

以希望感為核心之高中氣候變遷課程評量研究

梁格寧 曾鈺琪*

國立臺中教育大學 科學教育與應用學系

摘要

隨著氣候變遷成為全球環境挑戰，氣候行動不但成為聯合國教科文組織在2017年提出的全球17項永續發展目標的重要學習內容之一，亦為目前臺灣環境教育議題中的重要學習主題。但氣候變遷是個以全球為尺度、跨領域、充滿複雜性和不確定性的環境議題，容易讓青少年在學習時感到絕望而不利採取氣候行動。因此如何設計1套能有效提升希望感、又能促進氣候素養和環境行為的課程，是本研究的主要目標。本文運用Snyder的希望感理論設計1套以氣候行動為主題的高中多元選修課程，採用Li與Monroe的氣候變遷希望感量表評量課程成效，以便利抽樣邀請臺北市一所公立高中合作教學，並以不等控制組之準實驗設計進行資料收集，共有實驗組40名及控制組61名學生參與研究，最後以二因子變異數分析課程效果。研究結果發現一學期共3個模組的課程能顯著提升實驗組學生的氣候變遷希望感、技能與行為。本研究雖未能增加氣候變遷知識，但課程介入能減緩實驗組學生的知識退步程度。此外，本研究也發現初次用於臺灣女性高中生群體的氣候變遷希望感量表具有良好的信效度。依據前述結果，本研究亦提出未來的研究和教學建議。

關鍵詞：二因子混合設計變異數分析、希望感、氣候變遷

壹、緒論

氣候變遷是當代面臨最嚴重的環境問題之一(Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2013)。近年來，國際組織依據科學證據持續提醒各國政府關注並及早因應氣候變遷帶來的各項衝擊，如跨政府氣候變遷小組(IPCC, 2007)針對全球均溫不斷上升與極端天氣事件頻率和強度增加提出警告。由於氣候變遷的主因來自於人類製造過多溫室氣體，因此許多學者和國際組織

認為教育是讓人們意識氣候變遷嚴重性及提升氣候素養的重要方式，例如聯合國教科文組織(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO])強調應從國家層級將氣候變遷納入正規和非正規教育系統。UNESCO (2017)接著提出*Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*，直接將氣候變遷列為重要的永續發展目標之一，並提出氣候行動(climate action)的三大學習目標。有鑑於氣候變遷的嚴重性，許多國家紛紛調整國內的全國課程

*通訊作者：曾鈺琪，yctseng1201@mail.ntcu.edu.tw

(投稿日期：民國108年12月6日，修訂日期：民國109年3月23日，接受日期：民國109年3月24日)

架構或標準，並將氣候變遷列為學習重點，例如美國在2013年來將氣候變遷納入全國性的「下個世代科學標準」(United States' Next Generation Science Standards [NGSS], 2013)。

而根據2011年公布的《臺灣氣候變遷科學報告2011》(許晃雄等, 2011)，臺灣過去的海平面上升速度、每10年氣溫增加度數，以及臺灣溫室氣體排放量等指標都高於世界平均值，統計資料也顯示臺灣的氣候與水文類災害次數、特性與嚴重程度都在增加，屬於世界銀行所列的高災害風險區。因此氣候變遷已是臺灣無法迴避的重大環境議題。為了提升全民應對氣候變遷的能力，行政院國家發展委員會(2012)核定「國家氣候變遷調適政策綱領」，將教育宣導列為重要的工作項目(議題二)，並提出「我國氣候變遷調適全民教育計畫」。2015年進一步提出「學校防減災及氣候變遷調適教育精進計畫」，強調氣候變遷調適人才的培訓與教育宣導。

然而，誠如國外學者Pruneau等(2001)的研究所指出的，氣候變遷是個跨領域、充滿複雜及不確定性的議題，因此學校教師在教授氣候變遷議題時經常會面臨以下幾個困境，包括：一、氣候變遷是長時間、大尺度的抽象概念，且全球性的自然現象難以在當地被觀察到，使學生不易理解現象且容易產生迷思概念；二、科學家及專家學者的多元觀點與氣候變遷本身的不確定性，會讓學生產生懷疑而破壞學習意願；三、年紀較輕的學習者會受限於目前的學習能力和機會；四、氣候變遷牽涉許多的環境系統，因此變得非常複雜和難以理解；五、現在人與自然環境接觸的頻率減少而降低對自然環境的認識及其變化的敏感度；六、目前為氣候變遷所做的改變無法立即看到效果。

因此，許多研究單位提出氣候變遷相關的教學內容與指標來協助正規或非正規教育者進行教學，而這些教學內容與指標稱為「氣候素養」。但這些統稱為氣候素養的教學主題和原則多傾向於教授氣候變遷科學概念及原理，較少談及環境態度、倫理、技能、行動等概念。直到UNESCO (2017)提出氣候行動作為17項永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)，才明確地將情意、態度也納入學習重點中。然而，Stevenson與Peterson (2016)卻發現青少年面對複雜環境議題時，很容易因其複雜性而感到絕望、無力，反而不利相關知識、技能與行動的學習。因此，除了氣候素養中氣候科學概念和技能等認知面的學習，如何提升學生面對氣候變遷的希望感(hope)等正向情意，也是氣候變遷課程設計和教學的重點。

在眾多與環境行為相關的情意概念中，過去的研究發現希望感不但對學科學習和相關學業表現有幫助，像是Snyder, Cheavens與Michael (1999)提到希望感能幫助心理調節、提升孩童在Iowa Basic Test of Skill (ITBS)考試表現。國內學者唐淑華(2010)也發現，希望感中的意志力和方法能對學業失敗容忍力具有35%正向解釋力。在環境教育領域中，國內、外研究也發現希望感對環境行為的培養有影響(許世璋, 2004；潘淑蘭、周儒、吳景達, 2017；Kerret, Orkibi, & Ronen, 2016; Stevenson & Peterson, 2016)。

為了幫助學生克服絕望感並培養面對氣候變遷議題的正向情意，本研究欲以希望感為核心，設計1套適用於高中一年級多元選修課的氣候變遷模組課程，除了幫助學生瞭解氣候變遷議題，同時也增強學生的希望感、氣候變遷相關的行動技能及環境行為。因此提出以下研究問題：

一、以希望感理論設計的氣候變遷課程是否能顯著提升學生的希望感？

二、此課程能否同時提升學生的氣候變遷知識、行動技能和氣候變遷相關環境行為？

本研究的重要貢獻在於：一、在科學教育及環境教育領域關注的氣候素養中，增加希望感這個情意面向的教學目標；二、嘗試將希望感理論轉化為教學策略並運用在環境議題(如氣候變遷)的課程設計和教學中；三、嘗試運用國外學者針對氣候變遷議題所開發的氣候變遷希望感量表(Climate Change Hope Scale, CCHS) (Li & Monroe, 2018)作為課程評量工具，並檢核其在臺灣高中生群體使用時的信效度。

貳、文獻探討

一、氣候變遷希望感定義及其測量

將希望感理論化最有名的心理學家是 Snyder，Snyder (2002)認為希望感不只是一種情感表現，更是一個認知概念，並定義為追求預期目標的過程中，透過思考途徑所激發自己的感知能力(perceived capability)。Ojala (2012)將Snyder的希望感運用到氣候變遷議題上，認為希望感是能夠正向面對目標及對未來抱有期望的心理概念。Li與Monroe (2018)則在前兩者的基礎上，認為希望感是一個結合自我效能及樂觀主義的心理學概念。所謂自我效能是人們認為自己有能力達成某個目標的信念，而樂觀則是在評估結果時能看見最有利的一面。因此希望感即是人們正向地看待自己能力去達成好結果的一種認知上的評斷。除了針對氣候變遷這類特定環境議題的希望感之外，國內學者許世璋與高思明更早在2009年提出環境希望感的概念，並將之定義為進行環境行為以解決環境問題的一

股內在心理力量，使人得以跨越挫折並對實現美好的未來充滿信心。綜合上述學者的觀點，不論是日常生活(含學校學習與學業表現)的希望感，或是針對環境行為的希望感，本研究認為希望感的共通點在於：(一)有明確的行為目標，(二)甚至是針對氣候變遷希望感有強烈的意願達成該目標而具有克服困難的意志力，(三)相信自己有能力及方法能達成該目標，(四)且對於自己的行動結果抱持正面且樂觀的期待。此亦本研究所採用的希望感定義，即表示人們在規劃目標時，其目標規劃、執行計畫與克服計畫中所遭遇之困難過程中的正向意志力。

然而，如何測量希望感這個兼具情意和認知的抽象心理學概念，以便預測其對生活、學業、環境行為的影響，就成為研究上的挑戰。在國外最常被運用在各個領域的希望感量表是Snyder等(1991)所設計之希望感量表，該研究依照不同年齡層發展3份量表，包括幼兒希望感量表(Young Children's Hope Scale，適用於5至7歲幼兒)、兒童希望感量表(Children's Hope Scale，適用於7至15歲兒童)，以及成人希望感量表(Adult Dispositional Hope Scale，適用於16歲以上青少年及成人)。但最早將希望感運用在氣候變遷議題上的學者是瑞典的Ojala (2012)，他以Snyder等的成人希望感量表為基礎，將其修改為適用於青少年調查氣候變遷議題的希望感量表(Hope Concerning Climate Change，七點量表，10題)，全量表之Cronbach's α 為.89。由於Ojala的瑞典問卷之部分題目不適合美國狀況，Li與Monroe (2018)在其量表上修改文字，並加入自我效能感的概念，設計成適合美國高中生的CCHS (七點量表，11題)。為了確認量表的信效度，2位作者在2013年及2015年間調查了1,902位美國東南部8個州的高中

