

高中科技課程翻轉教學對學習知覺效果的性別差異

林建良¹ 蔡俊彥^{2,*}

¹國立中興大學 通識教育中心

²國立中山大學 博雅教育中心

摘要

本研究旨在探討高中科技課程翻轉教學中男、女生認知、技能及興趣上學習知覺的效果差異，藉以提供高中科技課程翻轉教學設計的參考。研究者採用混合方法分析男、女生對太陽能車學習知覺的差異，量化資料主要以課程回饋單及學習興趣問卷為主，質性資料包含學習問卷及學生晤談等。研究對象為南臺灣某高中實施以太陽能車相關光電科技為主題科技課程的班級，共45位學生，女生14人及男生31人。無母數考驗分析發現男、女生對太陽能車認知及技能的學習知覺無顯著差異，另經無母數考驗分析亦發現，男、女生的情感相關個人興趣在翻轉教學前後有顯著差異。2次曲線模式分析發現男、女生的情感相關個人興趣呈現先降後升的趨勢。質性資料分析則發現女生對於科技課程翻轉教學的學習興趣較偏好在合作互助方面，而男生則以動手做為主。研究發現科技課程翻轉教學中男、女生認知及技能的學習知覺無差異，而在情感相關個人興趣有差異。建議高中科技課程翻轉教學可多安排合作動手做的課程設計，藉以增進學生情感相關個人興趣。

關鍵詞：性別差異、學習興趣、翻轉教學

壹、緒論

當前女性在科學研究領域的比例仍較男性為少，在制式教育中如何提升女性參與科學研究的興趣(interest)是值得深入探討的。根據美國國家科學委員會(National Science Foundation [NSF], 2016)的*Science and Engineering Indicators 2016*指出，女性取得科學及工程學位的比例從2000年的48%下降到2013年的43%，女性占科學及科技工作比例也只有29%，在科學及工程職業中男、女比

例的差距非常明顯。國內教育部統計處(2017)的性別統計發現，近年來大專院校「科學」領域的女生就讀比率呈現下降趨勢，2013年的35%下降至2016年的31%。可見近年來，女生就讀科學領域的比例不升反降，確實值得教育相關單位重視。為了消弭從事科學研究的性別差異，科學課程的任課教師有必要瞭解男、女生在科學學習上的差異(王雅玄，2012)。配合近年來的課程改革，有必要從實際的創新課程教學瞭解男、女生學習上的差異，以減少科學領域男、女生比例的差距。

*通訊作者：蔡俊彥，ctsai@mail.nsysu.edu.tw

(投稿日期：民國108年8月31日，修訂日期：民國109年2月18日，接受日期：民國109年2月18日)

Scantlebury與Baker (2007)針對科學教育中性別差異的研究回顧，指出科學教育研究者常無法體認性別差異的所在及採取消弭該差異的有效措施。以往針對不同性別在科學學習上差異的研究，有不同研究結果的原因之一在於不同的學習環境及樣本的文化背景(Liu & Neuhaus, 2014)。科學教育上性別差異的研究有必要考量不同的文化及學習環境，探討性別差異的原因才能有效改善科學教學的實施。訓練的評量可視為教學設計重要的元素之一，認知(cognitive)、技能(skill-based)及情意(affective) 3個構面的學習成效分類可作為訓練評量的架構(Kraiger, Ford, & Salas, 1993)。女生在高中期間開始考量從事科學職業，其對科學的學習興趣扮演重要的影響角色(Haworth, Dale, & Plomin, 2010)。於是本研究探討的學習知覺，在認知層面意指學習者對科學的感知；技能層面意指完成學習任務所需的技能；情意層面著重學習者對學習內容的興趣。

高瞻計畫的創新課程設計透過創新教學增進學生的學習成效，結合大學相關資源提升學生科學與科技的能力(林建良、黃臺珠、莊雪華、趙大衛, 2013)。於是本研究高瞻課程運用翻轉教學策略，課餘時學生線上觀看教學影片，課堂則分組實作太陽能車。因應科技輔助教學的趨勢，翻轉教學使用線上影片在課前提供學習的資源，使學生可以隨時隨地學習教材(D. González-Gómez, Jeong, Airado Rodríguez, & Cañada-Cañada, 2016; McDonald & Smith, 2013)。為了瞭解高中男、女生對科技課程翻轉教學設計的想法及對學習知覺的差異，本研究旨在探討科技課程翻轉教學中學生對學習知覺的性別差異，期望能提供高中科技課程翻轉教學的設計參考。基於上述研究目的，本研究欲探討的研究問題如下：

- 一、科技課程翻轉教學對高中男、女生學習的影響為何？
- 二、翻轉教學中高中男、女生對課程認知學習知覺的差異為何？
- 三、翻轉教學中高中男、女生對課程技能學習知覺的差異為何？
- 四、翻轉教學中高中男、女生對課程興趣學習知覺的差異為何？

