」而她帶領的生態相關社團目的是讓學生理解人與自然環境以及人與生物之間的關係。

EN-4指導的社團課，是透過Gather Town設計生態島，帶領國小高年級學生建立島嶼，探索氣候變遷的情況下人類的選擇與島嶼未來發展的情況：「我們的社團現在就分成三個組，我們每個禮拜會去計算說你的設施、收入，然後還有你的支出，那因為我們現在到了，就是開始面對氣候變遷的時候，所以我們每個禮拜都要抽一個就是天災。」

如前所述，普通學校因課綱改革納入相關議題，而課程規劃上較為彈性的實驗學校，同樣也有相似的安排，EN-2為實驗中學的公民教師，分享其任職學校包含彈性課程與家族課程，兩類課程內容皆包含氣候變遷與永續發展，促使她接觸相關議題。

(二)學校面向：學校特色或計畫引領

學校訂定的目標方向，是由上而下促使全校師生參與CCESD的關鍵。EN-1提供經典的案例，學校爭取國民中小學推動能源教育標竿學校以及臺灣永續能源研究基金會舉辦《臺灣永續教育獎》，校內設置相關設施(如設置太陽能板、地下室蓄水池用於廁所沖水使用)，同時帶動教師發展相關課程。此外，學校參與政府推廣的小田園計畫，讓師生從實作中體會務農的辛勞，珍惜食物。

除此之外，學校提供資訊，鼓勵教師帶領學生參加營隊或競賽，也可能是教師深入探索議題的契機。如SS-1、SS-4、SS-6皆在訪談中提到有帶領學生參與以CCESD為主題的競賽，三位高中自然科學領域老師中有二位是地科老師，只有SS-1不是，她提到帶領學生參與競賽的過程中自己也需要進一步搜集更多資訊以學習相關知識。

(三)組織面向：外部資源或競賽機會

教師若參與重視氣候變遷與永續發展議題的民間組織或協會，甚至接受培訓，便會有較多接觸議題的機會以及教學資源。JN-1提到她曾參加美國某基金會舉辦的一系列教師專業成長課程，主題多與環境有關，從環境面切入社會活動，因而開始接觸相關議題，後續以從中獲得的資源與所學為基礎，成功發展校本課程。SS-2因為本身對生態有興趣，參與生態相關民間團體的推廣講師培訓，過程中接觸議題相關的資訊，以及如何設計相關課程，後續將培訓所學帶入校內，成功發展為彈性課程。

由政府單位、大學系所、環保團體和企業單位舉辦之學校競賽、教案比賽與學生營隊，也成為教師參與CCESD並深入瞭解議題的重要契機。SS-1、JN-1、EN-2、JN-2、EN-4、SS-5，以及JN-3皆提到有參加協會或大專院校舉辦的教案競賽的經驗，也因此更深入探索議題及CCESD課程之設計。

(四)社群面向：同事或朋友推廣

若教師的同事或朋友非常重視CCESD相關議題，經常與同事分享資訊，教師極有可能被影響，進而加入關心議題的行列；而教師若有參與推動議題的協會或組織，能從中獲得資訊與資源的同時，也會開始關注相關議題，以下分別介紹相關案例。

JN-2提到同事積極推廣氣候變遷與永續教育主題的彈性課程，自編教案與教材供同校教師使用，讓她意識到議題的重要性，並開始收集相關資訊，將其融入課程；SS-1由於朋友關注相關議題，找她一同參與氣候變遷提案活動而開始進一步關注與認識議題。

(五)個人面向：內在動機

教師受個人經驗影響，對CCESD抱持高度興趣，持有強烈的內在動機也是教師將新興議題帶入校園的重要關鍵。此類型的教師

可能願意主動擔任新興課程的發起人，同時會因個人興趣主動關注議題資訊，即時掌握相關時事並調整課程。

SS-5熱愛生態與兩棲類動物保育，在關注生態議題的過程中，連同吸收CCESD相關資訊，認同該議題的重要性。她同時熱愛桌遊，發展以桌遊為教材的CCESD課程；JN-1提到她目前是校內對議題最有興趣的教師，除了主動尋找一同參加教案競賽的夥伴外，也自編校內的彈性課程，帶領教師們一同實施；前述同樣提到SS-2對生態有興趣而加入協會，這些案例顯示興趣為促使教師參與的重要因素之一，也呼應McNeal等(2017)的研究，對環境或生態抱持興趣的教師，更能認同氣候變遷教育的重要性，並懷抱氣候變遷教育可以改變未來的使命感。

