

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告(封面)

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PEE1090447

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2020/8/1~2021/7/31

素養導向下團隊合作在工程倫理之跨域教學實踐
工程・倫理與社會

計畫主持人(Principal Investigator)：許藝菊

共同主持人(Co-Principal Investigator)：李雨青

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：南臺科技大學機械系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021/8/4

素養導向下團隊合作在工程倫理之跨域教學實踐

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

傳統教育以專業科目導向、一技之長為重，而到了知識過剩、假新聞充斥、人人可以是網紅的科技年代，最不需要的就是給學生更多的知識。無限的資訊已經塞爆學生、惶惶然、無所適從。21 世紀學子需要的是理解資訊、判斷真假、做選擇，並將多如牛毛的片段資訊，整合出有意義的知識，在自己生命實踐。換言之，有意義的知識比以往更重要，由主動學習構建，無法是被動填鴨而來的。

據此，教育體制的轉變正在世界各地發生，包括芬蘭 2016 年的新課程綱要，強調養成對未來負責等跨學科的教育實踐新模式（陳雅惠、賓靜蓀，2015；王雅玲、詹寶菁，2017）。而國際經濟合作組織（OECD，2016）提出 2030 未來教育學習，目的在幫助教育系統確定學生成長並塑造未來所需的知識，技能，態度和價值觀，強調從傳統專業知能學習轉化成統整性的素養（competencies）教育（王智弘，2019）。美國國家教育學會（National Education Association, [NEA]）則在 2018 年出版的” Preparing 21st Century Students for a Global Society” 推薦 4C 素養能力：批判性思維（critical thinking）、溝通（communication）、團隊合作（collaboration）與創造力（creativity）（NEA, 2018; Kivunja, 2015）。

此種建構知識立基於素養能力。素養教育是結合知識、能力與態度，培

養自我調整、持續學習、解決問題等，面對未來可以持續的自我改變的能力。依此台灣跟隨國際趨勢的發展，針對態度、技能與知識的內涵指標，自發、互動與共好的三個面向，108年8月「十二年國民基本教育課程綱要總綱」（又稱「108課綱」）正式上路，訂下三面九項的核心素養目標。

素養是一個整體的概念，不等於技能，是一種能成功地完成複雜任務的綜合性能力、學生就業力指標的重要參數。也由於其複雜性，需要跨域綜整式的學習，難以單一科目作客觀評估，然而不易評估的素養能力卻可以協助不同專業知識與技能的學習。而多數高等教育課堂賦予專業知識與技能學習的責任，少以素養學習為主軸作深入的學習與評量，因此，素養常被當作隱含數，只要知識與技能符合標準，不會去評量學生的素養是否達標。其實知識、技能、情意三個專業學科的基本面向與學生的素養能力密不可分，若隱藏的素養能力提升，也會強化學生知識與技能等可實質應用的外顯能力；若忽略了，即使取得考試高分，考試作答能力難以遷移到實際生活環境的應用。相對的，素養教學強調是可遷移的、帶得走的、解決真實問題的能力，而素養導向課程不僅可以深化學科知識的理解，也能產生學習遷移，讓學生從不同視角理解世界的多元與變化，應對未來挑戰。

因此108課綱所實施12年國教的素養教學，到了大學仍然重要，只是換了形式，且應該走到更深入、切合社會人才的需求，但目前關於素養教學在大學課堂實踐的文獻發表相對較少，且囿於通識課程或教育領域。在此背景下，筆者就任職的私立科大機械系，如何實踐素養導向的教學研究，作為本研究之緣起。

提升情意素養的「工程倫理」課程，才能達到實際行為履行工程師責任

的課程目的。英國經濟學人的「全球未來教育指數」也將情緒智商、團隊合作，視為新世代人才的重要能力。依此，本計畫課程「工程·倫理與社會」藉由科技與社會互動的在地議題，以「能源·永續與風險溝通」進行議題融入式、跨領域素養教學實踐研究，結合團隊合作模式，促進學者行動力，培養解決問題的知識與技能，並研究學生在團隊合作與能源素養等情意構面的轉變。

2. 文獻探討(Literature Review)