貳、文獻探討

一、科學與科技學習上的性別差異

一般而言，傳統上人們普遍認為男生與數學及科學較有關聯，而女生則與人文及藝術較有關聯(王雅玄, 2012; Nosek, Banaji, & Greenwald, 2002)。美國民眾對於科學知識回答的正確率比較，發現女性在生物科學的得分一般高於男性，而男性在物理科學方面則較女性表現優異(NSF, 2016)。顯示男、女生在不同學科的表現仍存在差異。Buccheri, Gürber與Brühwiler (2011)針對4個不同國家的研究，發現男、女生在特定科學領域上存在不同的興趣表現及職業選擇。Velayutham, Aldridge與Fraser (2012)針對西澳八到十年級學生的調查研究，發現男、女生對科學的學習動機信念會影響其在科學課室中的自我調整能力；透過多群體分析檢驗性別差異時，只有男生動機信念中任務價值會對自我調整存在統計顯著性影響。Harwell (2000)的研究則指出64%的女性中學生傾向以主動的方式學習科學，即做科學、實驗、動手實驗、觀察或綜合上述活動的方式，顯示男、女生在不同學科的學習動機及偏好有差異。Chen, Yang與Hsiao (2016)針對高中數學翻轉課程研究指出女生數學上的獲益較男生為大，性別差異存在於學習成效及課程感受中。余民寧

與趙珮晴(2010)發現女生先對科學有興趣且擁有探討的動機，才有選擇科學職業的意圖；而男生要能知覺對科學科目有掌握的能力，才會選擇科學做為未來的職業。然而，張郁雯、林文瑛與王震武(2013)比較臺灣男、女生在科學表現的差異，發現在整體科學表現上，臺灣男、女生的表現並無顯著差異。在科學及數學學習上協助女生瞭解其所需的技能及支持是重要的，相關領域的參與及成就需能符合她們的發展機制(Fredricks, Hofkens, Wang, Mortenson, & Scott, 2018)。

科技學習方面，Felinhofer等(2014)研究發現，男生較女生體驗更多的空間臨場感及參與表現。F. González-Gómez, Guardiola, Martín Rodríguez與Montero Alonso (2012)指出學生技能的學習因性別而有所差異，女生對數位學習有較男生展現高的滿意度。Rubio, Romero-Zaliz, Mañoso與de Madrid (2015)針對大學程式課程的教學中，發現男生認為程式設計較容易，比女生有較高程式設計的意圖及較佳的學習成效。Falk與Needham (2013)對於成人科學及科技學習的研究，發現性別在科學學習上扮演重要的影響因素。McGill (2012)在機器人電腦課程的教學研究亦發現男、女生在使用機器人學習程式的感知等方面有顯著差異。綜合上述的研究發現，男、女生對科學及科技學習成效在不同層面上存在差異。

二、翻轉教室的技能學習與認知參與

翻轉教室以學習者為中心，強調學生進行問題解決及實際作品的操作，而非傳統以教學者為主體的講授式教學(D. González-Gómez et al., 2016; Hao, 2016; Sohrabi & Iraj, 2016)。學生實際做中學才能將學習的主導權真正落實在學生身上。翻轉教室強調學生於課前對線上教材影音進行學習、課中深入解

釋、練習及產出知識，強調其課程的主動參與(Chang & Hwang, 2018; He, Holton, Farkas, & Warschauer, 2016)。在課程教學前，運用線上影音增進學習者的先備知識及技能，才能引發其學習興趣並參與課堂的實際學習活動。Delen, Liew與Willson (2014)指出線上影片的學習有助於學生與學習環境間的互動，並提升其自主學習的能力。翻轉教室運用線上影音提升學生與學習內容的互動，藉以增加學生自主參與的學習。

翻轉教室是一個藉由課室教學與課後練習的交換策略，促進師生間交流的學習模式，可提升學生在目標訂定及任務策略等方面的表現(Lai & Hwang, 2016)。Thai, De Wever與Valcke (2017)比較翻轉教室及其他教學策略，發現翻轉教室較其他教學方式有較高的學習成效，且對學習者的自我效能信念及內在動機有正向的影響。可見翻轉教室的學習有助於提升學生學習的動機及自我效能，同時也增進其達成任務的技能。翻轉教室對學生技能影響的研究多強調學習者高層次思考能力及合作能力的培養(Chang & Hwang, 2018; Zainuddin, 2018)，較少提及學科特定技能的學習。然而學生在翻轉教學中的技能學習需要相當的支持，於是翻轉教室可運用認知參與的學習策略，達成技能學習的目的。

認知參與重視「學習」應鼓勵學生在活動中獲取、發展及使用認知工具，並將知識視為工具，強調真實的情境(Brown, Collins, & Duguid, 1989)。翻轉學習以學生為中心的學習模式，強調學生實際從事的學習活動，藉以達到認知參與的學習。融合情境認知的學習強調學習者與所處環境中人、事、物間的互動，其中也蘊含社會文化的社群脈絡。社群的功能在於支持、挑戰及指引新手，當

