

跨領域永續課程提升大學生整體性思考及衝突問題解決能力：以海洋永續教育為例

林季怡¹ 李育諭^{2,*}

¹國立中山大學 通識教育中心

²國立中山大學 公民素養推動研究中心

摘要

本文主旨在思考如何培養大學生永續核心能力，研究目的在檢視跨領域課程設計對學生永續核心能力學習成效之影響，特別著重在整體性思考及衝突問題解決兩項核心能力指標。研究以海洋永續教育為例，參照跨領域永續教育模式(Sustainability Transdisciplinary Education Model, STEM)，以文學藝術做為知識統整平臺，設計跨領域海洋永續教育課程，統整社會及科學領域知識。研究工具採用概念圖測量學生整體性思考及衝突問題解決能力，研究對象為參與課程之54位大學生，參與研究學生須先受過訓練熟習概念圖之操作，學期初及學期末各進行一次概念圖測量。學生所繪概念圖採內容分析法進行編碼，參照預先擬定之編碼表進行，由兩位研究人員分別進行編碼，編碼結果進行信效度分析。研究發現：一、跨領域永續教育課程有助學生整體性思考能力提升；二、跨領域永續教育課程有助學生衝突問題解決能力提升。研究發現將可提供未來跨領域環境及永續教育課程設計參考。

關鍵詞：永續教育、永續概念圖、海洋文學、跨領域課程

壹、前言

海洋教育之發展為近年來各國政府推動之教育目標，海洋教育除海洋生態基本知識之學習(張正杰，2015；張正杰、羅綸新，2014；羅綸新、張正杰、童元品、楊文正，2013)，也強調關懷人類產生的海洋生態問題，並能採取行動，提出解決辦法(Cudaback, 2008)。由於人類社會對海洋資源的需求越

來越多，加深維持海洋環境生態資源永續發展之壓力，世界經濟論壇(World Economic Forum, 2016)報告指出，世界各地，人類產生的塑膠垃圾正加速排入大海中，據估計，於2016年，有約一億五千萬噸的塑膠垃圾在大海中，如果不採取行動制止，2025年將會達到兩億五千萬噸，2050年時，可能垃圾量會大於魚類的總重。另外，由於陸地上氮、磷有機物質的排入海中，導致海水優養化

*通訊作者：李育諭，yyli@mail.nsysu.edu.tw

(投稿日期：民國106年3月29日，修訂日期：民國106年12月29日，接受日期：民國106年12月29日)

(eutrophication)而缺氧，魚蝦等海洋生物在這些地方幾乎無法生存，這些肉眼看不見的人造物流入海中，會形成海中「死亡帶」(dead zones)，科學家發現海中死亡帶面積持續擴大中(Diaz & Rosenberg, 2008)。

以上為目前海洋面臨之重要生態議題，對於這些海洋永續生態議題，海洋教育刻不容緩(Centers for Ocean Sciences Education Excellence [COSEE], 2013; Garrison, 2007; National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015)。美國海洋政策調查委員會(United States Commission on Ocean Policy [USCOP], 2004, p. 122，作者自譯)於《21世紀海洋藍皮書》中強調在學校課程中排入海洋環境教育之重要性：「透過學校多元教育課程與學習機會，讓學生大量接觸海洋議題，以培養下一代之海洋學家、管理人才、教育工作者、以及領導者」。我國教育部於2007年公布之《海洋教育政策白皮書》，對於提升海洋產業之專業人才素質之策略建議：「對於航運管理、海洋科技產業之人才培育，規劃跨領域海洋專業學分、學位學程及最後一哩課程，提供非海洋所系科學生修讀」(教育部，2007，頁29)。並推動海洋永續教育兩期共十年計畫(2007 ~ 2016)，在2012 ~ 2016年之第二期計畫便提到，透過鼓勵大專校院開設跨領域海洋學程，預期可以拓展海洋專業人才的視野。在海洋普通教育方面，鼓勵大專校院推動海洋通識課程。在面對當今快速社會變遷及海洋環境資源惡化，一個具海洋永續素養的公民應認識海洋、熱愛海洋、善用海洋、珍惜海洋及海洋國際觀。

論及永續教育及目標，回顧2005年時，聯合國教科文組織發起永續發展教育(2005 ~ 2014)十年計畫(United Nations Educational,

Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2005)時，即注意到永續發展的推動，須奠基於個人對環境、社會、經濟之整體性思考(holistic thinking)，並強調永續發展教育有兩大重點：一、開啟經濟、環境、社會與文化之內在聯結(inter-linkages)與效果；二、聯結個人與社群兩個層面，使之皆能發展獲益(UNESCO, 2009, p. 49)。根據UNESCO之建議，能夠整體性思考永續發展為永續教育最重要之目標。海洋科學教育卓越中心(COSEE, 2013)認為，衝突解決能力也是「行動取向」永續教育的基礎，Chapin等(2010)也持相同的看法認為，永續教育主要將著重在守護管理(stewardship)行動能力的培養，守護管理是近年來針對海洋環境教育提出之行動策略教育目標，主要強調以下三個行動策略主題，第一是減低環境壓力，其二為支持有利策變方法，其三是避免陷入社會結構陷阱。所以，當學生面對快速環境變遷以及環境資源惡化等危機時，一個具備永續素養之公民，應有解決問題的能力，以及知道如何採取行動來維護永續生態。永續發展與社會價值觀之改變息息相關，擁有永續發展能力者在面臨利益衝突時，能考量不同利益關係者之價值觀，以永續發展價值作為最後抉擇依據，體認需要改變之行為，發展新路徑、新技術、重視公平性等實務能力(Schlottmann, 2008)，而此種能力也能呈現對真實世界問題的熟悉度、實作能力、妥協取捨、專業導向之特性(Steiner & Laws, 2006)。從以上所舉永續教育目標，除強調發展整體性思考之基本能力，亦包括問題解決能力(American Association for the Advancement of Science, 2004; Belden Russonello & Stewart and American Viewpoint, 1999)，也就是Cudaback(2006, 2008)所認為：一、學生應該對環境福祉負有責任感；二、學生應該覺得有能力

可以改善環境福祉；三、學生能舉出那些守護海洋行動是有效的。這樣的目標，對照國內外文獻及現有學生對永續發展認知的調查研究發現，高中生以及大學生未能整體性思考永續發展。Walshe (2008)、李育諭(2015)的研究發現，整體說來，高中生對環境面向的理解多於其他面向。另一相關研究也發現大學生對永續發展缺乏整體性瞭解，對永續問題的背後價值以及責任歸屬缺乏認知，對永續發展的認知內容也是偏向環境(Lin & Li, 2017)。

以上所述各種永續教育目標在教學場域上應如何達成？1992年巴西里約熱內盧所舉辦之「地球高峰會」(Earth Summit)，會議上所發表的文件《21世紀議程》(Agenda 21)第36章——「促進教育、公眾意識與培訓」提出了建議，強調跨領域教育對環境意識與永續發展的重要性。因為教育所要提升乃是，對環境與發展問題的公民意識與參與感，並且涵養個人對環境的責任感，而教材須涵括自然、行為、社會、美學與倫理等面向(United Nations Division for Sustainable Development, 1992)。在該份議程中，已預見21世紀人類生存環境問題解決之教育策略，在於跨領域教育課程的發展。跨領域課程會整合不同領域知識，所提供的知識內容較單一學科知識接近真實世界，特別是當所欲探討的議題是較複雜的，且常會有價值衝突(Klein, 2004, 2005; Parker, 2010)，以海洋垃圾問題之解決為例，其問題本質本身就包括生態、政治、經濟、社會、文化等跨學科的價值衝突，對問題的瞭解需透過不同領域知識對話過程來產生。對於如何從事跨領域教育，Clark與Button (2011)提出一個跨領域永續教育模式(Sustainability Transdisciplinary Education Model, STEM)，STEM強調藝術做為跨領域知識統整平臺的角色，STEM很值得

參考，其概念及內容將會被應用在本研究所提海洋教育課程發展。

本研究強調跨領域課程對學生永續素養的影響，著重在整體性思考能力(holistic thinking)及衝突解決能力(conflict resolution)等兩項永續核心能力的影響，並以海洋永續發展問題為例。據此，提出以下兩個研究問題：

- 一、跨領域永續課程對學生海洋議題有關整體性思考能力的影響為何？
- 二、跨領域永續課程對學生海洋有關衝突解決能力的影響為何？

貳、文獻分析

一、永續教育目標

永續教育最大的問題是：永續發展到底是甚麼？並無法簡單定義(Coops et al., 2015; Remington-Doucette, Hiller Connell, Armstrong, & Musgrove, 2013; Schultz, Brand, Kopfmuller, & Ott, 2008)，不過，從另一個角度而言，Christie, Miller, Cooke與White (2013)認為永續發展無法定義，正好顯示永續發展內含多元知識領域，以及可變動性的本質，而因為永續發展擁有這樣的本質，才有調適空間應付此一複雜世界。如果試著瞭解永續發展，其定義將是為何？Schultz等把大家現存對永續發展的瞭解方式，稱為矛盾修辭法(oxymoron)，意指反襯，因此至今永續發展之定義與教育方法常產生爭議。儘管對永續發展尚無清楚簡單定義，文獻大都同意永續發展應該包括至少三方面的知識領域，也就是著名的三大支柱(three pillars)：環境、經濟、社會(Sterling & Scott, 2008; UNESCO, 2009)。如果更完整地考察永續發展的內涵，文化、環境、健康、和平、社會正義、科技等，都是永續發展包羅的重要內涵(Jones,

Selby, & Sterling, 2010)。未來論壇(Forum for the Future & Universities and Colleges Admissions Service [UCAS], 2008)認為我們面對永續的危機，是因為我們因為發展而消耗投入之自然資源、人力、社會資源、生產、及財務等資本的速度快於這些資本的更新產生。自然資本為再生以及不可再生資源、回收垃圾、氣候調節。人力資本包括健康、知識、技能、動機。社會資本是那些幫助以及發展人力資本的社會制度組織，例如：家庭、社區、企業、貿易組織、學校、志工團體等。生產資本包括固定資材、原料等工具、機械以及建築等。財務資本就是指股份、基金等。本文對永續教育的看法，是由永續發展的角度觀之，以下為行文方便，我們將「永續發展教育」與「永續教育」互用之，「永續發展核心能力」與「永續核心能力」互用之。

