

教育研究集刊
第六十四輯第二期 2018年6月 頁43-83

促進性別容納或再製男性主導？ 從女性觀點解析專案導向式學習在 工程教育中的應用



洪瑞璇、曾正宜

摘要

許多工程教育研究認為專案導向式學習（project-based learning, PBL）可促進性別容納、改善性別區隔困境，但多為學理論述，缺少實徵資料佐證。本研究藉由解析女性在專案歷程中的觀點與學習經驗，探討PBL是否呼應性別容納精神，或實則再製男性主導文化。在一門大學工學院PBL課程中，透過小組專案歷程影片與文件報告資料的分析，以及與六名女學生的深入訪談，從女性視角來描繪PBL學習經驗。研究發現，女性學習者對PBL課程設計理念抱持正向態度，但充滿性別刻板期望的社會文化結構仍透過小組性別互動權力關係，鞏固並再製工程教育男性主導文化，而阻礙性別容納。本研究最後並提出有關工程教育PBL課程及後續研究之相關建議。

關鍵詞：女性工程學習、性別容納式科學教育、專案導向式學習模式

洪瑞璇，國立清華大學學習科學與科技研究所博士後研究

曾正宜，國立清華大學學習科學與科技研究所教授（通訊作者）

電子郵件：jytzeng@mx.nthu.edu.tw

投稿日期：2017年08月02日；修改日期：2017年11月29日；採用日期：2018年05月22日

Promoting Gender-inclusion or Reproducing Male-dominance? From Female Perspectives on Project-based Learning in Engineering Study

Jui-Hsuan Hung, Jeng-Yi Tzeng

Abstract

Many engineering educators claimed that project-based learning (PBL) provides gender inclusive learning environment for learners, from which women can benefit especially in studying traditionally male-dominant subjects such as engineering. Unfortunately, most of these claims were not supported by empirical evidences. We examined such claims by delving into women's perspectives on a team-based PBL course offered for first-year undergraduate students by School of Engineering in a university in northwestern Taiwan. We thoroughly examined videos and reports from team activities, and conducted in-depth individual interviews with 6 female students. We found that female participants were positive about the PBL in general, but still felt

Jui-Hsuan Hung, Postdoctoral, Institute of Learning Sciences and Technologies, National Tsing Hua University

Jeng-Yi Tzeng, Professor, Institute of Learning Sciences and Technologies, National Tsing Hua University (Corresponding Author)

Email: jyztzeng@mx.nthu.edu.tw

Manuscript received: Aug. 02, 2017; Modified: Nov. 29, 2017; Accepted: May 22, 2018.

the pressure of male-dominance in group interactions, which replicated gender bias from the social and cultural stereotypes. Suggestions were made for future design and implementation of PBL in engineering courses.

Keywords: female students in engineering study, gender-inclusive science education, project-based learning

壹、緒論

在高等教育男女參與率約略相同的今日，科學領域男性化的性別區隔（gender segregation）現象卻仍依舊，並以工程領域最為顯著。例如，2015年臺灣高等教育工程領域男學生多達85%，女學生僅有14%（教育部，2016），仍是性別比例懸殊的「男性科系」（Jacob, 1996）。各國工程教育研究者面對這個普遍現象，多年來一直致力於課程教學改革，如澳洲（Armstrong & Leder, 1995; Mills & Ayre, 2003; Mills, Ayre, & Gill, 2010）、丹麥（Du, 2006; Du & Kolmos, 2006, 2009）、英國（Cronin, Foster, & Lister, 1999）和美國（Scutt, Gilmartin, Sheppard, & Brunhaver, 2013）等，希望藉由提出如何在高等教育實踐「性別容納式工程教育」，來吸引更多對工程有興趣的女性，並創造性別友善的學習環境，留住人才，進一步緩解科學領域裡教育階段愈高，女性卻逐漸減少的「管漏現象」（leaky pipeline）（Angier, 1995）。

在這些改革方法中，專案導向式學習模式（project-based learning, PBL）常是共同提及的實踐方式，它與性別容納式科學觀一致，都是以社會建構論為理論基礎，強調脈絡化的科學，並以溝通協作（collaboration）能力、多元科學方法，執行與生活情境連結的任務目標為學習理念。而它所強調具社會連結關係的知識和過程技能（溝通、專案管理、協作等）（Krajcik & Shin, 2014），與當代工程產業對工程師能力的要求，以及歐美工程教育與認證組織（National Academy of Engineering, NAE、Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET、Canadian Engineering Accreditation Board, CEAB與European-Accredited Engineer, EUR-ACE）所提出的能力指標不謀而合（Du & Kolmos, 2009; NAE, 2004），正是工程教育百年以來的趨勢（Froyd, Wankat, & Smith, 2012）。然而，有關性別容納式工程教育的研究，多為針對課程、教學、評量、環境與教師角色等教育各環節提出整體建議的學理論述，少有實徵研究從女性的角度探討學習者在PBL中的經驗及此經驗是否呼應性別容納式工程教育的精神。僅有Du與Kolmos（2006, 2009）的研究，以觀察及訪談的實徵資料，呈現女性學習者在PBL中的實際學習情形。不過，該研究結果雖主張PBL有益於女性學習工程，卻

也揭露出PBL中的性別互動出現男性主導傾向、性別間的溝通障礙以及女性發聲困難等現象，無疑是對PBL為性別容納式工程教育方法的觀點，提出正面挑戰。但該研究並未將小組協作中的性別互動權力關係與女性學習經驗相互對照，解析不同性別者學習行為之動態演變歷程，以及自我認同之轉變機制，故仍未能在性別分布明顯失衡的工程教育中，針對PBL運作如何影響女性學習，以及女性如何因應這些男性主導現象等議題，提出具體的研究結果，用以檢視PBL是否／如何促進科學教育中的性別容納與平等。值得特別強調的是，從性別容納式科學教育的後結構主義學習觀點來看，學習乃是發生在個體與情境（situated）互動後，自我認同的建構與再建構的歷程中（Barton, 1998; Lave & Wenger, 1991），而這個歷程雖屬個體之主觀經驗，對個體而言卻是真實而富有意義的，同時亦引導個體展現的學習行為。因此，為了解前述PBL運作對於女性學習經驗與行為的影響，必須從女性學習者的主觀視角來詮釋理解這些經驗帶給她們的意義，如此也能使PBL工程教育的設計更貼近學習者的意義脈絡。總而言之，就工程教育而言，一個仍亟待實證資料解惑的問題是，從女性學習者的觀點與學習經驗來看，PBL學習模式究竟是促進了性別容納，還是再製工程教育男性主導的現象。

為探究上述研究問題，本研究不以性別平衡為研究取徑，而是透過女性的主觀視角描繪她們的PBL工程學習經驗，探討她們在小組製作專案過程中的性別互動權力關係，這些關係如何影響她們型塑工程學習中的自我認同，使其經歷不斷的解構與重構，以構成她們的動態學習經驗，而這些經驗是否都呼應了性別容納與平等的期望，或實則反映出男性主導現象的再製。另外，研究指出（韓采燕，2008），因成員性別比例不同而會有性別化的小組文化，此文化並進一步影響小組成員的表現模式，因此本研究在解析小組性別互動權力關係時，除了將個體置於其所處鉅觀之社會文化、性別文化脈絡下分析，亦重視小組性別文化的微觀影響。綜上，本研究以不同性別比例組合的小組為研究主要參與者，分析女性在這些小組製作專案過程中，其工程學習之自我認同是否受到性別化的小組文化所影響。

貳、文獻探討

一、PBL模式的性別容納意涵

PBL是以學習者為中心的一種探究式教學（Krajcik & Shin, 2014; Krajcik, Czerniak, & Berger, 1999）。探究式教學在Dewey（1916）提出學習乃發生於「做中學」（learning by doing）的過程，故應重視學習方法，而非僅是知識囤積的主張之後，逐漸成為科學教育的顯學。然而，受到當時實證主義影響，科學探究過程被分割成一系列的技能，忽略了科學探究的整體因素（顏弘志，2004），故探究式科學教育之目標仍侷限在教導學習者為探求唯一真理而裝備科學過程所需的各類標準化知識技能。之後隨著研究典範的轉移，受到建構主義與社會建構論的影響，科學探究有了本體論、知識論與方法論上的轉變：從追求標準化的唯一真理（Truth），轉為視真理非一成不變的永恆實體，而是脈絡化的、個體建構的暫時性解釋（truths），且探求證據與解釋的方法亦是多元的、無統一標準。於是，「探究」不再只是科學「工具」（inquiry as means），「探究」本身就是科學教育的「目的」（inquiry as ends）（Abd-El-Khalick et al., 2004），科學教育的重點即從知識技能的標準化裝備，轉為以教導學習者具備因應各種環境與挑戰、整全且多元的探究能力為目標。

在課程設計上，PBL藉由設定一個定錨於真實情境且結構良好、定義清楚，但是沒有標準答案的專案任務（驅動問題），來引導學生透過小組協作，在多元開放的論證與實作之間相互循環檢證，繼而從各種可能的解決方案中，尋求共識下的最佳路徑，而讓學生在這個團體協作的過程中，學得自主設計專案、蒐集資料、解決問題、決策、反思等探究能力，最後產生具體的成品或展示（Thomas, Mergendoller, & Michaelson, 1999）。這種強調情境脈絡化任務、協作學習、主動且多元探索以及無標準答案之知識開發歷程等社會建構論學習觀點（Krajcik & Shin, 2014），呼應了性別容納式科學觀，被視為具性別容納意識的學習模式（Du & Kolmos, 2009）。

