

大學跨領域能力、課程參與和問題覺知關係之研究

李育諭¹ 林季怡^{2,*}

¹國立中山大學 公民素養推動研究中心

²國立中山大學 通識教育中心

摘要

本文探討跨領域的學習及影響，特別專注於學生問題覺知的提升，主要旨在發展學生跨領域能力之測量指標，以及檢視其與問題覺知與跨領域課程參與之關係。跨領域能力量表參考Lattuca, Knight與Bergom (2013)的研究改編，原量表以工程科系學生為對象設計，所以量表設計會以工程領域學生為參考脈絡，改編後量表經效化後，成為適合測量各領域背景學生(不只工程科系)跨領域能力的一般性的量表。本研究亦同時檢試測量學生跨領域課程參與及問題覺知等兩個量表，研究對象為大學生，採用問卷作為資料收集工具。量表先經130位學生預試，作為是否修訂依據，正式施測時，抽取選修大學通識教育課程6班學生進行調查，課程涵蓋科學、社會、文學等領域多元主題。調查時以班級為單位進行調查，最後獲得有效問卷合計400份。資料分析以結構方程式模型(Structural Equation Modelling, SEM)效化測量工具，並建立「跨領域課程參與—跨領域能力—問題覺知」間之關係模型。主要有以下幾點發現：一、改編之跨領域能力量表對臺灣學生有不錯之測量信效度；二、跨領域能力與跨領域課程參與有關；三、跨領域能力與問題覺知有關。研究發現跨領域教育對學生問題覺知的影響是間接的，其影響需透過跨領域能力的提升來產生。研究結果提供大學跨領域教學與研究之參考。

關鍵詞：問題覺知、結構方程式模型、跨領域能力、跨領域課程

壹、前言

跨領域教育與研究是近年來我國各級學校組織最熱門話題之一(王驥懋, 2015; 林季怡, 2015; 林季怡、李育諭, 2018; 唐功培, 2015; 蔡明燁, 2015; 蔡瑞明、許書銘、黃昱琄、陳貽照, 2015)，大學對跨領域教育的積極回應於兩方面，其一是增加教學

內容的跨領域化，其二強調知識的實踐，用以改善社會迫切問題(Flexner, 1979; Johnson, Becker, Estrada, & Freeman, 2015)。可見各大學紛紛成立跨領域學院或是跨領域學程，跨領域教育對大學的重要性，國立臺灣師範大學(n.d.)有關跨領域學程的論述可以說是經典，其說明如下：

*通訊作者：林季怡，chiilin@mail.nsysu.edu.tw

(投稿日期：民國107年7月1日，修訂日期：民國107年12月24日，接受日期：民國107年12月26日)

跨領域學程是將不同科系或是不同領域的知識加以組織整合，讓學生除本科系之專業知識外，更能夠融合學習其他相關知識，……跨領域學程的設立可以增進系所資源的整合運用，使學校發揮整體性的功能，並使學生畢業後求職更具競爭力。……現今社會的經濟產業已趨向多元化，「跨領域」的整合理念演變成社會各界處理複雜且多元問題的模式。跨領域的整合也開創新的思考角度，將現有的資源積極發揮，符合現今知識與社會變遷的趨勢。修習學分學程可增進畢業就業之競爭力；修習學分學程而獲得認證，可以轉變成一種證照，使師大學生除了自己科系上的專業之外，還擁有適應業界需求的能力。

大學對跨領域教育的高度重視，一方面來自教育部對學校教育目標之重設(教育部，2013)，「跨域力」已被列入教育部「人才培育白皮書」十年計畫，學生「跨領域的整合能力」也是十二年國民基本教育課程綱要「核心素養」之一(范信賢，2016；教育部；蔡清田，2014)。另一方面，來自外在社會的人才需求，由於現代社會不斷分化，企業所面臨之問題複雜程度大增(Barry, Born, & Weszkalnys, 2008; Brassler & Dettmers, 2017; Lyall, Meagher, Bandola, & Kettle, 2015)，員工跨領域能力成為企業是否能夠轉型的重要關鍵因素。美國國家工程學會在2004年，針對2020年工程師的願景報告(National Academy of Engineering, 2004)裡便已意識到，未來工程師所面對到的真實問題，除與工程技術專業有關外，常常還會牽涉到社會、文化、政治、環境及經濟等領域知識，因此，大學最

好能及時培養學生認識複雜問題的能力。

從系統理論觀點，大學跨領域教育要解決的是知識系統間溝通不良的問題(Barry et al., 2008, Berrett, 2011; Szostak, 2007; Weingart & Stehr, 2000)，也就是語言使用習慣以及產生隔閡的問題，知識系統間溝通不良存在近似領域之內，以及不同領域之間。一個領域的發展，會漸漸產生一套語言符號運作之自我溝通系統，常常只有懂得這套語言的人才能理解。知識系統間溝通不良的例子之一，是當我們使用的電腦從Window 7升級為Window 10時，Window 7跟Window 10系統間可能有相容性問題，Window 10與Window 7兩個系統也就產生了無法相互理解的狀況，「無法相互理解」不只是「無法對話」，還可能會有誤解而發生衝突的危險。知識系統之間溝通的問題，最常被提及的例子便是Snow (2012)提出的兩種文化的爭論。

大學生對目前社會上某些問題覺知不足，是因為很多社會問題的本質常常內存互相衝突的價值觀，問題解決方式也牽涉不同領域知識，例如，氣候變遷的問題同時與科技、社會發展相關。參考Lattuca, Knight與Bergom (2013)對問題覺知的觀點，本文「問題覺知」概念定義為「學生對問題複雜性的理解，以及對相關知識的認知」。如前所言，近年來，大學紛紛透過跨領域課程來提升大學生對社會問題的覺知，Lattuca, Knight, Seifert, Reason與Liu (2017)在這方面研究，提供我們對跨域課程參與與跨領域能力概念定義的重要參考，據此，本文認為跨域課程參與代表的是學生參與過的跨領域教學安排的經驗程度，而跨領域能力則是讓學生可以綜合不同領域知識和方法，並對問題提供一個全面向瞭解的能力。目前國內外學界對如何測量以上所提概念，特別是對跨領域能力的

測量，正方興未艾，對跨領域能力、課程參與和問題覺知之間的研究，因與跨領域教育理論建立有關，亦特別受到重視。而本研究的重要性在於發展出效度良好且適合臺灣大學生跨領域能力測量的指標，可作為引領教學實踐以及相關研究之方向。研究結果將對大學教育實踐者及教育研究學界有幫助，一方面於提供教學指標有效長期追蹤高等教育在跨領域教學方面的成果，另一方面，提供理論上的經驗證據做為高等教育發展政策制定參考。

因此，本文主要研究目的將著重在發展跨領域能力之測量指標，主要參考Lattuca, Knight與Bergom (2013)對工程學生所發展的跨領域能力量表，檢視其是否適用於臺灣的大學生，並進一步檢視其與問題覺知與跨領域課程參與之教學關係。據此，本研究提出四個待答問題：

- 一、跨領域能力量表在臺灣之效度如何？
- 二、跨領域能力是否與跨領域課程參與有關？
- 三、問題覺知是否與跨領域能力有關？
- 四、跨領域課程參與、跨領域能力、問題覺知之學科背景差異？

貳、文獻分析

一、領域、跨領域、跨域性之定義與測量

本文先透過區分與跨領域相關之幾個名詞：知識、領域、跨領域，嘗試是否能夠對跨領域此一概念產生更根本的認識。哲學家Joe Moran對這些名詞的看法，對我們理解跨領域一詞很有幫助，Moran (2002)所著《跨域性》(Interdisciplinarity)一書，先介紹領域知

識形成的起源，對Moran而言，領域的定義是有組織的知識(knowledge)，某些知識在過去因關心某一主題或是問題、或是形成某種特定觀點，或是對解決某問題特別獨到，這些知識經過組織之後，就形成某個領域。就知識組織的概念來理解領域，跨領域就是這些領域知識的再組織或是重組。某種程度上，跨領域一樣可以被視為某些知識的再組織，形成一個新的領域。簡言之，對Moran而言，跨領域就是一種新的領域。