促進工程師的專業養成，美國（Haws, 2001; Hess & Fore, 2017）和全球（Zandvoort, Van De Poel & Brumsen, 2010）專家指出道德教育的重要性。為確保道德規範是工程課程的核心組成，美國工程技術認證委員會（ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., 2000）指明大學畢業生應該“理解專業和道德責任”。隨著 ABET 在 2017-2018 的修正，將道德規範擴展到：必須考慮工程解決方案在全球、經濟、環境和社會背景下的不同影響，而能在工程領域以道德和職業責任的能力做出明智的判斷（ABET, n.d.）。依此目標，沒有以素養為導向的工程倫理課程，無法達到以實際行為履行未來工程師責任的課程目的。以下以素養導向教學（competency based instruction）做文獻之回顧。

臺灣施行<十二年國民基本教育課程綱要總綱>，讓 108 學年度入學的小一、國一、高一學生，以素養導向的教育目標，全面適用新的課本、教學、大學入學方式（國家教育研究院課程及教學研究中心，2015）。國家教育研究院（2014）將「核心素養」定義為：一個人為適應現在生活及面對未來挑

戰，所應具備的知識、能力與態度，不宜以學科知識及技能為限，應關注學習與生活的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展。順應此改革，出現大量素養導向的資訊，包括教學與評量相關之研究與文獻（羅寶鳳，2017；陳珮英，2018；張瑞雄，2019）。

順應 108 課綱從國小、中、高中的改變，十二年國民基本教育課程發展統合下一步的高等教育課程，該是如何發展？高教端該如何延續學子的素養學習？大學的素養教學，新的計畫很多是以跨領域方式做嘗試。包括在教育部的挹注下，從民國 96 年訂定《教育部補助大學校院辦理跨領域學位學程及學分學程要點》，98 學年度起補助各大學院校進行跨領域的學位或學分學程之設立，107 年度為打破高教人才培育之同一性，落實學用合一，再併入「高教深耕計畫」（教育部，2014）。

然而學術高度專門化與學科區隔的特質，導致高等教育推動跨領域學習的加倍困難（張嘉育、林肇基，2019）。過程中老師與學生之間的調適，從學校行政系統的支持到老師對新教材開發等細節，仍需要相當心力的付出，即使是美國的大學，在推動跨領域教學是否能如期推行並達到成效，也與該校的教師評鑑或獎勵制度有關（Holley, 2009）。

李佳容（2020）從高等教育的設計理念與系所規劃角度，探討在跨領域教學實施時，學校、系所、教師、學生可能會遇到的挑戰，並彙整出實踐跨領域學習之最佳方案，包括：統整以學生為中心的教學方法，問題（或主題）導向的學習、透過學習者的跨領域學習經驗形塑課程設計、統整「總整課程」（capstone project）或資深人員之檔案建立、善用「獨立學習」、實習與實驗學習等可採用的實踐方案。並且說明多學科、跨學科、超學科等「跨

領域學習模式」的定義與關聯性。

Davies & Devlin (2010) 提出跨領域素養導向課程若要真正「達標」，其中一個重要前提即為，學習者本身必須擁有足夠專業知識或技能，方能在著重「應用與創新」的跨領域課程中，發揮所學。張嘉育、林肇基 (2019) 認為先備的專業知識，是跨領域學習的基礎，學生要能夠進行跨領域的學習，「專業背景」完備很重要，若「抓不到」學科的基礎概念，更遑論運用該學科之專業知識進行討論與統合。

然而那些素養對於工程專業的實踐是最重要呢? Passow 整理 1992 到 2007 的文獻資料，分析來自 10 個不同領域的 5972 位工程師發現有 6 個重要項目，依序是：問題解決與溝通、倫理、終生學習、實驗，團隊，工程工具和設計 (Passow, 2007)。十年之後，同樣問題再度被研究，1990 到 2012 年間 8,232 報告內容分析的成果顯示團隊合作、終身學習、倫理、設計實驗、問題解決等再度上榜 (Passow & Passow, 2017)。