三、評估學生學習成效

已熟悉實施課程的教師，通常下一步為觀察並評估課程對學生的效果，而後根據學生的情況調整課程，盼提升課程帶給學生的助益。為回答研究問題四，本研究整理受訪教師評估課程提升學生學習的方式，最直接的方式是評量學生的學習成果，以下分別闡述教師設計評量時關注的面向、評量學生著重的面向，以及主要評量方式。

(一)設計關注面向

受訪教師設計評量關注的面向為：生活化、可操作性，以及學生動機。因氣候變遷非主要考科，加上其與人們生活息息相關之特性，教師希望能採用貼近生活的評量方式，讓學生學習相關內容後，直接在日常生活中實踐，同時藉此引起學生參與的興趣。SS-1、SS-2、SS-4、ES-1、ES-2皆有明確提到生活化的考量，其中ES-1設計省錢提案的評量，有的學生自主管理電器開關，並計算家中用電量，也有學生關心家人開車汽油的月消耗量，計算月排碳量。可操作性指的是操作難易度對教師或學生是否過高，多數氣候變遷的課程安排在選修或彈性課程，教師或學生可運用的時間並不如正課一般充裕。JN-1會考慮評量的難易度對學生是否太高，按照學生的產出調整難度；SS-5則覺得她不想挑戰學生不喜歡的事情，她偏好選擇操作難度不高，且學生和老師都喜歡的方式；SS-2則提到他一次教十個班，沒有辦法做太精細的評量，主要發放學習單，宣導、鼓勵學生完成。

(二)評量著重面向

評量學生著重的面向包含表達力、決策力，以及學科知識。ES-1、ES-2、EN-2、EN-3、JN-1、SS-2的評量包含口頭發表的方式，其中有教師明確點出希望學生能提出、表達自己的想法，如JN-1讓學生提出想法並實踐，ES-2則希望學生敢發表會講。而EN-4自行建立名為生態島的數位學習環境，讓學生分組，共同經營島嶼。學生每星期都需要規劃島嶼的經濟建設以及因應氣候變遷的措施，隨著氣候變遷影響加劇，學生建立的島嶼會受到各式天災影響，除了維持各組國家的經濟發展外，還需要各組彼此協調，投資並推動更完善的方案以減緩或調適氣候變遷帶來的影響。期末時學生需要回答最好以及壞的情境為何，並預測在他們的規劃下，島嶼最終的走向。課程中學生從中體驗到氣候變遷對島嶼發展的直接影響，以及他們的決策如何影響島嶼的未來。該設計評估學生決策以及預測決策產生的後果的能力。最後為學科知識，受訪教師中SS-3及SS-6提到透過測驗評估學生的學科知識，主要原因為氣候變遷是地球科學課程中的一個單元。

(三)主要評量方式

採用的評量方式主要可分成：報告、學習單，以及紙筆測驗。

報告準備的時間較長，分為專案、書面及口頭報告，JN-1提到她通常採用行動專案的成果來評估學生的學習成效：「我們每個行動都有個規準，就是說學生要達到什麼目標。最後有個發表會，基本上一學期有兩次，期中和期末。」她讓學生從實作中練習擬定解決問題的方案，並發表成果：

> 像去年就有學生提到合作社減塑的問題。關東煮塑膠袋一堆，會討論帶容器折扣之類的。也有學生提中庭應該讓它變成學生會更想去的地方，所以他們就自己畫了圖……弄一個像溫室的東西，用一個穹頂，種各式各樣的東西，有躺椅，學生可以在裡面。當然真的要做不容易，至少他們願意去想，為學校想說要怎麼改。

EN-3則分享國小一年級的學生自主學習發表的案例：

> 他自主學習發表的時候就有說他去淨灘，撿了一整天的垃圾很累，之類的，比較直觀的感受，可是他就說那垃圾是誰丟的？帶小朋友討論說那垃圾到底從哪裡來？有時候並不是我們丟的，海洋垃圾可能也會飄上來什麼的，然後他們，小朋友一年級也就討論得蠻開心的。他們就去想說為什麼會這樣。