有關「性別容納式科學觀」（gender-inclusive science）的出現，要追溯到性

別議題在科學教育中的發展。在1970年代，科學教育性別議題的論述多採取「導正女孩」（fix the girl）（蔡麗玲，2004）的取徑，將女性低科學成就、低科學參與率歸因於先天科學能力不足，導致其科學興趣低落，進而主張應修正女性的科學學習態度，來符應科學領域要求。到了1980年代，受到追求平等的自由主義女性主義影響，女性主義科學教育學者意識到，低參與率與低科學成就的關鍵不在於女性能力的不足，而是女性或弱勢者在科學（教育）參與機會以及表現機會上的不平等，因此進行各種教育相關研究，要求科學教育應對「所有人」提供平等的參與機會（science for all），並以科學教育補償方案提升她們的成就與態度，而將所有人都「帶進科學裡」（into science）（Barton, 1998）。在這個階段，關注焦點轉為「修正教學」（fix the teaching）（蔡麗玲，2004），要求科學教育以各式教育政策或改革措施，為弱勢者量身打造「適合她們」的學習環境，提供她們各種科學參與「量」上的平等，以打破性別、種族、階級的區隔，但卻未質疑科學知識體系或科學社群文化本身（Barton, 1998）。到了1980年代晚期，當科學與科學教育受到前述社會建構論影響時，女性主義科學哲學家（如Harding, 1986; Keller, 1982; Longino, 1989）也開始從社會建構論的角度反省「女性主義裡的科學議題」（the science question in feminism）（Barton, 1998; Harding, 1986），揭露主張價值中立（value-free）、客觀的實證主義傳統科學知識體系（包含科學本質、科學知識與科學方法），實際上是如何受到社會脈絡價值的影響與牽制，且此價值是由掌權者所決定，而這個掌權者通常是男性。因此，實證主義傳統科學並未如其所宣稱的價值中立與客觀，而是充滿了男性中心的價值，從Harding（1991）的視角來看，更僅是侷限於「歐洲中產階級白人異性戀男性」這個少數族群價值的科學。職是之故，這些女性主義科學哲學家除了認同前述社會建構論對科學本質與科學知識的觀點之外，還強調應破除實證主義科學觀的迷思，主張科學不應為某一特定族群服務或獨尊單一立場與思維，而應傾聽、反思地理解，進而肯定各個（弱勢）群體的多元立場，對象包含性別，並擴大至種族、政治、社會、經濟、文化等，同時從科學的本體論、知識論、方法論與學習主體等科學哲學層面，重新詮釋科學，讓科學能夠真正「容納」並「屬於」所有人。「性別容納式科學觀」一詞就是在重新反省科學哲學的脈絡下逐漸成形，其提出四大主張，給予科學與科學教育新的哲學意涵：（一）科學非單一

本質，非處真空情境，而是具自然全觀式與互動式的複雜特質；（二）科學知識是社會與文化建構下的產物；（三）強調多元而非單一的科學方法，包含但不限於所謂的「女性認知方式」，例如連結、協作、關懷、同理；（四）肯定女性與其他弱勢團體的科學貢獻（Barton, 1998）。

總而言之，PBL探究式科學教育與性別容納式科學觀，兩者在理論基礎上同為社會建構論，對於科學本質與科學社群文化的批判與重新詮釋也彼此相互呼應，因此PBL可視為實踐性別容納式科學教育的理想模式之一，也是許多工程教育學者在設計與實踐性別容納式工程課程時，共同提出的教學模式。例如，澳洲的Armstrong與Leder（1995）依據政府單位與其他研究者對澳洲工程教育的調查結果，建議性別容納式工程教育，主張應重新設定課程內容，除專業與技術知識外，還應教導溝通與協作技能、終身學習能力，才能因應產業需求，並且認為教學與評量模式應連結生活世界之真實情境，故應以問題導向或PBL為設計主軸。Mills與其同事（Mills & Ayre, 2003; Mills et al., 2010）則從課程內容、教與學方法、評量等三方面切入，訂定性別容納式工程教育的目標，提出以問題導向及PBL、同儕學習（peer-assisted learning）等進行教學，並在南澳大學以舉辦教師工作坊的方式推廣。英國的Cronin等人（1999）從科學、工程與科技（SET）課程、教學方法與評量、系所環境（文化）三方面，調查Heriot-Watt大學SET學生的學習經驗與意見，再根據這些結果發展性別容納式課程指引，其中也包含PBL教學模式，並在兩個系所實施。美國的Scutt等人（2013）則針對科學、科技、工程與數學（STEM）提出性別容納式課程理念，前述丹麥的Du和Kolmos也據此科學觀進行一系列研究（Du, 2006; Du & Kolmos, 2006, 2009）。在這些性別容納式科學觀之工程教育研究中，PBL是研究者們所共同提及或採納的教學方法。值得注意的是，呼應性別容納式科學觀的PBL探究式課程設計，不只照顧了女性與弱勢者的學習需求與知識體系，它關照的是所有立場的群體（包含男性），亦即所有學習者。因此，這個教學模式不是為某一特殊群體設計、一種附加的積極性差別待遇，而是主張能夠同時有益於所有人、一種容納的學習環境，故在這個擁抱多元開放的PBL過程中，女性是否有不同於以往以男性思維為主、或刻意為弱勢者量身打造的工程教育學習經驗，即為本研究探討的目的。

二、性別關係理論研究取徑

在性別視角的取徑上，有鑑於1930年代以來以生理性別角色理論（sex role theory）研究性別模式的取徑，是將性別定義為反映生理性別（sex）的、男／女二分的、功能的、靜態的且為個人心理層次的角色扮演，簡化了性別的複雜性，既未看見更大的社會結構對性別模式的影響，也未肯定個體在建構性別模式上的能動性（Kessler, Ashenden, Connell, & Dowsett, 1985），因而本研究以Kessler等人（1985）提出的「性別關係理論」（the theory of gender relations）為研究取徑，強調「性別」（gender）是一組特質，不盡然反映生理性別，而是不斷變動的社會關係產物，既受到社會期望等結構影響，個體卻也有機會發揮能動改寫性別文化腳本。換言之，「性別」是個體遊走在「結構—能動」之間，透過社會互動與實踐歷程，不斷重構的一種個體身分認同（identity）（洪瑞璇，2008）。因此，性別議題的討論必須同時考量環境與社會文化整體結構的影響，以及檢視個體在社會關係中的能動展現與潛質發展情形。

本研究在北部一所大學工學院所開設的共同必修課程裡，深究在不同性別組成之PBL小組協作歷程中，性別關係如何影響小組協作模式與女性學習經驗，以及性別容納與平等是否／如何實現的情況。藉由Kessler等人（1985）的性別關係理論，本研究主要針對兩個層面進行探討。首先，就結構層面而言，本研究參與者所身處的工程教育環境，仍是以男性文化為主導；而因參與者小組的性別組成不同、成員背景不同，參與者就處在不同的小組性別文化中（韓采燕，2008）。前述工程教育環境與小組性別文化兩者皆屬結構因素，故本研究焦點之一為探討在工程教育男性化脈絡下，進行一般咸認對女性友善的PBL學習活動時，由不同性別組成的小組將如何引發性別間權力互動關係，進而影響多元的學習經驗。其次，就個體能動層面而言，本研究探討PBL小組中的女性如何在小組互動歷程中，建構自我性別認同以及與他人的性別關係，並進而影響她的行動與學習經驗。另外，Thorne（1993）有關校園性別互動關係的研究指出，學生不是始終都處在以性別為區隔的男、女兩個世界裡，在某些時刻，學生會以劃開性別界線（borderwork），成為涇渭分明的男生群與女生群來行動，而有些時刻，則以其他身分認同（而非性別身分認同）做為行動的標準。那麼在什麼情境下，學生會以性別劃分彼此，又會如何回應他人劃開性別界限的行為？是順應接受，還是企

圖模糊性別界限？而這些行動與回應又如何影響女性的學習經驗？這些問題可以讓我們看到個體在小組協作中如何運作性別關係，而這樣的行動策略對她們的意義為何，這些都是本研究分析的重點。

參、研究方法

一、研究場域

本研究以北部一所大學中，一門工學院新生第一學期必修的導論型課程為研究場域，特別專注於其中三梯次各為期三週的PBL專案。此專案任務為以規定的材料（以冰棒棍為主體結構），製造一個機具，使其能在三分鐘內夾取大小、重量不一的圓環，套入不同高度的圓柱。教師依據每組夾取圓環數目及套入圓柱的困難度，給予相對應的分數。在課程設計上，雖然學生來自不同系所，但皆甫從高中進入大學，還未有明顯的專業異質性，因此並未針對學習者專業背景給予不同的設計。授課教師在專案製作時段之第一週公布專案內容，由學生自由組成五人小組，各小組利用課餘時間進行討論、設計與實作，之後授課教授並未在課堂上針對此專案給予其他特別指導，最後各小組在第三週課堂上依序操作機具，完成夾取圓環套入圓柱的任務，課後每個小組須繳交有關專案過程與組員心得的簡報作業。

二、研究對象與資料蒐集

此課程總修課人數為425人，分成85組。研究對象挑選及資料蒐集分為三階段進行。研究者在專案第一週課堂上邀請同學參與研究，請參與小組將其討論、設計與實作的團體歷程全程錄影，繳交錄影檔案給研究者，並請他們提供簡報作業與參與課後訪談。另外，研究者開發了一個學習平台網站，供各組上傳報告、小組反思與個人心得。在這個階段，第一週將學習網站平台位址公布之後，至第三週成果發表之間，研究者未再干預學生團體歷程。此為第一階段，85組中共有31組學生表達參加研究之意願，均簽署研究參與同意書。

在第一階段中，研究者觀察了三梯次共85組的成果展示，並分析31組自願參

與研究小組的團體歷程影片、簡報作業與學習平台網站資料，從中形成研究意識與訪談問題脈絡。之後，在31組自願參與研究的小組中，研究者選擇資料蒐集完整的16組，進行一小時的團體訪談，是為第二階段。訪談的重點在釐清專案歷程、協作模式、發想與困難突破並補充前述資料蒐集的不足之處。

在第二階段團體訪談中發現，在不同性別組成的小組中，女性在團隊運作中所扮演的角色與參與度皆有不同，故找出五組性別比例各異的小組為對象，進一步邀請其中六位在歷程中表現較為特殊者（領導者、被孤立者、沉默者或過程中改變較大者）進行個別訪談，以期能呈現女性學生在工程專案中多元而獨特的面貌。個別訪談以半結構方式進行，聚焦於她們在PBL小組中的學習經驗、性別互動，以及她們的個人背景、性別認同、工程專業認同等。訪談時間約90分鐘，訪談前也都簽署訪談知情同意書。研究資料整體脈絡以圖1。