因此，永續教育應讓學生知道如何確保自然、人力、社會、生產、財務等五種重要永續發展資本的持續存在。英國永續發展教育小組(Sustainable Development Education Panel, 1998)認為永續發展有七個重要的概念：(一)互賴——永續是社會、經濟及自然環境三者，從地方到全球尺度都是互相依賴、密不可分；(二)公民意識以及守護精神——永續是權力、責任、參與及合作；(三)需求和權力——未來世代的需求和權力；(四)多樣性——文化、社會、經濟、生物種類多樣性的重要；(五)生活品質、公平、正義；(六)永續變遷——發展以及承載力；(七)不確定性及預做準備。

雖然永續發展為何不易掌握，仍有些學者企圖從價值認知與選擇能力的培養來討論永續教育目標，這些學者認為，雖然永續發展的問題討論及問題解決是相對的，

但是可以試著透過對學生永續價值認知與選擇能力來定義學生的永續素養，替現今及預計將來會繼續增加之永續課程建立教學之目標。相關文獻中，Wiek, Withycombe與Redman (2011)的研究是被引用最多，Wiek等整理之前有關永續素養的眾多文獻，他們發現大家從事永續教育時，會著重於五項重要核心能力指標，包括系統性思考能力(systems thinking competence)、預測能力(anticipatory competence)、規範能力(normative competence)、策略能力(strategic competence)、人際能力(interpersonal competence)等能力指標。另一篇有關永續核心能力之重要文獻則是Remington-Doucette等(2013)的研究，Remington-Doucette等基於Wiek等的研究，進一步將系統性思考、規範能力以及策略能力等三個永續核心能力，精簡為本研究所要探討之兩個核心能力指標：整體性思考能力以及衝突問題解決能力。

相較於之前Wiek等(2011)的研究，Remington-Doucette等(2013)的研究並未沿用Wiek等所定義的系統性思考指標的所有面向，而專注於學生是否有能力可以整合永續發展各個面向，也就是系統性思考指標下的其中最重要的次概念。更具體來說，當學生面對永續議題時，Remington-Doucette等關注於學生是否能夠辨識出永續發展之三個重要面向(社會、環境、經濟)，以及這些概念背後所代表的價值。對Remington-Doucette等來說，具有整體性思考永續發展議題能力的學生，應該可以在個人觀點之中，納入多重視野面向(Ellis & Weekes, 2008; Forum for the Future & UCAS, 2008)，能就生態、社會經濟、時間與空間等層面整合分析複雜問題(Turner et al., 2003; Wiek et al.)，並能體認社會或個人行為所呈現之價值觀。

關於另一個指標，Remington-Doucette等(2013)認為規範能力以及策略能力關聯性高，可以整合一起，Remington-Doucette等則將其命名為衝突問題解決能力指標。就Remington-Doucette等而言，規範能力指的是對未來發展結果的預期認知，例如學生能夠預知，若企業依目前發展模式持續下去，未來環境、社會、及經濟會導致如何不利之後果。如此，學生才有機會知道需要對未來規劃永續發展策略，以及對有利未來永續發展的行動策略產生興趣。由於不同面向發展間必定產生之個人／社會間價值、偏好、信仰之衝突，最後，學生需有能力調和環境、社會、及經濟發展之間之衝突。簡單來說，對Remington-Doucette等而言，具有衝突解決能力之學生，將能理解現階段環境、社會、經濟等政策間的衝突為何，以及知道永續政策之取舍協調、並能提出解決策略。

二、整體性思考及衝突問題解決能力的評量

對於學生整體性思考以及衝突解決能力之測量，過去的研究提供了不少建議，有些學者認為概念圖可以呈現學生對某一概念的不同層面的理解，特別是概念範疇的分類及層次，可以顯示學生對某一概念理解的深度及廣度(Stuart, 1985)。Mathews與Jones (2008)則認為概念圖可以反映個人對某議題系統性思考的程度，因此在教學方面，教師若能將所要教學的概念內容，以結構關係圖的方式呈現，將有助於學生對學習主題的深度與廣度的理解，另外就認知結構測量工具的功能來說，Lin與Hu (2003)曾使用概念圖來測量學科統整理解程度，概念圖也曾被用來測量批判性思考(Anasuri, 2015)，Rye與Rubba (1998)則使用概念圖協助受訪者表達對氣候變遷概

念之理解，Martin, Mintzes與Clavijo (2000)使用概念圖測量大學生海洋生態概念改變，概念圖也被用在永續概念以及問題解決能力的測量(Åhlberg, 2004; Shallcross, 2016; Stoyanov & Kommers, 2008)，這些研究對利用概念圖測量整體性思考能力以及問題解決能力提供重要之參考。

就一般意義來說，概念圖係指稱利用視覺圖像顯示概念以及概念之間的關係(Trochim & Trochim, 2007)，概念圖常被當作輔助教學方法，以及測量認知結構的工具。概念圖發展，可以追溯到1970 ~ 1980年代，Novak與Musonda (1991)尋找有效呈現受試者認知結構的工具開始，其理論基礎乃源於認知同化理論。簡單來說，認知同化理論認為，學生在繪製概念圖的過程中，會對其個人現有知識進行詮釋，並產生認同，而形成有意義的學習，因此，概念圖呈現的是個人對某一主題的理解方式。透過概念圖的圖像組織，個人或是群體可以用來傳遞他們對某個議題的瞭解(Hay & Kinchin, 2006)，特別是對於高層次認知過程(批判性思考)。

針對學生所繪製概念圖的圖像組織之內容分析，我們需先建立一個概念圖內容分析之編碼評分表，將其轉化為對整體性思考及衝突問題解決能力內容分析之編碼評分方式，Remington-Doucette等(2013)提供一個不錯的評分架構。Remington-Doucette等之評分架構請參考附錄，在這個評分架構下，整體性思考能力包括四個相關次指標，這四個次指標分別代表整體性思考能力由具象到抽象等不同認知層次，依序為(一)是否能辨識永續發展有關之三大面向(環境、社會、經濟)；(二)是否知道永續發展的重要性以及可能後果；(三)是否能認知永續發展的價值；(四)是否能批判反省永續發展所代表之各式核心價

值觀。同樣的，衝突問題解決能力則包括三個不同層次之次指標，依序為(一)是否知道環境保育、經濟發展、社會公平間之衝突為何；(二)當環境保育、經濟發展、社會公平間發生衝突時，是否知道如何取捨溝通；(三)是否有能力提出策略解決衝突。

圖1是參考以上概念圖評分架構所產生的理念圖，在整體性思考的概念圖結構方面，我們須觀察學生的認知結構，在於學生是否能說出永續概念包含的跨「領域」知識面向(例如產業、社區、生態、文學等)、是否知道跨領域知識的「重要性」(例如增加經濟收入、改善社區生活、氣候調節、提供綠色能源、提供休閒等)，是否察覺跨領域目標代表的「價值」(例如科技、資源、消費、公平、家庭、生態、文化等)，是否能對這些價值反省「批判」(例如承受力、長期思考、共生、未來性等)。在衝突問題解決的概念圖結構方面，我們需觀察的是，學生是否能認知「問題」(例如過度消費、缺乏監督、資源浪費、

分配不均等)、是否能對問題提出「主張」(例如國際合作、制定法規、改變消費、綠色能源、重視原住民等)，是否能提出「溝通策略」(例如環境教育、媒體投書、參與永續活動等)。

三、跨領域永續教育

在教學實務上，UNESCO (2005)建議永續教育原則，應該是跨領域(interdisciplinary)、整體性價值(holistic value-driven)、批判性思考(critical thinking)、問題解決(problem solving)、多重方法(multi method)、參與性的(participatory)、決策的(decision making)、應用能力(applicability)、地方有關的(local relevant)。而Christie等(2013)認為，教育上需要提出有別於傳統實證式(positivist approaches)的後實證主義教學取向(postpositivist approaches)，強調無明確定義的跨領域技能學習，這些後實證主義的教學取向，包括批判性思考、角色扮演、團體討論、刺激活

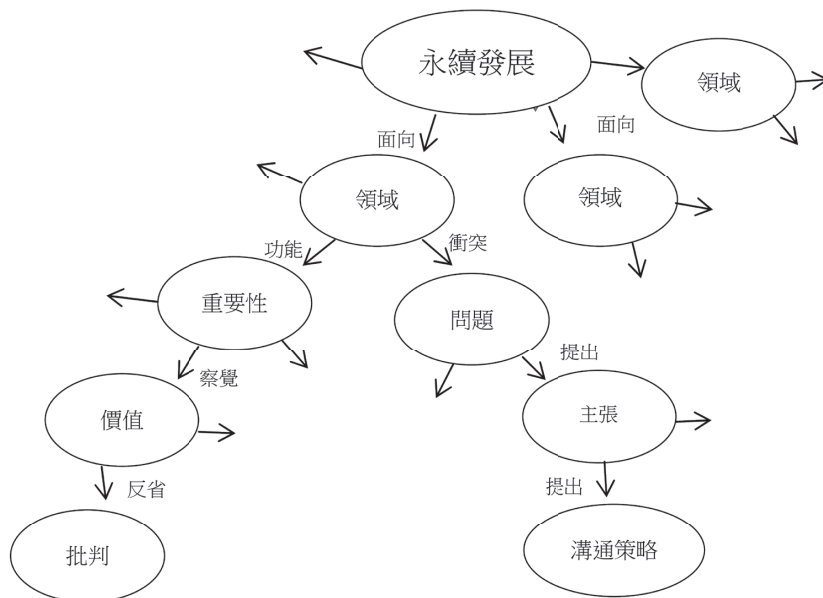


圖1：永續發展之概念結構圖

動(戲劇／影集)、辯論、問題解決、個案研究、反省、評判性讀寫、地方／社區為主教育、田野參訪、隱藏性課程等取向，而這些取向具有主動性、參與性、經驗性、頭手心相連、多領域、整體性及批判性思考等特性，以上的這些教學策略建議，皆與本研究探討的永續發展的核心能力之教學策略有關。雖然過去問題導向學習(Problem-Based Learning, PBL)、「科學、科技、社會」(Science, Technology and Society, STS)與「社會科學議題」(Social Scientific Issue, SSI)等課程安排策略，嘗試把人本身所處社會條件帶進環境議題解決之討論(Hurd, 1985)。然而，本文主旨在於如何從事跨領域永續教育，決定採用Clark與Button (2011)所提出的跨領域永續教育模式(STEM)作為課程設計參考，雖然STEM並未強調針對海洋永續發展議題，採用此一模式最重要的理由是，STEM強調藝術在跨領域學習的重要角色。與其他的跨領域教學策略，STEM強調文化面向之課程內容在學習永續發展的重要角色。為何文化面向在學習永續發展具有一定之角色？因為永續發展所面對的問題，與其他問題不同，永續發展所要解決之問題有一個特別的性質，也就是，永續問題不會有特定之解答，只有相對之解答。永續發展問題之解決是一種價值認知與選擇，就此而言，學生在永續教育當中，要學習的就是價值認知與選擇，雖然PBL在提升學習者問題解決能力已有良好成果，STS對學習者的整體思考上也有正向的影響。我們定義的兩個永續發展核心能力則較為偏向價值認知與選擇，這樣的定義，接近Zeidler, Sadler, Simmons與Howes (2005)功能性科學素養的倡議，在教學上，Zeidler等認為從「科學本質、論述、文化、個案」等四個面向，可以培養學生具備高層次的思考能力，以具備功能性科學素養，有能力及興