ES-1則是讓學生口頭發表向家長提出省錢方案，同時納入同儕互評的機制。

此外，紙筆測驗通常是教師用於測驗學生對學科的理解程度。SS-3及SS-6為地球科學教師，使用紙筆測驗檢測學生氣候變遷與永續發展單元的學科知識。而JN-2是公民老師，會將相關主題融入考題中：「例如從碳稅這件事情去談選擇，去看他瞭不瞭解這個機會成本的概念。雖然本質上是檢驗學科概念，但讓學生從文本中理解議題。」

學習單是最多教師用以評量學生成效的方式，完成所費時間較短，可以作為回家作業，或是課堂上的活動之一。SS-1、SS-2、SS-4、SS-5、EN-4皆有使用學習單作為評估成效的經驗。除此之外，也有教師透過學生的課堂表現評估課程對學生的效益，如EN-4從學生平時的參與、互動，以及期末對好壞情境的理解與島嶼走向的預測，來評估課程對學生的影響。而SS-5提到：「其實上課當下的反應會是最立即的，就是學生是樂在其中的眼神，跟那種我只是來上課你趕快講完我在等下課的那種眼神是不一樣的。」

四、教師專業成長資源需求

研究問題五探討教師期望大學端可在專業成長資源上提供何種協助，分析結果發現，教師提出之需求主要圍繞在提升專業知能與獲取教學資源。

(一)提升專業知能

提升專業知能又分為知識和能力的提升(4位教師提及)，其中知識可分為氣候變遷以及永續發展的學科背景知識，例如：SS-1希望可以獲得氣候變遷最新的資訊，以及氣候變遷的背景知識，「我覺得我專業知識背景還不夠多，就像課本，課本很清楚告訴我這個東西，比較能知道這是什麼，因為有這些背景比較好做課程的發想。」她認為教師理解相關背景後能更知道如何設計課程。另一方面，JN-2及JN-3提到需要補充氣候變遷的

科學知識，這有助於她們在課堂中向學生解釋氣候變遷是什麼，以及氣候變遷為何會發生。除此之外，JN-2也提及要讓教師們理解CCESD課程內容與時俱進，內容會變動是常態。這三位教師皆非地球科學教師，指出理解氣候變遷背後的科學原理有助於設計或實施CCESD課程；而身為地球科學教師的SS-6則希望獲得更多永續發展相關的議題知識，如永續發展有哪些措施。能力的部分，SS-6認為提升非數理學科背景教師的圖表識讀能力很重要，可避免教學時對科學數據圖表有錯誤的解讀。

而提升專業知能的管道，Puttick與Talks(2022)指出，PD是教師獲取氣候變遷資訊的主要來源之一，也回應Li等(2021)所強調的，PD在教師獲得議題知識及培養授課能力以有效實施氣候變遷教學中扮演重要的角色。在本研究中，EN-2、JN-3、SS-2、SS-3、SS-5共五位教師提到提供研習機會對教師有所幫助，實體研習及線上研習都有被提及。其中JN-3明確指出透過增能研習能夠協助教師理解議題，並提供設計教材的材料：

> 增能我覺得是需要氣候變遷相關的背景知識和內涵。背景知識不足老師就不太會碰這塊……增能研習很重要，因為如果圖表看不懂就不會拿來出題，她就會有一種類似我不太懂我就不去碰這個反正還有其他議題可以選……老師會講解，研習的時候她有和我們說那個圖表是怎麼做的，有一些是英文原文她會告訴我們這個英文是什麼意思，那我們是不是在製作圖表的時候就知道那個怎麼翻。

EN-3則覺得研習中提供個案分享很有幫助：「以我一直在研習的狀況，我覺得個案分享會是最好的，就是老師們他已經有案例了，那種是最快最直接的……就是他可能分享他怎麼做，然後有一個大的架構。」以上的發現與Drewes等(2018)之研究結果相呼應，教師參與PD後將新的氣候變遷知識與現有的地球歷史課程連結，顯示增能研習對於協助教師理解並將議題融入課程有所助益。