由於工程認證對於全球性素養導向教育的回應，因此從工程實務角度出發，探究整體工程教育需要那些素養的研究有相當地豐富，但是單一工程學院課程回應素養教育的學術研究卻不多見。而 108 課綱對高中職的教學現場已經造成相當的擾動，尤其是第一線的教師。品學堂創辦人黃國珍指出，素養教育的最直接衝擊到的是老師，不是學生。光靠教科書很難教出素養，老師本身的素養才是最大的關鍵，也可能成為學生學習的天花板 (王惠英，2018)。而對於大學端也即將面對衝擊，在幾年後這群接受新課綱的學生，將全面進到高教系統，對於一身專業、卻沒有教育學程背景的大學老師們是否準備好，仍是實驗中的教育進行式。

3. 研究問題(Research Question)

本計畫課程「工程・倫理與社會」藉由科技與社會互動的在地議題，以「能源・永續與風險溝通」進行議題融入式、跨領域素養教學實踐研究，結合團隊合作模式，促進學者行動力，培養解決問題的知識與技能，並研究學生在團隊合作與能源素養等情意構面的轉變。具體問題為：

1. 以南臺機械系 3 年級為例，融入議題導向跨域教學，對工程倫理課程「團隊合作」養成的影響？
2. 培力素養的「工程・倫理與社會」，其課程目標「能源議題」的專業知識是否有進步？

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本研究方法採用「行動研究」，以量化研究為主，質性研究為輔，運用筆者任教的私立科技大學機械系必修課程「工程・倫理與社會」，作為頂石課程「實務專題」前行的可行性研究。課程成果評量指標有實務專題素養、工程・倫理與社會（能源議題）。工具有量表、作業、訪談及教學札記等。以三角交叉檢視法（Triangulation）收集與分析資料，並將結果呈現出來，從眾多紛雜資料的不確定中找出協助實務專題的因素與方法。

研究對象為私立科技大學機械系的工學院院訂必修課程「工程・倫理與社會」，修習課程的學生人數有 43 位：4 位女性、39 位男性；43 位皆為大三同班同學，探討專題素養於單一課程培力之可行性。

蒐集的量化數據有三份問卷：「能源議題感知度調查」（前、後測）、「學習經驗意見調查」（後測）、「小組成員互評」（後測）。質性數據有期末報告、組員互評、及教學札記等。三份問卷於兩次工坊中經由 9 位包含工程、教育、商管等不同背景老師審閱，並經由 SPSS 可靠性統計量之 Cronbach' s α 值依序獲得 0.74（9 個項目）、0.93（16 個項目）與 0.99（8 個項目）之數值，顯示學習經驗意見調查與小組成員互評之 α 值為高於 0.9 的優良（Excellent），而能源議題感知度調查之 α 值則為高於 0.7 的可接受（acceptable），足以佐證本研究使用工具之品質。

「能源議題感知度調查」源自台灣大學風險社會與政策研究中心，為掌握民眾對於能源轉型感知之情況，在 2018 年 6 月 23 日至 7 月 8 日，針對居住台灣 18 歲以上民眾，抽樣施測之調查報告（台灣大學風險社會與政策研究中心，2018）。有六大構面、26 項問題。依據課程目標需求，保留能源議題相關之五點量表問題 6 項與質性問題 5 項（包含 3 個可量化之質性問題）（Yi-Chu Hsu, 2020）。

「學習經驗意見調查」取自（張新仁、王金國、田耐青、汪履維、林美惠、黃永和，2013）與「團隊學習問卷」（夏林清，1997），筆者於 107 學年加以彙編成適合於授課學生的問卷，並應用於課程研究（許藝菊、蔡雅玲、楊劍豐、曾碧卿，2020），問卷有 33 題五點量表題與 3 題質性題。「小組成員互評表」取自 Millis and Cottell（1998）的歐林小組成員互評表為本，共計 8 題五點量表題與 1 題質性題，進行組內的匿名互評。

三份問卷在線上填寫，前測於前三週填寫，後測在後三週，採記名問卷，以利成對樣本的統計檢定。大部分是封閉式題目，部份開放性問題，蒐

集學生對課程的想法與建議。量化資料採用敘述統計，以平均數、標準差與成對樣本 T 檢定等方式分析。

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

課程設計有三階段：(1) 以提問式教學，建構「道德倫理」之先備知識；(2) 以業師演講之社會觀點，啟發「科技與社會」之公民想望；(3) 以專題式能源議題，探索「科技與社會」之台灣能源風險管理。