趣參與切身有關科學議題之討論。STEM從文化面向切入永續發展教育，接近Zeidler等之建議。

在跨領域的概念中，主要是由兩個不同概念構成，第一個是「跨」，第二個是「領域」。先討論領域，領域代表的是知識，不同領域有不同的知識基礎，例如物理、數學、生物、政治、經濟、文學等領域知識，圖2是STEM模式裡認知之知識關係，從學科的角度來分，主要有三個學科領域的知識(科學、藝術、社區)，這三個分別對照自然、社會、人文。另外，也包含了空間尺度的議題(地方、國家、邦聯、國際)，這些議題存在著對知識理解的差異性觀點。其次是如何「跨」？在STEM中，大學是STEM課程的安排者，也就是策變者。而藝術扮演著最重要的知識統整的平臺，大部分的知識統整活動，都是與藝術有關，把來自不同知識領域的人事物，以及不同社群的人整合在一起，透過各種藝術相關活動，產生互相學習的效果。在STEM模式中。藝術可以：(一)當作知

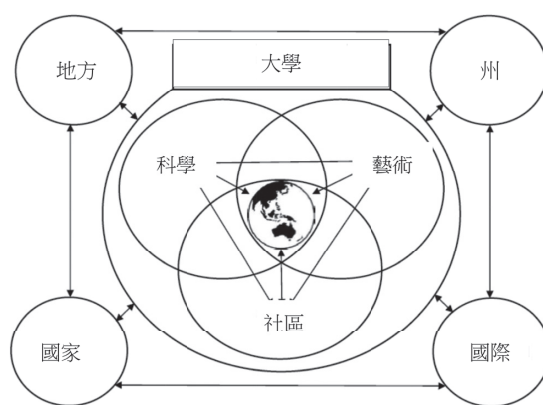


圖2：STEM模式的知識網絡

資料來源：Clark, B., & Button, B. (2011). Sustainability transdisciplinary education model: Interface of arts, science, and community (STEM). *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12(1), p. 51.

識統整平臺，擴展視野；(二)促進批判性思考；(三)促進文化變遷，產生一個具想像共識之社區行動；(四)有助人們超越原有思考、認知、以及經驗。學習者的改變可能因為：藉由藝術，學習者將更能敏銳感受自然生態變化與環境之迫切性，藉由與他人接觸討論，促進解決問題欲望之心理狀態，從而讓感受改變的可能性，這可能是永續生態之實踐力最根本之內在力量。

STEM有以下幾個重要教育觀點整理如下：

- (一)透過藝術、科學、以及社區不同領域間人物的對話，擴展每個人的視野，有助理解永續發展的概念及挑戰。
- (二)永續問題解決策略要在真實情境接觸中較可能產生。
- (三)具視覺效果之藝術，用來突顯人與自然間的衝突，較容易產生批判性的思考。
- (四)藝術體驗對後設認知、土地倫理等高層次的思考的提升較有用。
- (五)親身經驗才能產生對過程深刻意義的理解。
- (六)STEM的課程安排在讓參與的人理解到改變是可能的，也就是可能性化(possibilizing) (Clark & Button, 2011)，可能性化激勵個人或是集體產生行動。

綜合上述討論，本文認為融合人文、社會、生態之跨領域永續教育讓學生能對海洋生態議題的本質能有整體性瞭解，並能提出解決問題的看法。

本文提出兩個研究假設：

- (一)參與跨領域海洋永續課程，學生整體性思考海洋問題能力提高。
- (二)參與跨領域海洋永續課程，學生海洋衝突問題解決能力提高。

參、研究方法

一、研究對象

本研究參與者為在2014年9月～2015年1月此學期修習海洋永續課程之學生共54位，其中17位是藝術音樂文學科系學生，19位學生來自社會管理科系學生，11位為理工科學學生，7位是海洋科學相關背景學生，參與者背景如表1。

二、跨領域永續課程

Clark與Button (2011)提出的跨領域永續教育模式(STEM)，著重探討運用藝術與戲劇做為連結大學生學習與社區參與的介面，其理念為透過瞭解人類在自然中的關係位置，特別是與「自然的和諧關係」(harmonious niche in nature)，體會永續發展之問題，而這也是本文所示跨領域永續課程重要參考架構。表2跨領域永續課程與Clark與Button之STEM教學策略對照。本文所舉例之跨領域

表1：參與研究學生背景

背景資料	人數	百分比
性別		
女	26	48.1
男	28	51.9
年級		
一	22	40.7
二	23	42.6
三	9	16.7
主修學科		
藝術音樂文學	17	31.5
社會管理	19	35.2
理工科學	11	20.4
海洋科學	7	13.0
總數	54	100.0

註：本表中百分比為四捨五入至小數點後第一位之結果。

表2：跨領域海洋永續課程與Clark與Button之STEM課程教學策略對照

教學策略	角色／目的	Clark與Button之STEM模式 課程安排	跨領域海洋永續課程安排
藝術	強調視覺感官媒介作為整合的平臺使用，目的在體驗人文情感(human emotions)及視覺思考(visual thinking)，對永續更有覺知。	於畫廊中學習，體驗生態審美經驗，活動包括：錄像藝術、生態音樂、戲劇詩歌、地景雕塑。	探討人文藝術作品中所描繪的環境問題、以及海洋科學的觀察，活動包括：海洋生態文學精讀、紀實攝影家指導拍照、海洋音樂、畫作解讀、彩繪漁村。
知識統整活動	透過美學及學習者中心取向把學生整合進入社區，目的在發展較寬廣的思考方式(disposition)以產生後設認知(metacognition)以及集體想像。	1.藝術競賽：永續樣貌藝術展(sustainability portraits)。 2.永續策略討論會：至市政府與環境官員、議員代表等座談。 3.服務學習(naturescape program)：小學校園生態角落建置。 4.生態音樂及戲劇表演。	1.學生海洋永續攝影作業：對影響海洋之人事物觀察紀錄。 2.政府與業界發展體驗：探討臺灣海岸技術發展(政府人員)、Fishbanks生態遊戲體驗(共有財管理、漁業策略)、漁業養殖產業發展面面觀。 3.漁村文化調查：與在地居民訪談，提供漁村社區與產業發展發想與建議。 4.歌詞創作與分享、紀實攝影集。
議題	使用藝術審美活動中之象徵性表達方式，引發學生環境意識與思考議題意義。	使用戲劇表演與藝術呈現融入全球永續議題：氣候變遷／地球暖化。以及人類改變自然議題：地景及人造環境、和平、土地倫理。	透過閱讀生態文本與攝影觀察與思考社區議題：環境正義倫理、漁業資源耗竭、濕地開發與保育、人造環境問題、海岸垃圾、漁村文化消失、核電廠廢水排放對生態影響。
社會網絡	社群網絡接觸互動對話對象。	中小學學生／老師、美術／博物館、非政府組織、各級政府民選官員、一般大眾。	紀錄片導演、非政府組織(環保團體、文史保存專家)、各級政府官員、漁村民眾。

永續課程將海洋經典文學、生態攝影等藝術型態做為永續教育統整平臺，提高學生學習情意。課程安排各種知識統整活動，如搭配海洋科學專家對海洋生態及海岸保護觀念之深入探討，以及社會學者從社區、人類與環境互動之角度詮釋對照文學文本意義，這樣不同知識平臺間交互對話的過程中，將會增加學生的跨領域知識，再且透過學習藝術家(文學作家)的想法，來經驗如何批判性思考及創造力思考，例如：作品中對島嶼命運之探

討、或是漁民與海洋的關係等。學習活動中也安排讓學生與不同社會群體、人物、網絡接觸討論，與藝術工作者、漁村居民、官員等的親身見面，與社區居民對話，實際面對永續的衝突整合問題，進而產生對社會其他人的關心，最後帶領學生回到重要的永續議題之討論。

在課程單元規劃上，課程安排比重為人文社會科學約占學期2/3週數，海洋科學占1/3週數。課堂時數比重之規劃主要考量有

二：首先以跨科際(Society, Humanity, Science, SHS)觀點平均分配授課比重(社會1/3、人文1/3、科學1/3)，均衡不同領域知識脈絡之溝通合作。另一為實際考量，大學生在閱讀文學作品時一開始時，需要採用多樣的教學方法引導(對話探討、問題引導、情境模擬等)，給予時間討論與細讀研習，如此較能集中學生的注意力與閱讀興趣，並產生更深層之想法來回應作品中之藝術形式與發掘議題，尤其好的文字寓意幽微，需要時間理解、醞釀論點與分析評判。而如此花時間深入思考過的作品，隨後進行田野參訪及研習海洋科學時，更能記得其閱讀時所思索過的問題，也可以訓練其思考模式，而提出更具科學知識性的深度問題。以下從三方面闡述此一跨領域課程之進行：(一)文學選讀與海洋知識的對照；(二)課程內容結構；(三)課程單元範例。

(一)文本選讀與海洋知識學習對照

閱讀文學作品有助於讀者學習知識與理解他人想法能力(Green & Brock, 2000; Kidd & Castano, 2013; Marsh, Meade, & Roediger, 2003)，自然書寫文本具跨人文／科學的知識特性(吳明益，2003)，因此文學作品能讓共同授課的海洋科學、文學、社會學教師有共同探討之議題與現象，特別是針對文學作品裡包含、隱含或是主張強調瞭解人類只是環境生態共同體之部分，以及對海洋生態之危機與人類行為等進行描繪與反思。解讀審視西方描繪海洋與生態之文學經典，包括由莎士比亞《暴風雨》、梅爾維爾《白鯨記》、而至瑞秋卡森《海風下》等所呈現海洋倫理觀之變遷，由本土作家親身涉海，有意識描寫海洋活動之寫作，如廖鴻基、夏曼·藍波安、杜虹、吳明益等作品，皆對海洋知識多有牽涉。