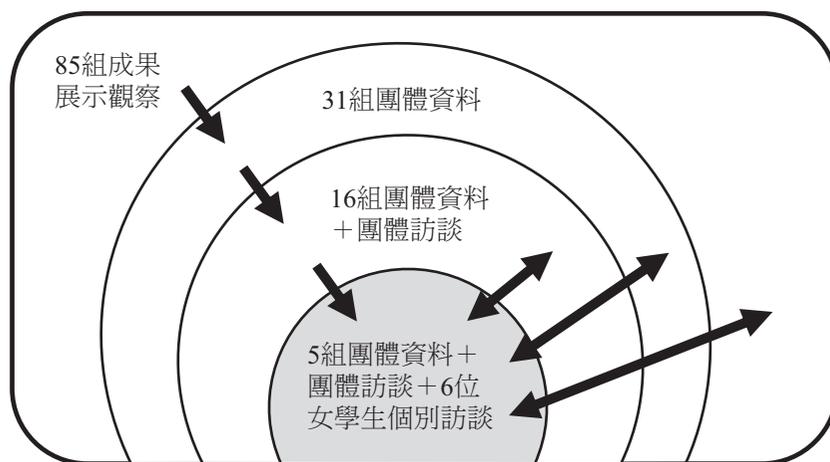


圖1 研究資料脈絡

表1臚列了這六位女性學生訪談資料的編碼方式、小組性別組成、成員關係、個別受訪者名單與簡介。其中，組別編排方式乃以小組女性成員人數的多寡排序。例如，「第一組」即成員中僅有一位女性，「第二組」即成員中有兩位女性。此外，為了便於辨識組別，行文中出現組員名字時，亦標示組別於後。例

表1

參與學生的組別與其組成

組別	性別比例	成員	個別受訪者
第一組	1女4男	好真(1)：A系 楠凡(1)：A系 楠新(1)：A系 楠友(1)：A系 楠凱(1)：A系 進入大學之前彼此並不認識。	好真(1)【簡介】 1. 具工程男性化刻板印象，自覺因小時候接觸過工程實做，所以「不像女生」。 2. 對於小組不平等的性別互動權力關係不具敏感性，經過訪談反思後才意識到自己被漠視，但表示這可能是因為她在家中也時常有發言不被回應的情況，所以已經習慣而不自覺。 3. 害怕衝突，認為團體協作的目的在和諧而非成績表現，她表示這來自於以往負面的衝突經驗，因此在團體中會因留意他人的情緒而保守發言。
第二組	2女3男	好安(2)：E系 好晴(2)：B系 楠亦(2)：E系 楠成(2)：E系 楠畢(2)：B系 楠亦(2)與楠畢(2)在大學前就認識，是高中時的好朋友。	好安(2)【簡介】 1. 成長經驗讓她覺得自己是走不出規矩框架的女性，唯有嚴格遵守規定才能獲得安全感。 2. 對工程設計與實作能力的自我效能感較低，覺得跟不上同組男生的思維步調，但是在經過訪談反思後，期許自己突破框架，並決定轉至和工程設計與實作較相關的科系。 好晴(2)【簡介】 1. 在團體中屬於非常安靜且謹慎發言的類型，她表示自己很在意別人對她能力的評價。 2. 對工程設計與實作能力的自我效能感較低，與好安(2)相同，覺得跟不上同組男生的思維步調。
第三組	3女2男	好書(3)：C系 好青(3)：C系 好凡(3)：C系 楠承(3)：C系 楠岩(3)：F系 他們在進入大學之前彼此不認識	好書(3)【簡介】 1. 高中念女校，認為男、女在能力上應該無差異，但是理工優異者多為男性。 2. 對於沒有把握的任務（工程設計與實作），呈現較低的自我效能感。 3. 興趣不在理工，而在音樂與文學，卻因成績優異而進入這個領域。

(續下頁)

組別	性別比例	成員	個別受訪者
第四組	4女1男	好夏（4）：D系 好依（4）：D系 好卉（4）：D系 好梅（4）：D系 楠敬（4）：D系 他們在進入大學之前彼此不認識	好夏（4）【簡介】 1. 因來自重男輕女的家庭，一直努力要向父親證明女性也能有優異的表現，並且自認為是女性主義者，所以特別關懷性別議題，對性別不平等有高度敏感性。她表示因為高中念女校，所以甫進大學覺得對男性的思維無法理解。她的主要性別觀點為：因傳統性別文化影響所致，因此「男女（表現）大不同」。 2. 將女性可能表現出的低設計與實作能力、低自我效能感等，歸因於社會脈絡影響，強調女性要積極主動爭取平等的學習權。
第五組	5女0男	好紫（5）：B系 好樂（5）：B系 好飛（5）：B系 好容（5）：B系 好藍（5）：E系 他們在進入大學之前彼此不認識	好紫（5）【簡介】 1. 非常害怕衝突，會為了團體和諧而不斷降卑自己，在團體中一直察言觀色以維持其他成員的良好情緒，認為「維持和諧」勝於「追求卓越」。 2. 自我效能感較低，成長過程中從不認為自己會有優於他人之處。 3. 對工程能力持性別刻板化的期待，認為有男性成員的加入，小組才能有優異的表現。

如，好真（1）表示好真乃第一組成員。再者，在名字的編碼上均使用假名，而為使閱讀者容易辨識性別，我們將男性名字的首字編為「楠」、女性名字的首字編為「好」。例如，楠凡為男性、好真為女性。另外，表1亦整理了成員間的關係，包含所在科系以及進入大學前是否認識。在科系上，以A、B、C、D、E、F表示彼此是否同科系。最後，如前所述，所有小組均參加團體訪談，而其中有六位女性進一步接受個別訪談，六位女性的名字亦標示在表1，並簡述其個人特質（有關個人特質的描述均來自訪談資料）。由表1看來，本研究五個小組的成員彼此間大多是同一科系，且因為這堂課為工學院新生第一學期的課程，不論在組內或組間參與者之間的專業背景差異皆不大。

三、資料分析

本研究依據上述資料蒐集所涵蓋的範圍（團體歷程影片、簡報作業、學習平台網站、團體訪談、個別訪談）做為分析的主要文本。另外，在分析團體歷程影片時及個別訪談後，我們亦同時撰寫研究者分析札記做為實徵資料的補充，並依據質性研究原則（*Riessman, 1993*）進行資料分析與結果撰寫。有關實徵資料的編碼臚列如表2。

表2
實徵資料編碼舉例

資料來源	編碼舉例	意義
團體歷程影片	第一組小組影片1	第一組第一個團體歷程影片檔案
團體歷程影片研究者札記	第一組影片研究者札記1	研究者分析第一組團體歷程影片時的札記，第一頁
簡報作業	第一組簡報作業	第一組成員的簡報內容
學習平台網站	第一組學習平台網站資料	第一組成員學習平台網站內容
團體訪談	第一組團體訪談1	第一組團體訪談，逐字稿第一頁
個別訪談	好真（1）訪談1	第一組好真的個別訪談，逐字稿第一頁
個別訪談研究者札記	好真（1）訪談研究者札記1	第一組好真個別訪談後，研究者札記，第一頁

四、研究信實度

質性研究者主張應以「信實度」（*trustworthiness*）取代傳統信、效度概念，認為一份好的、值得信任的質性研究應能清楚呈現敘說者與詮釋者的觀點、敘說內容的合理性能呼應所處脈絡，並提出以敘事與詮釋的說服力（*persuasiveness*）、敘事之間的關聯性（*correspondence*）、一致性（*coherence*）等層面，做為檢視質性研究品質的標準（*Guba & Lincoln, 1994; Riessman, 1993*）。

本研究在圖1的研究結構下，多面向地蒐集實徵資料，包含影像（團體歷程

影片)、文字(簡報作業、學習平台網站資料)、團體敘說(團體訪談)與個別敘說(個別訪談),再於綜合交織出的社會結構脈絡、小組脈絡以及個人背景脈絡下,進行各類實徵資料的交叉比對,來確認個別受訪者敘說的事件之間的關聯性與一致性,以增進研究信實度。

肆、研究發現

一、對於PBL用於工程課程的正向觀點

本研究的女性學習者認為PBL連結了知識與設計實作,帶來社會連結的安全感,並且強調多元意見與溝通的團體歷程,符合了她們對「團體感」的需求。分述如下:

(一) PBL提供連結知識與設計實作的機會

這門PBL課程是結合工程專業知識與設計實作的專案。女性受訪者特別強調,這樣的課程設計超越課本上的知識學習,而連結了理論與實際操作,讓她們在實際的問題解決情境中,發掘與體驗工程的專業細節,進而對工程產生更大的學習動機。

感覺是以前學習的實踐。那時候楠畢(2)拿洗溝好的冰棒棍回來時,我們開始算它可以承受多少重量,會不會裂,……從來不知道我們做東西會這樣算。(好安(2)訪談26-27)

這個作業讓我對動機系有了更多的興趣,從實作中解決問題,不再只是課本上的知識,而是真實的操作,我覺得這次經驗讓我受益良多!(第三組簡報作業,好書(3)心得)

這門課提醒她們設計與實作能力在工程領域中的重要性,也意識到自己設計與實作經驗不足。同時,PBL也讓她們體會構想與實作之間的差距,以及讀書的實際意義。

我們一開始構想時就發現有些難以克服的問題，但有些問題則是真的做了才知道，可見我們手作經驗明顯不足。這次實作真的深深打醒我，書念了就是要懂得怎麼用！（第五組簡報作業，好紫（5）心得）

（二）PBL產生的社會連結帶來安全感

雖然女性受訪者認為能夠有連結知識與實作的專案課程，可以激發她們的工程學習動機，並且獲得大學之前少有的實作機會，但是因為她們對工程專案設計與實作的陌生，所以起初是缺乏自信並充滿了不安的。不過，小組協作模式的PBL帶來了社會連結，讓她們獲得兩個層面的安全感。首先，在專業上，她們認為因小組的社會連結關係，而得以向同儕學習，並擴展領域視野，產生不同的思維激盪，進而降低了對設計與實作專案的不安。