前七週是課程定位，包括由倫理初探建立先備知識，並破除學生認為已知的倫理概念；再經由兩個當學期流行的案例探討（韓國「N 號房」事件、新冠肺炎疫情），做深入倫理思辯與批判性思維；最後以世界咖啡館的形式，讓學生分組探討在倫理初探中所使用的案例與重要概念。中間三週由推動「科技與社會」行動的外師給予第一手經驗的講座，包括土地倫理、搶救桃園藻礁等講題，給予工學院學生科技實踐於社會系統的實務案例，啟發工程倫理與社會責任之公民想望，並讓學生融合前七週道德倫理之先備知識，以作業方式進行演講議題的反思。最後八週以專題式探索能源議題，除了一開始針對台灣能源轉型的現況、利益與風險做先備知識建立；重點放在學生議題探索，包括如何發現真實議題、組員如何偕同找資料、彙整出有意義與脈絡的資訊；最後以小組報告方式，做出風險溝通的知識產出。表 3 整理出教學方式與素養成效、活動/主題、評量方式等之對應關係。

本課程專業目標是能源議題的專業知能與情意層面共同提升，本班 8 個

小組，藉由表 3 所使用三次小組議題發想與腦力激盪、小組主題閱讀、到最後以能源與台灣社會為專業之能，經歷專題式學習路徑（從發現問題、資料搜尋與彙整、構思解決方案、成品製造到展示報告），完成以下不同面向之期末報告主題，展現其在該能源議題具有認知層面的學習與成長。

- 1 台中煤電與我
- 2 台灣能處理高階核廢料，而不債留子孫嗎？
- 3 台灣適合離岸風電嗎？
- 4 非核家園如何穩定電價？
- 5 太陽光電政策可信度
- 6 電動車是否安全
- 7 藻類燃料的發展和前景
- 8 六輕不認

研究以三份質量性問卷：「學習經驗意見調查」、「小組成員互評」、「能源議題感知度調查」探究。「小組成員互評表」全班 43 位，分為 8 組，每組人數 4-6 人，填寫人數 33 位，滿分 40 分(共有 10 位)，平均值 36 分，標準差為 7.69，最低分 3 位分別為 14、15、32 分。整體結果顯示 95%滿意組員的團隊合作，雖然仍有看到組員躺分的同學，認為是不公平，呈現教室內不同組別之間的差異性，但是大部分學生都能全心參與且滿意。另外，「能源議題」的專業知能成長也驗證團隊合作素養培力之可行，且滿足該課程目標在知能與情意的雙向成長。

(2) 教師教學反思

學習經驗意見調查之結果，以相關的質性回饋成果彙發現回應數量最高的是對應「團隊合作」素養的「白板競賽」，在 33 位填寫者資料中，有 11 則相關之回應，包括 7 個定義為享受，4 個認為是困難，顯示同學對該項活動矛盾的情緒。喜愛的因素有公平、競賽、課堂活力、團隊默契等；困難的原因是：不公平、競賽得失心、躺分等。回應數量次高的是對應「批判性思考」素養的「倫理初探」，共有 7 個正面的回應，主要的因素是表達、分享與學習等。相對的，對應「溝通」素養的「世界咖啡館」則是一面倒的認為是困難，共 4 個，原因包括：空間與時間的不足、跑台等。

回饋中，呈現「倫理初探」皆是正面與「世界咖啡館」皆是困難的相反情況。另外一件有趣的現象是，進行同一個白板競賽活動的不同學生，有人因為認為公平而喜愛、也有人因為認為不公平而不喜愛；有人因為認為競賽而喜愛、也有人因為認為競賽得失心而不喜愛；有人因為認為團隊默契而喜愛、也有人因為認為組員躺分（不做事而獲得小組共同成績）而不喜愛。針對白板競賽所發生的這些現象，以下有數點討論：

看到團隊合作的人，認為是公平；看到躺分的同學，認為是不公平。這呈現教室內不同組別之間的差異性，雖然大部分學生都能全心參與，仍是一些教室死角的個人行為，且讓注意到有躺分現象的同學不開心。