學者Weingart (2010)討論領域知識的功能，整理從亞里斯多德到當今西方對知識的分類，他認為領域最重要的功能有三：(一)提供知識群認定研究問題(problematizing)、(二)確認情境知識(situating knowledge)及(三)引導溝通(orientating communication)。傳統大學機構裡各獨立教學研究部門是最典型的領域代表，Weingart認為雖然大學機構內領域界限無法壁壘分明，但跨領域並非完全將取代傳統領域分類，其預測未來大學裡各種形式(跨inter-，多multi-，轉trans-，非un-，後post-，反anti-)領域將會共存。Weingart認為現代跨領域形式學程興起主要來自兩現象，首先，是因領域過度分化成長所產生的自然分化，至20世紀後，大部分領域部門皆不斷擴展，原先領域扮演的知識架構功能越來越難達成，領域也變得較為開放，為求生存，自然地產生與其他領域交流之契機。其次，是因為科學技術及概念的進展，科學技術進展同時，透過新方法、新工具及新概念，我們對世界的認知也不同了。人類社會發展至今，全球化使得各種問題之廣度及複雜度都超出前人想像，例如氣候變遷問題、人口移動問題、能源使用、國際貿易衝突等問題(Bromme, 2000; Lyall et al., 2015)，都是過去領域知識無法單一處理。這些新拓展的

領域，就是過去知識組織方式無法料及，例如，網路、手機、人工智慧科技的發明，因此傳統領域不知如何處理，或是無法察覺問題所在。

本研究專注在跨域性這個概念的研究，跨域性就是與跨領域有關的特質(Turner, 2000; Wickson, Carew, & Russell, 2006)。對跨域性的看法，有些學者從知識對話互動的角度觀之，Moran (2002, p. 16)定義跨域性為「多個領域間任何形式的對話與互動，而跨域性的研究內涵在探討這些互動的層次、模式、目標、效果。」Moran認為個人或機構面對問題時，採用與不同領域知識的互動的研究取向或是思考方式，用以尋求問題解答，則是跨域性，若採用單一領域的問題處理方式，稱為領域性。領域性及跨域性對知識應用的取向有很大的不同，表1為比較跨領域與單一領域兩者在權力操作、基本態度、知識關係、知識來源、問題本質、認識論上之差異。跨領域取向研究者在與其他領域互動時，權力關係較為民主、溝通基調是充滿活力及友善，知識關係是溫暖、共同發展及協商，認知知識來源為社會建構，覺知問題複雜性，以及使用多元研究方法解決問題。

過去文獻已有不少從知識間互動狀況測量研究跨域性，Bozeman, Dietz與Gaughan (2001)使用科學人力資本(scientific human capital)來測量學者個人的跨域性，Porter與

Rafols (2009)對大學學科間跨域性的研究，就是從學科之間研究的互動關係來看跨域性，Porter與Rafols跨時間比較分析了1975年到2005年間六個研究領域的跨域性，他們想知道學界領域間合作互動是否越來越頻繁？發現自1975年到2005年間，科學機構間的跨域性是提高了，不過僅存在於相類似的領域之間，與較遠領域間之交流其實變化不大。

Porter與Rafols (2009)使用三種跨域性指標來檢視學科間的互動情況：文獻內容分析、跨域性指標以及科學圖像法。文獻內容分析是較為傳統的測量領域機構的跨域性，跨域性指標是Porter與Rafols發展出來的新指標：整合分數以及多樣性。文獻內容分析以及網絡分析也是一個測量學者跨領域能力的方法，透過學者所發表的文章，以及共同合作的對象，我們可以從一個人過去表現，評量跨領域的能力(Haines, Godley, & Hawe, 2011)，具體的測量指標包括每篇文章引用領域及參考文獻數量、每篇文章共同作者數量。新的跨域性指標考量的是研究的整合能力，包括經驗資料、方法，以及理論的整合。最簡單的概念測量研究整合能力，是檢視研究結果在不同領域中，被採用的影響能力，也就是被引用的領域多樣性。Porter與Rafols這類對跨域性的測量研究，適用於研究機構或是學者，較不適合作為學生跨域性的測量指標。在一般社會上個人的跨域性測

表1：單一領域與跨領域研究之比較

比較方式	領域取向	跨域取向
權力運作	科層式	民主式
溝通方式	老成及潔癖	活力及友善
知識關係	僵化、強勢、妨害	溫暖、共同發展、協商
知識來源	自然發現	自然發現及人類建構
問題本質	單純	複雜，範圍大
認識論	單一方法	多元方法

量，管理學上相近的概念為模糊忍受及厭惡力，模糊忍受及厭惡力被用來評斷一個人是否適合當諮詢人員，有能力替各種不同背景的人解決問題；多元觀點程度也是另一個測量跨域性的指標。

對於學生跨域性之測量，不少文獻專注在對不同知識的辨識及整合(Barry et al., 2008; Kellert, 2008; Klein, 2010; Klein et al., 2001; Krishnan, 2009; Nikitina, 2005)。Spiro, Vispoel, Schmitz, Samarapungavan與Boerger (1987)認為學生的跨域性是一種能力指標，跨領域人才需具備高的跨域性，可以融合(synthesize)、整合(integrate)、調適(adapt)、創新(innovate)知識的能力。Repko (2008)認為跨域性是一種認知能力，用來完成工作所需的動腦技能及心智過程，並提出四種重要的跨領域認知能力，用來評估跨領域學習的成果。這四種認知能力為：觀點採用技巧(perspective-taking techniques)、結構知識的發展(development of structural knowledge)、整合不同領域衝突(integration of conflicting insights from alternative disciplines)、跨領域的理解(interdisciplinary understanding)。觀點採用技巧為多元觀點的理解程度，理解包括領域的差異、問題觀點取向差異、證據法則差異。結構知識的發展為能夠認知到解決複雜問題有關的事實知識以及過程知識。整合不同領域衝突意旨，當研究一個議題時，不同且對立觀點可能同時出現，此時，需要有整合不同觀點的能力，產生創新思考，而非繼續使用單一觀點，才能從衝突中找出一個解釋。跨領域理解意指學生在面對一個議題時，會從一系列觀點來看問題，並且能夠找出這些不同取向的觀點會如何互相影響。

就Lattuca等(2013)的看法，「跨域性」代表的是學生的跨領域能力，跨領域能力

的測量包括「跨域技能」(interdisciplinary skills)、「跨域反思」(reflective behavior)以及「跨域觀點」(recognizing disciplinary perspectives)等三個面向，也就是說學生的「跨領域能力」可以透過以上三個經驗指標來估計(圖1)。Lattuca等發展跨領域能力指標時，先透過大量文獻分析，整理出文獻中曾被提及的八種跨領域能力有關的重要指標，包括(一)領域性的察覺(awareness of disciplinarity)、(二)接受領域觀點(appreciation of disciplinary perspectives)、(三)接受非領域觀點(appreciation of non-disciplinary perspectives)、(四)認知領域的限制(recognition of disciplinary limitations)、(五)跨域評量(interdisciplinary evaluation)、(六)找到共識的能力(ability to find common ground)、(七)反省(reflexivity)、(八)整合技巧(integrative skill)。透過實證研究，以上八個指標再精簡為三個跨領域能力面向(圖1)：跨域技能、跨域反思、跨域觀點。這三個面向中，「跨域技能」為評量學生是否有能力使用不同領域觀點解決問題；「跨域反思」評量學生對原先想法及問題解決方式的再次確認的認知程度；「跨域觀點」是評估學生對不同領域知識、方法、優點、範圍及應用的理解程度。

Lattuca等(2013)發展的跨領域能力量表，是一個成熟且簡潔的量表，不過，其使用對象為工程系所學生，並不適用於其他領域學生使用，本研究將參考這個跨領域能力量表的設計，並加以改編，以適用於所有領域科系學生使用。

二、跨領域能力學習與影響

跨領域教育重要性的體認在永續發展問題的討論中最為深刻，1992年地球高峰會

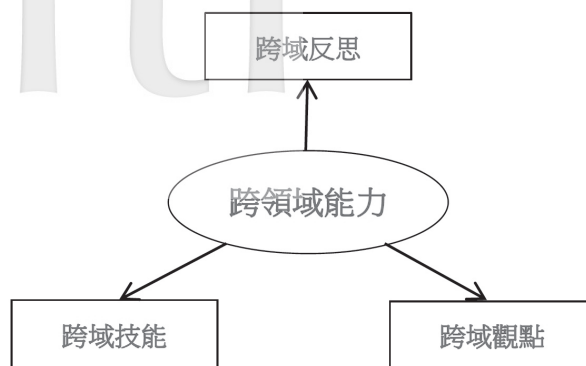


圖1：跨領域能力測量三面向(作者自製圖)

資料來源：參考“Developing a measure of interdisciplinary competence” by L. R. Lattuca, D. B. Knight, & I. M. Bergom, 2013, *International Journal of Engineering Education*, 29(3), pp. 726-739.