我覺得他們（男性）強在實作，就是一種經驗的感覺，……他們實作比較強，……可是我們（女性）就比較少去碰。（好紫（5）訪談4）

以前只顧念書，拿到東西只是覺得很好用，但楠亦（2）跟我說，假如他拿到東西很好用，他會去看後面的配件、零件怎麼裝，可是我從沒有這樣過。（好安（2）訪談37）

我覺得小組會比較好吧，因為我如果只有一個人，我的想法會侷限在那裡，有時候總要別人點醒或者給你一點什麼刺激，妳才會想到其他方面，有別人一起討論[視野]可能會擴充很多。（好晴（2）訪談39）

尤其是妳不擅長的東西，就是有人可以給意見，超讚的。（好夏（4）訪談28）

我覺得有同伴更好，就是有人跟你一起，……就會有一種有人跟你一起的感覺，就很棒啊，……我覺得團體是很好的，有些時候會覺得這邊很難之類的，就可以問同學說你這邊會不會，可不可以幫我……如果是一個人，別人沒有義務要幫你，可是因為是團體，所以別人會比較有可能幫你。（好真（2）訪談45）

另一方面，在PBL中有些女性受訪者面對男性特別容易產生自我懷疑，擔心在男性面前顯得愚笨，便容易在討論過程中自我限縮。特別是在初期階段，成員間只有因同組而形成的形式連結，實質的心理與社會連結仍尚待形成時，女性受訪者除了自覺專業能力不足而不安之外，更經驗了社會互動上的不安。

（在團體中）我跟不熟的人，我比較不敢提自己的想法，……剛認識的時候比較不熟，有時候有些事情也不敢講，覺得別人會怎麼想，會很在意別人的想法，所以不敢講。（好晴（2）訪談17）

（在團體裡面）我會看一下自己大概在哪個地位，然後比較保守。……我覺得跟女生可能就會覺得還好，因為覺得女生比較相近，……可是如果我跟男生的話，我習慣一開始很安靜，先聽你們怎麼想，我再想我要怎麼講，我會考慮比較多，因為怕落差大，怕一開始就是一個蠢問題，別人就會覺得說天啊！……所以我不太會主動跟男生講話……他們可能會覺得帶了一個累贅真麻煩！（好紫（2）訪談18）

相較於男性，許多女性對於社會連結更為重視（Belenky, Clinchy, Goldberg, & Tarule, 1986; Du & Kolmos, 2009; Fletcher, Jordan, & Miller, 2000; Kassab, Abu-Hijleh, Al-Shboul, & Hamdy, 2005），對她們而言，能否從小組協作中獲得令人感到安全的社會連結，成為她們是否會在這個男性多數的環境中表達自己的前提，而實質連結形成的關鍵因素之一，便在於彼此是否已經相互熟悉。第一組在第二次設計與實作時，同組所有男性成員幾乎放棄專案，在一旁看籃球賽轉播，讓好真（1）被迫負起後續完成任務的責任。她說因為當時還不熟，所以沒有提出意見，如果夠熟了還如此，她一定要他們回來做事。

那時候也是屬於一個奇怪的狀態，就是沒有到真的很熟到可以直接[表達自己]……如果真的夠熟了，當然是直接叫他們回來，……就不准他們耍廢，其實熟不熟還是蠻重要的！（好真（2）訪談41-42）

（三）歡迎多元意見、鼓勵溝通的團體歷程，符合女性的團體感需求

PBL強調透過團體協作解決專案問題，而團體協作並非單純的階層分工（cooperation），而是在多元意見與充分溝通達到共識的基礎之上所進行的協作（collaboration）。這樣的歷程與本研究中女性受訪者對小組協作的期望相符，她們認為小組協作不是任務分工與組合，亦非由少數人主導或執行，而是以融入群體及關懷邊緣者，來編織一個和諧的社會連結，並以此社會連結做為小組協作的前提，進而建構一個能容納各方意見、溝通無礙且全體動員的有機團體。這樣的理念在自稱「我是女性主義者，我對女生很多事情我會很care」的好夏（4）（訪談39）身上最為明顯。

如果強制性以自己的目標為第一目標，就會吞併掉其他人。……我很努力不要這樣，我會控制我自己。不管我做什麼報告，我傾向當組長，因為我會很積極想要規劃確定事情有進度，可是我又不想要變成那樣[集權]的人，所以我一直叮嚀自己，要怎樣有進度，但是又不去cover所有人的事情。（好夏（2）訪談3）

如果沉默太久，我就會cue你。（好夏（4）訪談52）

每一部分大家都要參與到，這個很重要，這就是團隊的向心力呀，你要確保每一個人在每一個環節都參與到，他才不會在邊緣就消失了。（好夏（2）訪談42-43）

我很喜歡聽一些奇奇怪怪的想法，不討論它的可行性，我覺得這個空間很棒。（好夏（4）訪談49）

我喜歡新東西……我容許意外發生，其實很多時候蠻不錯的，像畫畫，……像紙不小心皺掉，就是太意外的效果，妳就會學會這種素材使用方式，它就是意外的一個發展，就可以另外再試。（好夏（2）訪談35）

這種鼓勵多元意見、在溝通中激盪意外火花的小組協作理念，對於該組製作PBL專案也產生了具體的影響。好夏（4）這組在機具完成後的試驗階段，就因為意外勾到某物件，才又修改了元件，擴大了作品功能（第四組影片研究者札記1）。

二、對於PBL用於工程課程的負向觀點

本研究受訪者雖然一方面肯定PBL的設計理念，讓她們可以藉由團體協作，親近原本陌生的工程設計與實作，但另一方面在實際融入小組專案製作歷程中，卻常遭遇小組性別互動權力關係、設計與實作經驗與社會化歷程等因素所造成的無形扞格。

（一）性別互動權力關係

1. 小組呈現性別區隔

本研究第一至第四組皆是男女混合的小組。在這些組內的性別互動中，男性常在空間與小組目標、發言、設計與實作分工等方面，展現出劃開性別區隔的行為。

（1）空間與目標區隔

在女性為多數的組別之互動過程中，男性常「自我區隔」於女性成員之外。女性雖設法打破區隔邀請男性融入團體討論，卻成效不彰。例如，第四組的楠敬（4）是小組唯一男性，專案初始，當此小組熱烈討論學習平台網站上的表格填寫時，他總是獨自一人在遠處，或發呆、或自娛、或獨自使用電腦，不願參與其他女性成員的討論。在這組討論影片中，常可見四位女性聚在一邊熱烈對談，一位男性形單影隻地出現在另一側（第四組影片研究者札記2）。

他（楠敬（4））在我們小組裡面，就是有一點把自己放在邊邊，他主要就是讓我們講話……他頂多就是在旁邊聽，偶爾加進來幾句之類。

（好夏（4）訪談2）

楠敬（4）的自我區隔引起好夏（4）的注意，並試圖邀他融入。「可能問一下，楠敬（4）你在幹嘛？給一點意見啦，快點，這個卡住了，……有事沒事就

會點他一下」(好夏(4)訪談15)。希望藉由問問題讓他參與討論，然而楠敬(4)仍舊時常獨自在旁邊(第四組影片研究者札記2)。

除了空間的區隔，楠敬(4)在小組目標上的想法也與其他組員不同，除了第一次討論時的無所事事，接下來的討論，他多半獨自使用電腦，最後就在大家還熱烈討論時，他走到白板旁畫出自己構想的機具設計圖，中斷了她們的討論，而該設計圖遂成為最終藍圖(第四組影片研究者札記3)。好夏(4)認為，「他可能覺得這件事情比較重要，他想要先做這件事情」(訪談13)。類似男性成員堅持自己目標而與小組行動區隔開來的情況，也發生在第三組。討論初始，第三組三位女性也從討論學習平台網站開始，但兩位男性無意參與討論，在一旁未經過討論就開始動手拼湊機具，其中又以楠岩(3)為主。好書(3)認為，「他腦中有某個小小的想法，可是沒有很仔細想過不可行，然後就直接做」(訪談15)，而楠承(3)則是與楠岩(3)一起。在空間上，相較於第四組楠敬(4)獨自坐在遠處，第三組五位成員雖然一起圍著小小圓桌而坐，目標卻大大不同，期間雖有對話卻未見共識。過程中，好書(3)不斷說服楠岩(3)一起討論，希望有架構之後再動手做，但楠岩(3)僅含混回答她，然後繼續和楠承(3)做機具。短暫對話後，男、女雙方又各自進行著各自執著的目標(第三組影片研究者札記1)。最後，因為楠岩(3)執意繼續自己的組裝，女性成員考量時間關係，也只好放棄原先的討論，以他的設計做為基底繼續下去。

我們有時間壓力，……，可是時間不允許，最後還是得交出東西，我們算是有一點讓步。(好書(3)訪談3)

這兩組的男性成員都是小組中的性別少數，因不認同女性成員的行動步驟，而主動自我區隔，不經討論堅持進行自己認為重要的目標，而女性成員則選擇讓步，同意以他們的設計為主要藍圖，接受自己意見被直接忽略的結果。

(2) 對話區隔

在發言上的性別區隔，以僅有一位女性的第一組最為明顯。身為少數的好真(1)雖然積極發言，希望融入對話，卻常被忽略而區隔於小組對話之外。在影片中，不同於同樣是小組唯一性別的楠敬(4)在小組中的形單影隻，好真(1)

總是將自己擺放在群體裡，配合男性成員所決定與主導的行動目標，但她的意見卻不斷地在互動對話中被邊緣化。好幾次有人發問時，好真（1）與其他男性一起回答，不但唯獨她的意見不被聽見，其他成員的眼光也鮮少落在發言的她，而她所拋出的問題也時常無人回應，發言更常被攔截，得不到應有的尊重（第一組影片研究者札記3）。