表3為選讀作品所探討之海洋相關概

念，表中的海洋素養七大原則以及相對應的44個概念是來自海洋科學教育卓越中心(COSEE, 2013)對海洋教育重要知識內涵所做的建議，我國海洋教育研究學者張正杰(2015)亦曾利用這些概念建構海洋素養的測量工具，認為這些原則包含了海洋自然環境的重要知識，其提供了包含海洋的生態規模大小(size of ocean)、海洋及海洋生命形塑地球樣貌(oceans & its life shape earth)、海洋與氣候(oceans & climate)、生物棲地(habitability)、生物多樣性(biodiversity)、海洋與人類連結關係(human connections)、海洋尚待探索與未知(oceans largely unexplored)。表3為海洋素養七大原則及海洋文學作品選讀對照結果，每部海洋文學作品雖分列主要海洋知識原則，但並非只對應單一知識，這些讀本中牽涉那些重要海洋素養概念，是如何決定？我們主要透過三個原則決定，首先，有些讀本可以很清楚的由授課教師判斷出來，例如瑞秋卡森(Rachel Carson)的《大藍海洋》(*The Sea Around Us*)。但是大部分讀本連結之海洋素養概念知識，非海洋科學專長授課教師並不容易察覺。因此，我們會透過海洋科學專長授課教師的協助來加以確認。最後，我們會收集學生海洋概念的學習清單以及提問清單，透過學生的意見，共同建立這個對照表。經典文本更重要的是能讓學生看見海洋與其所影響之人類思想、政策技術、環境與經濟等互動歷程，除學習「海洋素養」，亦發展海洋對學生之個人意義。

(二)授課內容結構

為了讓學生體驗親身「涉入」之在學習，課程安排有兩次田野參訪活動，分別至旗津進行海岸線侵蝕／堆積調查，以及至臺南七股沿海地區實地瞭解歷史悠久之養殖漁業文化，調查內容主要為龍山漁村社區經

表3：海洋素養七大原則及海洋文學作品選讀對照

重要海洋知識與概念	海洋文學作品建議安排
1. 海洋的生態規模大小：(1)海盆；(2)地殼運動；(3)科氏力與輻合帶；(4)海平面；(5)海水鹹度；(6)水循環；(7)海洋與陸地湖河關聯；(8)海洋資源有限。	梅爾維爾(Herman Melville)的《白鯨記》(<i>Moby-Dick</i>)、瑞秋卡森(Rachel Carson)的《大藍海洋》(<i>The Sea Around Us</i>)。
2. 海洋及海洋生命形塑地球樣貌：(1)海底隆起；(2)海平面改變；(3)潮汐侵蝕；(4)海沙組成；(5)構造運動。	夏曼·藍波安《冷海情深》等作品、卡倫巴赫(Ernest Callenbach)的《生態烏托邦》(<i>Ecotopia</i>)。
3. 海洋與氣候：(1)海洋控氣候及天氣；(2)海洋吸收大部分太陽輻射；(3)聖嬰現象(El Niño Southern Oscillation, ENSO)；(4)降雨來自熱帶海洋；(5)海洋控制碳循環；(6)海洋會持續調節熱、碳、及水循環；(7)海洋調節改變造成氣候劇烈變化。	莎士比亞(William Shakespeare)的《暴風雨》(<i>The Tempest</i>)、吳明益《家離水邊那麼近》。
4. 生物棲地：(1)大部分氧氣來自海中有機物行光合作用；(2)第一個生命來自海洋。	杜虹《比南方更南》、廖鴻基《來自深海》。
5. 生物多樣性：(1)大小物種；(2)海中微生物(microbes)；(3)獨特物種；(4)獨特調適性；(5)三度活動空間；(6)活動受物理化學等環境因素限制；(7)獨特深海生態系統；(8)海岸生態垂直分層性；(9)河口生態。	瑞秋卡森《海風下》(<i>Under the Sea-Wind</i>)。
6. 海洋與人類連結關係：(1)影響生活各層面；(2)提供食物、醫療；(3)提供休閒、精神啟發；(4)海岸居住最多人口；(5)海岸自然災害；(6)保護海洋責任。	廖鴻基《討海人》、柯勒律治《古舟子詠》(<i>The Rime of the Ancient Mariner</i>)。
7. 海洋尚待探索與未知：(1)未開發；(2)需更多基礎探究；(3)海洋資源需求增加；(4)新發展海洋探勘科技；(5)重視海洋模擬科學；(6)海洋探勘跨領域。	海明威(Ernest Miller Hemingway)的《老人與海》(<i>The Old Man and the Sea</i>)、法蘭克薛慶(Frank Schätzing)的《群》(<i>Der Schwarm</i>)。

營、養殖方式之變遷(虱目魚、吳郭魚、蚵)、魚苗買賣文化(「算魚栽歌」吟唱學習等)、漁港漁穫改變與文化(龍山、青山、將軍港)、以及台江生態維護等環境現場學習。田野參訪活動安排在文學作品閱讀後之週次，透過田野參訪將更深入瞭解人類與海洋環境之關係、衝擊與相關議題，並由此發想能更進一步之行動與貢獻，如：種苗供應、魚塭技術發展、漁村社區營造、人文環境相關創作記錄等，上述活動皆設計有學習單以導引學生思考相關問題。

海洋生態文學閱讀，通常是安排在一階段課程主題的第一週開始，其後接著田野參訪、參訪體驗為主，以及海洋科學等教學活動，本課程在一學期中大概安排了4個主題，

每個主題大約進行4週的時間。所選讀之海洋生態文學作品多為各界學者研究討論，在評述上有豐富參考資料，而作品生動之文筆與豐沛之情感，也具高度閱讀樂趣，期能培養學生主動閱讀、長期關注環境議題之素養與能力。對於所選擇的海洋文學作品，依不同主題，由教師討論安排約3位不同作者之作品，為鼓勵學生閱讀，會將其中較為有趣的段落章節節錄，於學期初時提供給學生，學生主要是課前閱讀此一部分內容，是否閱讀全文由學生決定。授課教師方面，此一部分，由具文學背景的教師主授，視內容長短，授課教師將於1~2次上課時間內(約2~4小時)，利用簡報、電影、紀錄片、圖片、或是戲劇輔助授課，再佐以文學賞析及評論，

簡單來說，便是讓文學內容充滿故事性，以提高學生興趣及投入。

海洋在地性講座邀請業界與學界相關專家共時授課，主題包括臺灣海洋環境、海港發展與文化講授及討論、漁村的社會與經濟講授與討論。海洋在地之演講安排在田野參訪與海洋科學之後，主要是以地方為主的議題討論及介紹，上課時，教師講授及學生討論時間，為2比1左右。透過具地方色彩有關海神宗教信仰文化等特殊地方文化的介紹，導入來自不同地區先人渡海來臺時面對不確定風險的反應，連結歷史傳統(例如：地名及信仰)跟海洋物理及氣候知識的關係，例如洋流、季風、黑水溝、沙洲、潟湖。對地方漁村的社會與經濟的討論，則把漁村社區發展以及跨國合作協商機制，連結至永續海洋資源的保存與管理知識(近海／遠洋漁業資源減少、海洋垃圾、工業及都市廢水排放汙染)，做為學習人類社會經濟發展對環境破壞的資源保護策略的討論。

此課程作業採用照片拍攝方式，每人在學期初以及學期末各拍三張照片，照片拍攝不在上課時間，同學需自行安排時間進行，學生拍攝作品會在期中與期末利用課堂時間，安排學生照片發表討論會。海洋攝影作業也是一種學習活動，學期初會利用一次上課兩小時，安排海洋生態攝影專家講授基本攝影技巧以及拍攝經驗，另外兩次上課時間進行發表。為了讓學生展現學習的主動性，攝影讓學生與教師之角色轉變，學生不只是被動的學習者，同時也成為知識主動製作者與呈現者(producer and performer) (Wiggins, 2001)。教師則由傳統之單向知識講授者，延伸為mentor與mediator，引領輔導學習者建構學問與自身環境之真義(Klein, 2005)。其次，鼓勵情意方面之表達，課程跨領域不只限於認知方面之知識整合，由於跨領域溝通對話

之必要，同時發展情意方面之表達與社會衝突、分工與合作技巧(Kidd & Castano, 2013; Rossini & Porter, 1979)。

(三)課程單元範例

整學期課程包括漁業發展、海岸地景、海洋汙染與氣候變遷等4個主題單元，每一單元都會使用上節所描述之各種教學方式，這些教學方式會依教學主題做組合安排，安排邏輯大致類似，例如：教學取向排列順序為：文學－田野－講座－作業－討論，各領域知識安排順序為生態文學、社會經濟、海洋環境科學，越廣泛的先，越專業的後，學生的討論及反思(作業)做為每一單元的結尾，以下以2014年9月～2015年1月此學期為課程單元「漁業發展」所安排的課程綱要(表4)。

三、整體性思考以及衝突解決能力測量：概念圖

概念圖測量進行方式，分別請學生在學期初及學期末，於課堂上建構出心中認為的「海洋永續是甚麼？以及如何解決海洋永續問題？」請同學將個人對這個議題的理解試著以概念結構圖像表示(圖1為例)。雖然研究對象是大學生，已具備基本之抽象概念思考能力，但對概念圖之表達方式，考量對未曾受過訓練之大學生，並非易事，最好經一段時間學習，具備一定的精熟度，才適合做為測量工具。所以概念圖做為大學生整體性思考以及衝突問題解決能力測量研究工具使用時，我們會先讓每位學生對繪製概念圖有相當程度的熟悉度，以減少系統性誤差發生之可能性(Sutherland & Katz, 2005)，也避免學生在不同時間所測概念圖內容差異是受到概念圖繪製能力改變的影響。我們獲知參與本研究的學生大都不具有繪製概念圖的經驗，由於概念圖不只是研究工具，也是一個引導學