小組成績為小組內所有組員共同分數，對組內認真同學是否是不公平，這從外在現象來看是對的。然而就內在學習而言，付出最多通常也是獲得最多，且該活動是為整組爭取分數，也不會因此個人失分，不該有不公平的狀

況。教師需要考慮的問題點是，是否會對小組內躺分同學欠缺學習誘因。

競賽得失心重的情況，有個人差異性，有些人能承受較高壓力而有更好表現，也有些人可能會反而狀況頻頻。身為老師該如何讓活動發揮最好效能，造福最多同學，是一條永無止境地學習與改進不間斷的路徑，如何讓學生打開心房來學習?特別在白板競賽等活動式教學時，老師需要能感受現場的狀況，同樣教材要依照學生、教室環境、甚至自己心態上的變化，做動態靈活地調整。

(3) 學生學習回饋

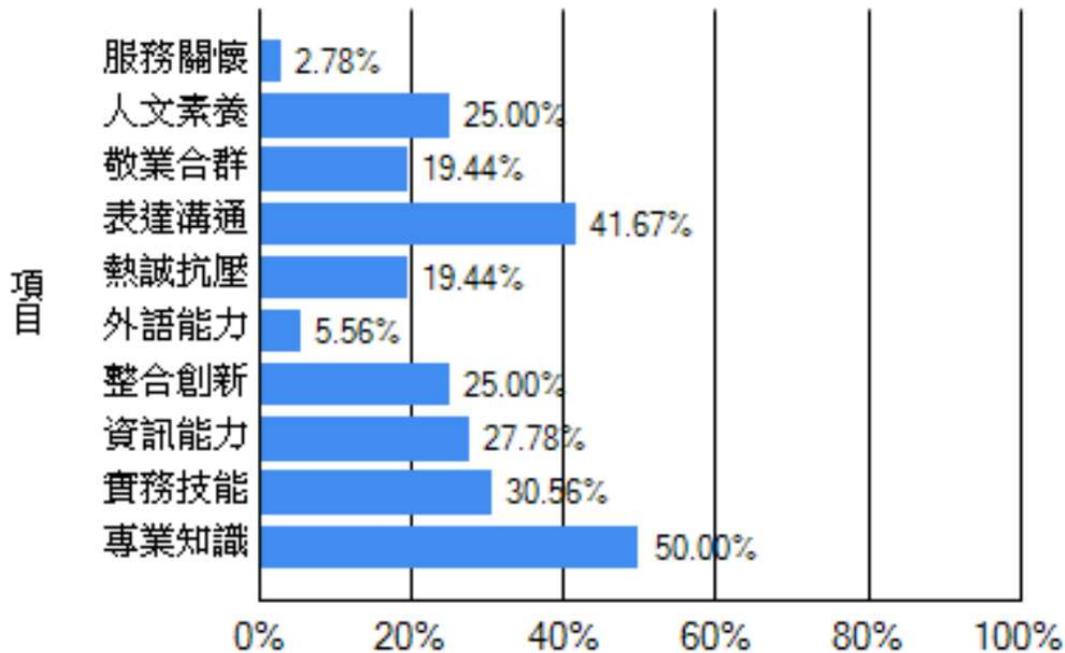
以下提供本校所設計，為每個班級於學期結束學生要觀看該科學期成績之前所填寫課程問卷成績，該學期全校總平均 4.0768，系所平均 4.0158，個人總平均 4.1599。

課程名稱	開課班級	填答人數	開課人數	課程平均	問卷分數
工程·倫理與社會	四技奈米三甲	37	43	3.04	4.3167

問卷成績

問卷題目	平均分數	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意
(01).利用有趣的問題來引發學習。	4.2500	41.70%	41.70%	16.70%	0.00%	0.00%
(02).告知學生授課的學習目標與重點。	4.3056	44.40%	41.70%	13.90%	0.00%	0.00%
(03).對學生的反應做建設性的回饋。	4.3889	52.80%	33.30%	13.90%	0.00%	0.00%
(04).會欣賞及分享學生學習表現和成果。	4.3611	50.00%	36.10%	13.90%	0.00%	0.00%
(05).教學認真具有熱忱。	4.2778	44.40%	38.90%	16.70%	0.00%	0.00%
總分	4.3167					