(二)獲取教學資源

對教學資源的需求主要可分為兩類，一類可作為設計課程之參考(三位教師提及)，如教案、教學指引，以及教學範例，另一類則可作為教學中實際運用的素材(八位教師提及)。設計課程參考方面，SS-1提到提供氣候變遷教師手冊，內容包含氣候變遷的資訊、教案範例對教師有所幫助，「教師手冊，那個我覺得算已經還不錯了，它裡面就是有些教案，也有氣候變遷資訊，如果有再多一點……教案其實大部分都有，我會參考裡面的東西，那個是有幫助的。」，而EN-3則覺得：「因為對於老師來講，每次都要重新研究一個新的教案或是寫一個教案其實蠻花時間，但是如果有其他學校的成功案例，我們就可以把還不錯可以用在學校的地方抓起來用。」SS-1和EN-1則提到教學指引對現場教師有所助益，其中EN-1提到：「有一些教材可以去做參考，或是有一些指引的部分，對老師來講很實際。」

而教學時可運用的素材，SS-1提到需要課本及教材，SS-3提到需要IPCC的數據、SS-4提到需要國外教學題材的翻譯以及衛星影像圖：「以我來講其實我蠻好奇國際上怎麼上這些課程……想說可以參考。」以及「有一些不同方面的結合，比如說像砍樹好了，比如說森林一次少掉多少塊多少塊，那個可能衛星影像看得出來。」、JN-3提到希望有氣候變遷圖表、EN-1、EN-4、SS-5提

到提供教師現成的教具包並附上使用說明，對教師教學運用具有實質幫助。SS-5希望有資料庫蒐集教師的教案和教學範例；ES-2希望可以提供教師氣候變遷資訊、文本的資料庫，並附上操作說明。

教師對於提升專業知能以及教學資源的需求，兩者皆呼應教師們在關注階層剖面圖(圖2)中資訊和個人偏高的現象，意指教師需要更多CCESD相關資訊，同時期盼透過外部資源提升自我能力。時間也是一個迫切需要處理的議題，EN-3點出對教師來說研究或撰寫教案是費時的，而從教師對研習需求可能反映出教師希望在密集的研習安排中，短時間內自我提升，免去額外蒐集資訊、思考消化所花費的時間。而對現成教具的需求則可能反映出教師期盼有可以即時投入現場的資源。

伍、結論與建議

本研究採用SoC探索教師對於實施CCESD課程的看法、感受，接著使用LoU辨別教師實施課程的現況，並進一步分析教師推廣CCESD的動機，及其評估課程成效之方式。研究發現教師們主要關心實施課程對自身帶來的影響，也關心CCESD相關資訊的獲取。以目前學校課程架構，將CCESD融入各科教學中，對許多教師而言屬於新的嘗試，且課程的發展以及教師與同儕和學校組織之間的協調仍處於進行式，因此教師關注階層多數著重於實施課程對個人層面帶來的影響。此外，CCESD為跨領域的新興議題，且相關研究與因應措施不斷更迭，教師可能因此需要獲取資訊、提升專業知能，或是考慮自身能力是否足以因應課程的實施，使得大多數教師的關注階層落在「自我」層面(資訊5人；個人7人)。課程實施的情況，最多教師的使用層級位於「IVB精煉」，這群教師受訪時強調其實施CCESD相關教學時，會按照學生的回饋或反應來調整教學內容與教學策略，而位於「VI創新」的教師數量位居第二，這些教師為求課程對學生產生更深遠的影響，會考慮大幅調整課程。依據Hall等(2006)分析架構，使用層級位於IVB的教師會關注學生的需求與學習成效，並調整教學材料或評量模式，以更符合學生需求並提升其學習成效。

如前所述，本次受訪教師為積極主動參與CCESD相關研習或競賽的教師，因此本研究同時探索哪些因素有引起教師關心CCESD動機之可能性。分類教師回應後，發現這些動機可能來自五個面向：政府、學校、組織、社群，以及個人。可以觀察到教育政策制定後，能由上而下帶動學校、組織，進而引發教師參與CCESD動機的潛力，換句話說，從上位者到實施者，在CCESD的推動中皆扮演重要的角色。