楠新（1）：可是他沒說圓環多大。

楠凱（1）：有阿他說幾公分阿

好真（1）：有阿，那圓環……（語未畢）

楠新（1）：他說的是那個直立柱子

楠凡（1）：等一下，要這個針筒要幹嘛

好真（1）：就是你把那個放進……（語未畢）

楠新（1）：就是你把針筒灌水啊

楠凡（1）：喔

楠新（1）：關節才能動啊

楠凡（1）：喔（了解狀）（第一組影片1）

（3）分工區隔

除了全是女性的第五組未有明顯的領導者主導設計與實作過程，其他男女混合小組在設計與實作上均呈現男性主導的性別區隔分工情形：若小組僅有一位男性，設計是由這位男性主導，實作則由其他女性分工執行他的設計（如第四組）；若小組中有一位以上的男性，設計與實作主要都由男性執行，女性則是零件的提供者，甚至是觀看者、清理者與協助者等助手角色（如第二、三組）。第二組在開始動手之前，先進行楠亦（2）在其他課程所學到的集體Brain Writing以刺激發想。這個活動雖然讓兩性成員得到平等的意見表達機會，卻也仍由男性主導。至於其他時候，也都是男性討論女性聆聽、男性操作女性觀看、男性解決問題女性擔任助手等階層化任務執行，女性從協助扶燈照明、扶支架讓男性黏貼材料、拿吹風機吹乾黏膠、為實作受傷的男性拿藥，到整理環境垃圾，幾乎完全沒有在專案中實際執行製作的機會（第二組影片研究者札記3）。

從一開學就知道要做液壓機械手臂，看著工學院的其他同學一組一組的完成作品，心中無限的期待。雖然在製作時，我能控制的機器只有吹風機……（第二組簡報作業，好安（2）心得）

即使那些表面上是女性優勢的小組，如第三、四組，實際分析發現她們所能主導的只是行政事務，主要的機具設計與實作還是由男性主導。在描述第四組女性成員討論了許多點子之後，楠敬（4）兀自到白板上畫了一張與她們的討論不相關的設計圖時，好夏（4）指出：

嗯！到最後[討論與設計圖]是無關的，……他綜合蒐集來的資料，弄出來，大家一看，哇好厲害，太棒了，那就決定用這個啊，然後前面討論的東西全部都bye bye！（訪談12）

同樣地，楠岩（3）雖然曾在小組討論中說，若沒有這些女性規劃時間、召集大家，可能在成果發表前還是一堆冰棒棍（第三組影片研究者札記5），他覺得女性「在討論的時候就是會比較有事先的規劃」（第三組團體訪談21），不過，這些規劃都是行政進度層面上的，真正的設計實作還是由楠岩（3）主導，他會執著於他要做的事，甚至不惜引起衝突。於是，女性成員多半只能無聊地做些最後派不上用場的零件。

我記得有一次好像不同意他（楠岩（3））做的某個東西，然後就有點小小的摩擦。（好書（3）訪談15）

有時候你看到的應該只是我們在「瞎忙」，因為覺得兩手空空坐在那邊很無聊。（好書（3）訪談15）

然而，前述女性所扮演的「助手角色」，僅出現在男女混合小組的女性成員身上。當小組中有兩位以上男性成員時，他們之間並未出現孰主孰從的階層分工。另外，值得注意的是，這種性別階層分工模式似乎無須討論就自然形成，並非是協商下的結果。

2. 邊緣化處境折損女性理想

女性雖肯定PBL的工程學習模式課程設計，然而，卻因小組中男性的性別區隔行為，而常處在被邊緣化或孤立無援的困境，即使是女性為多數的小組，仍以男性的意見為主流。因此，許多女性在反思專案過程時，都表示遺憾於未能實踐團體協作的理想。

例如，第一組的好真（1）一開始無法融入其他男性成員，處於「他們不知道我在幹嘛，然後我也不知道他們在幹嘛」（訪談4）且被忽略的區隔狀態；第二次討論時，雖因男性離席看球賽而讓她參與主要設計與實作，卻還是得不到團隊的支持。

我有一種感覺，……如果遇到困難，我就沒有人可以問，……那時候我發現轉的弧度沒辦法轉到45度，……根本轉不了，問題很大，那時候我的想法是把底座加大，可是發現不行，那時候卡在那個問題超久的，我就想說完蛋了，如果我想不出來怎麼辦？……他們也不知道在幹嘛，就會有一種想不出來怎麼辦的感覺，因為就只有我一個人，就有一種如果我做不出來，這個東西就完蛋了的感覺。（好真（1）訪談18）

再如第二組的好安（2）和好晴（2），幾乎沒有設計與實作機會，僅是「用『看』的學到了很多東西」（好安（2）訪談4），因為「『他們的藍圖』我們還沒有建好」（好晴（1）訪談32），所以設計與實作時只能在旁觀看協助，但是因為不是自己動手與發想，便不甚理解其中原理，除了邊看邊問，也只好將半成品帶回家研究。

它在動的時候，其實我不是很懂那根桿子到底在幹嘛，為什麼可以走得那麼順，其實我有帶回家研究，……我們真的常在旁邊看他們做。（好安（2）訪談11-12）

我就是問，然後自己搞懂，問，再自己搞懂，我好像也沒有幫忙動手做什麼。（好晴（2）訪談17）

而第三組好書（3）渴望全體討論獲得共識，然後一起執行，她認為若能透過共同討論得到最好的點子再執行，就能進一步擁有更富創意的機具設計，但是楠岩（3）只想一意孤行，讓她徒留遺憾。

[楠岩（3）]很堅持先做他自己的，如果你提出反對意見，他會忽視你，……理想的模式是大家一起討論好、設計好再開始做。……所以遺憾的第一，沒有自己原創的機械手臂，第二，沒有小組[團體協作]的部分，第三是評比的時候沒辦法[夾起圓環]。（好書（3）訪談22-24）

然而，即使如此，觀察專案製作過程的影片可發現這些女性從未閒置一旁，她們都希望自己能夠有所貢獻，盡可能地參與專案，或做些小零件、或扶住燈具、或提供意見，甚至是如好書（3）所說的「瞎忙」。她們從未因男性的區隔行為而在專案製作中缺席，並期望下次能脫離邊緣化處境，而有更多的參與。

（提到好安（2）那組都是由男性完成實作時表示）每一個人都要動手做，一定要確保這件事。……我不能接受都是她們做，然後我只拿成績而已，太糟糕了，……我一定要參與，每一部分大家都要參與到，這個很重要，這是團隊的向心力啊！（好夏（4）訪談43）

[下次]可能會跟他說「我來做這個」之類的，我希望我會！……還是希望能夠多一點參與度。（好晴（2）訪談42）

我覺得在這整個合作過程中，我做得最不好的就是找到太厲害的夥伴了。……在實作過程中我看到他們真的很厲害，用看的學了很多東西，可是我的實作真的少很多！（好安（2）訪談4）

（二）設計與實作經驗落差

若深究前述小組互動時自然形成「男主女從」權力關係的原因，則不可忽略女性常覺得男性的工程設計與實作經驗比她們多且能力優異的現象。例如，好夏（4）便稱她男同學的房間打開就是個「軍火庫」！

比起男生，女生接觸工程的東西相對而言更少，……像我們有男同學房間打開就是軍火庫了，他平常沒事就自己撿一些什麼，一把槍什麼的就做出來了，他們其實自己就有非常優秀的技巧了。（好夏（4）訪談21）

除了設計與實作經驗之外，有些女性受訪者認為，在廣泛的理工能力上，所謂的「天才」也多半是男性，例如好書（3）覺得「數理方面天才型的，還是男生比較多」（訪談11）。這些刻板印象常在小組性別互動歷程中，進一步獲得強化，同時削弱了女性成員在設計與實作上的自我效能感與完成任務的自信心，並害怕因出錯而具體暴露能力上的短缺。此時，再加上小組中男性成員主動主導任務，這些女性成員在性別互動權力關係中，就自然地讓出了設計與實作的參與權。例如好晴（2），她在與男性成員討論的過程中，感覺同組男性比自己優秀，自己和好安（2）的設計與實作經驗是不足的，所以在一開始Brain Writing的全體動員之後，男性們就「很順就開始做，他們對我們[女生]沒有任何要求」（好晴（2）訪談37），於是她們兩個很自然地就被區隔於男性主導的設計與實作之外，而擔任起助手角色。或如好真（1），原本在剪裁冰棒棍做成某一元件，當男性成員要求做她的工作時，她也毫無遲疑、順服地把工作交出去（第一組影片研究者札記2）。

感覺我跟好安（2）在這方面可能真的沒有那麼擅長吧，雖然大家都是第一次做機械手臂，……我覺得我們兩個也是蠻自然就變得比較被動的姿態。（好晴（2）訪談12）

我自己這樣覺得[能力沒有他們好]，沒有為什麼……我覺得自己的實作經驗很不足，很多這方面的想法都不夠完善，沒有辦法想得很周全，然後跟他們討論的過程中，就會覺得他們真的很了解整個原理，所以覺得他們這方面應該比我厲害……然後就盡量從他們身上看能學到什麼……，他們需要人手的時候我們就去幫忙。（好晴（2）訪談12）

（三）社會化歷程塑造自我認同

另外，受教經驗、性別認同以及理工領域男性主導的社會現象所交織而成複雜的社會化歷程，對於女性在參與工程專案製作過程中，呈現出弱勢與缺乏自信等現象，發揮了潛在卻重要的影響。

1. 升學壓力、傳統性別文化以及缺乏生涯展望

本研究女性受訪者普遍認為男性的設計與實作經驗比女性豐富，並表示原因在於女性多傾向順從升學壓力，且認為男性較不受束縛，對於如何分配時間有較高的自主性。許多女性受訪者都表示，進入大學前，她們唯一的目標是通過考試進入大學。為了達到這個目標，所有時間都必須花在念書上，若投入興趣或娛樂，會帶來不安感。但是她們覺得男性就不同，男性不怕考壞，許多男性更將大部分時間花在發展興趣上，於是那些喜歡動手做的男性就有了豐富的設計與實作經驗。

如果我因為做這件事，然後沒有考上我要的學校，我就會覺得做這件事是錯的，我不敢放手兩個一起進行，我就是沒有辦法很相信我自己一次可以成功兩件事。……應該是不給自己時間吧，我不想給自己那方面的機會，因為我覺得我要著重在念書。……我問男生你實作怎麼這麼強，他說就是覺得人生總是要碰一些這些東西才有意義，覺得人生至少有變化，不然就是一直在做同樣的事情。（好紫（5）訪談11）

男生平常興趣就很特別，自己會去讀一些很難的東西，譬如高中就在念大學的線性代數，然後自己組一個小組解題目，女生好像就是走在正常的常規上……我們想要把本分做好，只是想要把本分做好就已經花很多時間，就沒有心力往外。然後有的男生不太care考試成績，有過就好，他們就花比較多時間在別的地方。（好書（3）訪談11）