11、這門課對培養下列哪些能力有幫助。(複選)



建議

20. 這學期課程感想
不錯
這門課可以讓我們小組團結多討論，增加上台報告的機會
老師很認真

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

「工程・倫理與社會」課程目標是能源議題的認知與情意層面提升。經過半學期以能源議題進行專題式教學，讓學生從知識建構到最後自主完成工程案例探究，期末的總結性評量顯示在認知層面的學習成長。情意層面以能源議題感知度調查發現在能源議題的關心與了解程度、支持調漲油電價等情意的面相皆有提升。顯示以素養培力導向的專題式教學除了完成專業認知學習，在倫理課程最重視的情意面向也達到轉化，達成課程目標。然而，本實驗設計是使用行動研究

法，是一般慣用的設計方式，其優點是便利、且課程設計內容會隨每次回饋作調整，較能適合實務現場概況；其缺點在於缺乏對照組，較難了解學生的進步，是來自於素養導向教學、或者來自於自然成長等。除此之外，本文並未追蹤實驗對象在後續課程表現是否因為課程培力而提升，也是可以在未來深入探討的議題。

二. 參考文獻(References)

王金國 (2018)。以專題式學習法培養國民核心素養。臺灣教育評論月刊，7 (2)，107 - 111。

王智弘 (2019)。素養導向師資培育與課綱轉化—教育 2030 的觀點。臺灣教育評論月刊，8 (12)，32 - 37。

王雅玲與詹寶菁 (2017)。芬蘭新課程綱要及現象為本學習之探究兼論其對臺灣實施跨領域課程之啟示與挑戰。教育脈動，11，59 - 73。

王惠英 (2018)。看懂新課綱關鍵字〉素養，是什麼？怎麼學？今周刊，1116。2018/05/04

<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80409/post/201805040013/%E7%9C%8B%E6%87%82%E6%96%B0%E8%AA%B2%E7%B6%B1%E9%97%9C%E9%8D%B5%E5%AD%97%E3%80%89%E7%B4%A0%E9%A4%8A%EF%BC%8C%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC%EF%BC%9F%E6%80%8E%E9%BA%BC%E5%AD%B8%EF%BC%9F>

台灣大學風險社會與政策研究中心 (2018)。台灣能源轉型公眾感知度調查報告 (摘要版)。

https://rsprc.ntu.edu.tw/images/phocadownload/107/1205/1071205_report.pdf

李雪莉 (2014)。設計學院 讓全世界搶著來上課。天下雜誌，561，176 - 179。

李佳容 (2020)。教育 4.0 時代下的高等教育跨領域學習。T&D 飛訊，263，1 - 25。

邱于真 (2014)。教與學的合頂石—總整課程 (Capstone Course)。評鑑雙月刊，4。 <http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2014/04/28/6153.aspx>。

夏林清 (1997)。行動研究方法導論—教師動手做研究，(原作者：Altrichter,

Posch & Somekh)。遠流出版事業股份有限公司。

許藝菊、蔡雅玲、楊劍豐與曾碧卿 (2020)。以情意教育為導向進行工程倫理課程之行動研究。國立金門大學學報，2 (8)，45 - 67。

張瑞雄 (2019)。素養課綱。師友雙月刊，613，14 - 18。

<https://www.ttbf.org.tw/assets/pdf/web/viewer.html?file=/assets/uploads/monthly/monthly5d4914b1e139f.pdf>。