表4：教學內容範例：以「漁業發展」單元為例

課程單元「漁業發展」內容(上課週數與時數：4週×2小時/週)	
第1週	在教師引導下閱讀數篇海洋文學作品，主要在體驗文學家對海洋與漁業的描寫，這些作品提出環境正義倫理、漁村文化消失、海洋垃圾、漁業資源枯竭之海洋永續問題。
第2週	<p>安排「漁村風情畫：一日漁夫」田野參訪，詳細內容安排如下：</p> <p>(1)至臺南七股龍山村進行漁村社區營造調查、實地踏訪經濟產業與風土民情。行程內容安排：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 認識龍山社區-與總幹事及社造人員訪談。 • 學習數魚苗、穿梭龍山藝術巷。 • 養殖作業、袋袋網及捕撈漁業等學習觀摩。 <p>(2)設計學習單以導引學生深入思考社區營造與漁村產業經營。項目包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 使老舊社區「回春」凝聚在地居民向心力的實際行動為何？這個行動會引發轉變的原因是？ • 龍山漁村營造社區文化特色的實際行動有哪些？如何運用在地特有建築？ • 數魚苗「算魚栽歌」吟唱學習與筆記。 • 記錄虱目魚買賣與養殖方式轉變，與自然環境共生的養殖方式為何？ • 比較牡蠣養殖方式在近岸和遠岸的異同？ • 牡蠣苗是怎麼得到的？袋袋網為甚麼可以抓到漁獲物？ <p>(3)後續行動：應社區總幹事與社造人員請託，於課後兩週間彙整師生建議給社區人員參考。所提出的回饋建議有：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 彩繪讓人印象深刻，牡蠣從採苗到收成，虱目魚苗來游，烏魚子製作過程等，或許也能入畫。 • 有些動手做的活動，如做魚鬆，剝牡蠣是否值得開發？ • 行銷部分：像虱目魚西瓜綿湯若能做成真空包加水就可食，也許有銷售潛力。
第3週	接著為由社會學教師與共同授課其他教師於課堂上共同探討漁村的社會與經濟，特別是以「共有地的悲歌」The tragedy of the commons作為開場、並準備討論大綱，帶領同學團體討論漁村轉型、漁村社區文化保存、及漁業資源保存等議題。
第4週	請學生由本單元所閱讀的海洋生態作品與田野參訪中，找出要更深入瞭解的海洋環境與海洋科學相關問題，問題越具體越佳。問題依海洋科學類型彙整後進行科學學習。養殖漁業相關知識、作品中的魚類主角(旗魚、鯨鯊、飛魚等)生態習性與人類活動、全球漁業與魚源枯竭。隨堂討論其他文學作品中魚類與人類關係，例如：深入認識旗魚生態後，才能解讀海明威《老人與海》中，老人釣捕馬林魚(旗魚)之經典描繪與意涵。

生學習的方法，因此，我把概念圖學習導入課程，在學期初，利用第二次上課時間，安排授課老師，花費約一個半小時，以不同例子，講解示範說明概念圖的意義及概念關係的類別，練習時，特別使用VUE作為教學示範軟體，並提供學生練習，接著進行概念圖測量，請學生利用30分鐘的時間進行繪製(林達森，2003)，學生在課堂上先以手寫進行概念圖的繪製，並隨後回家以電腦軟體VUE重製，以利未來分析之標準化。

學生所繪概念圖包含很多對永續概念理解的訊息，本文於分析時，專注於學生在概念圖中，所呈現之整體性思考以及衝突解決

能力的資訊。採用內容分析法對概念圖進行編碼分析，編碼表參考Remington-Doucette等(2013)對概念圖分析所設計之整體性思考及衝突問題解決能力的分類及評分方式。對於編碼之方式，整體性思考分為四個次構念：(一)為能辨識永續海洋之三大面向(環境、社會、經濟)；(二)為知道永續海洋的重要性以及結果；(三)為能認知永續海洋的價值；(四)為可以批判反省永續海洋所代表之核心價值觀。衝突解決分為三個次構念：(一)為知道海洋保育、經濟發展、社會公平間衝突為何；(二)為當海洋保育、經濟發展、社會公平間衝突時，知道如何取捨；(三)為有能力提出策略溝

通問題。就此合計7個次構念分別評分，評分的標準說明如下，在整體性思考方面，如果學生無法辨識或是反省任何一個海洋永續的概念(如，生態平衡、社會公平、經濟發展)的話，就給0分，表示無法辨識；若只能辨識1項，則為1分，表示辨識不多；如果提到兩方面的話，則可以得2分；若提到3方面則給3分；若每項皆提到超過兩次則給4分。另外，在衝突問題解決能力方面也是類似，若完全不知道衝突問題，則為0分；知道1項，則為1分；知道2項為2分；知道3項為3分；知道3項以上為4分，因此，分數最低為0分，最高為4分。各次構念分數的評分標準及說明參見附錄。我們提供一位同學的結構圖內容範例說明如何實際應用(見圖3)，前測時，整體性思考總分為8分(平均後為2分)，各分項分數為，跨領域知識面向可得3分(有提到經濟、環境、及社會，雖然是使用不同的詞，漁業發展、棲息地保護以及漁村等)，重要性的認知可得3分(有提到收入來源、海洋生物生長、以及海洋文學三項)，價值認知可得2分(有提到海洋資源及生態兩種價值)，反省部分得0分(因未提及任一項)。衝突問題解決能力共計2分(平均後為0.67分)，因有提到2項永續問題(補不到魚、汙染／廢棄物)，其他未得分。後測方面，知識面向及重要性的認知都可得4分，價值方面有提到進步、土地倫理、資源、生態、文化等5項，故給3分，最後反省方面提到人類中心及過度消費兩項，故得2分，因此整體性思考總分為13分(平均後為3.25分)。衝突問題解決能力後測時，衝突發現有4項(廢水汙染、魚源減少、垃圾排放、海岸居民人口減少)，故得3分；問題解決取捨有4項，得3分；溝通策略提出，得2分，因此，衝突問題解決能力後測可得8分(平均後為2.67分)。

我們最後的計分法，是將各個次結構的分數加總平均，而不對各別次構念作分析，各別次構念並未特別加重權值，加重或許較接近事實，不過，考量對權重的產生存有不確定，如同我們對於一般量表測量時，雖透過因素分析產生不同因素負荷量，但對各次測量指標，仍是最常使用相同比值之權重。這樣的計分方式在操作上類似結構性計分法(Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991)，但是在意義上Novak的概念圖結構計分法，與本研究所使用的方式，存有極大的差異性，特別是結構法在概念圖計分上是將概念圖分成四個結構部分：關係、階層、交叉聯結和舉例。我們的概念圖類似主題式的心智邏輯圖，並無概念階層之分別(見圖3)，例如在整體性思考方面分成四個結構：領域、重要性、價值、批判。在問題解決能力分成三個結構：問題、主張、溝通。

為掌握概念圖評分之信度，評分時由兩位專家依據評分標準分別評分，各次構念評分一致性(inter-rater reliability)的百分比介於0.7 ~ 0.8之間，評分的分數若有差異，最後分數則是經由兩位評分者討論後達成共識決定，若無法達成共識則以平均結果做為最後分數。整體性思考以及問題解決能力的信效度的管理上，如表5所示，採用確認性因素分析(Confirmatory Factor Analysis, CFA)，提供概念建構效度指標，整體性思考四個次構面的因素負荷量分別為.853、.913、.907、.764，信度則採用內部一致性信度指標Cronbach's α ，其數值為.875。另外，衝突問題解決能力三個次構念因素負荷量為.881、.954、.927，內部一致性信度指標Cronbach's α 為.901。基本上看來，利用概念圖及其評分方式來測量整體性思考及衝突問題解決能力測量指標的信效度良好。