生。結果顯示11題的量表可分為個人意志力與方法(Personal-Sphere Will and Way, PW)、群體意志力與方法(Collective-Sphere Will and Way, CW)及缺乏意志力與方法(Lack of Will and Way, LW)等3構面，且全量表之Cronbach's α 為.76。由於本文是氣候變遷課程評量研究，且課程設計也部分參考自該團隊所發展的美國氣候變遷模組課程，因此不採用Snyder等的一般希望感量表，亦不使用國內學者在測量環境素養所使用的環境希望感題目，而選擇以CCHS作為希望感的測量工具。

二、希望感理論及教學策略

對於希望感是由哪些關鍵要素促成的問題，最具代表性的討論是Snyder (2002)的希望感理論。Snyder認為希望感的基本前提為人類的行為是目標導向，人們在確定好目標後會設法找尋有效的方法，並相信自己有能力可以堅持下去達成目標。因此，希望感是由「目標」(goal)、「方法」(way-power)及「意志力」(will-power)，3個概念交互作用下的產物。在Snyder, Rand與Sigmon (2002)的想法裡，當人們訂定的目標是具體、明確且具有可行性時，人們的希望感會越高。因此，個人在設定目標時，若能釐清目標對於個人的意義，並評估目標達成的可行性，就能提高希望感。而方法，又稱路徑思考(pathways thinking)。Snyder等認為人們在追求目標的過程中，若知道自己有許多方法、策略可以達成目標，以及在面臨阻礙時也能找到不同的解決方法，人們的希望感也會比較高。最後意志力，又稱效能思考(agency thinking)，指人們追求目標時，相信自己有能力依據所規劃的方式來達成目標，且願意克服困難，繼續堅持。

在希望感理論如何運用課程設計或教

學活動的問題上，唐淑華(2010)、Kerret等(2016)及Ojala (2015)等國內、外學者曾提出以下看法，這些教學建議也成為本研究設計課程時的重要參考依據。(一)目標：唐淑華認為應協助學生訂定明確「目標」，包括對目標進行可行性評估，並協助學生規劃及調整各學習階段的小目標。而Kerret等也提到設定明確目標及衡量可行性對希望感的重要性。Ojala認為應強調目標與日常生活的關聯，讓學習者覺得目標與自己相關而增強目標本身的重要性。(二)方法：需強化學生對於「方法」的操作經驗。唐淑華認為可嘗試不同方法並從中挑選最合適的做法達成目標，若目標無法順利達成，則引導學生反思自己使用的方法是否合適。當不知道如何解決問題以達成目標時也要鼓勵學生積極尋求協助。另外，Ojala也提到要提供機會讓學生透過實作討論來提升問題解決的相關能力，才能有助於提升希望感。(三)意志力：唐淑華建議讓學生練習自我鼓勵的習慣，例如告訴自己遇到困難是很正常的。

國內已有學者運用希望感理論的部分原則設計學科課程或環境教育課程進行教學。例如尤淑盈與林啟超(2016)將希望感理論融入數學教學中，一方面引導學生設定學習數學目標(包含可行性和重要性)，另一方面則分享由教師自己學習數學之經驗及英數達人林竑佑的故事，讓學生瞭解學習數學的策略和技巧，也從別人的成功故事中增強自己的意志力。該研究以共變數分析課程介入的效果，發現學生在學習數學的目標、方法及意志力等3個希望感的構面上，實驗組顯著高於控制組的得分($p < .05$)。另一個案例則為許世璋與高思明(2009)在東華大學師資培育學程的「環境教育」課程中融入希望感的教學元素。其課程主要是運用環境運動者的生命經驗故事來提升學生的希望感，包括邀請荒野保護協

會領導者到課堂分享其在進行環境行動的成功與失敗經驗，以增強學生在環境議題和行動上的意志力和信念。其分析結果發現環境希望感在課程結束後有顯著提升($p < .01$)，且質性資料分析亦證實該單元是學生認為最能影響希望感的課程內容(提及率63%)。有鑑於前述所提的希望感理論要素、教學原則，以及國內的課程研究案例，本研究亦於模組課程中設計讓學生規劃與執行環境行動目標的機會，同時也安排年齡相近的環境議題領導青年與講師分享成功的行動經驗，讓學生在他人的故事中學學習有效的行動策略，也增強其忍受挫折和堅持下去的意志力，從而整體提升學生的希望感。

三、氣候變遷教育重要內涵及教學設計

(一)氣候素養與有效的氣候變遷課程規劃

除了強化青少年面對氣候變遷議題的希望感外，有鑑於氣候變遷問題的重要性、複雜性和嚴重性，國內、外不少研究機構紛紛提出氣候變遷相關的學習內容，亦即氣候素養。例如美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2009)提出*Climate Literacy: The Essential Principles of Climate Science*，提出7項氣候變遷基本教學原則，並贊助氣候素養與能源覺知網絡(Climacy Literacy and Energy Awareness Network, CLEAN)提供更多的教育資源。這些文件也是國內在研發氣候變遷教材及進行教科書內容分析時經常會引用的重要參考依據。然而，這些早期提出的氣候素養內容多為氣候變遷相關的核心科學概念與原理，偏重地球科學等自然科學知識。後來才有少數學者認為只學習氣候變遷的科學概念不足以促成氣候行動，而認為氣候素養也應包含環境態度、技能與行動。例如Azevedo

與Marques (2017)認為氣候素養除了讓學習者瞭解人類與氣候變遷間的關係，還要能夠做出明智、負責任的氣候行動。UNESCO (2017)的17項永續發展目標教學原則裡也持相似的立場，並在氣候行動的學習目標中同時包含認知、情意和技能這3個重點。

相較於國外的發展，臺灣在推動氣候變遷教育之初就已經把態度、技能和行為納入氣候素養裡。例如林立潔(2014)所用之氣候變遷素養調查即將其分為知識、態度、技能和行為等4個構面。此外，教育部(2013)在執行「氣候變遷調適素養檢測計畫」時，也將素養內涵分為認知、態度及技能3個構面，並針對國小、國中、高中、大學和教師等群體設計氣候變遷調適素養量表。此計畫在回顧前述國外氣候素養相關資料後，認為高中階段的氣候變遷調適素養應在認知面的學習中去瞭解人類行為與氣候變遷之間的關係。態度部分的學習則希望高中生能夠主動或被動採取適當的行動去防止氣候變遷造成的損害。技能面則要求高中生要有調查、分析、研究、整合和調適氣候變遷的能力。考慮氣候素養內涵的完整性及對國內教育制度和教學現況的適用性，本研究在評量的氣候素養時主要參考梁世武、劉湘瑤、蔡慧敏與方偉達(2012)提出的指標，並設計為評量題目。

(二)氣候變遷的有效教學策略

由於氣候變遷是個長時間、大尺度又抽象的氣候系統變化，其測量與預測相當複雜又充滿不確定性，並涉及許多自然科學領域的基礎研究及相關的社會科學研究。這意味著教學者需有解讀、瞭解、轉化和運用這些知識的能力，而增加教學上的挑戰。因此近年來有越來越多的學者開始把研究焦點從素養內涵的討論轉移到教學原則的回顧與運用，希望能找出有效的課程要素及教學策

略。例如加拿大政府自1998年以來就積極推動氣候變遷教育，但在實行過程中遇到許多阻礙，因此Pruneau等(2001)針對加拿大的24名孩童、28名青少年及27名成人進行半結構式的訪談，試圖找出促進有效氣候變遷教學可能的策略。他們認為氣候變遷教學最重要的原則就是要讓「學習者意識到他們有能力去改變未來」，而具體的策略可包括：1.帶學習者去當地的排放源和思考排放會對環境造成什麼影響、誰會受到影響。2.帶學習者討論健康、生態、經濟、污染、城市及海平面上升等議題，讓學習者可以透過觀察日常生活來思考未來可能面臨的氣候情境。3.透過圖像教育(image education)運用氣體、污染物等元素的概念進行繪畫模擬，讓學習者能夠具體看到氣候變遷的複雜原理。4.儘可能讓學習者親身體驗、欣賞自然環境的美好事物，使其能夠反思氣候變遷將如何讓我們失去美好的自然環境。

Monroe, Plate, Oxarart, Bowers與Chaves(2017)則對英語期刊論文和專書進行文獻回顧，希望能找出有效的氣候變遷教學策略。他們以氣候變遷及全球暖化為主題，外加環境教育(environmental education)、永續教育(education for sustainability, sustainability education)、氣候變遷教育(climate change education)、氣候教育(climate education)等關鍵字進行搜尋，篩選出959篇相關文獻。進一步依據是否為教學介入研究及有無進行課程成效評估，最終篩選48篇期刊論文和1本專書進行編碼分析。結果發現有效的氣候變遷教育策略需要：1.讓學習者關注與自身相關、具個人意義的學習主題；2.使用積極主動的教學方法(例如教師主動提供環境知識)；3.讓學生參與討論；4.提供與科學家或專家學者互動的機會；5.協助學生處理既有的迷思或