教師受訪時提及的CCESD課程實施時機，最多為彈性或校本課程，其次是在原授課科目中以情境的方式融入測驗，如JN-2以氣候變遷情境題的方式評量學生對機會成本的概念。而實施課程採用的教學策略也相當多元，例如，JN-1採用行動專案，因其認為實作類的課程較能引起學生的興趣，且富有成效；SS-2的綠色生活地圖帶領學生認識居住社區的綠能，經由調查數據的計算以瞭解自家能源使用的情況；ES-1讓學生擬定節能方案後與家長分享。上述教學案例讓學生在認識議題相關知識的同時，也培養其行動能力。評量的方式則可分為三類：報告、學習單，以及紙筆測驗，有教師提及CCESD的評量並非如傳統學科那般單純使用有固定解答的評量方式，強調學生在因應此議題所需要具備之能力的多元性。而這

些多樣化的CCESD課程實施及評量方式，也反映出議題的性質。氣候行動為永續發展目標之一，因此氣候變遷教育本身應該要是行動導向的。Drewes等(2018)認為氣候變遷教學不僅強調氣候變遷知識，應轉變成行動導向的教學，提供學生因應方案、工具，以及實踐的機會。另一方面，Trott (2024)深入訪談推動氣候正義的美國青年，這群年輕人強調需要以氣候正義為驅動力，實踐行動導向的氣候變遷教育。從研究結果中可以得知，氣候變遷教育需要多樣化的教學與評量方式，以評估因應氣候變遷所需之能力，而以行動為導向的教育，將有助於學生對議題的關注並提升理解，然而學生學習的效果尚待後續研究追蹤。

本次調查顯示，教師對專業成長資源的需求包含研習、CCESD專業知能、教案與教學範例，以及教學材料，如Li等(2021)所述，教師專業成長方案對提升教師的氣候變遷教育知能有所助益，而實際的教學範例與教學材料則可大幅減少教師備課所需時間，充足的教學資源對CCESD的推廣有益，也回應王金國(2012)所呼籲之未提供足夠、完善的教學資源不利於課程與教學的發展。

雖然本研究在揭開教育現場推動CCESD的現況上有所貢獻，但仍存在一些研究限制。首先，研究對象皆為積極關注CCESD的教師，因此本研究結果不宜過度推論至一般教師群體。其次，本研究的樣本數有限，尤其是性別比例不均，較無法取得男性教師受訪對象，因此本研究結果不宜過度推論至不同背景變項的教師。未來研究可進一步提高樣本量，均衡背景變項比例的同時，也不僅限於調查積極關注CCESD的教師。除了以量化研究的觀點探討教師的關注使用層級之外，也可朝向質性研究深入分析教師實施CCESD的課程內容組成與學生學習成效的關係，即運用CBAM的創新配置(IC)進一步研究個案教師的課程與教學實踐。

借鏡訪談教師的參與動機和教學經驗，基於受訪教師所述，政府單位舉辦之活動，如競賽、研習等是教師參與並投入CCESD的動機來源，本研究建議政府可持續辦理相關競賽。而在政策層面，政府制定學校層級發展CCESD之相關政策，或是提供計畫支持，可以起到由上而下推廣CCESD之效果，帶動各級學校發展相關建設，或是發展以CCESD為主軸之校本課程，如案例中的學校為爭取成為能源教育標竿學校或是執行與政府合作之計畫，積極提高校內永續設施的比例，提供教師現成的教學資源，同時也鼓勵教師實施相關課程。此外，增加教師研習主題中CCESD議題之比例，並提供資源支持教師實施課程，也可回應教師對專業成長資源之需求，並發展不同類型的專業成長方案並提供合適的範例與教材。大學端專業團隊亦可扮演促進者的角色(李弘善、劉湘瑤，2019)，協助教師建立跨科合作推動CCESD課程與教學的社群，以期提升教師關注階層達影響力的類型(如階層5合作)。CCESD課程設計可結合實作與數位學習，提供學生反思並實際行動的機會。

誌謝

本研究為國家科學及技術委員會(前科技部)補助專題研究計畫(計畫編號：MOST 111-2410-H-003-010-MY3)之部分研究成果，於此特申謝忱。

參考文獻

王金國(2012)。新興課程議題與教育方案的省思與建議。**臺灣教育評論月刊**，**1**(3)，52-53。https://doi.org/10.6791/TER.201211.0052