所提出的重要刊物《21世紀議程》第36章，強調跨領域教育對環境意識提升與永續發展教育的重要，認為當所欲探討的問題較為複雜時，常會有價值衝突(Klein, 2004, 2005)，跨領域教育強調整合不同領域知識，所提供的知識內容會較單一學科知識更能夠貼近問題。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，另有Lattuca (2001)及Spelt, Luning, van Boekel與Mulder (2015)戮力研究科學及工程學生的跨領域學習經驗，林季怡(2015)整理過去跨領域課程設計理念與實務之文獻，林季怡與李育諭(2018)也曾應用STEM在海洋永續教育上，用以促進學生之跨領域能力。

儘管跨領域學程是近年來才有的理念，過去幾年來跨領域教學方式常被應用在國內外通識教育及一般專業教育當中，例如，王惠蓉與羅文星(2014)利用跨領域教學推廣性平知識，康才媛與林青蓉(2009)利用跨領域教學設計從事環境教育，唐玄輝與蕭貴雲(2009)應用跨領域教學於資訊產品發展專業課程，Lee,

Chien, Walters, Liao與Chen (2017)應用跨領域教學於藝術教育方面，辛幸珍(2010)應用跨領域教學在生命教育，翁瑞霖(2004)應用跨領域教學在數學及音樂教育，通識教育課程應用跨領域教學方式更是常見。以上「跨領域課程」指的是課程中融入跨領域教育方法及目標，從教育的角度切入，Lattuca等(2017)認為跨領域課程是學生獲得跨領域能力的重要的來源，參與「跨領域課程」的經驗多寡，會直接影響學生的「跨領域能力」，Lattuca等研究發現，若工程領域專業課程內容能夠加入以下教學內容，則對學生跨領域能力的提高會有很大的幫助，這些有助於跨領域能力的課程內容包括：強調跨領域主題及技能、安排參與非工程類的活動、國外參訪、參與人文活動。此外，教師對跨領域課程的信念，例如相信跨領域課程有助於解決問題，或是跨領域課程會提高領域知識價值，有助於學生就業等，也會增強學生跨領域能力的學習效果。另外，Brassler與Dettmers (2017)的研究認為跨領域的學習設計，問題解決模式是個不錯的方式，Brassler與Dettmers比較問題學習模式(Problem-Based Learning, PBL)以及計畫學習模式(Project-Based Learning,

PjBL)對跨領域能力的學習效果，他們發現使用跨域式的問題解決模式(Interdisciplinary PBL, IPBL)的學習效果較好，學生在跨域技能、跨域反思以及跨域觀點都有明顯的改變，但使用PjBL的效果不明顯。Brassler與Dettmers的研究使用以下五個問題做為學生討論的重點：衝突協調(negotiating conflicts)問題、在社會市場經濟制度中裡生活及就業(living and working in a social market economy)問題、貪汙(corruption)問題、在現代工作環境中健康(healthiness in a modern working world)問題與改變制度、組織、及社會(change in institutions, organizations, and societies)問題。

跨領域教育對問題覺知的影響研究已有一段歷史(Berrett, 2011; Bromme, 2000; Flexner, 1979; Klein, 2010)，近年來，Zeidler, Sadler, Simmons與Howes (2005)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及功能性科學素養，更重要的是讓學生有能力及興趣參與切身有關問題之討論。對於環境永續問題覺知，永續發展問題之解決是一種價值認知與選擇，Clark與Button (2011)提出STEM，STEM強調藝術在跨領域學習的重要角色，學生在與不同利害關係人互動過程中，透過藝術扮演著重要的知識統整的平臺，將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，促進批判性思考，產生跨領域能力，最終覺知永續問題的本質。Spelt等(2015)調查學生在跨領域課程中的學習經驗，透過質性訪談資料，分析學生參與跨領域跨課程後，在跨領域能力有關的情意(emotional)、認知(cognitive)，以及社會(social)方面的學習經驗。在情意層面上的體會，例如學生會提

到對找出複雜問題有關的領域知識時感到挫折；認知層面上的體會，例如提到理解如何應用理論知識到真實世界情境；社會層面上的體會，例如提到與同儕合作找出想法的異同。他們發現學生在認知層面上的體會，相較於情意及社會層面的體會較多。Spelt等發現跨領域教育，不一定能直接影響學生對問題的覺知。Lattuca等(2013)認為學生問題覺知需要奠基於一些特別的能力，也就是跨領域能力，因為跨領域能力可以用來整合更多領域的知識觀點，以建構出一個更周詳的觀點，做為學生能夠清楚回答、定義太過複雜或是牽涉甚廣的問題。綜合以上有關影響學生問題覺知的文獻建議，我們認為問題覺知與學生跨領域能力有較直接關係，跨領域課程對問題覺知的影響將是透過跨領域能力間接影響。本研究關注的三個變項，兩個假設，剛好形成一個跨領域能力關係結構的中介模型，這樣的模型，本文建議採用結構方程式模型(Structural Equation Modelling, SEM)作為模型驗證分析，因為SEM是一種建構理論模型的統計分析技術，時常被使用在行為科學關係的檢驗(Hox & Bechgar, 1998)，由於SEM對概念關係的預測結果考慮測量誤差效果，分析結果會較為精準(Metzger & Zare, 1999)，並且SEM可以有效同時一起處理多個方程式。

基於相關跨領域效果研究發現，本研究據此提出兩個研究假設：

H1: 跨領域課程學習與學生跨域能力有關。

H2: 學生跨域能力與對跨域議題覺知有關。

參、研究方法

一、研究對象

研究對象為大學生，調查時間為2018年

5～6月，經隨機抽取選修通識教育課程6班進行調查，課程包含科學、社會、文學等主題，以班級為單位進行調查。受調查課程每班學生人數介於30～100位之間，有效問卷合計400份。參與者背景如表2，女性139位，男性261位；一年級61位，二年級254位，三年級81位，四年級104位，252位主修自然科學，148位來自人文社會藝術。

二、測量工具

(一)跨領域能力量表

跨領域能力量表參考Lattuca等(2013)的研究改編，原量表以工程系大學生為對象設計，量表指標描述以工程領域內容為主要脈絡。例如，表3為改編後量表，其中S1, S3, S4, S6, S7等五題項，題目有略為修改，例如S1「我會花時間閱讀非我專長領域的書籍」，若依原來敘述，可能會翻譯成為「我會花時間閱讀非工程領域以外的書籍」，還有例如S6「我可以把自然及人文兩個領域的想法關聯到同一件事」，原來敘述可能會翻譯成為「我可以把自工程以及自然／人文領域的想法關聯到同一件事」。改編後量表為涵蓋所有科系學生(不只工程科系)的一般性

「跨領域能力」量表。量表共有13個測量指標，個別指標採李克特四點尺度，學生從非常不同意／不同意／同意／非常同意中選擇一項適合的答案，若回答「非常不同意」則給1分，若回答「非常同意」則給4分。「跨領域能力」量表包含三個重要面向：跨域技能、跨域反思以及跨域觀點。其中，「跨域技能」包含8個測量指標，測量指標內容如「我知道如何善用不同領域知識及想法，提出較為適當的解決方式」；「跨域反思」共有2個測量指標，內容例如「避免疏忽了重要看法，我常會退一步反省原先看法」；「跨域觀點」有3個指標，指標如「我知道不同領域的人如何找證據論證想法」，詳細量表內容請見表3。