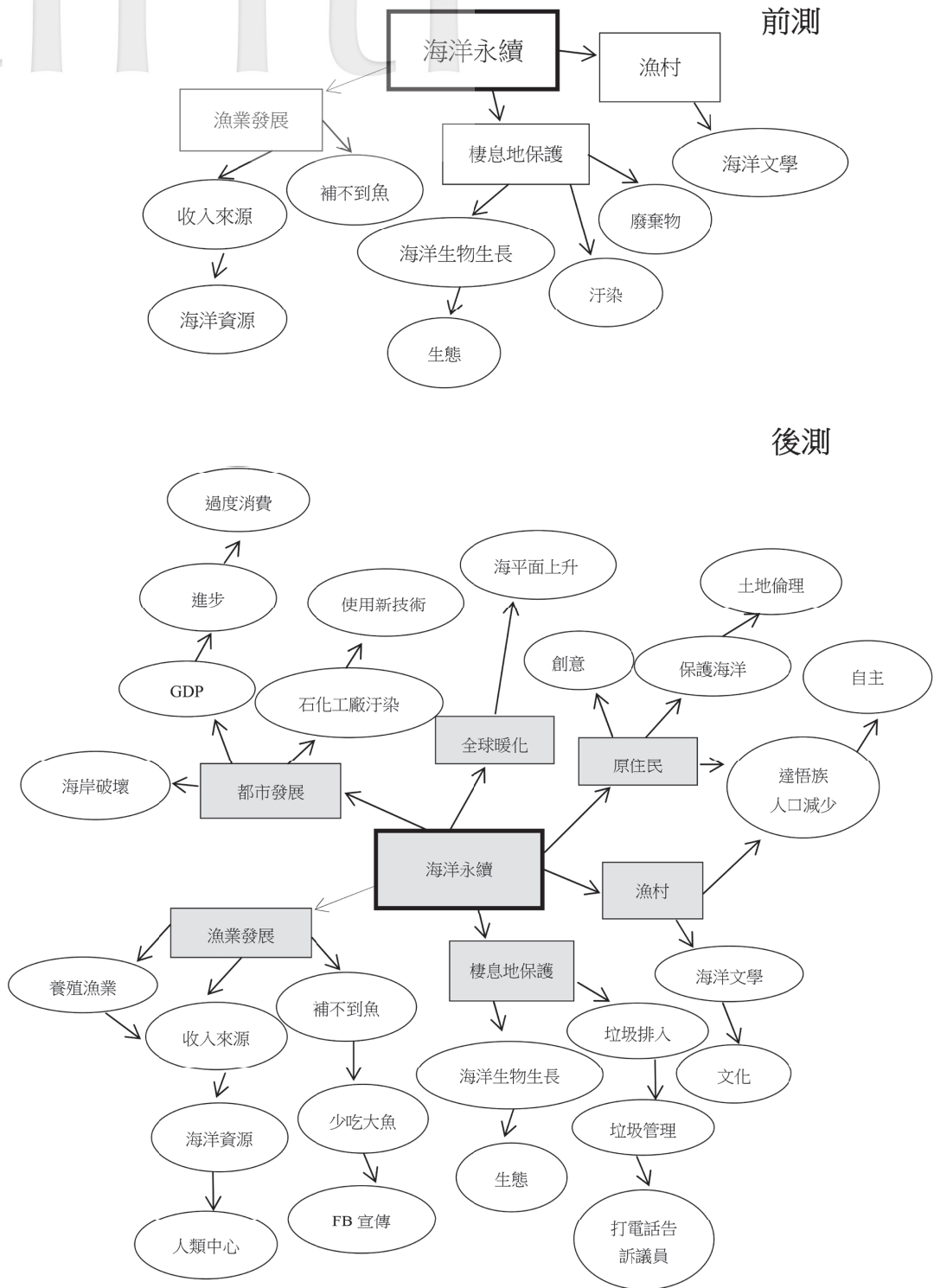


圖3：概念圖前後測例子

表5：永續核心能力之測量指標與信效度分析

永續核心能力	測量指標	分數範圍	因素負荷	α
整體性思考	1.能辨識永續海洋三主要面向。	0~4	.853	.875
	2.能辨識永續海洋重要性以及結果。	0~4	.913	
	3.能辨識永續海洋背後價值。	0~4	.907	
	4.能批判反省永續海洋背後價值。	0~4	.764	
衝突問題解決能力	1.知道環境保育、經濟發展、社會發展間的衝突為何。	0~4	.881	.901
	2.環境保育、經濟發展、社會發展間之衝突，知道如何取捨。	0~4	.954	
	3.能提出溝通策略。	0~4	.927	

肆、學生整體性思考以及衝突解決能力改變

一、學生整體性思考能力改變

學生整體性思考前後測結果詳列於表6，從全班學生來看，整體性思考前測分數平均為1.70分，後測2.69分，增加0.99分，前後測有顯著差異(paired *t*-test, $p < .001$)，代表海洋永續教育課程對學生整體性思考能力的提升有幫助。就分數代表的意義，1分為「辨識不多」，2分為「辨識一些」，3分為「辨識很多」，因此，學生在期初整體性思考能力是介於「辨識不多」與「辨識一些」之間，簡單來說，就是對永續發展之環境、經濟、社會三支柱知識及背後價值之辯識程度，大約只能辨識一到兩個，從前測結果看來，學生修課前缺乏永續之整體性思考。在期末時，程度則是進步到「辨識一些」與「辨識很多」之間。從前後測比較結果來看，海洋永續教育課程有助擴展學生整體性思考能力，學生對永續發展重要的基本知識及價值背景，能夠有較廣泛的認知。

如果從學科背景分析學生整體性思考能力及其改變，人文社會科學學生前測分數是1.54分，自然科學學生整體性思考能力前

測分數是2.01分。因此，在前測時，自然科學學生分數較高，但在後測時，人文社會學生分數2.73分，增加了1.18分(paired *t*-test, $p < .001$)，自然科學學生分數2.61分，增加了0.60分(paired *t*-test, $p = .009$)，由於自然組學生人數只有18人，擔心樣本過小，不適合使用*t*-test，我們使用無母數分析之Wilcoxon rank signed test方法進一步確認前後測結果($p = .042$)，我們觀察到整體性思考能力改變。從前測的結果，我們無法確定是否人文社會的學生整體性思考能力會較自然科學學生低，或這只是修課選擇產生的效果。不過，從兩組學生後測結果相近(2.73分，2.61分)來推論，較可以確定的是，海洋永續教育課程對者兩群學生都有幫助。此外，海洋永續教育課程具有拉近差異的學習效果的天花板現象，或許顯示海洋永續教育課程內容，困難或是容易學習的部分皆具有收斂效果，因此所有學生到學期末整體性思考能力都相近。

如果從性別來看學生整體性思考能力及其改變，男性學生整體性思考能力前測分數是1.61分，女性學生整體性思考能力前測分數是1.21分。後測分數，男性學生整體性思考能力後測分數為2.44分，增加0.83分(paired *t*-test, $p < .001$)，女性學生整體性思考能力

後測分數2.91分，增加1.12分(paired *t*-test, $p < .001$)，不管是男性或是女性學生，整體性思考能力皆有顯著進步。以多變量變異數(Multivariate Analysis of Variance, MANOVA)分析學生整體性思考能力改變是否有性別上之差異，統計分析發現女性學生改變較男性學生多(MANOVA分析, $p = .044$)。女性在整體性思考的學習優勢發現，與自律學習(Self-Regulation Learning, SRL)研究發現相符(Bidjerano, 2005)，自律學習研究發現性別會影響個人之自律學習行為，而女性通常表現較好的自律學習。

因此，我們的分析對大學生整體性思考能力，有以下五點發現：

- (一)從前測來看，修課學生對永續概念欠缺整體性的思考。
- (二)從前後測結果比較來看，海洋永續教育課程有助強化學生整體性思考能力，學生對永續發展重要的知識範疇及價值關聯，有較廣泛的認知。

(三)海洋永續教育課程對整體性思考能力的效果，對自然及人文社會學科背景學生皆有。

(四)海洋永續教育課程對整體性思考能力的學習，有收斂效果。

(五)學生整體性思考能力改變有性別上之差異，女性學生的學習效果較佳。

二、學生衝突解決能力改變

學生衝突解決能力的前後測結果詳見表6下半部，平均來說，學生衝突解決能力前測分數為1.09分，後測1.83分，增加0.73分，前後測差異達顯著(paired *t*-test, $p < .001$)，代表海洋永續教育課程有助學生的解決衝突能力之提升。如此的分數提升，把學生從對解決衝突策略「知道不多」，進步為「知道一些」。從前測結果看來，修課學生衝突解決能力的先備知識也是不高，所以，學生在學期初對環境保育、經濟發展、社會公平三重要永續發展面相間之衝突、協調及解決辦法

表6：學生整體性思考以及衝突問題解決能力前後測平均分數比較(paired *t*-test)

永續能力	領域	前測	後測	差異(後－前)	<i>N</i>
整體性思考	人文社會	1.54	2.73	1.18 ($p < .001$)	36
	自然科學	2.01	2.61	0.60 ($p = .009$)	18
	男	1.61	2.44	0.83 ($p < .001$)	25
	女	1.78	2.91	1.12 ($p < .001$)	29
	Total	1.70	2.69	0.99 ($p < .001$)	54
衝突解決能力	人文社會	0.98	1.82	0.84 ($p < .001$)	36
	自然科學	1.31	1.83	0.52 ($p = .056$)	18
	男	0.96	1.63	0.67 ($p = .008$)	25
	女	1.21	2.00	0.79 ($p = .001$)	29
	Total	1.09	1.83	0.73 ($p < .001$)	54

註：1. MANOVA分析，整體性思考能力改變，學科無顯著差異， $p = .106$ 。衝突問題解決能力，學科無顯著差異， $p = .479$ 。

2. MANOVA分析，整體性思考能力改變，性別有顯著差異， $p = .044$ 。衝突問題解決能力，性別無顯著差異， $p = .518$ 。

3. 無母數分析之Wilcoxon rank signed test, $p = .042$ 。

4. 無母數分析之Wilcoxon rank signed test, $p = .022$ 。

「知道不多」。期末時，學生衝突解決能力有所進步，對永續發展面相間之衝突、協調及解決辦法，大約可以提出多一點的看法。前後測比較看來，海洋永續教育課程有助強化學生衝突解決能力，學生對重要永續發展面相間之衝突、協調及解決，已經有較深入的理解。

如果從學科背景來看學生衝突解決能力及其改變，人文社會學生衝突解決能力前測分數是0.98分，自然科學學生衝突解決能力前測分數是1.31分。因此，不同學門學生，皆缺乏衝突解決能力。後測分數，人文社會學生衝突解決能力後測分數為1.82分，增加0.84分(*paired t-test*, $p < .001$)，自然科學學生衝突解決能力後測分數1.83分，增加0.52分(*paired t-test*, $p = .056$)，無母數分析之Wilcoxon rank signed test結果($p = .022$)，不管是人文社會或是自然科學學生，兩組學生衝突解決能力皆有顯著進步。兩組學生後測結果也是相近(1.82分，1.83分)，與衝突解決能力一樣，海洋永續教育課程具有拉近差異的學習效果的天花板現象，因此所有學生到學期末衝突解決能力都相近。

如果從性別來看學生衝突解決能力及其改變，男性學生衝突解決能力前測分數是0.96分，女性學生衝突解決能力前測分數是1.21分。後測分數，男性學生衝突解決能力後測分數為1.63分，增加0.67分(*paired t-test*, $p = .008$)，女性學生衝突解決能力後測分數2.00分，增加0.79分(*paired t-test*, $p = .001$)，不管是男性或是女性學生，衝突解決能力皆有顯著進步。MANOVA分析學生衝突解決能力改變是否有性別上的差異，雖然女性改變較男性多，但統計檢定結果發現無顯著差異($p = .518$)。

因此，我們的分析對大學生衝突解決能力，有以下五點發現：

- (一)前測結果，學生對環境保育、經濟發展、社會公平間的衝突缺乏理解、溝通與解決。
- (二)前後測結果比較，海洋永續教育課程有助改善學生衝突解決能力，學生對環境保育、經濟發展、社會公平間的衝突，較能理解與應對。
- (三)海洋永續課程對大學生衝突解決能力的效果，對自然及人文社會學科背景學生皆有。
- (四)海洋永續課程對大學生衝突解決能力的學習有收斂效果。
- (五)學生衝突解決能力改變沒有性別上之差異。

伍、討論及建議

由於知識分工以及尋求快速做出判斷，人們習慣於單一面向的思考。然而，當今社會傾向價值多元，未來公民社會該擁有的基本素養，需涵蓋對不同觀點之理解，從而面對價值間衝突時，民眾能知道如何調適並發展創新解決辦法。聯合國永續發展教育十年計畫基於此一想法，希望未來世界公民對永續問題有較為整體之瞭解，並能面對衝突，提出有效解決方式。本文個案研究大學跨領域海洋永續通識教育課程，透過研究檢視是否透過跨領域的知識對話過程及情境進行永續教育，學生兩個永續素養的核心能力(整體性思考、衝突解決能力)會有正向改變。

本文最重要的發現，就是經過一個學期海洋永續教育課程，學生整體性思考永續發展能力有顯著提高，衝突解決能力亦是。整體性思考最顯著的改變是學生發展出一個較為廣闊的思考傾向(*disposition*)，也就是學生整體性思考能力被強化了。學生廣闊的思考傾向是