張嘉育與林肇基 (2019)。推動高等教育跨領域學習：趨勢、迷思、途徑與挑戰。課程與教學季刊，22 (2)，31 - 48。

張民杰 (2018)。運用問題導向學習設計與實施素養導向教學可行性之探究。課程研究，13 (2)，43 - 58。

張德銳與林縵君 (2016)。PBL 在教學實習上的應用成效與困境之研究。師資培育與教師專業發展期刊，9 (2)，1 - 26。

張新仁、王金國、田耐青、汪履維、林美惠與黃永和 (2013)。分組合作學習教學手冊。教育部國民及學前教育署。

國家教育研究院 (2014)。十二年國民基本教育課程發展建議書。國家教育研究院。

教育部 (2014)。跨領域學位學程與學分學程網站。<http://idp-moe.iiiedu.org.tw/history.php>。

陳雅惠與賓靜蓀 (2015)。芬蘭教育：每 10 年課綱改革，儲備未來能力。親子天下，73，142 - 144。

陳珮英 (2018)。跨領域素養導向課程設計工作坊之構思與實踐。課程研究，13 (2)，21 - 42。

劉青雯 (2020)。素養導向教學實踐之研究：以 PjBL 導入高中性教育為例。師資培育與教師專業發展期刊，13 (1)，75 - 100。

羅寶鳳 (2017)。因應時代改變的終身學習：素養導向的教學與評量。臺灣教育評論月刊，6 (3)，24 - 27。

ABET. (n.d.). Rationale for revising criteria 3 and 5. <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-alerts/rationale-for-revising-criteria-3/>

BIE (2017). What is project based learning (PBL). http://www.bie.org/about/what_pbl

- Chen, S.L., Hsu, H.P., Lee, Y.C., Lo, Y.H., Kao, C.P., Chu, C.C., & Hsu, Y.C. (2020, Feb. 5–7). The pilot investigation of the competency-oriented collaboration practice in mechanical engineering students. *Proceeding of the 3rd Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI 2020)*, 73–9, Hanoi, Vietnam.
https://doi.org/10.1142/9789811228001_0203
- Carleton, T., & Leifer, L.J. (2009, March 30–31). Stanford's ME310 course as an evolution of engineering design. *Proceedings of the 19th CIRP Design Conference—Competitive Design*, 547, Cranfield University, UK.
- Davies, M., & Devlin, M. (2010). Interdisciplinary higher education. In Tight, M. (Ed.), *International perspectives on higher education research* (pp. 3–28). Emerald Group Publishing Limited.
- Haws, D. R. (2001). Ethics instruction in engineering education: A (mini) meta-analysis. *Journal of Engineering Education*, 90(2), 223–229.
- Hess, J.L., & Fore, G.A. (2018). A systematic literature review of US engineering ethics interventions. *Science and Engineering Ethics*, 24(2), 551–583.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11948-017-9910-6>
- Hsu, Y.C. (2020). A pilot study to incorporate collaboration and energy competency into an engineering ethics course. *Education Sciences*, 10(3), 72.
<https://www.mdpi.com/2227-7102/10/3/72>
- Jones, B.D., Epler, C.M., Mokri, P., Bryant, L.H., & Paretto, M.C. (2013). The effects of a collaborative problem-based learning experience on students' motivation in engineering capstone courses. *Interdisciplinary Journal of Problem based Learning*, 7(2), 34–71.
- Kivunja, C. (2015). Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: Unpacking the career and life skills domain of the new learning paradigm. *International Journal of Higher Education*, 4(1), 1–11.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1060566.pdf>
- Holley, K.A. (2009). *Understanding interdisciplinary challenges and opportunities*. Wiley Periodicals, Inc.
- Malheiro, B., Guedes, P., Silva, M.F., & Ferreira, P. (2019). Fostering professional competencies in engineering undergraduates with EPS@ ISEP. *Education Sciences*, 9(2), 119.
- Millis, B.J., & Jr. Cottell, P.G. (1998). *Cooperative learning in higher education faculty*. Oryx Press.

Mohd-Yusof, K., Helmi, S., Jamaludin, M.Z. & Harun, N.F. (2011). Cooperative problem-based learning (CPBL): A practical PBL model for a typical course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 6(3), 12–20. <https://www.learntechlib.org/p/45159/>.

National Academy of Engineering. (2012). *Infusing real world experiences into engineering education*. The National Academies Press.

Organization for Economic Co-operation and Development. (2016). *Education 2030*. [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

Passow, H.J. (2007). What competencies should engineering programs emphasize? A meta-analysis of practitioners' opinions informs curricular design. *Proceedings of the 3rd International CDIO Conference, Cambridge, MA, United States*

Passow, H.J., & Passow, C.H. (2017). What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 475–526.