改編後的量表，做為大規模正式施測使用之前，先經歷問卷內容信效度初步檢視。為求謹慎及儘量減少正式調查時可能產生的誤差，問卷初稿經歷以下信效度檢驗程序：1. 英文翻譯為中文，及中文再翻成英文的雙向檢視；2. 3位專家的效度評估；3. 35位學生針對整個問卷的認知試測，4. 130份問卷的預試。預試信效度分析，並未發現嚴重問題。預試之建構效度以及信度檢測結果詳見表3。

在表3中，跨領域能力量表效度分析，「跨域技能」指標的因素負荷量介於.536至.822之間。「跨域反思」指標的因素負荷量分別為.882及.882。「跨域觀點」指標的因素負荷量分別為.727、.817、.787。在信度指標方面，代表信度指標的Cronbach's α 分數分別是.840、.715、.674。

(二)跨域課程參與量表

「跨域課程參與」代表的是學生參與過的跨領域教學安排的經驗程度，「跨域課程參與」量表設計，參考Lattuca等(2017)

表2：參與研究學生背景

背景資料	人數	百分比
性別		
女	139	34.8
男	261	65.2
年級		
一	61	15.3
二	254	38.5
三	81	20.3
四	104	26.0
主修學科		
自然科學	252	63.0
人文社會藝術	148	37.0
總數	400	100.0

的研究改編，「跨域課程參與」量表包括3個測量指標，代表跨域課程三個目標：問題解決、知識應用、跨域價值，用以代表學生參與「跨域課程參與」的程度。題目主體為：「整體而言，你在大學曾修過的課，是否會有助於以下跨領域能力的學習」。3個測量指標為「理解不同領域知識可以幫助解決問題」、「應用不同領域知識解決問題」、「理解到環境、文化、經濟及其他學科知識，都會提高目前我主修學科學位的價值」，測量尺度為李克特四點量表，學生從幾乎沒有／些微／有一些／很多中選擇一個適合的回答。「跨域課程參與」量表信效度結果詳見表3，建構效度(因素負荷量)分別為.899、.896、.849，代表信度指標的Cronbach's α 分數為.855。「跨域課程參與」

之測量，其中一個意義是可用來做為大學生「跨領域能力」量表的一個理論效度檢驗，我們希望所建構的大學生「跨領域能力」與「跨域課程參與」有關。

(三)問題覺知量表

「問題覺知」量表(題目請參考附錄)是用來測量民眾對目前某些社會問題的覺知程度，由於這些社會問題的本質，常常內存互相衝突的價值觀，問題解決方式也牽涉不同領域知識，例如，氣候變遷問題，雖然最大元凶是工業溫室氣體排放過量，但是，問題有效解決除了寄望於新科技的發現，用來減緩排放及排除現存溫室氣體，如何促進國際氣候政策的合作與執行，以及各國民意的支持與行為改變，都是關鍵。

表3：跨領域能力、跨域課程參與測量指標：確認性因素分析因數負荷結果及Cronbach's α 信度指標

概念	指標題項描述	因數負荷量	Cronbach's α
跨領域能力	跨域技能		.840
	S1我會花時間閱讀非我專長領域的書籍。	.536	
	S2我能體會為何不同領域對同一問題要用不同方式處理。	.673	
	S3我能看出科技無法單獨解決所有問題。	.612	
	S4我會尋求不同領域專家幫忙解決問題。	.707	
	S5我知道如何善用不同領域知識及想法，提出較為適當的解決方式。	.727	
	S6我可以把自然及人文兩個領域的想法關聯到同一件事。	.759	
	S7我可以綜合自然或是人文知識，深入瞭解問題。	.807	
跨域反思	S8我可以把我學到的知識運用到不同領域的問題。	.716	
			.715
	R1避免疏忽了重要看法，我常會退一步反省原先看法。	.882	
	R2解決問題過程，我常會再次確認效果。	.882	
跨域觀點			.674
	P1如果需要回答，我可以說出我們想法是來自於哪種知識領域。	.727	
	P2我知道不同領域的人如何找證據論證想法。	.817	
	P3我能很快看出不同領域專家看事情有盲點。	.787	
跨域課程參與	C1大學修過的課，有助於理解不同領域知識可以幫助解決問題。	.899	.855
	C2大學修過的課，有助於應用不同領域知識解決問題。	.896	
	C3大學修過的課，有助於理解到環境、文化、經濟及其他學科知識，都會提高目前我主修學科學位的價值。	.849	

對這些複雜問題的覺知程度，會反映出對問題相關知識的認知深度及廣度，我們從知識的深度及廣度兩方面來考量學生之「問題覺知」程度的測量，並分為「問題複雜性」、「自然領域」、「人文社會」等三個面向。量表設計方面，我們列舉出七個大家應已熟知待處理的社會問題指標，包括氣候變遷、生育率低、火力發電廠設立、使用核能發電、人猴衝突、海洋垃圾、以及永續都市更新。這些問題基本上都是目前(或曾是)臺灣媒體上最熱門議題，已經被輿論討論甚久。有些議題容易被歸類在自然科學領域、有些是在社會人文領域。「問題覺知」量表參考Lattuca等(2013)有關對跨領域能力對問題覺知影響的理論觀點，其中包括對問題的複雜性的理解，以及牽涉的知識的認定。我們在知識的認定是用較為簡單的設計，以及參考Snow (2012)的兩種文化，將其區分為自然科學以及社會人文藝術。我們會針對所列議題，請受訪者從「問題複雜性」、「自然領域」、「人文社會」三個面向評論。

因此，本研究使用之「問題覺知」量表，共有三個次構念，每個次構念由一組7個指標的題目組成，分別測量「問題複雜性」、「自然領域」、「人文社會」等三個「問題覺知」面向。計分方式：對任何一個議題的回答，例如，若是有關「問題本質的複雜程度」，回答「是」，則給2分；回答「否」，則給0分，回答「不確定」，則給1分。各面向的分數為每組7個指標的加總計分平均，透過這樣計分，「問題複雜性」的建構效度(因素負荷量)分別為.675、.625、.715、.744、.511、.686、.650，效度指標Cronbach's α 分數為.778；「自然領域」覺知的建構效度指標(因素負荷量)分別為.522、.574、.512、.486、.622、.651、.488，效度指標

Cronbach's α 分數為.589；「人文社會」覺知的建構效度指標(因素負荷量)分別為.504、.623、.740、.772、.527、.716、.656，效度指標Cronbach's α 分數為.764。

三、統計分析方法

本文採用結構方程式模型，作為本研究假設概念關係模型檢驗的統計分析方法。本研究建構的SEM模型(見圖2)，共有9個測量指標方程式，以及2個理論關係方程式。

圖2所示為本研究所建構SEM關係圖，圖2的SEM是一般性模型，包涵概念測量及結構路徑兩部分。較單純的SEM也可以單只處理概念測量模型，做為確認性因素分析，或是只進行關係路徑的建構。本研究採用一般性的模型，同時統計檢驗概念測量以及結構路徑。

SEM關係路徑中，所探討的概念本身會以橢圓形代表，位在圖2的SEM的下半部，「跨域課程參與」、「跨領域能力」、「問題覺知」代表三個本研所欲探討的概念，由於這三個概念是經由理論思辯後所建構出來，仍需要透過測量指標來推估，因此，被稱做潛在變項(latent variable)，潛在變項間的理論關係會透過箭頭表示，在圖2中，「跨域課程參與」與「跨領域能力」的關係以箭頭線 γ_1 表示(H1)，「跨領域能力」與「問題覺知」的關係以箭頭線 β_1 表示(H2)，透過SEM分析我們獲得 γ_1 , β_1 的估計值， e_1 及 e_2 代表兩個不同之未知影響因素。另外，圖2模型假設中，「跨領域能力」與「問題覺知」為內生變項，因此假設其程度會與其他潛在變項以及未知因素有關，「跨域課程參與」、「 e_1 及 e_2 」為外生變項。