[Wang, C.-K. (2012). Xinxing kecheng yiti yu jiaoyu fangan de xingsi yu jianyi. *Taiwan Educational Review Monthly, 1*(3), 52-53. https://doi.org/10.6791/TER.201211.0052]

李弘善、劉湘瑤(2019)。以關注本位採用模式詮釋教師實施海洋教育之個案研究。**師資培育與教師專業發展期刊**，**12**(2)，29-62。https://doi.org/10.3966/207136492019081202002

[Li, H.-S., & Liu, S.-Y. (2019). Using concerns-based adoption model (CBAM) to interpret how teachers implement marine education: A case study. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, *12*(2), 29-62. https://doi.org/10.3966/207136492019081202002]

李弘善、劉湘瑤、陳麗淑、葉庭光、葉佳承(2017)。教師參與海洋環境教育專業發展方案的投入程度：關注階層架構之運用。**教育科學研究期刊**，**62**(3)，95-124。https//doi.org/10.6209/JORIES.2017.62(3).04

[Li, H.-S., Liu, S.-Y., Chen, L.-S., Yeh, T.-K., & Yeh, C.-C. (2017). Teacher engagement in professional development for marine environmental education implied by the stages of concern framework. *Journal of Research in Education Sciences*, *62*(3), 95-124. https://doi.org/10.6209/JORIES.2017.62(3).04]

宋曜廷、黃信樽、陳學志(2012)。能源與氣候變遷概念之內容分析——以自然與生活科技領域為例。**教科書研究**，**5**(2)，1-30。https://doi.org/10.6481/JTR.201208.0001

[Sung, Y.-T., Huang, H.-T., & Chen, H.-C. (2012). Content analysis of energy and climate change concepts in elementary and middle school science textbooks. *Journal of Textbook Research*, *5*(2), 1-30. https://doi.org/10.6481/JTR.201208.0001]

高翠霞、高慧芬、楊嵐智(2018)。十二年國教議題課程的挑戰——以環境教育為例。**臺灣教育評論月刊**，**7**(10)，68-75。

[Kao, T.-S., Kao, H.-F., & Yang, L.-C. (2018). Shiernian guojiao yiti kecheng de tiaozhan— Yi huanjing jiaoyu wei li. *Taiwan Educational Review Monthly*, *7*(10), 68-75.]

曾鈺琪(2020)。高中教師氣候變遷教學經驗及合理性覺知對教學興趣之影響：兼論自我效能之中介效果。**環境教育研究**，**16**(2)，47-82。https://doi.org/10.6555/JEER.16.2.047

[Tseng, Y.-C. (2020). Influence of teaching experiences and perception of plausibility on senior-high-school teachers' teaching interest in climate change and the confirmation of mediation effect of self-efficacy. *Journal of Environmental Education Research*, *16*(2), 47-82. https://doi.org/10.6555/JEER.16.2.047]

劉欣宜(2019)。議題融入教學實踐之案例探究與啟思。**臺灣教育**，**717**，65-71。

[Liu, H.-Y. (2019). Yiti rongru jiaoxue shijian zhi anli tanjiu yu qisi. *Taiwan Education Review*, *717*, 65-71.]

Ahmed, K. J., Chowdhury, M. T. A., Ahmed, M. N. Q., & Haq, S. M. A. (2021). Understanding climate change perception of teachers and students: An overview. In G. M. M. Alam, M. O. Erdiaw-Kwasie, G. J. Nagy, & W. Leal Filho (Eds.), *Climate vulnerability and resilience in the global south* (pp. 395-408). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77259-8_20

Al-Furaih, S. A. A., & Al-Awidi, H. M. (2020). Teachers' change readiness for the adoption of smartphone technology: Personal concerns and technological competency. *Technology, Knowledge and Learning*, *25*(2), 409-432. https://doi.org/10.1007/s10758-018-9396-6

Apollo, A., & Mbah, M. F. (2021). Challenges and opportunities for climate change education (CCE) in East Africa: A critical review. *Climate*, *9*(6), Article 93. https://doi.org/10.3390/cli9060093

Becker, G. (2018). Climate change education for sustainable development in urban educational landscapes and learning cities. Experiences perspectives from Osnabrück. In U. M. Azeiteiro, M. Akerman, W. Leal Filho, A. F. F. Setti, & L. L. Brandli (Eds.), *Lifelong learning and education in healthy and sustainable cities*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69474-0_26