錯誤觀念；6.設計有趣活潑的教學方式，例如以遊戲或實作進行教學；7.瞭解氣候變遷對自己與當地的衝擊。

除認識氣候變遷現象與成因，氣候變遷教育的重要目標之一就是讓學習者有能力採取行動應對氣候變遷帶來的衝擊。但因本研究規劃的課程是以希望感為核心，技能和行動為次要的目標，因此僅簡要整理Hungerford, Volk, Ramsey, Litherland與Peyton(2003)提出的*Investigating and Evaluating Environmental Issues and Actions: Skill Development Program*及教育部(2011)建議的環境行動技能作為課程設計參考，並採用以下教學策略來促進學生的環境議題調查能力及負責任環境行為，包括：1.能思考不同區域性環境問題的原因與研判解決方式；2.能運用收集資料與記錄的方法，瞭解與認識校園及住家環境問題，並能具體提出環境問題的解決方案；3.能草擬1份社區環境保護行動計畫；4.能運用簡單的科技及蒐集、運用資訊來瞭解相關環境議題；5.能運用科學方法解決環境問題的可行策略。

四、氣候環境行動家課程設計簡介

本研究所參考的課程設計原理來自3個部分。首先以前述正向心理學領域Snyder(2002)及唐淑華(2010)提出的希望感理論和教學原則為設計課程主要參考依據。其次以Pruneau等(2001)及Monroe等(2017)建議的氣候變遷教學策略來強化學生對氣候變遷的興趣與關心等情意表現，並以此輔助希望感理論中的「目標設定」。再加上環境教育領域常用的Hungerford等(2003)及國內教育部(2011)建議的環境行動技能相關教學要素，以加強學生的環境知識與技能，並以此輔助希望感理論中的「方法」。最終規劃出模組(一)

「氣候素養」、模組(二)「森林生態」及模組(三)「氣候行動與環境希望」等3個模組，以模組(一)提供學習情境脈絡並強化學習興趣，模組(二)和(三)則在增強希望感和行動力。

模組(一)「氣候素養」的主要目標是幫助引起學生對氣候變遷的認識與關心，包含瞭解過去的氣候變遷科學發現(課名為氣候變遷科學時光隧道)、全球尺度的氣候變遷衝擊現況(課名為氣候故事全貌——全球趨勢)、氣候變遷成因與未來趨勢預測(課名為氣候變遷衝擊與影響)，讓學生對氣候變遷現象與全球衝擊這種較為抽象的問題有基本的理解，並作為模組(二)及(三)的學習情境脈絡。模組(一)以氣候素養(知識)及學習興趣(情意)為目標，因此除了知識講解外，也運用Pruneau等(2001)及Monroe等(2017)建議的興趣強化策略，例如在氣候變遷衝擊與影響單元裡操作臺灣科技部所建制的「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平臺」(Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform, TCCIP)，讓學生估算現在與未來生活居地的溫度、濕度、雨量、淹水潛勢等，建立氣候變遷與學生個人生活之間的關聯性。同時這也符合Hungerford等(2003)及教育部(2011)所提出的環境議題與評估技能之部分策略，包括讓學生能瞭解和清晰描述環境議題並分析可能結果。

模組(二)「森林生態」則是以生活中的例子——校園裡的樹木為對象，透過碳循環遊戲(課名為都會樹木與碳循環)銜接模組(一)，讓學生親自體驗碳原子在八大碳庫流動來理解氣候變遷的成因。接著在樹木碳固定與保存的課程中讓學生調查校園樹木並認識校園生態環境，同時學習量測樹木的材積與吸存的碳量後，再教碳足跡概念讓學生計算自己在校園生活的排碳量並對比樹木吸收

的碳，讓學生意識到氣候變遷與個人生活密切相關。最後在叢林保衛戰的課程裡擴大介紹森林與人類社會的關係，補充固碳以外的森林生態服務概念。此外，為了讓學生對森林生態有更深的理解，另安排2天1夜的東眼山戶外課程。因此模組(二)運用了兩大類教學策略。第一部分是Snyder (2002)希望感理論中的「目標」要素，即在設定目標時應讓學生釐清目標(森林)對個人的意義和價值(如認識森林生態服務之重要性)。此外，讓學生實際動手測量和計算碳足跡並思考減碳策略的教學，也符合希望感理論中的「方法」要素，同時為模組(三)提供氣候行動意義、動機和具體方法。此外模組(二)也使用Monroe等(2017)、Kerret等(2016)、Ojala (2015)及Pruneau等(2001)提出的氣候變遷教學策略，除持續維持學生對氣候變遷的興趣外，更讓學生覺察氣候變遷與自己生活息息相關，使學生在情意上感受氣候變遷的重要性和急迫性。本模組也採用教育部(2011)及Hungerford等(2003)的環境技能策略，指導學生調查環境議題並嘗試分析與解決方法。

模組(三)「氣候行動與環境希望」主要是讓學生自主規劃與測試氣候行動方案，因此運用兩大部分的教學策略，包括Snyder (2002)的希望感理論、教育部(2011)及Hungerford等(2003)的環境技能及行動策略，上課週次也比其他2個模組還長。以Snyder的希望感理論為例，本模組先以可可經濟創革會的教學單元引導學生將模組(二)學到的碳循環、碳吸存、個人排碳等概念和技能延伸到整體經濟體系的碳排，一則讓學生瞭解日常生活中看似微不足道的消費選擇對經濟模式的改革和氣候變遷的重要影響，二則擴展學生視野並幫助他們思考和選擇行動方案。接著進入核心課程「行動方案的規劃與執

行」，主要根據Snyder希望感理論中的「目標設定」、「方法／路徑思考」、「意志力／效能思考」等關鍵要素，將課程細分為「目標尋找及設定」(1週)、「氣候行動成功經驗分享」(1週)、「氣候行動計畫診斷」(1週)、「行動試行與修正」(1週)及「行動成果發表」(1週)。其中，「目標尋找及設定」由教學團隊協助學生訂定可行切實的目標，以免學生在設定期限內無法完成目標而降低希望感。此亦運用Kerret等(2016)及Ojala (2015)提到讓學生能夠設定自己的目標且協助學生評估目標可行性。其次在「氣候行動成功經驗分享」及「行動試行與修正」2週，透過講座方式邀請校外氣候行動者與學生對談，透過分享成功行動經驗讓學生獲得更多達成目標的策略方法，同時也透過他人成功經驗來增強學生進行氣候行動的意志力。其三，在整個行動過程，研究團隊與授課老師在學生遇到困難時，儘可能陪伴、鼓勵和引導他們調整行動目標和協助取得行動所需資源，亦運用到Snyder理論中的方法和意志力。最後在「行動成果發表」階段，讓學生在社團活動時間擺設攤位並邀請校內師生參加成果展，透過解說自己的氣候行動成果爭取他人支持、建議和鼓勵，此亦符合Snyder理論中的「意志力」。此外，學生在規劃與執行氣候行動時也會學習相關技能，所以也符合教育部及Hungerford等所提到的環境技能策略。

參、研究方法

一、研究對象

本研究邀請過去曾經合作開發氣候變遷課程的一所臺北市公立女子高中參與研究(屬於便利抽樣)，該校2017至2018年度會考積分平均約在23至24分，約為臺北市公立高中的均標學校，於2018年暑假期間與該校一同討

論並決定開設1門關於氣候變遷與森林生態的環境教育課程。在參與學生選擇上，由於高中二年級及三年級課業較為繁忙，一年級學生有較多的彈性和時間可以參與氣候變遷這類主題性選修課程，且一年級上學期的學生尚未脫離國中階段太久，且以一年級學生為主要對象，也可同時測試此套課程未來向國中端延伸與推廣的可行性。因此於107學年度第一學期開立一年級的多元選修課，並以選課學生為實驗組，共有40名。另請合作教師協尋校內其他未修課之同年級學生，共121名，再從121名中以Excel隨機選取60名作為預試樣本，另61名則為控制組學生。

因合作學校為女校，實驗組學生均為女性。社經背景部分，學生父親學歷在大專以上與以下約各占一半(51.3%與48.7%)。父親職業多數為工商服務業(70.3%)，其次是軍公教警(18.9%)。母親學歷與父親相似，大專以上與以下亦各占一半(51.3%及48.7%)。母親職業同樣以工商服務業最多(54.0%)，軍公教警次之(16.2%)。居住地部分，絕大多數居住在市區(83.8%)，郊區次之(16.2%)。

二、研究設計

由於在學校進行課程介入研究經常會受限於無法重新隨機編班的情況，因此較適合使用準實驗方法中的不等控制組設計(nonequivalent control-group design)(王文科、王智弘，2019)。由於本研究是依志願序選擇多元選修課的學生為實驗組，以一般班級的學生為控制組，無法隨機分班，所以採用不等控制組的準實驗設計。但王文科與王智弘也指出因受試者無法隨機分配，可能具有內在效度的問題(如選樣偏差)，例如實驗組學生可能較來自一般班級的控制組學生對氣候變遷等環境議題更有興趣和知識，為降低實