如何在跨領域教學中發生的呢？Clark與Button (2011)認為，學生是從教師、其他學生、以及所處社區來學習，透過環繞在人類社會與自然的關係以及人類社會如何影響自然資源等議題的討論，培養學生的後設認知(metacognition)。在STEM跨領域的教學模式中，藝術作品扮演一個重要的角色，另一個類似的研究，Walshe (2017)使用的是詩，利用指導學生閱讀、欣賞以及練習創作描寫自然有關的詩，來培養學生後設認知及整體性思考永續發展的能力，在課程設計上是屬於更小規模的以教室內活動為主。STEM對藝術的導入則更是豐富，透過繪畫、雕刻、音樂、舞蹈、地景設計等活動，STEM採用的是大型活動的舉辦，比較適合服務學習式的特殊教學活動。STEM模式中以藝術策展做為學習平臺，在其中小學生、大學生、教師找到共學之平臺，在不同面向都可激發對「大地之母」之責任感(Clark & Button)，因藝術本身是概念性的、象徵性的(Clark & Button, 2010, p. 46)，可以包容各種可能性，再就本研究使用之文學文本來看，經典生態作品所描述的是各種人與自然的關係，更在作品中呈現各種觀點聲音，特別是另讀者能反思之衝突、隱憂(Bennett & Royle, 2009; Garrard, 2004)，因此理解藝術表達與再現，在相關研究中發現是有助於學習整體性思考的。本研究主要是透過文學的欣賞以及創作，促進學生投入參與海洋永續議題的討論，文學的使用，對某些學生來說，若不熟悉文學表達方式，或許掌握文學文字的意義會有困難，這門課選用的文學作品裡，有不少都是臺灣本土的海洋文學作家，例如夏曼藍波安、廖鴻基等，不少學生對這些作家都特別有印象。本研究之海洋永續教育課程，是一般大學學期課程的安排，學生及教師的上課時間有限，因此，是屬於小規模的STEM設計，主要採用的藝術類型是文學以及攝影，學生相對應的創作就是寫作以及

攝影。不過不管是Walshe的小規模課程安排，Clark與Button的大規模課程設計，或是本研究的課程安排，跨領域永續教學的規模似乎不重要，都能產生效果。

學生除了整體性思考永續海洋議題的能力改變，衝突解決能力亦提高，不過改變的程度相對較小，學生不管在前測或是後測，衝突解決能力的分數都比衝突能力分數高，學生更能夠知道永續發展知識領域間(環境保育、經濟發展、社會公平)之衝突、協調及解決辦法。衝突解決能力的最終目標是學生能夠有創意的使用專業學科知識來解決問題，特別是能夠對永續議題提出自己的論述。衝突解決之能力到底是如何產生？學生接觸真實的脈絡情境，對衝突解決之能力產生是最重要的(Clark & Button, 2011)，Remington-Doucette等(2013)也認為學生衝突解決之能力不如整體性思考能力的原因是，因為學生缺少在真實世界有實習或工作之經驗，本研究使用的議題，主要是聚焦在共有地的悲歌(tragedy of the commons) (魚、乾淨的海洋、文化等各種資源耗竭)。課程設定最重要海洋永續議題，就是對海洋各種資源被濫用及可能滅絕的不永續情況，例如，黑鮪魚的減少、人類製造垃圾、化學物質流入海洋。這些問題的一個最大根源是因為，海洋是被公共使用著，不容易管理。對於這樣的議題，我們請同學觀察書寫漁人、閱讀《老人與海》、玩Fishbank遊戲(捕魚模擬遊戲)、與海洋保護行動者對談、進行海洋攝影作業與分享、與政府官員談漁船管理、與漁民談漁民生活。學生對這些累人活動，且是在通識教育，出現難得之熱誠，希望能對海洋永續發展能做些甚麼，從很多學生的反應中發現這點。從同學的反應中，我們發現，真實議題及真實的人、事、物，的確能激發學生的行動力，並且基於各自知識，發展一些解決

問題的策略。另外，整體性思考與衝突解決能力間之正向關係(參考圖4)，隱含著整體性思考能力與衝突解決能力有關(Mansilla & Duraising, 2007; Remington-Doucette et al.)。基於以上發現，我們對未來永續教育有以下幾點建議，首先，任何學科背景知識，都可以發展對永續發展獨特地問題解決的方法，更重要的是真實議題的安排體驗，近年來，科學教育中心、或是科學博物館的發展、或是民間各式體驗活動，某種程度皆扮演著這樣的角色，不管是K-12或是大學永續教育，教師在安排課程時，若是資源不足，或許可以善用這些機構提供的資源。

有關學生學科背景與永續核心能力學習效果的關係，本研究的發現是整體性思考及衝突解決能力的改變並無學科差異。雖然自然科學背景的學生對海洋永續的整體性思考傾向，在學期初較其他領域的學生分數較高，但在學期末差異縮小，顯示海洋永續教育課程的效果並不受限於學科背景，對各種領域背景學生都有效果。這樣的發現，與Remington-Doucette等(2013)對美國大學

生的研究，似乎有不同的發現。Remington-Doucette等的研究發現，學生學科背景與整體性思考及衝突解決能力的學習改變有關。簡單描述，他們的研究，把學生分為三群，第一群是主修永續發展的學生，第二群是主修管理學院學生，第三群是其他主修，這些學生一起上過永續發展課程後，進行前後測，發現研究，主修管理的學生，學習效果最差，兩項能力都沒有改變。其次是，主修永續發展的學生，整體性思考能力有顯著改變。其他主修的學生(共20人，科系有生物科學、設計研究、地球及環境科學、地球與時空探險、經濟學、英國文學、建築、數學、藝術表演、政治學、社會學、多元研究等)，則是兩項能力都有顯著性改變。Remington-Doucette等對他們的研究發現提出建議，對大部分的學生，永續教育課程(如同本研究的課程)，對大部分的學生有不錯的效果，但是對管理學院學生，可能因知識理念間之衝突而影響學習結果。究其原因主要有二，其一是美國管理學院重視之主流經濟觀點與永續發展理念相衝突，其二，學生之科系選擇是一種價值選擇，代表某種與永續發展不同價值觀之決定。我們分析發現，永續教育並不會因學科學背景而有學習差異的產生，特別是對管理學院學生仍是有效，我們認為這樣的文化差異，是因為入學制度的不同，我們的學生選擇主修管理學院，並非完全個人經濟理性價值認同的考量。這樣的發現可能顯示，我們的學生進入大學後，對於不同永續發展有關之價值認知與選擇，仍並未產生過思考，或許是因為永續素養的核心能力仍處於待發展中。因此，我們會建議，對我們大學生永續素養的核心能力的培養，可以提早於K-12義務教育時期進行。

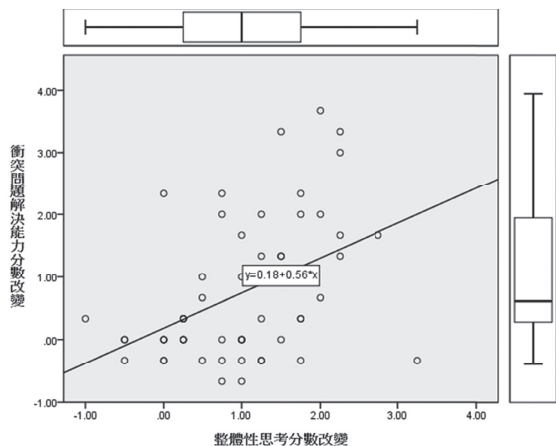


圖4：整體性思考與衝突問題解決能力之關係

註： $R\text{-square} = .194$, $\beta = .44$, $p\text{-value} < .001$.

陸、結論

本研究有以下幾點結論：

- 一、透過整合海洋文學、海洋生態科學、以及漁村／海港社會經濟層面知識之跨領域課程，學生的整體性思考以及衝突問題解決能力獲得改善。
- 二、參考Remington-Doucette等(2013)對整體性思考以及衝突問題解決能力的定義編

碼，用於海洋永續概念圖之分析，具有良好之測量信效度分數。

- 三、整體性思考以及衝突問題解決能力的學習效果，並不會有學科背景上的差異。

誌謝

此研究為科技部專題研究計畫(MOST 104-2511-S-110-012-MY2)部分成果，承蒙補助讓研究得以順利進行，特此致謝。

參考文獻

1. 吳明益(2003)。以書寫解放自然：臺灣現代自然書寫的探索。臺北市：大安。
2. 李育諭編(2015)。2015年青少年永續發展素養調查計畫。高雄市：國立中山大學公民素養推動研究中心。
3. 林達森(2003)。概念圖的理論基礎與運用實務。花蓮師院學報，17，107-132。
4. 張正杰(2015)。影響國中學生海洋科學知識與海洋教育能力指標因素之研究。教育學報，43(2)，173-196。
5. 張正杰、羅綸新(2014)。建構海洋教育的核心價值——從不斷傳出海難事件談起。臺灣教育評論月刊，3(3)，118-123。
6. 教育部(2007)。海洋教育政策白皮書。臺北市：作者。
7. 羅綸新、張正杰、童元品、楊文正(2013)。高中生海洋科學素養及迷思概念評量分析。教育科學研究期刊，58(3)，51-83。
8. Åhlberg, M. (2004). Concept mapping for sustainable development. In A. J. Cañas, J. D. Novak, & F. M. González García (Eds.), *Concept maps: Theory, methodology, technology* (pp. 39-44). Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra.
9. American Association for the Advancement of Science. (2004). *AAAS survey report*. Retrieved November 24, 2013, from http://www.ibrarian.net/navon/paper/AAAS_Survey_Report.pdf?paperid=1076308
10. Anasuri, S. D. (2015). Measuring critical thinking through concept maps: A semester-long experiment in lifespan course. *International Journal for Innovation Education and Research*, 3(8), 150-164.
11. Belden Russonello & Stewart, & American Viewpoint. (1999). *Communicating about oceans: Results of a national survey*. Washington, DC: Belden Russonello & Stewart.
12. Bennett, A., & Royle, N. (2009). *Introduction to literature, criticism and theory*. New York:

Pearson/Longman.