概念測量方面，位於圖2的上半部，概念的指標(經驗收集得來的資料)會以矩形表示，

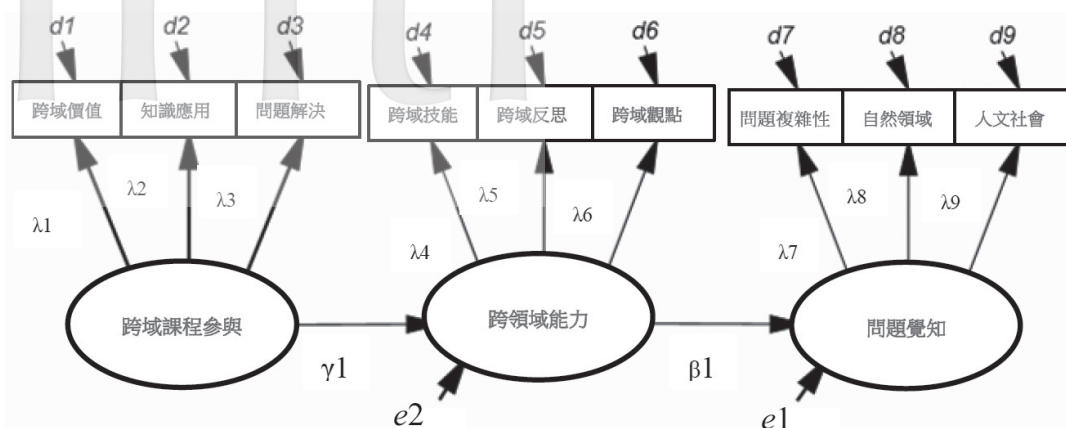


圖2：本研究假設之跨領域學習與影響結構關係

潛在變項(例如跨域性)與其指標間的關係會以箭頭表示，在圖2假設模型中，「跨域課程參與」有3個測量指標(跨域價值、知識應用，問題解決)，「跨領域能力」也是3個測量指標(跨域技能、跨域反思、跨域觀點)，「問題覺知」也有3個測量指標(問題複雜性、自然領域、人文社會)。3組測量指標與其所測量的潛在變相間的關係分別以 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ 、 $\lambda_4 \sim \lambda_6$ 、 $\lambda_7 \sim \lambda_9$ 表示，其關係程度高低代表測量指標的適當程度，SEM分析會提供這些關係的估計值，這些關係的解釋，類似因素分析的因素負荷量具有的指標建構效度意義。另外，合計9個測量指標的測量誤差在圖2模型中以 $d_1 \sim d_9$ 表示。

進行統計分析時，採用AMOS18.0 (Statistical Package for the Social Sciences, 2009)做為估計本研究所提SEM模型的統計分析軟體。

肆、研究結果

一、SEM模式適合度及測量指標信效度

本研究有適當的樣本大小(400人)，

Boomsma與Hoogland (2001)建議，樣本大小超過200以上，最大概似法(Maximum Likelihood, ML)的估計效果表現就很穩定，因此，我們採用ML做為估計方法。再瞭解我們利用SEM所建構的模型是否適當，統計學家建議了一些方式(Hox & Bechger, 1998; McDonald & Ho, 2002; Miles & Shevlin, 2007)。首先，最基本的，我們所建構的模型，所有待推估的參數(例如，圖2中的 γ_1 、 β_1 、 $\lambda_1 \sim \lambda_9$ 、 e_1 、 e_2 、 $d_1 \sim d_9$)，都必需達顯著性水準($p\text{-value} < .05$)，測量誤差(例如，圖2中的 e_1 、 e_2 、 $d_1 \sim d_9$)的估計數值都必須是合理的正數，因素負荷量($\lambda_1 \sim \lambda_9$)數值不能太低，且無太高估計標準誤。

另外，統計學家會比較理論模型與實際觀察到的數值之間的差異，用來檢視整體模型的良好配適程度，據此，統計學家會利用卡方統計數值來表示差異的大小，誤差越小代表理論與觀察到的資料是接近的，換句話說，我們會希望卡方統計檢定結果未達顯著($p > .05$)，用以表示模式與實際資料間的良好配適。不過，卡方統計指標有它的局限性(Hooper, Coughlan, & Mullen, 2008)，因為，

它的數值會受到樣本大小的影響，大樣本的時候，卡方值會較大，因此，很容易呈現整體模型的配適不佳的感覺，小樣本的時候，卡方值會較小，會呈現整體模型的配適良好的感覺，單從卡方統計指標檢定結果來看整體模式配適度，易產生誤導。一個最簡單的修正指標，是把卡方差異值透過自由度平均來產生一個相對性卡方值(relative/normed, χ^2) (Wheaton, Muthén, Alwin, & Summers, 1977)。除了卡方統計指標外，還有近似誤差均方根(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA)、適配度指標(Goodness of Fit Index, GFI)、調整後適配度指標(Adjusted Goodness of Fit Index, AGFI)、均方根殘差(Root Mean square Residual, RMR) (Tabachnick & Fidell, 2007)以及標準化均方根殘差(Standardized Root Mean square Residual, SRMR) (Hu & Bentler, 1999)都是其他用來檢定整體模式配適程度的指標，Hooper等稱這些為絕對配適指標。

除了絕對配適指標外，統計學家還有

對模型是否良好的不同考量，例如，與基本模型(所有假設關係不存在時)比較的方式，採用這樣想法發展的指標有幾個類似名稱(Hooper et al., 2008)，例如增加配適指標、比較配適指標或是相對配適指標，規範配適度指標(Normed Fit Index, NFI)、非規範配適度指標(Non Normed Fit Index, NNFI)、比較配適指標(Comparative Fit Index, CFI)、增值適配指標(Incremental Fit Index, IFI)都是這類型的指標家族成員，其基本的想法是基於假設模型對配飾程度的增加程度大小來評斷配適度。還有一種精簡配適指標家族，精簡配適指標家族考慮到了我們對簡潔模型的期待，反應SEM假設模型的簡潔程度(degree of parsimony)，指數越接近1，顯示模型越簡單，包括簡效規範適配指標(Parsimonious Normed Fit Index, PNFI)，簡效適配度指標(Parsimonious Goodness of Fit Index, PGFI)。Hooper等認為以上所提的指標，都是最常見且是有關應用SEM所做研究必需要報告的資訊。

表4：SEM適合度指標、理想數值、以及本研究數值判斷

適合度指標	理想範圍	本研究數值	適合度判斷
卡方值 (χ^2)	$p > .050$	$\chi^2 = 43.100, df = 25, p = .009$	良好
相對卡方(χ^2/df)	1.000 ~ 2.000	1.795	良好
RMSEA	< .070可接受, < .050良好	.045	良好
GFI	> .950	.975	良好
AGFI	> .950	.955	良好
RMR	小 RMR	.019	良好
SRMR	< .080可接受, < .050良好	.050	良好
NFI	> .950	.956	良好
NNFI (TLI)	> .950	.973	良好
CFI	> .950	.981	良好
IFI	> .950	.981	良好
PNFI	> .500	.664	良好
PGFI	> .500	.542	良好

註：RMSEA：近似誤差均方根；GFI：適配度指標；AGFI：調整後適配度指標；RMR：均方根殘差；SRMR：標準化均方根殘差；NFI：規範配適度指標；NNFI (TLI)：非規範配適度指標；CFI：比較配適指標；IFI：增值適配指標；PNFI：簡效規範適配指標；PGFI：簡效適配度指標。

本研究SEM適合度分析結果整理詳見表4。理論模型與實際收集資料差異之絕對配適指標方面，卡方值為43.100，自由度25， $p = .009$ ，相對卡方(χ^2/df)為1.795，介於1與2之間，在理想範圍以內。RMSEA值為.045，小於.050，亦屬理想結果。GFI值為.975，AGFI值為.955，兩項都大於理想值.950。RMR的值越小越好，我們的RMR值為.019，標準化的RMR (SRMR)為.050，達良好.050的標準。以上指標均顯示理論模型與實際資料相比差異不大，SEM模型配適良好。在相對配適指標家族方面，NFI (.956)、NNFI (.973)、CFI (.981)、IFI (.981)的數值都大於理想值.950，顯示理論模型與基本模型比較增加很多的配適程度。在模型的精簡程度上，精簡程度指標PNFI值為.664，PGFI值為.542，皆在理想值範圍(> .500)，顯示理論模型精簡。