驗組與控制組可能的不同質問題，本研究以實驗組與控制組之前測分數進行各評量項目之獨立樣本 t 檢定。結果顯示在課程開始前，2組學生在氣候變遷知識、技能、希望感、行為等項目之得分並無顯著差異，可視為具有同質性。

氣候環境行動家課程介入與施測時間規劃如表1。實驗組與對照組於課程介入前(即學期第1週)皆進行前測，於模組(一)氣候素養主題結束後進行1次中間測，待整學期課程結束後施行後測。為瞭解課程效果的延續性，另安排實驗組於整學期課程結束後1個月(寒假期間)施行延宕測。

三、課程介入——氣候環境行動家課程

本研究的課程主要選自科技部「臺灣氣候變遷與森林生態之高中課程模組發展、評量與推廣」計畫團隊所設計的3個模組(共18個單元)，再根據合作學校授課需求及教師期望的教學目標，多次討論後選定其中8個單元，同時也依據該校現有生態環境(含校園樹木種類)及學生學習特性，額外增加專家講座、戶外教學等教學活動，最終規劃為3個模組(共11個教學單元)的氣候環境行動家課程。因研究進行時的107學年度第一學期共有21週，扣除前測、中間測、後測及2次段考的5週，共有16週的教學時間，其課程順序為模組(一)氣候素養(4週)、模組(二)森林生態(4週)、模組(三)氣候行動與環境希望(6週)，週次安排如表2。

四、資料收集與分析

(一)研究測量工具之發展

本文依據研究目的，設計1個包含氣候變遷知識、技能、希望感與氣候變遷相關環境行為及學生背景資料的問卷作為測量工具，並邀請熟悉環境教育課程設計、環境希望感與環境素養調查及測驗統計的專家學者共3人，進行問卷的內容效度、表面效度審查，以審視題項與研究目的之關聯。另邀請2位高中教師協助問卷題項內容適合度(suitability)之審查，以確認題目內容是否適合高中生閱讀和填寫。為測試量表的信效度，本研究以預試樣本($N = 60$)進行項目分析、探索性因素分析、難度、鑑別度及內部一致性信度。最終正式問卷內容如下：

1. 氣候變遷希望感(15題)：即學生能夠正向評估自己，以解決氣候變遷之程度。本研究採用並翻譯Li與Monro (2018)發展的CCHS。因該量表原作者李潔博士任職於美國密蘇里大學自然資源學系且通曉中英文，因此於翻譯後邀請李博士協助審查中文譯文是否與原題意相符。此量表為Likert七點量表，範例為「我知道我可以做哪些事去解決氣候變遷所帶來的問題」。CCHS原共有3構面，包含「個人意志力與方法」、「群體意志力與方法」、「缺乏意志力與方法」，原量表 α 為.76。經本研究預試樣本分析後，由原來15題刪減為11題(因有4題反向題皆未通項目分析)，再透過探索性因素分析分為「個人意志力與方法」、「群體意志」及「群體方法」3構面，全量表 α 為.91。

表1：氣候環境行動家課程介入與施測時間規劃表

組別	前測	實驗處理	中間測	實驗處理	後測	延宕測
實驗組	O1	X	O2	X	O3	O4
控制組	O5		O6		O7	

註：O為進行施測，X為實驗介入。

表2：氣候環境行動家課程安排表

週次	日期	主題與單元名稱	教學內容簡介
		氣候素養	
1	2018年8月31日	課程簡介與介紹	介紹學期課程、前測、學生分組。
2	2018年9月7日	氣候科學時光隧道	瞭解氣候變遷研究的科學史、國內、外相關政策。
3	2018年9月14日	氣候故事全貌——全球趨勢	瞭解氣候變遷對全球的影響。
4	2018年9月21日	氣候變遷未來推估	邀請長榮大學教授進行氣候科學講座。
5	2018年9月28日	氣候變遷衝擊與影響	運用TCCIP資料庫推估未來氣候趨勢與衝擊。
6	2018年10月5日	氣候行動練習	中間測。
7	2018年10月12日	第一次期中考	
		森林生態	
8	2018年10月19日 2018年10月27至28日	東眼山課程前置教學 認識臺灣森林與其生態服務	東眼山自然教育中心校外教學，認識臺灣森林現況及其生態價值、學習無痕山林的環境倫理概念與技術。開啟學生反思森林碳儲存量與日常生活碳排的問題。
11	2018年11月9日	都會樹木與碳循環	瞭解碳循環與討論都會樹木生存現況。
12	2018年11月16日	樹木碳固定與保存	樹木調查與碳儲存測量。
13	2018年11月23日	叢林保衛戰	認識氣候變遷下的森林生態現況。
		氣候行動與環境希望	
14	2018年11月30日	可可經濟創革會	認識循環經濟及消費行為對環境的影響。
15	2018年12月7日	行動目標尋找及設定(邏輯模式)	學習目標設定及整體規劃環境行動。
16	2018年12月14日	氣候行動經驗分享	邀請臺灣青年氣候聯盟分享環境行動經驗。
17	2018年12月21日	氣候行動計畫診斷	邀請臺灣青年氣候聯盟診斷各組行動方案。
18	2018年12月28日	氣候行動試行	行動方案試行，準備成果發表。
19	2019年1月4日	氣候行動發表	邀請學校師生參與成果展。
20	2019年1月11日	課程總結	行動方案頒獎與後測。
21	2019年1月18日	期末考暨休業式	

註：1.TCCIP：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平臺(Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform)。

2.第9週與第10週為合作教師額外安排之課程，與本研究之希望感課程非相關，故不列入表中。

2.氣候變遷知識(10題)：本研究參考林昇邦與許瑛珩(2017)及林立潔(2014)研究所用之知識題，從中挑選與本研究教學目標和內容相關的題目，並分成氣候變遷議題、減緩、調適三大類問題(5題是非題、5題選擇題)。答對為1分，答錯以0分計算。是非題題目範例為「工業革命前，大氣中並無溫室效應存在」。本研究以預試樣本進行庫李信度分析， KR_{20} 為.17。

3.氣候變遷技能(8題)：指學生能做到氣候變遷行動相關技巧的程度(如進行調查分析或規劃)。題目參考自潘淑蘭等(2017)的大學生環境素養調查中的技能題目，為Likert五

點量表，原信度 α 為.90。為測量學生在本課程所運用到之技能，本研究針對教學情境進行文字調整，例如原題目「能夠將某一環境問題或議題進行調查的資料，歸納出結論並提出建議」，本研究調整為「能夠將氣候變遷問題或議題的調查資料，歸納出結論並提出建議」。經本研究預試樣本項目分析和探索性因素分析，全量表 α 為.92，為單一構面。

4.氣候變遷相關環境行為(17題)：即學生實際進行環境行為之頻率。題目參考潘淑蘭等的行為題，為Likert五點量表，共有5構面，全量表 α 為.87，分別為「生態管理」、

「綠色消費」、「說服行動」、「法律行動」、「政治行動」，題目範例為「主動向家人朋友介紹氣候變遷的減緩與調適方法」。經過本研究之預試分析，由原來17題刪減為12題並分為2構面，分別為「公領域環境行為」及「私領域環境行為」，全量表 α 為.93。

5.個人基本資料：參與研究的學生學號、班級。

(二)資料分析

本研究使用SPSS 20.0版進行資料分析。正式問卷進行敘述統計用來描述學生的背景資料，以及各評量項目於各階段之得分表現。本研究亦使用相依樣本重複量數變異數分析及混合設計二因子變異數分析，以瞭解課程介入後之學習成效。混合設計二因子變異數分析的優點在於可以同時處理和呈現獨立因子(實驗組、控制組)及相依因子(前測、中間測、後測)間的交互作用(顏志龍、鄭中平，2017)。由於本研究僅針對實驗組發放延宕測，因此在延宕測的分析上，另使用相依樣本重複量數變異數分析，以瞭解實驗組學生在延宕測之變化差異。

肆、研究結果

一、評量項目之各階段得分變化

本研究針對希望感、知識、技能及相關環境行為等評量項目進行描述性統計(由於折線圖較能看見得分變化趨勢，因此未另外放描述性統計表)。結果顯示，實驗組的氣候變遷希望感的得分(圖1)在前測時稍高於控制組，但在中間測之開始大幅成長，到後測時，實驗組得分($M = 5.43, SD = 0.98$)高於控制組($M = 4.66, SD = 0.87$)。雖在課程結束後1個月的延宕測得分有退步，但仍高於前測得分。相