13. Bidjerano, T. (2005, October). *Gender differences in self-regulated learning*. Paper presented at the 36th Annual Meeting of the Northeastern Educational Research Association, Kerhonkson, NY.
14. Centers for Ocean Sciences Education Excellence. (2013, March). *Ocean literacy: Essential principles and fundamental concepts*. Retrieved April 16, 2014, from <http://www.coexploration.org/oceanliteracy/documents/OceanLitChart.pdf>
15. Chapin, F. S., III, Carpenter, S. R., Kofinas, G. P., Folke, C., Abel, N., Clark, W. C., et al. (2010). Ecosystem stewardship: Sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(4), 241-249.
16. Christie, B. A., Miller, K. K., Cooke, R., & White, J. G. (2013). Environmental sustainability in higher education: How do academics teach? *Environmental Education Research*, 19(3), 385-414.
17. Clark, B., & Button, B. (2011). Sustainability transdisciplinary education model: Interface of arts, science, and community (STEM). *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12(1), 41-54.
18. Coops, N. C., Marcus, J., Construt, I., Frank, E., Kellett, R., Mazzi, E., et al. (2015). How an entry-level, interdisciplinary sustainability course revealed the benefits and challenges of a university-wide initiative for sustainability education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(5), 729-747.
19. Cudaback, C. N. (2006). What do college students know about the ocean? *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 87(40), 418-421.
20. Cudaback, C. N. (2008). Ocean Literacy—There's more to it than content. *Oceanography*, 21(4), 10-11.
21. Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929.
22. Ellis, G., & Weekes, T. (2008). Making sustainability “real”: Using group-enquiry to promote education for sustainable development. *Environmental Education Research*, 14(4), 482-500.
23. Forum for the Future & Universities and Colleges Admissions Service. (2008). *The future leaders survey 07/08*. Retrieved December 21, 2015 from <http://www.sustainabilityexchange.ac.uk/files/futureleaders0708.pdf>
24. Garrard, G. (2004). *Ecocriticism*. London: Routledge.
25. Garrison, T. (2007). Ocean Literacy: An in-depth top ten. *Oceanography*, 20(1), 198-199.
26. Green, M. C., & Brock, T. C. (2000). The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(5) 701-721.
27. Hay, D. B., & Kinchin, I. M. (2006). Using concept maps to reveal conceptual typologies. *Edu-*

cation + Training, 48(2/3), 127-142.

28. Hurd, P. D. (1985). A rationale for a science, technology, and society theme in science education. In R.W. Bybee (Ed.), *Science technology society: 1985 yearbook of the national science teachers association* (pp. 94-101). Washington, DC: National Science Teachers Association.
29. Jones, P., Selby, D., & Sterling, S. R. (2010). Introduction. In P. Jones, D. Selby & S. R. Sterling (Eds.), *Sustainability education: Perspectives and practice across higher education* (pp. 1-16). London: Earthscan.
30. Kidd, D. C., & Castano, E. (2013). Reading literary fiction improves theory of mind. *Science*, 342(6156), 377-380.
31. Klein, J. T. (2004). Interdisciplinary and complexity: An evolving relationship. *Emergence: Complexity & Organization*, 6(1-2), 1-9.
32. Klein, J. T. (2005). Integrative learning and interdisciplinary studies. *Peer Review*, 7(4), 8-10.
33. Lin, C.-I., & Li, Y.-Y. (2017). An auto-photographic study of undergraduate students' conceptions of ocean sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(4), 554-575.
34. Lin, C.-Y., & Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1529-1544.
35. Mansilla, V. B., & Duraising, E. D. (2007). Targeted assessment of students' interdisciplinary work: An empirically grounded framework proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215-237.
36. Marsh, E. J., Meade, M. L., & Roediger, H. L., III. (2003). Learning facts from fiction. *Journal of Memory and Language*, 49(4), 519-536.
37. Martin, B. L., Mintzes, J. J., & Clavijo, I. E. (2000). Restructuring knowledge in biology: Cognitive processes and metacognitive reflections. *International Journal of Science Education*, 22(3), 303-323.
38. Mathews, L. G., & Jones, A. (2008). Using system thinking to improve interdisciplinary learning outcomes: Reflections on a pilot study in land economics. *Issues in Integrative Studies*, 26, 73-104.
39. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2015). *Education strategic plan 2015–2035*. Retrieved February 16, 2016, from <http://www.oesd.noaa.gov/leadership/edcouncil/docs/2015-Strategic-Plan-FullText.pdf>
40. Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
41. Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.

42. Parker, J. (2010). Competencies for interdisciplinarity in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(4), 325-338.
43. Remington-Doucette, S. M., Hiller Connell, K. Y., Armstrong, C. M., & Musgrove, S. L. (2013). Assessing sustainability education in a transdisciplinary undergraduate course focused on real world problem solving. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 14(4), 404-433.
44. Rossini, F. A., & Porter, A. L. (1979). Frameworks for integrating interdisciplinary research. *Research Policy*, 8(1), 70-79.
45. Rye, J. A., & Rubba, P. A. (1998). An exploration of the concept map as an interview tool to facilitate the externalization of students' understandings about global atmospheric change. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 521-546.
46. Schlottmann, C. (2008). Educational ethics and the DESD: Considering trade-offs. *Theory and Research in Education*, 6(2), 207-219.
47. Schultz, J., Brand, F., Kopfmüller, J., & Ott, K. (2008). Building a "theory of sustainable development": Two salient conceptions within the German discourse. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 7(4), 465-482.
48. Shallcross, D. C. (2016). Concept maps for evaluating learning of sustainable development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 10(1), 160-177.
49. Steiner, G., & Laws, D. (2006). How appropriate are two established concepts from higher education for solving complex real-world problems? A comparison of the Harvard and the ETH case study approach. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7(3), 322-340.
50. Sterling, S., & Scott, W. (2008). Higher education and ESD in England: A critical commentary on recent initiatives. *Environmental Education Research*, 14(4), 386-398.
51. Stoyanov, S., & Kommers, P. (2008). Concept mapping instrumental support for problem solving. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 18(1), 40-53.
52. Stuart, H. A. (1985). Should concept maps be scored numerically? *European Journal of Science Education*, 7(1), 73-81.
53. Sustainable Development Education Panel. (1998, September 14). *First annual report 1998: Annex 4—Submission to the qualifications and curriculum authority*. Retrieved December 21, 2015, from http://www.tidegloballearning.net/sites/default/files/uploads/Sustainable_Development_Education_Panel_Annual_Report_1998.pdf
54. Sutherland, S., & Katz, S. (2005). Concept mapping methodology: A catalyst for organizational learning. *Evaluation and Program Planning*, 28(3), 257-269.
55. Trochim, M. K., & Trochim, W. M. K. (2007). *Concept mapping for planning and evaluation*. Thousand Oaks, CA: Sage.

56. Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., et al. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074-8079.
57. United States Commission on Ocean Policy. (2004). *An ocean blueprint for the 21st century: Final report*. Washington, DC: Author.
58. United Nations Division for Sustainable Development. (1992). *Agenda 21: Programme of action for sustainable development*. New York: Author.
59. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2005, January). *United Nations decade of education for sustainable development, 2005–2014: Draft international implementation scheme*. Retrieved September 21, 2013, from <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937e.pdf>
60. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2009). *Review of contexts and structures for education for sustainable development 2009*. Retrieved September 21, 2013, from <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001849/184944e.pdf>
61. Walshe, N. (2008). Understanding students' conceptions of sustainability. *Environmental Education Research*, 14(5), 537-558.
62. Walshe, N. (2017). An interdisciplinary approach to environmental and sustainability education: Developing geography students' understandings of sustainable development using poetry. *Environmental Education Research*, 23(8), 1130-1149.
63. Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203-218.
64. Wiggins, R. A. (2001). Interdisciplinary curriculum: Music educator concerns. *Music Educators Journal*, 87(5), 40-44.
65. World Economic Forum. (2016). *The new plastics economy: Rethinking the future of plastics*. Retrieved July 15, 2016, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>
66. Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.

附錄：海洋永續概念圖評分表

評分等級	0分	1分	2分	3分	4分
整體性思考(holistic thinking)					
1.辨識永續海洋三主要面向。	無法辨識	辨識不多	辨識一些	辨識很多	辨識大部分
2.能辨識永續發展重要性以及結果。	無法辨識	辨識不多	辨識一些	辨識很多	辨識大部分
3.能辨識永續海洋背後價值。	無法辨識	辨識不多	辨識一些	辨識很多	辨識大部分
4.能批判反省永續海洋背後價值。	無法反省	反省不多	反省一些	反省很多	反省大部分
衝突解決(conflict resolution)					
1.知道環境保育、經濟發展、社會發展間的衝突為何。	完全不知道	知道不多	知道一些	知道很多	辨識大部分
2.環境保育、經濟發展、社會發展間之衝突，知道如何取捨溝通。	完全不知道	知道不多	知道一些	知道很多	知道大部分
3.能提出策略解決衝突。	無法提出	提出不多	提出一些	知道很多	知道大部分

Sustainability Interdisciplinary Education for Facilitating Undergraduate Students' Holistic Thinking and Conflict Resolution Competencies: A Study on Education for Ocean Sustainability

Chi-I Lin¹ and Yuh-Yuh Li^{2,*}

¹Center for General Education, National Sun Yat-sen University

²Research Center for Promoting Civic Literacy, National Sun Yat-sen University

Abstract

This paper investigated the cultivation of the key competencies concerning sustainability among undergraduate students. It assessed the impact of interdisciplinary learning for sustainability education, focusing its investigation on the two key sustainability competencies of holistic thinking and conflict resolution. This study examined an ocean sustainability course design based on the sustainability transdisciplinary education model (the sustainability STEM model) that utilizes literary and art works as a platform for promoting a network of socio- and scientific fields of knowledge. Fifty-four students participated in the study and their learning outcomes were assessed by concept mapping. Prior to the pre-test survey, a training session on concept mapping skills was organized and the data were collected at both the beginning and end of the course. The contents of the collected concept maps were then coded, utilizing a structured rubric to analyze the students' key sustainability competencies. The inter-rater reliability between two coders and validity of the coding result were examined. The findings indicated that, by the end of the course: 1. the students' holistic thinking improved significantly; and 2. the students' conflict resolution improved significantly. The results presented in this paper also offered pedagogical implications for adopting the sustainability STEM model to develop multi-disciplinary environmental and sustainability curriculum.

Key words: Education for Sustainability, Concept-Mapping for Sustainability, Marine Literature, Interdisciplinary Learning

* Corresponding author: Yuh-Yuh Li, yyli@mail.nsysu.edu.tw