在測量指標方面，共有三個量表，分別測量3個與跨領域有關的潛在變項：「跨域課程參與」、「跨領域能力」、「問題覺知」，每個量表各有3個觀察指標。各量表的主要信效度分析結果列於表5。在量表的信度指標方面，我們會以建構信度(construct reliability)的大小來決定，建構信度有時候也稱作組合信度或複合信度，建構信度數值介於0至1之間，數值代表真實變異占總變異的比例，亦即內部一致性。「跨域課程參與」量表的建構信度為.914，「跨領域能力」量表的建構信度為.925，「問題覺知」量表的建構信度為.788，本研究所用量表的建構信度值能達到.600以上，代表所用測量指

標之內部一致性良好。另外，9個測量指標的個別指標信度介於.330 ~ .870之間，有兩個低於.700，多數高於.500的標準，「問題覺知」之「複雜認知」與「人文社會」，低於.500的標準。平均萃取變異量(Average Variance Extracted, AVE)計算潛在變項對各測量指標的解釋程度，一方面代表潛在變項的測量的可信程度，另一方面，也意指測量指標所代表的潛在變項的量表建構能力，其數字意涵為解釋力，AVE越高代表量表信度與效度越好，表5結果都符合「.500以上」的標準。結果顯示本研究所使用3個量表的信效度大致都可接受。以上的發現，回答了本研究的第一個研究問題：改編自Lattuca等(2013)的跨領域能力量表在臺灣之效度如何？我們認為改編自Lattuca等的量表，獲得有效且可靠的測量結果。

二、跨域學習參與、跨領域能力、問題覺知的關係

本研究第二個研究問題為：跨領域能力是否與跨領域學習參與有關？我們假設兩者間有正相關(H1)。圖3之SEM分析結果顯示跨領域課程參與與學生跨領域能力有高度正相關($\gamma_1 = .49, p < .001$)，跨領域課程參與對學生跨領域能力的解釋力為.24，H1獲得支持，也就是說，跨領域課程參與可以用來解釋學生的跨領域能力。

本研究第三個研究問題為：問題覺知是否與跨領域能力有關？我們假設兩者間有正相關(H2)。圖3 SEM分析結果顯示問題覺知與

表5：量表建構信度和效度

潛在變項	Cronbach's α	建構信度	平均萃取變異量	收斂效度
跨域課程參與	.855	.914	.782	.55 ~ .75
跨領域能力	.727	.925	.805	.43 ~ .51
問題覺知	.434	.788	.569	.16 ~ .51

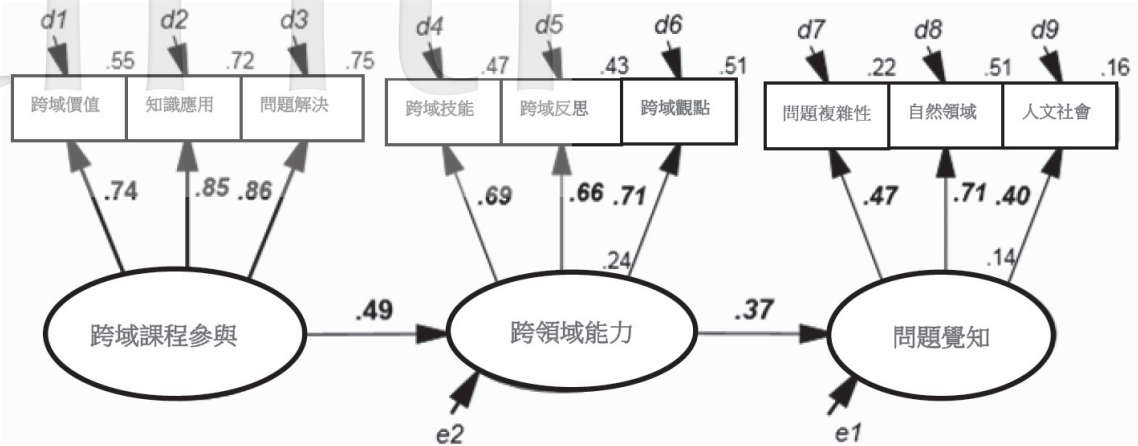


圖3：跨域課程參與、跨領域能力及問題覺知SEM概念關係結構

跨領域能力有正相關($\beta_1 = .37, p < .001$)，其解釋力為.14，H2也獲得支持，也就是說，跨領域能力可以用來解釋問題覺知。

另外，在模型當中，潛在變項跨域學習參與以及問題覺知之間並無顯著關係存在，而9個測量指標相互之間亦無顯著相關。研究問題四有關學科背景的差異為何？表6為三個潛在變項在學科背景的比較，單因子變異數分析(one-way ANOVA)分析發現，不同領域背景學生在跨領域課程參與以及跨領域能力的分數並無顯著差異。問題覺知則有顯著差異。人文領域學生有較高的問題覺知，其次是社會科學，最後是工程領域學生。

伍、討論及建議

一、本文所使用跨領域能力量表具有良好信效度

本研究最特殊的貢獻在發展檢試一個評量大學生一般性的跨領域能力(或稱為跨域能力或是跨域性)的量表，這個量表是基於Lattuca等(2013, 2017)針對工程學生所發展的量表改編。Brassler與Dettmers (2017)也曾使用同樣的量表，作為檢驗大學生跨領域學習

效果的工具。不過，我們的跨領域能力量表與Lattuca等(2013)的差異，主要在我們的問題敘述引導學生到一般問題的想像，而非工程問題。對於為何Lattuca等(2013)當初發展的跨領域能力量表，在題目設計上不針對所有的對象(不同領域)，原因為何不得而知。不過，因為他們主要研究對象為工程科系的學生，在題目的遣詞用字上都以工程系的學生為主，例如當提到問題解決時，都是使用「工程問題」，而非一般問題。是否題目應該提供與受訪者學生更為相關或是具體的問題會是較好的量表？我們就可獲得資訊與Lattuca等(2017)及Brassler與Dettmers的研究作一比較，試著討論這個問題，這三個研究都使用同樣的量表，研究調查時間也接近，如果比較其中跨域技能面向的8個題目的信度指標，Lattuca等(2017)的Cronbach's α 數字為.80，Brassler與Dettmers為.72，本研究為.84。因此，經過改編後的量表，仍有不錯的信度。跨領域能力量表，經與跨領域課程參與、問題覺知連結，更進一步的強化量表理論效度。

我們的分析發現，跨域技能、跨域反思以及跨域觀點三個跨領域能力面向的兩兩相關程度分別是，跨域技能與跨域反思

表6：學科背景與跨領域課程參與、跨領域能力、問題覺知之平均分數

	跨領域課程參與	跨領域能力				問題覺知
	(<i>p</i> = .556)	整體 (<i>p</i> = .783)	跨域技能 (<i>p</i> = .672)	跨域反思 (<i>p</i> = .235)	跨域觀點 (<i>p</i> = .815)	(<i>p</i> = .015)
工程	3.01	2.98	3.03	3.12	2.80	1.43
理	3.10	3.04	3.12	3.16	2.85	1.47
社會	3.17	3.04	3.11	3.22	2.80	1.51
人文	3.04	3.00	3.11	3.14	2.76	1.60

註：跨領域課程參與、跨領域能力分數範圍1~4；問題覺知分數範圍0~2。

為.432，跨域技能與跨域觀點為.478，跨域反思與跨域觀點為.502，這些關係相較於Lattuca等(2013)針對美國工程學系學生的調查結果為高Lattuca等的研究依序對照為.374、.419、.306)，Lattuca等認為較低的關係顯示著跨領域能力的多面向的特性，我們的研究較為支持跨領域能力的潛在的整合特質。因此，我們建議，雖然跨領域能力包含跨域技能、跨域反思以及跨域觀點等三個面向。不過，也可以單獨使用跨域技能量表的八個題目，做為跨域能力效果評量，對研究進行會較為方便(Lattuca et al., 2017)。

二、跨領域能力與跨領域課程參與有關，問題覺知與跨領域能力有關

我們採用的跨領域能力定義與測量，較偏向能力的一種指標，因此，跨域能力的成長，與跨域課程參與有關，跨領域課程會對學生跨領域能力的成長有幫助，這也是我們的H1，在實證資料上獲得支持，也與Lattuca等(2017)的研究結論一致，不過，也有可能跨領域能力與跨域課程參與的關係，只是顯示參與跨域課程的學生是因為有較高的跨領域能力，而產生自我選擇課程參與。最後，我們討論一個問題是，怎樣的跨領域課程內容或是目標是目前跨領域課程所需要的？我們