較之下，控制組的希望感得分則在中間測之後緩慢退步。在氣候變遷知識的得分上(圖2)，可見2組的前測分數相近，在進行模組(一)後實驗組的氣候知識稍有退步，但仍高於控制組，在課程結束後則出現明顯的退步。氣候變遷技能的得分與希望感有同樣的現象(圖3)，實驗組在經過模組(二)及(三)的課程後，與控制組有不同的得分及成長趨勢。實驗組($M = 3.75, SD = 0.80$)在後測時得分高於控制組($M = 3.27, SD = 0.62$)，但於課程結束後開始退步。最後是氣候變遷相關的環境行為，雖本研究僅在前測及後測時對環境行為進行施測，但從圖4可以看出2組在前測時得分相近，後測時實驗組的得分($M = 3.14, SD = 0.75$)已經高於控制組($M = 2.54, SD = 0.60$)，不過在課程結束後退步。

二、混合設計二因子變異數分析

(一)氣候變遷希望感分析結果

氣候變遷希望感二因子混合設計變異數分析結果如表3，結果顯示，組別與測驗時段的交互作用達顯著($F(2, 279) = 4.05, p = .02, \eta_p^2 = .04$)。因此可進行單純主要效果考驗(表4)，發現測驗時段獨立因子在實驗組達顯著差異($F(2, 186) = 4.02, p = .02, \eta_p^2 = .02$)。表示實驗組的氣候變遷環境希望感得分在3次測驗的得分中有顯著的不同。而組別在3個測驗時段下，後測有顯著差異($F(1, 279) = 4.05, p = .04, \eta_p^2 = 1.00$)，表示實驗組與控制組在後測具有單純主要效果，實驗組($M = 5.35, SD = 0.94$)的氣候變遷希望感在後測得分顯著高於控制組($M = 4.66, SD = 0.87$)，即本課程的介入能夠幫助學生提升在氣候變遷上的希望感。

(二)氣候變遷知識分析結果

經二因子混合設計變異數分析發現，組別和測驗時段在氣候變遷知識的交互作用未

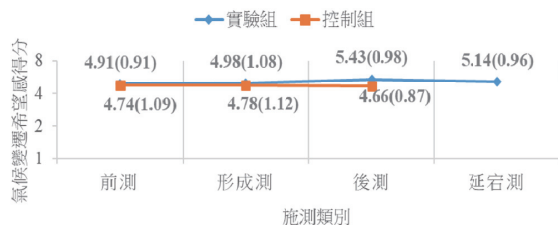


圖1：氣候變遷希望感得分趨勢

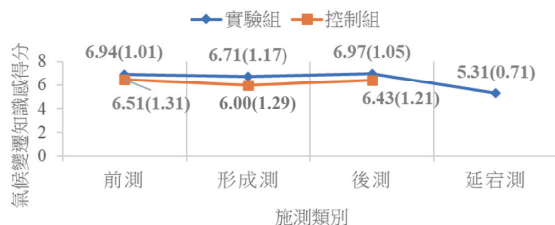


圖2：氣候變遷知識得分趨勢

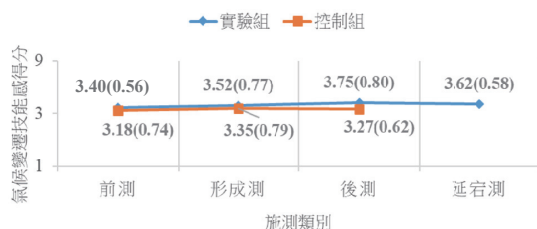


圖3：氣候變遷技能得分趨勢

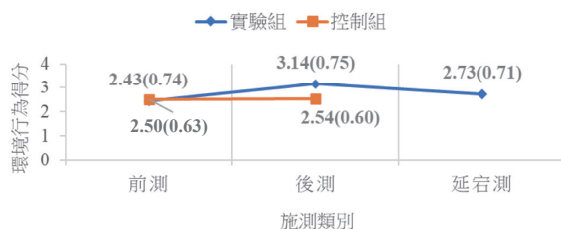


圖4：環境行為得分趨勢

表3：組別與測驗時段在氣候變遷希望感之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2
組別(實驗組、控制組)	8.21	1	8.21	3.84	.05	.04
測驗時段(前測、中間測、後測)	1.44	2	0.72	1.50	.23	.02
組別 × 測驗時段	3.87	2	1.93	4.05	.02*	.04
組內	287.94	279	2.62			
受試者間(block)	199.16	93	2.14			
殘差	88.78	186	0.48			
全體	301.45	284				

註：* $p < .05$ 。

表4：氣候變遷希望感單純主要效果考驗摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2
測驗時段(前測、中間測、後測)						
在實驗組條件下	3.38	2	1.92	4.02	.02*	.02
在控制組條件下	0.52	2	0.26	0.55	.58	.58
誤差(殘差)	88.78	186	0.48			
組別(實驗組、控制組)						
在前測條件下	0.63	1	0.63	0.24	.63	1.00
在中間測條件下	0.83	1	0.83	0.32	.58	1.00
在後測條件下	10.62	1	10.62	4.05	.04*	1.00
誤差：組內	287.94	279	2.62			

註：* $p < .05$ 。

達顯著水準，但在個別主要效果的組別 $F(1, 279) = 5.97, p = .02, \eta_p^2 = .02$ ，和測驗時段 $F(2, 279) = 4.42, p = .01, \eta_p^2 = .05$ 均達顯著(表5)。再經事後比較發現，實驗組的估計邊

緣平均數(即調整後的組別平均數)顯著高於控制組，比較測驗時段的得分則發現前測顯著高於中間測，表示2組的知識皆退步。雖整體而言，實驗組的知識得分還是高於控制組，

在課程介入下實驗組的知識得分依然退步的可能原因將於後文進一步討論。

(三)氣候變遷技能分析結果

分析結果發現組別和測驗時段在氣候變遷技能的交互作用未達顯著。但個別主要效果在組別為 $F(1, 279) = 6.51, p = .01, \eta_p^2 = .07$ ，測驗時段則為 $F(2, 279) = 3.96, p = .02, \eta_p^2 = .04$ ，均達顯著(表6)。事後比較結果顯示，實驗組的估計邊緣平均數顯著高於控制組，後測的估計邊緣平均數亦顯著高於前測。這表示讓學生規劃並實際測試氣候行動的教學方式，對於提升實驗組學生的氣候變遷相關環境技能是有效的。

(四)環境行為分析結果

在環境行為的分析結果發現，組別與測驗時段的交互作用達顯著水準(表7)， $F(1, 186) = 14.78, p < .001, \eta_p^2 = .14$ 。因此，可進一步進行單純主要效果考驗(表8)，結果顯示實驗組在不同測驗時段，其環境行為平均數有顯著的不同，其統計數值為 $F(1, 93) = 26.07, p < .001, \eta_p^2 = .02$ 。而在不同組別下，後測結果呈現顯著差異 $F(1, 186) = 8.01, p < .01, \eta_p^2 = 1.00$ ，表示實驗組($M = 3.14, SD = 0.76$)在環境行為上的後測得分，顯著高於控制組($M = 2.54, SD = 0.60$)，意即在後測時，實驗組比控制組有更高的環境行為頻率。

表5：組別與測驗時段在氣候變遷知識之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2	事後比較
組別(實驗組、控制組)	17.84	1	17.84	5.97	.02*	.02	實驗組 > 控制組 ($M = 6.83 > 6.31, p < .05$)
測驗時段(前測、中間測、後測)	6.63	2	3.31	4.42	.01*	.05	前測 > 中間測 ($M = 6.72 > 6.35, p < .05$)
組別 × 測驗時段	1.11	2	0.56	0.74	.48	.01	—
組內	417.37	279	—	—	—	—	—
受試者間(block)	278.08	93	2.99	—	—	—	—
殘差	139.29	186	0.75	—	—	—	—
全體	442.94	284	—	—	—	—	—

註：1.事後比較採用Bonferroni。

2.* $p < .05$ 。

表6：組別與測驗時段在氣候變遷技能之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2	事後比較
組別(實驗組、控制組)	5.63	1	5.63	6.51	.01*	.07	實驗組 > 控制組 ($M = 3.56 > 3.26, p < .05$)
測驗時段(前測、中間測、後測)	2.27	2	1.13	3.96	.02*	.04	後測 > 前測 ($M = 3.51 > 3.27, p < .01$)
組別 × 測驗時段	1.23	2	0.61	2.15	.12	.02	—
組內	133.63	279	—	—	—	—	—
受試者間(block)	80.42	93	0.87	—	—	—	—
殘差	53.21	186	0.29	—	—	—	—
全體	142.76	284	—	—	—	—	—

註：1.事後比較採用Bonferroni。

2.* $p < .05$ 。

表7：組別與測驗時段在環境行為之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2
組別(實驗組、控制組)	3.04	1	3.04	5.39	.02	.06
測驗時段(前測、中間測、後測)	6.07	1	6.07	18.85	< .001***	.17
組別 × 測驗時段	4.76	1	4.76	14.78	< .001***	.14
組內	82.49	186	0.89			
受試者間(block)	52.54	93	0.57			
殘差	29.95	93	0.32			
全體	96.36	189				

註：*** $p < .001$ 。

表8：環境行為單純主要效果考驗摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2
測驗時段(前測、後測)						
在實驗組條件下	8.40	1	8.40	26.07	< .001***	.02
在控制組條件下	0.06	1	0.06	0.17	.68	.58
誤差(殘差)	29.95	93	0.32			
組別(實驗組、控制組)						
在前測條件下	0.10	1	0.10	0.11	.74	1.00
在後測條件下	7.71	1	7.11	8.01	< .01**	1.00
誤差：組內	82.50	186	0.89			