好夏（4）認為這樣的差異可能也來自於家庭教育，許多理工學生的父親也是理工領域，但理工父親多半將此文化資本傳遞給兒子而非女兒，因此造成男性在家庭教育上占有優勢，而女性則要靠自己主動探索。

這個社會讓男生比我們更有接觸這些東西的機會。例如像很多讀二類的小孩，家裡爸爸都是二類的，他可能是工廠技師還是什麼，爸爸不會帶女兒進去看他的工作環境，可是他會帶兒子去，所以這是……他們先天社會給他們的優勢，所以妳要說男生視野比較廣嗎？也有可能，可是女生也不一定比較窄，也有女生就自己打電話給工廠問說可不可以去看看。我們（男女）是透過不同的方式去接觸。（好夏（4）訪談38）

若如她們所言，女性因升學壓力而無法放心發展興趣，再加上沒有家庭背景的幫助，那麼她們是否曾擔憂自己進入大學後的工程設計與實作能力未如男性同儕？或羨慕高中時男性擁有花時間在發展設計與實作上的勇氣？面對這些問題，她們表示，事實上她們未曾想過自己要進入工程領域。好書（3）指出她的興趣其實在音樂與文學，只是因為自然科成績好、發展前景佳，就把音樂與文學當成興趣（訪談研究者札記1）；而好紫（5）說自己的生涯其實是一種「刪去法人生」，一路上選擇自己不那麼差而非感興趣的科目走，即使進了大學，也是以這樣的原則走接下來的修課路徑（訪談研究者札記1）。即使進了大學，仍有些女性還是處於生涯未定論，例如好夏（4）進大學後開始猶豫想要轉系，卻不知道要轉到哪個科系（訪談研究者札記1）。總之，工程設計與實作並不是她們原本的興趣所在，但她們也沒有清楚的生涯規劃。

我選科系時，不是我要什麼，而是我不要什麼。……一直都是刪去法人生。……我上高三的時候，本來在三類，後來發現這不是我要的生活，就沒有考慮了。……[關於工程]我沒有發自內心對這方面的好奇。（好紫（5）訪談10）

2. 性別認同與工程專業認同錯位

（1）女性認同、一般學習與工程專業自我效能

本研究女性受訪者普遍認為，性別之間存在特質或思維模式上的不同，而這些不同在團隊協作中可相互截長補短，但就學習理工專業知識與能力而言，則並無性別差異。

我覺得跟男生互補性會比較高一點。(好真(1)訪談20)

我覺得[男女]還是會有不同的思維，有時候會覺得男女同一組感覺會比較完整，你不會只有男生或只有女生的想法。(好晴(2)訪談33)

我覺得男生就是衝動，大部分男生的特質真的是不夠細心，對學習來說，男女是差不多的，但在一些生活細節或工作細節，女生還是比較細心，……很多方面男生可以push女生，女生也可以提醒[男生]……[這樣]工作也會比較順利。(好安(2)訪談28)

[在專業知識上]大家都差不多。(好紫(5)訪談13)

然而，當聚焦於執行工程專案或解決工程實務問題時，她們卻表現出低度自我效能，並認為自己與男性之間有能力上的落差。

我對我自己很沒把握，……有可能是自信問題，可能他們[男生]對自己比較把握、比較自信……我還是會覺得就是別人比較好……我很不習慣覺得自己很好。(好紫(5)訪談17)

我這方面(工程設計與實作)比較弱，很多原理……如果沒有大家一起討論，我沒有辦法想出這些。(好晴(2)訪談6)

這種「一般學習的自我效能」與「工程實務能力的特定自我效能」之間所出現的落差，可能源自於她們性別刻板印象的自我認同，限縮她們對於工程專業的想法與接觸的動機。例如，好夏(4)認為自己是很「女生」的、喜歡玩洋娃娃的女性，與喜歡工程設計與實作而房間即是軍火庫的男同學屬於不同的世界，擁有不同的思維(訪談22)。

我是女校出來的，覺得男生跟女生活在不同的世界，我沒辦法理解他們腦袋在想什麼？……尤其是進大學之後，我不知道哪邊怪怪的，我覺得有很大一批人好像思考方式完全不一樣。(好夏(4)訪談4)

而好真（1）則因覺得自己接觸過工程，所以更能認同於男性的刻板印象。

我比較不像女生，……我小時候就接觸過這些[工程問題]，所以就有一種我比較接近男生的感覺，所以我會比[一般女生]較懂。（好真（1）訪談13）

除此之外，一般與特定自我效能的落差也可能源自於前述，女性受訪者認為女性比男性在學習上更易順服社會（升學）壓力的傾向，她們因為過去太專注於準備考試，而忽略對工程專業的探索與理解。於是，在面對「工程師應該有什麼特質」的問題時，她們多半陷入沉默思考，無法提出清楚想法。好真（1）就直言「工程師？其實我不大知道工程師在幹嘛？」（訪談24）。因為沒有想法與心理準備，她們對於工程專業自然就比較沒有動機去接觸。於是，雖然她們認為在一般學習能力與專業知識學習上沒有性別差異，但對於實務問題的解決，卻自認為不如男性。

（2）怕做錯與自我設限

當這種低度特定自我效能、刻板的性別自我認同，以及順服社會期待等因素相互結合而轉化成自我期望時，女性便常在循規蹈矩中尋求安全感。例如，好安（2）將目光放在不斷提醒要清楚比賽場地、圓環的大小重量等；好書（3）提前規劃好每次聚會時間；好夏（4）則重視每次討論是否達到預定進度。然而，順服規矩，便自然地順服了規矩所形成的框架。

我很容易被任何規定綁住，可是他們（男性）就非常的奔放。……我覺得我會一直願慮到規矩這件事，……想法不夠自由吧，……我覺得我需要再自由一點。……我只要看到任何規定，就想要走在框框裡……就是規定以外的事我就不會做……因為高中的框框就是念書，所以我就走在框框裡面這樣子……嗯，要我走出去有一點困難，（若某件事情）它規定不能超過2，2.1我就會覺得好像哪裡不自在。（好安（2）訪談40）

這種走在框框裡的傾向，使她們謹慎行事，且不敢放手嘗試，結果便是自動

交出參與專案的權利。

因為怕幫倒忙。(好書(3)訪談36)

我跟好晴(2)就是猶豫不決，會覺得這個東西真的要剪嗎？這個剪下去對嗎？我們兩個就會自己在那邊對談，他們在做事，我們一直對談，呈現「兩個女生」的狀態，他們看不下去就會說快點剪，後來等不及就直接把東西拿去做了。……拿過去一刀就下去了，[他們覺得]想那麼多幹嘛之類的。(好安(2)訪談24)

更重要的是，她們因此自然地擔任了團隊中的助手角色，並且認為讓出主導權，就可以避免因自己失誤而阻礙進度，所以是合理而應然的選擇。

我跟好晴(2)都是在收東西時，拿他們的廢料在玩，我覺得這樣玩一玩、學一學，先不阻礙工作也是不錯……[因為]我覺得我很怕做錯[而阻礙團隊的工作](好安(2)訪談5)

(3) 男性親善型性別歧視

女性成員在工程問題面前較低的自我效能，並將主導權讓予男性成員的情形，無形中也間接允許了一種「親善型性別歧視」(Benevolent Sexism)(Glick & Fiske, 1996)，接受男性成員因關懷之名限縮女性成員參與小組設計與實作的機會。例如，第二組操作機械設備時，因聽說其他組女性使用機械發生意外，男性為了保護女性，故阻止她們操作機械，事實上男性自己也被燙傷好幾次。

……而且男生還會逞強說沒關係。……我覺得應該是前一個弄傷的女生也是……跟我一樣[是同一個系的]。(好安(2)訪談29)。

但好晴(2)與好安(2)並不在同一個系，而好晴(2)也……

就順便一起阻止啊，在團體裡我們就是相同的，都是「女生」！（好安
（2）訪談29）

3. 追求和諧、遵守規矩的價值觀侷限女性學習

受訪女性的「怕做錯」，除了助長男性親善型性別歧視，也是女性傳統性別文化中重視和諧與恪守規矩之價值觀的反映（林麗珊，2014）。和諧的社會連結是許多女性受訪者最重視的一環，她們認為和諧是團體良好運作的必要條件，並因此而時常保守發言，以避免衝突發生（Ingram & Parker, 2002），甚至表示為了顧及和諧可以放棄追求卓越（Nobel, 1987）。

反正和諧最重要！這只是個作業，大家開心就好了，如果大家不開心，我覺得就沒有必要了！（好真（1）訪談38）

我們可以不要很好，但是不要吵架……會比較保留吧，等別人講完再考慮我要不要講，因為我不想讓她們受傷。……不要讓她們才想到一半，妳就說不行……她們就會覺得說妳為什麼這麼篤定我是錯的。妳不要給她這種錯的感覺，反而給她們時間讓她們完成，然後再給她解決辦法，這樣她既有成就感，妳們的關係也不會受傷害，這樣就好了！（好紫（5）訪談43）

作業只是個過程，……可是我們的和諧是，只要我們活著就一直要用到的東西，我覺得這個比較重要。（好紫（5）訪談57）

而且為了維持和諧，女性成員會順服性別階層化的分工，因為「如果小組不和諧的話，就沒辦法共事」（好書（3）訪談26），或接受不合理的工作負擔，如好真（1）在其他男性成員沉迷於籃球比賽時，默默完成他們所丟下的專案工作，因為「很怕衝突……會很刻意去避免」（好真（1）訪談36）。