的調查是否提供為這個問題的想像？Spelt等(2015)調查學生在跨領域課程的學習經驗發現，認知面向是讓學生印象最深刻的。Spelt等的研究所隱含的意義之一是，跨領域課程在情意及社會方面的設計常被學生忽略。跨領域的課程內容強調與其他人的合作互動，共同解決問題，以及對於新觀點的發現所產生的新奇感的喜悅。我們的研究，在跨領域課程學習經驗的測量，也是透過學生認知層面回想來產生。如果我們對跨領域課程的測量是正確的，目前現有融入在不同課程中的跨領域課程，的確有可能會讓學生產生跨領域能力。此外，跨領域能力的外在展現，對問題覺知的影響，也就是我們的H2，在實證資料上亦獲得支持。一個在知識與思考上有跨領域能力的人，當面對複雜的問題時，對問題的認定將會較為正確。對複雜問題的覺知，會使得個人有較為充分的準備。

本研究結果除了提供大學生跨領域能力、問題覺知、跨領域課程參與測量方法之貢獻之外，對跨領域教育具有理論與實證上的雙重意義，特別是採用對真實世界問題的解決，做為跨領域能力的學習策略，提供了一個實證依據與一般性的理論觀點。這樣的發現，符合教育心理學的自我導向學習理論觀點，自我導向學習強調學習者傾向自行選擇學習方法，也會主動利用周遭人、事、物

等學習資源進行學習活動，以致發揮最大學習效果(鄧運林，2000)。本研究結果亦隱含學生認知能力發展的不同階段觀點，由情感認同到實踐應用，從跨領域學習動機產生，進一步到跨領域能力培養，到跨領域能力的應用階段。其過程推論當學生擁有對其他領域知識的信念，或體驗過應用不同領域知識解決問題，或認知其他學科知識會提高主修學科價值，透過學習，學生的跨領域能力應該會提高，間接地，對問題的覺知發展，會從單領域到多領域。

三、跨領域課程參與、跨領域能力、問題覺知之學科背景差異

我們分析也發現一個有趣的現象，學科專業背景與跨領域能力的關係不高，學生在三個跨領域能力面向的比較(見表6)，我們發現工程、理、社會及人文學院學生，儘管有些不同，統計上，跨領域能力並無顯著

差異。但是，整體看起來，理學院學生的跨領域能力似乎是最高，反倒是工程領域學生有較低的跨領域能力，因為，學科分群後樣本數變少(介於61 ~ 154間)，如果能夠有更大樣本數的資料，或許可以更加確認結果。Lattuca等(2013)認為，學生在學科間的跨領域差異，可能反映的是學科本身的跨領域特質或是對跨領域能力的需求狀況，然而，本研究並未發現這樣的傾向，也就是說，臺灣學生並未因為跨領域能力的高低，而影響就讀科系選擇，也沒有因為就讀科系，而影響其跨領域能力。

誌謝

此研究為科技部專題研究計畫(MOST 106-2511-S-110-006)以及(MOST 106-2511-S-110-007)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. 王惠蓉、羅文星(2014)。跨領域教學在性別教育課程之實踐。《通識教育學刊》，14，59-86。
2. 王驥懋(2015)。跨科際研究：文獻回顧以及研究議題。收錄於蔡明燁、王驥懋、唐功培(主編)，《界定跨科際》(頁39-74)。臺北市：教育部。
3. 辛幸珍(2010)。以問題導向學習(PBL)整合跨領域學習於通識「生命與倫理」課程之教學成效。《通識教育學刊》，6，89-107。
4. 林季怡(2015)。人文與科學關懷：跨領域課程整合之理念與設計。收錄於徐淑瑛(主編)，《公民素養：跨領域論述與實務》(頁87-108)。高雄市：國立中山大學通識教育中心。
5. 林季怡、李育諭(2018)。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。《科學教育學刊》，26(1)，1-27。
6. 范信賢(2016)。核心素養與十二年國民基本教育課程綱要：導讀《國民核心素養：十二年國教課程改革的DNA》。《教育脈動》，5，1-7。
7. 唐功培(2015)。跨科際思維與範例教學原則。收錄於蔡明燁、王驥懋、唐功培(主編)，《界定跨科際》(頁75-108)。臺北市：教育部。

8. 唐玄輝、蕭貴雲(2009)。跨領域合作下高齡者資訊平台介面的設計與評估。《人因工程學刊》，10(2)，33-42。
9. 翁瑞霖(2004)。跨領域通識教育課程開啟數學與音樂的對話。《高雄師大學報》，16，103-121。
10. 康才媛、林青蓉(2009)。「環境與人」跨領域通識課程之發展經驗整合與成長。《通識研究集刊》，15，25-60。
11. 國立臺灣師範大學(n.d.)。學分學程。查詢日期：2018年6月14日，檢自http://www.aa.ntnu.edu.tw/6intro/super_pages.php?ID=6intro6
12. 教育部(2013)。教育部人才培育白皮書。查詢日期：2019年1月8日，檢自https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/5/pta_2189_2524507_39227.pdf
13. 蔡明燁(2015)。臺灣與國際接軌：跨科際思維與科學傳播。收錄於蔡明燁、王驥懋、唐功培(主編)，《界定跨科際》(頁1-38)。臺北市：教育部。
14. 蔡清田(2014)。《國民核心素養：十二年國教課程改革的DNA》。臺北市：高等教育。
15. 蔡瑞明、許書銘、黃昱珽、陳貽照(2015)。跨科際課程教學的實踐與反思：以東海大學「高齡化社會與產業」課程群組為例。收錄於蔡明燁、王驥懋、唐功培(主編)，《界定跨科際》(頁109-140)。臺北市：教育部。
16. 鄧運林(2000)。開放學習與自我導向學習。《隔空教育論叢》，12，25-46。
17. Barry, A., Born, G., & Weszkalnys, G. (2008). Logics of interdisciplinarity. *Economy and Society*, 37(1), 20-49.
18. Berrett, D. (2011, January 5). *The rise of 'convergence' science*. Retrieved January 1, 2019, from <https://www.insidehighered.com/news/2011/01/05/rise-convergence-science>
19. Boomsma, A., & Hoogland, J. J. (2001). The robustness of LISREL modeling revisited. In R. Cudeck, S. du Toit, & D. Sörbom (Eds.), *Structural equation models: Present and future. A Festschrift in honor of Karl Jöreskog* (pp. 139-168). Lincolnwood, IL: Scientific Software International.
20. Bozeman, B., Dietz, J. S., & Gaughan, M. (2001). Scientific and technical human capital: An alternative model for research evaluation. *International Journal of Technology Management*, 22(7-8), 716-740.
21. Brassler, M., & Dettmers, J. (2017). How to enhance interdisciplinary competence—Interdisciplinary problem-based learning versus interdisciplinary project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). Retrieved January 1, 2019, from <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1686>
22. Bromme, R. (2000). Beyond one's own perspective: The psychology of cognitive interdisciplinarity. In P. Weingart & N. Stehr (Eds.), *Practising interdisciplinarity* (pp. 115-133). Toronto, Canada: University of Toronto Press.