註：** $p < .01$, *** $p < .001$ 。

三、相依樣本重複量數變異數分析

此部分呈現實驗組4次測驗(前測、中間測、後測、延宕測)的分析結果。因前測、中間測及後測3階段之學習效果已在前述第二點中呈現，以下僅針對實驗組延宕測狀況補充說明。雖然實驗組在4個評量項目上的延宕測得分都較後測分數低，但透過相依樣本重複量數變異數分析後，希望感與技能之延宕測與其他測驗時段得分皆沒有統計上的顯著。僅在知識與行為部分與後測有顯著的差異。因此以下僅特別呈現知識與行為方面的延宕測分析結果。

在氣候變遷知識上，測驗時段的得分達顯著， $F(3, 112) = 25.95$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .48$ (表9)。事後比較顯示前測、中間測及後測皆個別顯著高於延宕測，可見課程結束後，

實驗組學生的氣候變遷知識明顯退步。而在環境行為的測驗時段也呈現顯著， $F(2, 84) = 16.16$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .37$ (表10)。事後比較結果顯示，後測顯著高於延宕測。亦即，課程能協助學生維持較高頻率的环境行為，但課程結束後學生就不再(或沒機會)進行氣候變遷相關的環境行為。

伍、討論與建議

本研究以Snyder (2002)希望感為核心，針對高中一年級學生設計1套3個模組的多元選修課程，將希望感理論中的各個概念要素轉變為教學策略，並使用國外學者專為氣候變遷議題設計的希望感量表作為成效評量工具。同時，本研究亦運用國外學者所提的氣候變遷教學策略，融入國內、外學者所建議

表9：氣候變遷知識相依樣本重複量數變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2	事後比較
組間	55.55	3					
測驗時段(前測、中間測、後測、延宕測)	55.55	3	18.52	25.95	< .001***	.48	前測 > 延宕測 ($M = 6.97 > 5.31, p < .05$) 中間測 > 延宕測 ($M = 6.76 > 5.31, p < .05$) 後測 > 延宕測 ($M = 6.97 > 5.31, p < .05$)
組內	115.45	112	2.70				
受試者間(block)	55.50	28	1.98				
殘差	59.95	84	0.71				
全體	171.00	118					

註：1.事後比較採用Bonferroni。

2.*** $p < .001$ 。

表10：環境行為相依樣本重複量數變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p	η_p^2	事後比較
組間	7.38	2					
測驗時段(前測、後測、延宕測)	7.38	2	3.69	16.16	< .001***	.37	後測 > 前測 ($M = 3.12 > 2.41, p < .05$) 後測 > 延宕測 ($M = 3.12 > 2.73, p < .05$)
組內	44.26	84	1.35				
受試者間(block)	31.47	28	1.12				
殘差	12.79	56	0.23				
全體	51.64	88					

註：1.事後比較採用Bonferroni。

2.*** $p < .001$ 。

之氣候變遷知識和環境技能教學內涵。期望透過課程介入能提升學生的氣候變遷知識與環境素養中與氣候變遷相關的環境行為和技能。由於本研究是以希望感為課程設計和評量核心，因此以下討論主要聚焦在希望感上，討論Snyder理論在教學實務上的運用策略和效果，而後討論國外希望感量表在臺灣運用與修改的問題。最後探討氣候變遷知識無法提升的可能原因和教學調整策略。綜合以上討論結果，本文亦對未來的環境教育研究和實務工作提出建議。

一、希望感理論之教學運用與課程效果

本研究最重要的研究貢獻是將Snyder (2002)的希望感理論轉化為教學活動與策略，讓學生有正向而積極的希望感來面對氣候變遷的挑戰，亦期盼能補強過往氣候變遷教育較少重視的情意培養。從希望感得分的整體趨勢來看，模組(一)的課程內容較類似於傳統的氣候素養強調的重點，例如認識氣候變遷的成因後果各地的衝擊等。但因實際課程活動設計不強調概念背誦，而是讓學生體驗氣候資料的收集和詮釋。這可能是知識和希望

感無法在模組(一)結束後提升的可能原因。但在模組(二)及(三)，實驗組學生的希望感開始顯著增加，且後測時顯著高於控制組，課程結束後的延宕測分數仍高於前測得分。這可能是因為模組(二)「森林生態」有效轉化及運用希望感理論中的「目標設定」和「方法」兩要素。例如透過東眼山戶外課程讓學生思考森林對個人和氣候變遷的意義和價值，並為行動目標的設定提供意義和動機。此外，讓學生實際動手測量校園樹木碳儲存和計算個人生活碳足跡則是希望感理論中「方法」的具體示範。模組(三)「氣候行動與環境希望」則同時運用希望感理論的「目標設定」、「方法」、「意志力」等三要素，包括在目標設定上由教學團隊協助學生訂定切實目標，在方法上則邀請校外行動者提供行動經驗並協助學生評估目標及方法的可行性。在意志力部分則是安排指導老師在旁協助與陪伴來增強學生的希望感。理論運用和教學策略的具體操作方式說明如下。

在「目標設定」的部分，本研究結合Snyder (2002)理論、Kerret等(2016)、Ojala (2012)及唐淑華(2010)所提之教學建議，在課程中採用以下策略協助學生設定可行的目標，包括：(一)依據模組(一)與(二)的課程內容建立氣候行動清單，設定幾個與學生日常生活需求密切關聯的行為作為行動目標；(二)邀請協同教學的學校教師引導學生將所選的行動方案修改為自己能力和時間內可行的行動方案，例如教學團隊就成功引導學生將行動目標聚焦在平時可接觸和影響的項目上，像是無包裝商店的採訪、校園內綠色消費的倡議，或是校園樹木調查和棲地植栽的改善建議等；(三)邀請校外的氣候變遷科學家和公民組織的青年運動者，在課程中提供成功的行動目標和經驗。

然而設定適合校園且可行的氣候行動目標並非易事，學生需查詢相關資料和收集校方或校外人員的意見，同時也須評估個人和小組成員現有的時間和能力，還需預測行動方案可能遭遇的困難並找出排除阻礙的可能方法。所以行動目標修訂本身也是尋找和評估可行策略的過程，因此本研究運用Snyder (2002)希望感理論中的第二個關鍵要素，協助學生評估和尋找克服困境和挑戰的各種「方法」，即「路徑思考」。本研究透過「方法」來增強學生希望感的策略包括：(一)在模組(二)以校園樹木為對象，學習樹木調查、碳足跡與碳保存的計算方法。(二)在模組(二)東眼山前置課程中透過低碳菜單的設計，教授食物里程與包裝減塑的概念和具體作法。(三)在模組(三)邀請校外的青年氣候行動者分享其行動經驗與技巧，並提供學生具體的執行策略，增加學生的實作技巧與經驗。(四)請學校合作教師擔任各組指導老師在學生執行氣候行動遇上困難時，提供適合該組的策略建議，例如有老師協助尋找環境組織的受訪對象，或跟著學生一起設計和製作校園領角鴉的巢箱等。

為增強希望感第三個關鍵要素「效能思考」，本研究則透過以下策略來增強學生的「意志力」。(一)分派指導老師陪伴各組學生執行一小部分的氣候行動，研究團隊在過程中也特別要求教師儘量傾聽和正向鼓勵學生做嘗試，避免責罵或批評學生初步成果；(二)讓學生組成小組進行行動，並在課程中給予充足的討論時間，以營造小組內親密且具支持性的同儕關係；(三)亦根據尤淑盈與林啟超(2016)及許世璋與高思明(2009)所提出的成功經驗分享策略，本研究也多次邀請校外氣候變遷公民組織——臺灣青年氣候聯盟參與課程，透過校外同儕分享推動氣候變遷政策時克服困難的成功經驗，讓學生意識到也有其

他年齡相近的同伴正為氣候變遷議題努力，而感受到鼓舞與支持。

二、希望感量表於臺灣合作高中的適用狀況

前述教學設計上的努力意在提升學生的希望感，然而量表選擇、國外量表是否適用於臺灣的高中生群體(信效度問題)、量表是否能夠敏銳地測到學生的希望感變化等問題，都是評量課程效果時必須面對的挑戰。本研究採用的希望感量表CCHS是初次用於臺灣，因此首先需確定CCHS是否適用於本次的研究對象——臺灣北部的高中女生。在項目分析時，本研究刪除表現不佳的4題反向題，即美國原有量表的「缺乏意志力與方法」構面，再經由探索性因素分析，將剩下的11題分出3個構面，重新命名為「個人意志力與方法」、「群體意志力」、「群體方法」。這樣調整也可避免原量表並未注意的反向題方法效應(method effect)問題(邱皓政，2018)，同時可以減少題數以增加實務運用的便利性(縮減一點填寫時間以減少廢卷的機率)。透過上述的結果也可發現合作學校的女高中生對CCHS的心理反應有別於美國東南部的高中生。在題目刪減及構面調整後，CCHS全量表之內部一致性係數為.91，高於原量表.76，代表調整後的CCHS使用在合作學校的學生時具有高於原量表的穩定性與可靠性。此外，從課程的正式評量結果來看，本研究認為調整後的CCHS能敏銳地測量到本次課程學生的希望感變化，亦能協助教學者診斷希望感教學策略的有效與否。最明顯的例子是中間測和後測之間希望感得分的差別，因為模組(一)的目的不在提升希望感，而模組(二)及(三)則明確以Snyder (2002)理論與相關教學建議來提升希望感。