Chen, R. J.-C., Lin, H.-C., Hsueh, Y.-L., & Hsieh, C.-C. (2020). Which is more influential on teaching practice, classroom management efficacy or instruction efficacy? Evidence from TALIS 2018. *Asia Pacific Education Review*, *21*(4), 589-599. https://doi.org/10.1007/s12564-020-09656-8

Chen, W.-R. (2023). Gifted education teachers' concerns about competency-based instruction. *Gifted Education International*, *39*(3), 443-458. https://doi.org/10.1177/02614294221141990

Drewes, A., Henderson, J., & Mouza, C. (2018). Professional development design considerations in climate change education: Teacher enactment and student learning. *International Journal of Science Education*, *40*(1), 67-89. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1397798

Ennes, M., Lawson, D. F., Stevenson, K. T., Peterson, M. N., & Jones, M. G. (2021). It's about time: Perceived barriers to in-service teacher climate change professional development. *Environmental Education Research*, *27*(5), 762-778. https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1909708

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (Revised ed.). The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/5657.001.0001

Eze, E., Nwagu, E. K. N., & Onuoha, J. C. (2022). Nigerian teachers' self-reported climate science literacy and expressed training needs on climate change concepts: Prospects of job-embedded situative professional development. *Science Education*, *106*(6), 1535-1567. https://doi.org/10.1002/sce.21743

George, A. A., Hall, G. E., & Stiegelbauer, S. M. (2006). *Measuring implementation in schools: The stages of concern questionnaire* (3rd ed.). Southwest Educational Development Laboratory.

Hall, G. E. (2013). Evaluating change processes. *Journal of Educational Administration*, *51*(3), 264-289. https://doi.org/10.1108/09578231311311474

Hall, G. E., Dirksen, D. J., & George, A. A. (2006). *Measuring implementation in schools: Levels of use*. Southwest Educational Development Laboratory.

Hall, G. E., Wallace, R. C., Jr., & Dossett, W. A. (1973). *A developmental conceptualization of the adoption process within educational institutions*. https://reurl.cc/QYn5WZ

He, Y. Z., & Yusop, F. D. (2020). The dataset for the stages of concerns of public-school teachers towards the use of e-learning platform: Malaysian context. *Data Brief*, *29*, Article 105230. https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105230

Herman, B. C., Feldman, A., & Vernaza-Hernandez, V. (2017). Florida and Puerto Rico secondary science teachers' knowledge and teaching of climate change science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(3), 451-471. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9706-6

Hestness, E., McDonald, R. C., Breslyn, W., McGinnis, J. R., & Mouza, C. (2014). Science teacher professional development in climate change education informed by the next generation science standards. *Journal of Geoscience Education*, *62*(3), 319-329. https://doi.org/10.5408/13-049.1

Holthuis, N., Lotan, R., Saltzman, J., Mastrandrea, M., & Wild, A. (2014). Supporting and understanding students' epistemological discourse about climate change. *Journal of Geoscience Education*, *62*(3), 374-387. https://doi.org/10.5408/13-036.1

Hübner, N., Savage, C., Gräsel, C., & Wacker, A. (2021). Who buys into curricular reforms and why? Investigating predictors of reform ratings from teachers in Germany. *Journal of Curriculum Studies*, *53*(6), 802-820. https://doi.org/10.1080/00220272.2020.1870714

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press. https://doi.org/ 10.1017/9781009157940.

Kunkle, K. A., & Monroe, M. C. (2019). Cultural cognition and climate change education in the U.S.: Why consensus is not enough. *Environmental Education Research*, *25*(5), 633-655. https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1465893

Lau, W. W. F., & Jong, M. S. Y. (2023). Typology of teachers' stages of concern for STEM education. *Research in Science & Technological Education*, *41*(4), 1560-1578. https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2064447

Li, C. J., Monroe, M. C., Oxarart, A., & Ritchie, T. (2021). Building teachers' self-efficacy in teaching about climate change through educative curriculum and professional development.