雖然說我可能前十分鐘還在抱怨他們沒有來做，可是其實成功的那一下，我看到我們五個都很開心，就覺得都很值得。（好真（1）訪談40）

三、小組性別組成的影響

小組性別組成對女性學習經驗的影響，可分為以下三部分討論：

（一）性別多數者主導行政事務與小組氛圍

本研究各組均呈現出由小組中性別多數者主導行政事務的情形，並因性別比例不同，各小組便有顯著的性別化小組氛圍。例如，女性比例愈多的組別，凡事尋求溝通以達共識的情形愈明顯，因此她們的歷程影片充滿了討論的聲音，提出意見時多詢問他人想法，閒談話題也多。如第五組，大至設計藍圖，小至要不要拆包材料來試做，都經過全員討論（第五組影片研究者札記2）；第四組全程充斥了女性成員熱烈討論的聲音（第四組影片研究者札記2）；第三組的好書（3）不斷詢問還有沒有人有其他想法，女性們的話題也常出現閒談（第三組影片研究者札記3）。而男性比例高的小組，討論歷程則相對安靜，僅針對大方向設計構想，彼此交換意見，就直接進行各自的實作，意見的提出多是為了反駁他人或證明自己，話語精簡，少社交閒談，彼此常有粗話卻不以為意。如第二組常在一片靜默中進行設計與實作，主要負責的三位男性，討論時也多簡單提出縝密思考過後的結果（而非思考過程）就快速達成共識（第二組影片研究者札記3）；第一組也極為安靜，男性們說出自己想要的作法就執行而少彼此回饋，他們說最多的語言就是連串粗話（第一組影片研究者札記1）。

（二）「女性多數」未實質增進女性參與工程設計與實作

性別多數者主導了小組的文化氛圍，對某些女性來說，性別組成的差異也影響了她們的發言，女性在男性多數的團體裡，發言較不被聽見，或者較少主動發言。例如，好真（1）在小組討論時的發言便時常無人理會，好晴（2）也擔憂「怕自己提出來的是很奇怪或者是錯的」（訪談7），所以她常保持靜默（第二組影片研究者札記1）。而女性在女性多數的小組，就顯得有較多表達意見的機會，且在歷程中充斥著熱烈討論的聲音，幾乎無安靜時刻。第四組女性成員在團體訪談時即表示，她們鮮少因為覺得自己意見不夠好而不敢發表。

然而，即使女性多數小組呈現女性熱烈參與討論的情況，但如同前述她們所決定的多圍繞在行政進度上，如「安排哪幾天要約出來」（好書（3）訪談18）、「確定進度有在走」（好夏（4）訪談3），最終的機具設計與實作卻仍由

小組中的少數男性決定。例如，楠敬（4）與楠岩（3）這兩組的最終設計都是以這兩位男性的獨自創造為主。因此，即使女性為多數，卻未實質增進女性參與專案設計與實作。

（三）期望男性意見

上述女性成員在男性成員面前謹言慎行、怕做錯、自動退居助手位置等現象，在全女性小組中並未發生。然而，有趣的是，全女性小組中有些成員在「對自己缺乏自信，心理上仰賴男性」的現象上，卻與其他小組女性如出一轍，顯示這種缺乏自信的原因，並非都是在專案執行過程中，實際見到男女表現差異而產生，也會因為受到社會刻板化既定印象的影響。因此，在全女性小組中，雖然全員皆平等地參與設計與實作的歷程，凡事熱烈討論並積極尋求共識，然而，如好紫（5）卻仍認為男女混合小組表現會優於單一性別組成，並因她們組中沒有男性而感到遺憾。當她一發現小組全是女性時，甚至覺得「慘了」（訪談20），雖然她「看到男性會話很少、很害羞」（訪談19），「慢慢不想提意見」（訪談5），但是又覺得男性的能力比自己強，她們需要男性成員的意見。她認為全女性小組其成員的思維模式多相似，缺少了男性的整體架構思維（訪談14），也缺少設計與實作經驗，做出來的作品必然會少了多元意見的刺激，導致「思考上會有侷限」（訪談2）而顯得平凡，因此覺得男女混合組成「應該會比女生還順利……有男生的成果會比較好」（訪談1）。

三男兩女最好，有男生是希望多提供一點意見，兩個女生是因為一個有點孤單，女生是比較需要陪伴。（好紫（5）訪談62）

伍、討論

以小組進行PBL的學習基本上包括兩個部分：小組合作與解決問題。本研究發現，女性傾向將二者融合為一，而男性則傾向以解決問題為優先考量。女性透過社會互動與協作來解決問題，而男性則傾向分工式解決問題模式，通常是個人先做出成品再說，而不是大家先說好再做成成品。本研究發現，無論小組的性別比

例為何，女性均刻意將自己融入群體或拉近邊緣者，希望建造一個多元融和的團體來解決問題。然而，一旦組中有男性成員，男性以成品說話的個人解決問題模式常難以與女性社會協作模式相容。於是，女性為求團體和諧，往往只好遷就與配合男性，強調團體和諧的關係取向，因而成為追求卓越競爭的目標取向的支援系統。換言之，PBL雖通常以團體形式進行，表面上更符合女性偏好，讓女性在傳統上偏好男性的工程議題中透過團體合作的模式被接納，但實際上，在時間與表現成果的壓力下，卻往往是女性所注重的團體和諧必須接納男性的個人主義，而再現「性別作用」(gender play) (Thorne, 1993) 潛在卻深刻的影響。

本研究從女性的視角更深入地分析上述現象，發現「社會與文化結構型塑自我認同，自我認同帶進工程學習歷程，學習歷程中的性別互動繼而又再次鞏固社會文化結構與自我認同」的循環。首先，女性（以下皆指本研究中的女性）在社會化過程中，內化了社會刻板性別期望，不僅接受「理工是男性領域」的社會文化觀點，也內化女性偏好和諧、順服規矩的傳統價值。特別在生涯選擇上，順從臺灣重學歷的文憑主義以及重出路的功利主義等社會價值的結果，便是以考取熱門科系來贏得社會認可，再依此決定學習興趣與生涯規劃，而非以後者決定前者。於是，這些數理成績較好的女性就意外地進入了自己一無所知的工程領域（謝小苓、林大森、陳佩英，2011；McIlwee & Robinson, 1992; Seymour & Hewitt, 1997）。結果，當她們在執行工程PBL專案時，因有「理工為男性領域」的價值觀潛在作用，再加上傳統性別期望中女性對和諧社會連結的重視，以及自覺對工程領域的陌生、對工程設計與實作經驗不足而產生的低度自我效能感（Hutchison, Follman, Sumpter, & Bodner, 2006; Schreuders, Mannon, & Rutherford, 2009; Shull & Weiner, 2002），導致女性在專案執行歷程中讓出平等參與權，接受支援性角色的現象。另外，本研究中的男性多表現出積極主導，縱身執行核心，且彼此藉由內部語言加速溝通效率，無形中劃開了性別區隔，並常以關懷之名行親善型歧視（Glick & Fiske, 1996）之實，以一種「捨我其誰」的姿態主導專案進行，順理成章地接受女性的支援角色。在強化女性理工弱勢的信念之餘，也搭著女性順服規矩與避免衝突之價值觀的順風車，在小組中自然地形成「男子女從」的分工模式。本研究中這種做科學也「做性別」(doing gender) 的情形（韓采燕，2008；Brown & Burnett, 2006; Ingram & Parker, 2002; Lay, 1989; West

& Zimmerman, 1987)，呈現出理工領域男性主導文化與傳統性別文化相互幫襯的現象。

此外，可能因為還是大一，專業訓練才開始，對工程師的理解與身分認同，以及發展工程專業應有的學習態度與方法都尚未建立，對於性別角色的認識仍深受過往對工程刻板印象的影響。於是，從性別混合小組中的分工中可見，雖也有女性領導小組運作，但多處理非關任務核心的事務，即擔任Brown（2006）所言的「非領導的領導者」（non-leader leader），展現未能觸及任務核心所產生的代償行為。在性別刻板印象的長期浸濡下，即使是處於女性多數、甚至全女性的小組中，也難以擺脫「工程為男性領域」的刻板執念，會因缺少男性意見而不安。

綜上所述，本研究對於PBL究竟促進性別容納或再製男性主導的問題，提出以下發現。首先，對女性而言，PBL透過小組合作學習，讓工程設計與實作變得較易親近，增進了她們對工程領域的學習動機。這與文獻中「PBL穩定女性學生的續讀率、減緩她們的輟學率」的發現（Du & Kolmos, 2006, 2009）相互呼應。其次，傳統上工程屬男性主導領域，在工程問題面前，女性常有不如男性的感覺。而相較於女性偏好團隊和諧與相互協作，男性則更偏好個人主義與專業分工。於是，在男女混合小組中，當這兩種合作傾向相遇，組員間的對話與分工上便常出現前者讓位給後者的現象，呈現出男性主導專案製作而女性配合與協助行政事務的情況。特別的是，即使在全女性的小組中，「男性理工優勢」的假想仍如影隨行。結果是，PBL所促進的性別容納，僅限於容納不同性別成員的表面友善，而不利女性的實質因素仍難以撼動，終究再製了工程領域中男性主導的互動關係。

陸、結論、建議與限制

本研究的重點不在強調男女應凡事平等，鼓勵女性服膺工程的傳統男性特質，或停止扮演行政領導的角色，才能避免被助手化或邊緣化，而是希望藉由深入理解差異的現象與背後的思維，進一步思索如何讓性別不再成為個人發展的框限，以讓所有人的天賦都能自由開展，同時也讓工程領域能更全面而實質地受惠於不同的性別特質。PBL是目前工程教育中積極推行的教學方法，但從本研究結

果可見，並非直接套用PBL於課程中，或將男女以特定比例進行分組合作，即可實現性別容納。特別需要思考的是，「工程是男性擅長領域」的印象，究竟源自先天差異、社會文化的灌輸，或是某些女性缺乏自我效能的想像？本研究無法解答先天的問題，但也確實發現後天因素造成許多女性在工程學習上的框限，不僅導致有工程興趣或天分的女性不敢涉足工程領域，也讓已在其中的女性對自己缺乏自信。另外，在進入工程教育課程後，如何讓不同的性別特質得到充分理解與運用，讓所有性別都能明白如何在團隊中溝通自己的想法與容納他人的意見，並更積極表達自己，主動負責，這些問題及其障礙都在教育體制中根深蒂固，必須透過系統性變革才能撼動。但從個別教師的角度而言，則應可從以下角度思考如何協助學生在工程領域盡情學習與發揮才能。