三、氣候變遷知識無法提升之可能原因

整體來說，學生的希望感、技能和行為在課程結束後是有進步的，顯示本研究運用Snyder (2002)希望感理論、國外學者提出的氣候變遷教學策略(Monroe et al., 2017; Pruneau et al., 2001)、國內外學者建議的環境議題調查和行動教學原則(教育部，2011；Hungerford et al., 2003)所設計的課程初步看來是成功的。但氣候變遷知識的得分變化趨勢則較為特殊，呈現退步的狀況。

從課程和評量的內容關聯性來看，以氣候素養為焦點的模組(一)雖然有較多的氣候變遷知識內容，但本研究所設計教學和評量之知識內容較偏向議題知識，如氣候變遷趨勢、衝擊概況等，讓學生更加瞭解如何預測氣候變化趨勢和判讀預測結果及其意義，在實際教學也較強調讓學生練習氣候資料收集、分析和詮釋，而非特定概念的記誦。相對地，對於氣候科學概念如氣候變遷成因與原理、調適與減緩概念雖也規劃在課程中，但沒有給予足夠的教學時間，且在後續2個模組的教學期間亦無特別複習或強調相關氣候科學知識。但本研究在氣候知識題的設計上多參考教育部(2013)公布的氣候變遷調適素養問卷，且有一半以上的題目在評量氣候科學的概念(含迷思概念)，因此，課程設計(教學內容與時間)、教學內容和評量題目之間的不一致，可能是學生在中間測時氣候知識無法提升的原因之一。

其次，評量中的知識測驗題也發現學生不易區別減緩及調適這兩概念的差別(91.9%)，而與Bofferding與Kloser (2015)進行教學研究後所發現的現象類似，亦即與氣候變遷有關的概念如調適、減緩等，對多數學生來說較為抽象且容易相互混淆，不易在短

時間內理解。在知識測驗中有關氣候變遷國際趨勢也是學生容易答錯的題目(97.3%)，除了模組(一)的教學僅以1週(2節課)時間快速介紹過去的國際氣候變遷會議、政策文件和公約，而使概念教學的時間和深度不夠以外，亦有可能如黃靖惠、洪志誠與許瑛珖(2012)分析高中及國中小教科書所發現的狀況有關，也就是過去教科書中較少提到國內外重要的氣候變遷相關政策及會議，缺乏國際社會面的議題資訊。

最後，課程結束後實驗組學生在氣候變遷希望感、知識、技能、行為等4個評量項目的得分皆退步，可能是因為學校普遍缺乏以氣候變遷為主題的課程，加上過去研究發現與氣候變遷或全球暖化有關的內容經常分布在不同學科及不同年級的課本中(吳有為，2009；林維捷，2009)，學生不容易自行整合學習以同時提升氣候變遷的知識、技能、行為和情意(希望感)。國外也有學科間劃分及教學內容不連貫的相似問題，例如Monroe等(2017)認為美國現有的教科書與氣候變遷教材設計在學習單元規劃上缺乏跨學科或跨領域的學習，且那些以科學知識為主的教學也較難讓學生理解氣候變遷的重要性及其與個人日常生活的關係，因此無法對青少年學習氣候變遷產生足夠的影響力，都可能不利於氣候變遷做整體性的學習。綜合前述所有可能原因，本研究認為氣候變遷議題教學可能需要較長的時間及多個模組的介入才有整體學習效果，單以短期(4週)的模組(一)氣候素養課程介入，不但無法提升知識，也無法有效提升相關技能和行為。

四、未來研究與教學實務建議

在強化希望感以協助學生更積極正向面對氣候變遷這類複雜環境議題的努力上，本

研究轉化Synder (2002)的希望感理論與相關學者提出的教學策略，已證實能在課程期間顯著提升學生的希望感和環境技能、行為。且本研究初次引用至國內的CCHS量表也在臺灣合作學校的高中學生身上具有良好的信效度，亦能敏銳地測量到課程或方案介入的變化而適合運用於課程評量中。但這不代表CCHS可以適用於全臺灣的高中學生，因目前的量表測試以北部的少數女性高中生為主。因此本研究建議未來需進一步進行大樣本的CCHS量表驗證與效化研究，亦即可將男性或其他學習階段的學生納為研究對象，增加研究對象及擴大研究樣本來確認該量表在高中男生或其他年齡層學生的適用性。此外，CCHS也可在未來運用於希望感與環境態度或行為的假設或理論模式之驗證研究。

在氣候變遷知識部分，本研究目前無法解釋為何會有2組同時退步的現象，是否可能導因於國中升高中的學校課程或教科書內容無法在氣候變遷議題教學內容上做好銜接，值得未來研究者做進一步的探討(如可以增加質性研究，進一步訪談學生，釐清其中原因)。然而，針對實驗組學生氣候知識無法提升的問題，本研究認為未來的課程內容應強化氣候科學相關概念(含迷思概念)的釐清，並增加教學時間。其次，本研究所採用的氣候變遷知識題目主要參考自教育部(2013)公布的氣候變遷調適素養問卷，評量題目並沒有針對本研究的課程內容。因此建議提醒未來研究者應小心課程內容與評量題目之間的關聯性，以確保測量工具能敏銳測量到課程效果。針對課程的延續性效果，本研究也建議未來教學者可將本研究規劃的多元選修課調整為探究與實作或專題研究等課程，加以強化並延續學習效果。

參考文獻

1. 王文科、王智弘(2019)。教育研究法。臺北市：五南。
[Wang, W.-K., & Wang, C.-H. (2019). *Jiaoyu yanjiufa*. Taipei, Taiwan: Wu Nan.]
2. 尤淑盈、林啟超(2016)。希望理論融入國小數學學習領域對學童之希望感、內隱智力信念和學業成就之影響。東海教育評論，11，83-112。
[You, S.-Y., & Lin, C.-C. (2016). Effects of integrating hope theory into elementary mathematics learning area on students' hope, implicit intellectual beliefs, and academic achievement. *Tunghai Educational Review*, 11, 83-112.]
3. 行政院國家發展委員會(2012年6月25日)。國家氣候變遷調適政策綱領。查詢日期：2019年11月4日，檢自<https://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=5E865E40CA33E974&upn=5A6FC15150F6BF01>。
[National Development Council, Executive Yuan. (2012, June 25). *Adaptation strategy to climate change in Taiwan*. Retrieved November 4, 2019, from <https://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=5E865E40CA33E974&upn=5A6FC15150F6BF01>]
4. 吳有為(2009)。以KEEP教材中之能源教育概念分析國小翰林版教科書內容涵蓋能源教育概念之研究。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學自然科學教育學系，臺北市。
[Wu, Y.-W. (2009). *An analysis on the content of energy education in elementary school textbooks of Hanlin version based on the concepts in KEEP instructional materials*. Unpublished master thesis, National Taipei University of Education, Taipei, Taiwan.]
5. 林立潔(2014)。我國電視新聞記者之氣候變遷素養調查研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學環境教育研究所，臺北市。
[Lin, L.-J. (2014). *Study on climate change literacy of TV news journalists in Taiwan*. Unpublished master thesis, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.]
6. 林昇邦、許瑛珪(2017)。高中學生決策能力與氣候變遷調適素養改變之教學研究。科學教育學刊，25(Suppl.)，413-437。doi:10.6173/CJSE.2017.25S.01
[Lin, S.-P., & Hsu, Y.-S. (2017). A teaching research on improvements of eleventh graders' decision-making abilities and climate change adaptability literacy. *Chinese Journal of Science Education*, 25(Suppl.), 413-437. doi:10.6173/CJSE.2017.25S.01]
7. 林維捷(2009，11月)。國民中學教科書之氣候變遷課程內容概念分析。發表於環境教育實務交流暨學術研討會。臺北市：臺北市立教育大學。
[Lin, W.-C. (2009, November). *Guomin zhongxue jiaokeshu zhi qihou bianqian kecheng neirong gainian fenxi*. Paper presented at the Huanjing Jiaoyu Shiwu Jiaoliu Ji Xueshu Yantao-hui. Taipei, Taiwan.]
8. 邱皓政(2018)。量化研究法(三)：測驗原理與量表發展技術。臺北市：雙葉書廊。