Applied Environmental Education & Communication, *20*(1), 34-48. https://doi.org/10.1080/1533015x.2019.1617806

Makwinya, N. M., McKinnon, D. H., & Lummis, G. W. (2022). Depicting science teachers' concerns regarding the Tanzanian inquiry-based science curriculum. *International Journal of Science Education*, *44*(12), 1978-1993. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2107724

Mavuso, M. P., Olawumi, K. B., Khalo, X., Kafu-Quvane, B., & Mzilikazi, B. (2022). Implementation of teacher capacitation programs to integrate climate change education: The case study of geography teaching in South African secondary schools. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *21*(11), 73-86. https://doi.org/10.26803/ijlter.21.11.5

McNeal, P., Petcovic, H., & Reeves, P. (2017). What is motivating middle-school science teachers to teach climate change? *International Journal of Science Education*, *39*(8), 1069-1088. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1315466

Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, *25*(6), 791-812. https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842

Oversby, J. (2015). Teachers' learning about climate change education. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, *167*, 23-27. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.637

Plutzer, E., McCaffrey, M., Hannah, A. L., Rosenau, J., Berbeco, M., & Reid, A. H. (2016). Climate confusion among U.S. teachers. *Science*, *351*(6274), 664-665. https://doi.org/10.1126/science.aab3907

Puttick, S., & Talks, I. (2022). Teachers' sources of information about climate change: A scoping review. *The Curriculum Journal*, *33*(3), 378-395. https://doi.org/10.1002/curj.136

Siegner, A., & Stapert, N. (2020). Climate change education in the humanities classroom: A case study of the Lowell school curriculum pilot. *Environmental Education Research*, *26*(4), 511-531. https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1607258

Trott, C. D. (2024). Envisioning action-oriented and justice-driven climate change education: Insights from youth climate justice activists. *Children & Society*, *38*(5), 1802-1823. https://doi.org/10.1111/chso.12846

Yli-Panula, E., Jeronen, E., & Mäki, S. (2022). School culture promoting sustainability in student teachers' views. *Sustainability*, *14*(12), Article 7440. https://doi.org/10.3390/su14127440

科學教育學刊
2024, 第三十二卷第四期, 463-488
DOI:10.6173/CJSE.202412_32(4).0005

Contemporary Journal of Science Education
2024, 32(4), 463-488

Teachers' Stages of Concern and Levels of Use of Climate Change Education for Sustainable Development Curriculum

Alice R. P. Li[1], Yi-Jia Chen[1], Shiang-Yao Liu[1,*] and Shin-Cheng Yeh[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University
[2]Graduate Institute of Sustainability Management and Environmental Education, National Taiwan Normal University

Abstract

This study, based on the Concern-Based Adoption Model (CBAM), utilizes the Stages of Concern (SoC) to explore teachers' perceptions of implementing the Climate Change Education for Sustainable Development (CCESD) curriculum and employs the Levels of Use (LoU) to identify their implementation practices. Semi-structured interviews were conducted to examine teachers' motivations for promoting CCESD, methods of evaluating curriculum effectiveness, and professional development needs. The findings indicate that teachers primarily focus on the impact of curriculum implementation on themselves and seek information related to CCESD, with most teachers' stages of concern situated at the "Self" level. Regarding curriculum implementation, most teachers were at the "IVB Refinement" level, followed by those at the "VI Renewal" level. Teachers' motivations for promoting CCESD stem from five dimensions: government, school, organization, community, and individual factors. Teachers identified various opportunities for implementing such an innovative curriculum, with the most common being through flexible or school-based programs, followed by embedding relevant scenarios into existing subject matters and tests. Assessment methods were categorized into three types: reports, worksheets, and traditional paper-and-pencil tests. Concerning professional development demands, teachers most often mentioned the need for teaching materials, lesson plans, and teaching examples, followed by the desire to improve their background knowledge and curriculum design capabilities through workshops or training programs. The research results provide suggestions for designing professional development programs to support teachers in implementing such emerging curricula.

Key words: Sustainable Development, Climate Change Education, Teacher Professional Development, Concern-Based Adoption Model (CBAM)

* Corresponding author: Shiang-Yao Liu, liusy@ntnu.edu.tw; ORCID: 0000-0002-9763-0281
Received: 2024/6/28, Revised: 2024/11/10, Accepted: 2024/11/11, Available Online: 2025/2/27