Trop, I., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for k-16 education* (2nd ed.). Association Supervision and Curriculum Development.

Zandvoort, H., Van De Poel, I., & Brumsen, M. (2010). Ethics in the engineering curricula: Topics, trends and challenges for the future. *European Journal of Engineering Education*, 25(4), 291–302.

三. 附件(Appendix) (請勿超過 10 頁)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

本研究共使用分組合作學習經驗意見調查、小組成員互評表與能源議題感知度調查等三分質量性混和問卷。前兩份問卷之問題列於附件一與附件二。第三分問卷為 2018 年台灣大學風險社會與政策研究中心所出版的台灣能源轉型公眾感知度調查報告（摘要版）請參照

https://rsprc.ntu.edu.tw/images/phocadownload/107/1205/1071205_report.pdf.

附件一：分組合作學習經驗意見調查

1. 請選擇你的性別
2. 我會主動投入時間學習。(五點量表題)
3. 我上課時能專心。(五點量表題)
4. 我樂意參與老師要我們進行的活動。(五點量表題)
5. 我覺得上這門課很有趣。(五點量表題)
6. 覺得我的學習效果良好。(五點量表題)
7. 我覺得班上整體的學習效果良好。(五點量表題)
8. 我對自己在這課程的學習能力有信心。(五點量表題)
9. 我會經常在上課時動腦筋思考。(五點量表題)
10. 我能仔細聽取別人的發言。(五點量表題)
11. 我敢表達自己的意見。(五點量表題)
12. 我能接納同學不同的意見。(五點量表題)
13. 我願意跟別人互助合作。(五點量表題)
14. 我樂於分享自己的想法或蒐集的資料。(五點量表題)
15. 同學學習上遇到問題時，我會幫助他解決。(五點量表題)
16. 自己學習上遇到問題時，我會主動尋求同學的協助。(五點量表題)
17. 我能專注參與小組的學習活動，不做其他事。(五點量表題)
18. 我經常感受到同學給我的支持或鼓勵。(五點量表題)
19. 遇到爭議性問題，我能就事論事，不進行人身攻擊。(五點量表題)
20. 小組同學意見不同時，我能協調大家達成共識。(五點量表題)
21. 我跟同學的感情親近。(五點量表題)
22. 我和老師的互動良好。(五點量表題)
23. 我常能感受到老師對修課同學的關心。(五點量表題)
24. 我能了解這門課的學習目標(五點量表題)
25. 我能了解老師的評量方式。(五點量表題)
26. 我能了解老師講授的內容。(五點量表題)

27. 我能掌握這門課的單元進度和重點。(五點量表題)
28. 我覺得教室的環境與設備有助於我在這門課的學習。(五點量表題)
29. 我覺得課堂中的世界咖啡館、心智圖等特別的活動有助於我在這門課的學習。(五點量表題)
30. 我覺得課堂中的小組內組員討論有助於我在這門課的學習。(五點量表題)
31. 我覺得不同小組之間的分享與回饋有助於我在這門課的學習。(例如世界咖啡館、心智圖的跑台，由不同小組的組員到本組)(五點量表題)
32. 我覺得分組上台報告有助於我在這門課的學習。(五點量表題)
33. 整體而言，我覺得上這門課後能增進我對科技與風險社會的認識與瞭解。(五點量表題)
34. 請你寫下一件對你的學習帶來困難的事情?(質性問題)
35. 寫下一件在課堂中特別享受的事情?(質性問題)
36. 截至目前為止，對於工程倫理與社會之課後省思與建議~關於上課方式的省思與建議(包含小組討論，小組分享與回饋，分組報告，看板分組競賽等)(質性問題)

附件二：小組成員互評表

- 1 此生是否有參與小組會議?
- 2 此生在會議前是否認真完成被分派的工作
- 3 此生是否認真達成在小组裡的角色及職責
- 4 如果未能出席會議或完成職責，此生是否有事先告知組員?
- 5 此生是否給小组帶來貢獻?
- 6 此生是否會在組員發表想法時給予尊重和慎思?
- 7 此生是否和小组的努力一同配合?
- 8 基於以上的評量，本人給予以下的整體總評與原因