- [Chiou, H.-J. (2018). *Quantitative research methods III: Principles and techniques of testing and scale development*. Taipei, Taiwan: Yeh Yeh.]
9. 唐淑華(2010)。從希望感模式論學業挫折之調適與因應：正向心理學提供的「第三種選擇」。臺北市：心理。
[Tang, S.-H. (2010). *Cong xiwanggan moshi lun xueye cuozhe zhi tiaoshi yu yinying: Zhengxiang xinlixue tigong de "di san zhong xuanze."* Taipei, Taiwan: Psychological.]
 10. 教育部(2011)。國民中小學九年一貫課程綱要重大議題(環境教育)。查詢日期：2019年9月27日，檢自<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/908/67361.pdf>。
[Ministry of Education. (2011). *Guomin zhongxiaoxue jiu nian yiguan kecheng gangyao zhongda yiti (huanjing jiaoyu)*. Retrieved September 27, 2019, from <https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/908/67361.pdf>]
 11. 教育部(2013)。氣候變遷調適素養問卷。查詢日期：2016年9月10日，檢自http://disaster.moe.edu.tw/Safecampus/Main/Knowledge_Climate_Scale.aspx。
[Ministry of Education. (2013). *Qihou bianqian tiaoshi suyang wenjuan*. Retrieved September 10, 2016, from http://disaster.moe.edu.tw/Safecampus/Main/Knowledge_Climate_Scale.aspx]
 12. 梁世武、劉湘瑤、蔡慧敏、方偉達(2012)。環境教育能力指標暨全民環境素養調查專案工作計畫(EPA-100-EA11-03-A264)。臺北市：行政院環境保護署。
[Liang, S.-W., Liu, S.-Y., Tsai, H.-M., & Fang, W.-T. (2012). *Environmental education capacity indicator and general environmental literacy survey project* (EPA-100-EA11-03-A264). Taipei, Taiwan: Environmental Protection Administration, Executive Yuan.]
 13. 許世璋(2004)。環境教育課程成效之比較研究——著重大學生環境行動及其相關變項之成效分析(NSC92-2511-S259-002)。臺北市：行政院國家科學委員會。
[Hsu, S.-J. (2004). *A comparative study—The effects of two undergraduate environmental education courses on environmental action and associated variables* (NSC92-2511-S259-002). Taipei, Taiwan: National Science Council, Executive Yuan.]
 14. 許世璋、高思明(2009)。整合議題分析、生命故事、與自然體驗之大學環境課程介入研究——著重於情意目標的成效分析。科學教育學刊，17(2)，135-156。doi:10.6173/CJSE.2009.1702.03
[Hsu, S.-J., & Gou, S.-M. (2009). Effects of an undergraduate environmental course incorporating issue analysis, life stories, and wilderness education: A focus on affective objectives. *Chinese Journal of Science Education*, 17(2), 135-156. doi:10.6173/CJSE.2009.1702.03]
 15. 許晃雄、吳宜昭、周佳、陳正達、陳永明、盧孟明(2011)。臺灣氣候變遷科學報告2011。臺北市：行政院國家科學委員會。
[Hsu, H.-H., Wu, Y.-C., Chou, C., Chen, C.-T., Chen, Y.-M., & Lu, M.-M. (2011). *Taiwan qihou bianqian kexue baogao 2011*. Taipei, Taiwan: National Science Council, Executive Yuan.]

16. 黃靖惠、洪志誠、許瑛珩(2012)。九年一貫教科書「全球暖化概念」內容分析。教科書研究，5(3)，27-57。doi:10.6481/JTR.201212.0027
[Huang, J.-H., Hong, C.-C., & Hsu, Y.-S. (2012). A content analysis of the concept of global warming in textbooks for grades 1–9 in Taiwan. *Journal of Textbook Research*, 5(3), 27-57. doi:10.6481/JTR.201212.0027]
17. 潘淑蘭、周儒、吳景達(2017)。探究環境素養與影響環境行動之因子：以臺灣大學生為例。環境教育研究，13(1)，35-65。doi:10.6555/JEER.13.1.035
[Pan, S.-L., Chou, J., & Wu, C.-T. (2017). The investigation of environmental literacy and factors influencing environmental action: The status of Taiwanese university students. *Journal of Environmental Education Research*, 13(1), 35-65. doi:10.6555/JEER.13.1.035]
18. 顏志龍、鄭中平(2017)。給論文寫作者的統計指南：傻瓜也會跑統計。臺北市：五南。
[Yen, C.-L., & Cheng, C.-P. (2017). *Gei lunwen xiezuozhe de tongji zhinan: Shagua yehui pao tongji*. Taipei, Taiwan: Wu Nan.]
19. Azevedo, J., & Marques, M. (2017). Climate literacy: A systematic review and model integration. *International Journal of Global Warming*, 12(3/4), 414-430. doi:10.1504/IJGW.2017.084789
20. Bofferding, L., & Kloser, M. (2015). Middle and high school students' conceptions of climate change mitigation and adaptation strategies. *Environmental Education Research*, 21(2), 275-294. doi:10.1080/13504622.2014.888401
21. Hungerford, H. R., Volk, T. L., Ramsey, J. M., Litherland, R. A., & Peyton, R. B. (2003). *Investigating and evaluating environmental issues and actions: Skill development program*. Champaign, IL: Stipes.
22. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *AR4 Climate change 2007: Synthesis report*. Retrieved July 28, 2019, from <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr>
23. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis*. Retrieved July 23, 2019, from <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1>
24. Kerret, D., Orkibi, H., & Ronen, T. (2016). Testing a model linking environmental hope and self-control with students' positive emotions and environmental behavior. *The Journal of Environmental Education*, 47(4), 307-317. doi:10.1080/00958964.2016.1182886
25. Li, C., & Monroe, M. C. (2018). Development and validation of the climate change hope scale for high school students. *Environment and Behavior*, 50(4), 454-479. doi:10.1177/0013916517708325
26. Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2017). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812. doi:10.1080/13504622.2017.1360842

27. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2009, March). *The essential principles of climate literacy*. Retrieved October 20, 2019, from https://downloads.globalchange.gov/Literacy/climate_literacy_highres_english.pdf
28. Ojala, M. (2012). Hope and climate change: The importance of hope for environmental engagement among young people. *Environmental Education Research*, 18(5), 625-642. doi:10.1080/13504622.2011.637157
29. Ojala, M. (2015). Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers' emotion communication style and future orientation. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 133-148. doi:10.1080/00958964.2015.1021662
30. Pruneau, D., Liboiron, L., Vrain, E., Gravel, H., Bourque, W., & Langis, J. (2001). People's ideas about climate change: A source of inspiration for the creation of educational programs. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 121-138.
31. Snyder, C. R. (2002). Target article: Hope theory: Rainbows in the mind. *Psychological Inquiry*, 13(4), 249-275. doi:10.1207/S15327965PLI1304_01
32. Snyder, C. R., Cheavens, J., & Michael, S. T. (1999). Hoping. In C. R. Snyder (Ed.), *Coping: The psychology of what works* (pp. 205-231). New York, NY: Oxford University Press. doi:10.1093/med:psych/9780195119343.003.0010
33. Snyder, C. R., Harris, C., Anderson, J. R., Holleran, S. A., Irving, L. M., Sigmon, S. T., et al. (1991). The will and the ways: Development and validation of an individual-differences measure of hope. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(4), 570-585. doi:10.1037/0022-3514.60.4.570
34. Snyder, C. R., Rand, K. L., & Sigmon, D. R. (2002). Hope theory: A member of the positive psychology family. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), *Handbook of positive psychology* (pp. 257-276). New York, NY: Oxford University Press.
35. Stevenson, K., & Peterson, N. (2016). Motivating action through fostering climate change hope and concern and avoiding despair among adolescents. *Sustainability*, 8(1). Retrieved November 21, 2019, from <https://doi.org/10.3390/su8010006>
36. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Retrieved October 29, 2019, from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
37. United States' Next Generation Science Standards. (2013). *Next generation science standards for states, by states*. Retrieved October 30, 2019, from <https://www.nextgenscience.org>

An Evaluation Research on Hope-Oriented Climate Change Curriculum at Senior-High School

Ko-Ning Liang and Yu-Chi Tseng*

Department of Science Education and Application, National Taichung University of Education

Abstract

As climate change has become a serious environmental challenge for global sustainable development. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) proposed climate action as one of the Sustainable Development Goals (SDGs) in 2017. Climate change was also designated as an important learning topic by Taiwanese government. However, climate change is a global-scale, cross-disciplinary, complex, and uncertain environmental issue. Therefore, adolescent learners easily feel too hopeless to take action to address issues associated with climate change. The purpose of this research is to design and evaluate a curriculum that aims to promote adolescent's sense of hope, knowledge, skills, and behavior regarding climate change. We transformed Snyder's hope theory into an instructional strategy and designed a semester-long course for senior-high-school students. Through convenience sampling, we invited four teachers and 161 students at one public senior high school to join this research. We adopted Li and Monroe's Climate Change Hope Scale (CCHS) to evaluate learning outcomes through the quasi-experimental design. Result from a two-way analysis of variance (ANOVA) analysis showed that after learning three modules, students' sense of hope, environmental skills, and behavior significantly increased at the end of semester. Results also showed a decline of students' knowledge loss in treatment group. In addition, we found that CCHS had good reliability and validity in Taiwanese adolescent population. According to the findings of this study, we propose continued research and the development of educational strategies which promote student engagement in learning climate change.

Key words: Two-Way Mixed ANOVA, Hope, Climate Change

* Corresponding author: Yu-Chi Tseng, ychtseng1201@mail.ntcu.edu.tw