23. 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.
24. Flexner, H. (1979). Curriculum, the disciplines, and interdisciplinarity in higher education—Historical perspective. In J. J. Kockelmans (Ed.), *Interdisciplinarity and Higher Education* (pp. 93-122). University Park, PA: The Pennsylvania State University Press.
25. Haines, V. A., Godley, J., & Hawe, P. (2011). Understanding interdisciplinary collaborations as social networks. *American Journal of Community Psychology*, 47(1-2), 1-11.
26. Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
27. Hox, J. J., & Bechger, T. M. (1998). An introduction to structural equation modeling. *Family Science Review*, 11, 354-373.
28. Hu, L.-T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
29. Johnson, L., Becker, S. A., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC horizon report: 2015 higher education edition*. Austin, TX: New Media Consortium.
30. Kellert, S. H. (2008). Disciplinary pluralism. In S. H. Kellert (Ed.), *Borrowed knowledge: Chaos theory and the challenge of learning across disciplines* (pp. 25-55). Chicago, IL: University of Chicago Press.
31. Klein, J. T. (2004). Interdisciplinarity and complexity: An evolving relationship. *Emergence: Complexity and Organization*, 6(1-2), 1-9.
32. Klein, J. T. (2005). Integrative learning and interdisciplinary studies. *Peer Review*, 7(4), 8-10.
33. Klein, J. T. (2010). Mapping national drivers of interdisciplinary change. In J. T. Klein (Ed.), *Creating interdisciplinary campus cultures: A model for strength and sustainability* (pp. 15-36). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
34. Klein, J. T., Grossenbacher-Mansuy, W., Häberli, R., Bill, A., Scholz, R.W., & Welti, M. (Eds.). (2001). *Transdisciplinarity: Joint problem solving among science, technology, and society: An effective way for managing complexity*. Basel, Switzerland: Birkhäuser Verlag.
35. Krishnan, A. (2009). *What are academic disciplines? Some observations on the disciplinarity vs. interdisciplinarity debate*. Southampton, UK: ESRC National Centre for Research Methods, University of Southampton.
36. Lattuca, L. R. (2001). *Creating interdisciplinarity: Interdisciplinary research and teaching among college and university faculty*. Nashville, TN: Vanderbilt University Press.
37. Lattuca, L. R., Knight, D. B., & Bergom, I. M. (2013). Developing a measure of interdisciplin-

- ary competence for engineers. *International Journal of Engineering Education*, 29(3), 726-739.
38. Lattuca, L. R., Knight, D., Seifert, T. A., Reason, R. D., & Liu, Q. (2017). Examining the impact of interdisciplinary programs on student learning. *Innovative Higher Education*, 42(4), 337-353.
 39. Lee, C.-Y., Chien, C.-F., Walters, B. G., Liao, C.-J., & Chen, L.-Y. (2017). College students' learning outcomes in an e-art education. *Taiwan Journal of General Education*, 20, 61-97.
 40. Lyall, C., Meagher, L., Bandola, J., & Kettle, A. (2015). *Interdisciplinary provision in higher education: Current and future challenges*. York, UK: Higher Education Academy.
 41. McDonald, R. P., & Ho, M.-H. R. (2002). Principles and practice in reporting structural equation analyses. *Psychological Methods*, 7(1), 64-82.
 42. Metzger, N., & Zare, R. N. (1999). Interdisciplinary research: From belief to reality. *Science*, 283(5402), 642-643.
 43. Miles, J., & Shevlin, M. (2007). A time and a place for incremental fit indices. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 869-874.
 44. Moran, J. (2002). *Interdisciplinarity*. New York: Routledge.
 45. National Academy of Engineering. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: National Academies Press.
 46. Nikitina, S. (2005). Pathways of interdisciplinary cognition. *Cognition and Instruction*, 23(3), 389-425.
 47. Porter, A. L., & Rafols, I. (2009). Is science becoming more interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time. *Scientometrics*, 81(3), 719-745.
 48. Repko, A. F. (2008). Assessing interdisciplinary learning outcomes. *Academic Exchange Quarterly*, 12(3), 171-178.
 49. Snow, C. P. (2012). *The two cultures*. New York: Cambridge University Press.
 50. Spelt, E. J. H., Luning, P. A., van Boekel, M. A. J. S., & Mulder, M. (2015). Constructively aligned teaching and learning in higher education in engineering: What do students perceive as contributing to the learning of interdisciplinary thinking? *European Journal of Engineering Education*, 40(5), 459-475.
 51. Spiro, R. J., Vispoel, W. P., Schmitz, J. G., Samarapungavan, A., & Boerger, A. E. (1987). Knowledge acquisition for application: Cognitive flexibility and transfer in complex content domains. In B. K. Britton & S. M. Glynn (Eds.), *Psychology of reading and reading instruction. Executive control processes in reading* (pp. 177-199). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
 52. Statistical Package for the Social Sciences. (2009). AMOS18.0 [Computer software]. Chicago, IL: Amos Development.

53. Szostak, R. (2007). Modernism, postmodernism, and interdisciplinarity. *Issues in Integrative Studies*, 25, 32-83.
54. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). New York: Allyn and Bacon.
55. Turner, S. (2000). What are disciplines and how is interdisciplinarity different? In P. Weingart & N. Stehr (Eds.), *Practising interdisciplinarity* (pp. 46-65). Vancouver, Canada: University of Toronto Press.
56. Weingart, P. (2010). A short history of knowledge formations. In R. Frodeman, J. T. Klein, & C. Mitcham (Eds.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (pp. 3-14). Oxford, UK: Oxford University Press.
57. Weingart, P., & Stehr, N. (2000). *Practising interdisciplinarity*. Toronto, Canada: University of Toronto Press.
58. Wheaton, B., Muthén, B., Alwin, D. F., & Summers, G. F. (1977). Assessing reliability and stability in panel models. *Sociological Methodology*, 8, 84-136.
59. Wickson, F., Carew, A. L., & Russell, A. W. (2006). Transdisciplinary research: Characteristics, quandaries and quality. *Futures*, 38(9), 1046-1059.
60. 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：問題覺知量表

對於我們社會上的問題，解決這些問題會用到的自然科學或是人文／社會／藝術知識領域(例如，科學、工程、數學、公共政策、心理、政治、管理或人文等)可能單一或是多元的。對於尋求以下所列問題的解決方法過程中，請分別回答以下三個小題，你覺得這些問題：

- 1.問題本身是不是非常複雜？
- 2.自然科學的知識對問題解決很重要？
- 3.人文社會藝術的知識對問題的解決很重要？

	1.問題本身非常複雜？	2.自然科學的知識很重要？	3.人文社會藝術的知識很重要？
1.全球暖化	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
2.生育率低	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
3.火力發電廠設立	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
4.使用核能發電	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
5.人猴衝突	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
6.海洋垃圾	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定
7.永續都市更新	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 不確定

A Study of the Relationship Between Undergraduate Students' Interdisciplinary Competence, Interdisciplinary Curriculum Participation, and Social Problem Perceptions

Yuh-Yuh Li¹ and Chi-I Lin^{2,*}

¹Research Center for Promoting Civic Literacy, National Sun Yat-sen University

²Center for General Education, National Sun Yat-sen University

Abstract

The study, focusing on promoting students' perception of social problems, discussed interdisciplinary learning and its impacts. The major objectives of study included: first, to construct indicators of university students' interdisciplinary competence; second, to investigate the relationship between the participation of interdisciplinary curriculum and the development of students' perceptions of social problems. Lattuca, Knight and Bergom's (2013) interdisciplinary competence scale was employed which initially investigated participants of engineering major background. The research modified and validated Lattuca et al.'s scale to measure students' interdisciplinary competence of different academic disciplines. This study also tested two scales that measured students' participation in an interdisciplinary curriculum and their perceptions of social problems. The participants were university students; questionnaires were used to collect research data. The modified questionnaire was pilot tested by 130 university students. The formal test was conducted in 6 randomly chosen general education courses which covered multi-dimensional subjects including science, sociology, literature, and etc. Four hundred valid questionnaires were collected; the data were analyzed by Structural Equation Modelling (SEM) and the model of "participating in an interdisciplinary curriculum- interdisciplinary competence- perceptions of social problems" was constructed. The major findings of this study were as follows, first, the interdisciplinary competence scale had high reliability and validity. Second, there was a positive relationship between students' interdisciplinary competence and interdisciplinary curriculum experience. Third, the competence was related to their perceptions of social problems. The findings of this study identified an indirect relation between interdisciplinary learning and students' perceptions of social problems: a learning that was able to make impact on the students' perceptions must be enhanced by the promotion of one's interdisciplinary competence. The findings of this study offered methodology for assessing university students' interdisciplinary competence and their learning outcome and a reference for planning educational goals regarding interdisciplinary learning.

Key words: Problem Perception, Structural Equation Modelling (SEM), Interdisciplinarity, Interdisciplinary Curriculum

* Corresponding author: Chi-I Lin, chiilin@mail.nsysu.edu.tw