首先，鼓勵學生透過自我敘說，讓夾藏在互動結構與行為關係裡的性別訊息浮現，成為能引發反思的對話（洪瑞璇，2008；Giddens, 1991）。在本研究女性個別訪談資料中，可以看到她們因為受訪敘說而改變觀點的軌跡。透過本研究訪談，她們經歷回顧整理與敘說的反思過程，有的看到自己受制於性別文化而不敢打破框架；有的發現追求「和諧重於卓越」的思維噤聲了自己；有的看到自己安身於「好學生」的身分而失去探索興趣的勇氣；更多的是表達了對性別關係如何在她們身上運作之意識覺醒，而在受訪敘說的最後提及若還有機會，自己將會如何突破各種限制扮演積極參與者的決心。

此外，Coughlin、Wingard與Hollihan（2005）將傳統被視為女性特質的重視和諧、團體、擁抱多元觀點、同理個體、竭力創造重視個人價值與可暢所欲言的協作環境等特質，稱為「開明力量」（enlightened power），這在許多有關PBL研究中的女性成員身上均可常見（如Du & Kolmos, 2009; Kassab et al., 2005），且正是當代工程產業需求的能力。因此，在透過PBL引導學生建構工程師身分認同時，偏重工程知識與設計實作技能的舊有工程教育思維（Du, 2006）已不夠充分，而應加強學生對這些多元能力的重視與認同，讓這些擁有「開明力量」的學生得以重新評價自我專業能力與自我效能，也讓所有學生了解並認識「開明力量」並非特定性別所獨有，它是工程教育的核心目標能力之一，也是影響工程專案成敗的關鍵能力。透過工程專業能力的再聚焦，讓性別差異從區隔化分工轉為動態機能性協作，建構能同時彰顯並相互肯定、學習不同性別優勢特質的工程教

育。藉此，讓PBL學習模式所呼應的性別容納式科學精神，成為學生的工程師身分認同中最核心的能力指標之一。

本研究主要從女性學生的角度出發，目的在充分呈現女性觀點，因為只有這種主觀視角才能真實了解女性在工程專案歷程中的學習經驗與感受。未來若能同時深入訪談男性學生的意見，以與女性學生意見相互對話，則對於工程教育中性別容納的面貌，便能提出更完整的描繪。

DOI: 10.3966/102887082018066402002

參考文獻

- 林麗珊（2014）。女性主義與性別關係。臺北市：五南。
- [Lin, L.-S. (2014). *Feminism and gender relationship*. Taipei, Taiwan: Wu-Nan Book.]
- 洪瑞璇（2008）。國中教師專業認同之研究：遊走在「結構—能動」之間（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- [Hung, J.-H. (2008). *Between "structure-agency": A study of the junior high school teachers' professional identities*. (Unpublished doctoral dissertation). National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.]
- 教育部（2016）。性別統計指標彙總性資料—學生。取自<http://depart.moe.edu.tw/ED4500/cp.aspx?n=DCD2BE18CF30D0>
- [Ministry of Education. (2016). *Gender statistics summary data-students*. Retrieved from <http://depart.moe.edu.tw/ED4500/cp.aspx?n=DCD2BE18CF30D0>]
- 蔡麗玲（2004）。朝向性別容納式的科學教育。性別平等教育季刊，29，13-26。
- [Tsai, L.-L. (2004). Toward gender inclusive science education. *Journal of Gender Equity Education*, 29, 13-26.]
- 謝小苓、林大森、陳佩英（2011）。性別科系跨界？大學生的性別與科系選擇。台灣社會學刊，48，95-149。
- [Hsieh, H.-C., Lin, D.-S., & Chen, P.-Y. (2011). Crossing gender boundaries: Gender and college majors in Taiwan. *The Taiwanese Journal of Sociology*, 48, 95-149.]
- 韓采燕（2008，10月）。作科學且作性別：科學訓練與實作中的陽剛氣質。第三屆「性別研究碩博士生論文」研討會論文，弘光科技大學，臺中市。

- [Han, T.-Y. (2008, October). *Doing science and doing gender: Masculinities in scientific training and practice*. Paper presented at the Conference on Master and Doctoral Dissertations in Gender Research Conference, Taichung, Taiwan.]
- 顏弘志 (2004)。從建構主義看探究教學。科學教育研究與發展季刊, 36, 1-14。
- [Yen, H.-C. (2004). View inquiry teaching from constructivism perspective. *Research and Development in Science Education Quarterly*, 36, 1-14.]
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Angier, N. (1995). The nation: Why science loses women in the ranks. *The New York Times*. Retrieved from <http://www.nytimes.com/1995/05/14/weekinreview/the-nation-why-science-loses-women-in-the-ranks.html>
- Armstrong, J., & Leder, G. (1995, July). *Engineering education: How to design a gender-inclusive curriculum*. Paper presented at the International Congress of Engineering Deans and Industry Leaders, Melbourne, Australia.
- Barton, A. C. (1998). *Feminist science education*. New York, NY: Teachers College, Columbia University.
- Belenky, M., Clinchy, B., Goldberg, N., & Tarule, J. (1986). *Women's ways of knowledge*. New York, NY: Basic Books.
- Brown, S. M. (2006). *Communication practices of women in undergraduate engineering classes*. Retrieved from <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/896/>
- Brown, S. M., & Burnett, R. E. (2006, July). *Women hardly talk. Really! Communication practices of women in undergraduate engineering classes*. Paper presented at the International Conference on Engineering Education, Muscat, Oman.
- Coughlin, L., Wingard, E., & Hollihan, K. (2005). *Enlightened power: How women are transforming the practice of leadership*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Cronin, C., Foster, M., & Lister, E. (1999). SET for the future: Working towards inclusive science, engineering and technology curricula in higher education. *Studies in Higher Education*, 24(2), 165-182.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. New York, NY: Macmillan.
- Du, X. Y. (2006). Gendered practices of constructing an engineering identity in a problem-based learning environment. *European Journal of Engineering Education*, 31(1), 35-42.

- Du, X. Y., & Kolmos, A. (2006, June). *Gender inclusiveness in engineering education: Is problem-based learning environment a recipe?* Paper presented at the ASEE Midwest Section of the American Society for Engineering Education, Kansas, Missouri.
- Du, X. Y., & Kolmos, A. (2009). Increasing the diversity of engineering education: A gender analysis in a PBL context. *European Journal of engineering Education, 34*(5), 425-437.
- Fletcher, J. K., Jordan, J. V., & Miller, J. B. (2000). Women and the workplace: Applications of a psychodynamic theory. *The American Journal of Psychoanalysis, 60*(3), 243-261.
- Froyd, J. E., Wankat, P. C., & Smith, K. A. (2012). Five major shifts in 100 years of engineering education. *Proceedings of IEEE, 100, 1344-1360.*
- Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age.* Stanford, CA: Stanford University Press.
- Glick, P., & Fiske, S. T. (1996). The ambivalent sexism inventory: Differentiating hostile and benevolent sexism. *Journal of Personality and Social Psychology, 70*(3), 491-512.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative Research* (pp. 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Harding, S. (1986). *The science question in feminism.* Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Harding, S. (1991). *Whose science? Whose knowledge? Thinking from women's lives.* Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Hutchison, M. A., Follman, D. K., Sumpter, M., & Bodner, G. M. (2006). Factors influencing the self-efficacy beliefs of first-year engineering students. *Journal of Engineering Education, 95*(1), 39-47.
- Ingram, S., & Parker, A. (2002). *Gender and collaboration: Communication styles in the engineering classroom.* Halifax, NS: Fernwood.
- Jacobs, J. A. (1996). Gender inequality and higher education. *Annual Review of Sociology, 22,* 153-185.
- Kassab, S., Abu-Hijleh, M., Al-Shboul, Q., & Hamdy, H. (2005). Gender-related differences in learning in student-led PBL tutorials. *Education for health (Abingdon, England), 18*(2), 272-282.
- Keller, E. F. (1982). Feminism and science. *Journal of Women in Culture and Society, 7*(3), 589-602.
- Kessler, S., Ashenden, D. J., Connell, R. W., & Dowsett, G. W. (1985). Gender relations in

- secondary schooling. *Sociology of Education*, 58(1), 34-48.
- Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (2nd ed., pp. 275-297). New York, NY: Cambridge University Press.
- Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., & Berger, C. (1999). *Teaching children science: A project-based approach*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lay, M. M. (1989). Interpersonal conflict in collaborative writing: What we can learn from gender studies. *Journal of Business and Technical Communication*, 3(2), 5-28.
- Longino, H. (1989). Can there be a feminist science? In N. Tuana (Ed.), *Science and feminism* (pp. 45-57). Bloomington, IN: Indiana University Press.
- McIlwee, J. S., & Robinson, J. G. (1992). *Women in engineering: Gender, power, and workplace culture*. New York, NY: SUNY Press.
- Mills, J., & Ayre, M. (2003). Implementing an inclusive curriculum for women in engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 129(4), 203-210.
- Mills, J., Ayre, M., & Gill, J. (2010). *Gender inclusive engineering education*. New York, NY: Routledge.
- National Academy of Engineering. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: Author.
- Nobel, K. D. (1987). The dilemma of gifted women. *Psychology of Women Quarterly*, 11, 367-378.
- Riessman, C. K. (1993). *Narrative analysis*. Newbury Park, CA: Sage.
- Schreuders, P. D, Mannon, S. E., & Rutherford, B. (2009). Pipeline or personal preference: Women in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 34(1), 97-112.
- Scutt, M., Gilmartin, S. K., Sheppard, S., & Brunhaver, S. (2013). Research-informed practices for inclusive science, technology, engineering, and math (STEM) classrooms: Strategies for educators to close the gender gap. *Am Soc Engineering Educ*. Retrieved from http://web.stanford.edu/group/design_education/wikiupload/4/46/ASEE_2013_Scutt.pdf
- Seymour, E., & Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Boulder, CO: Westview.
- Shull, P. J., & Weiner, M. (2002). Thinking inside the box: Self-efficacy of women in

engineering. *International Journal of Engineering Education*, 18(4), 438-446.

Thomas, J. W., Mergendoller, J. R., & Michaelson, A. (1999). *Project-based learning: A handbook for middle and high school teachers*. Novato, CA: The Buck Institute for Education.

Thorne, B. (1993). *Gender play: Girls and boys in school*. Buckingham, UK: Open University Press.

West, C., & Zimmerman, D. H. (1987). *Doing gender*. *Gender & Society*, 1(2), 125-151.