他們有信心後就能增加在技能且有意義的社會文化活動的參與(Rogoff, 1990)。Munir, Baroutian, Young與Carter (2018)亦發現融入合作學習的翻轉教室能改善學生的溝通能力，進而促進技能的學習。翻轉教學中教師可以多提供實作的活動，讓學生參與分組任務，透過社群的參與及增進技能的學習。

女生傾向於社會化的情境下學習，藉由同儕的社會支持提升其對課業的情感參與(Christensen, Knezek, & Tyler-Wood, 2014; Fredricks, Hofkens, Wang, Mortenson, & Scott, 2018)。情境學習的環境中，男、女生對社群的偏好會影響他們的學習。男生對生物課程則具有顯著的高參與比例，因而有較女生高的情境興趣(situational interest) (Liu & Neuhaus, 2014)。Rotgans與Schmidt (2014)指出學習者亦會因問題或困惑等突發事件，而激發其情境興趣。對於情境學習而言，男、女生的參與程度及學習上遭遇的問題事件會影響學習者的學習興趣。

三、學習興趣

許多學者指出翻轉教室中學習者的學習興趣及課程結構的完整性會影響學生翻轉學習的成就(Chen et al., 2016; Kim, Kim, Khera, & Getman, 2014; Kunter, Baumert, & Köller, 2007)。Lin與Lin (2016)指出學生科學學習的興趣相較概念及技能，更是科學學習應關切的重要議題。可見教學上能引發學生的學習興趣，將有助於學生在知識及技能的學習。學習者的興趣被視為個人學習的重要驅動力，興趣在個人學科的知識學習及工作任務的完成上扮演重要的角色(Rotgans & Schmidt, 2014)。Krapp (2002)將興趣發展分成3個階段，分別為第一時間由外在刺激所激發的情境興趣、特定學習階段所延續的情境興趣及偏好特定事物領域的個人興趣(personal

interest)。Hidi與Renninger (2006)提出興趣發展4個階段，分別為(一)觸發情境興趣、(二)持續情境興趣、(三)喚起個人興趣及(四)形成個人興趣，情境興趣正向影響學生的認知表現，個人興趣則正向影響學生的注意力、認知及回憶。上述學者的研究指出個人興趣的形成主要來自先前對於特定事物的情境興趣，可見學習情境對於學習者培養對該學科的興趣有所影響。鄭瑞洲、洪振方與黃臺珠 (2016)研究指出結合影片及動畫的教學策略有助於提升學生對於遺傳學學習的興趣，提升學生的情境興趣，進而提升個人興趣及學習動機。非制式課程提供學習者較多的實作經驗及具體的學習資源，對於培養學生的學習興趣有較正面的影響。許多研究指出男、女生對資訊溝通工具(Information Communication Tool, ICT)的情境興趣有所不同，而情境興趣可發展為個人興趣及專業興趣，相關重要的研究將有助於研究架構及課程教材的發展(Abbiss, 2009; Anderson, Lankshear, Timms, & Courtney, 2008; Hohlfeld, Ritzhaupt, & Barron, 2013; Sáinz, & Eccles, 2012)。

Krapp與Prenzel (2011)指出科學興趣的性別差異取決於不同的科學領域，如生物、物理及化學等，女生通常較男生擁有的學習興趣少。Baram-Tsabari與Yarden (2011)分析幼稚園到高中生的資料，發現男生對物理及科技方面的科學興趣有成長趨勢，女生則對生物方面的科學興趣有成長趨勢。Liu與Neuhaus (2014)亦發現男生(七年級)對生物課程具有顯著的高參與比例，因而有較女生高的情境興趣。Kafai, Fields與Searle (2014)在高中創客(maker)教學研究中，運用電子布料活動於課堂中或課後研習的教學，證實能提高女生的學習興趣。基於上述的文獻探討，發現男、女生對不同領域學科的學習興趣會有所差異，不同學科教學可配合特定的教學策略，

提升學生的學習興趣。然而Hohlfeld等(2013)針對美國佛羅里達州八年級學生的研究，分析發現男、女生對於資訊溝通科技的感知、態度及使用頻率等並無差異。Chen等(2016)研究指出即使男、女生在翻轉教學中擁有不同主題的興趣，其學習成效並無顯著差異。科學學習的性別差異確實會因不同的領域內容而有所不同，強調實際體驗的翻轉教學是否也存在性別差異值得進一步探討。翻轉學習強調以學習者為中心，可提升學生不同能力的表現，但鮮少有文獻從認知、技能及興趣3個層面，探討翻轉教學對男、女生學習成效的差異。於是本研究欲探討在一個運用情境學習策略的科技課程翻轉教學中，男、女生在認知、技能及興趣上的差異。

參、研究方法

一、研究的情境及對象

本研究採取混合方法(mixed method)探討翻轉教學中男、女生學習知覺的差異，量化資料主要以學習興趣量表及課程回饋單為主，質性資料則包含學習問卷及學生晤談等。上述研究工具皆請1位科學教育博士及1位教育背景碩士審閱，與授課教師討論後才進行施測。張郁雯等(2013)指出在探討性別差異的研究上，應特別考量研究對象的能力水準。研究對象為102學年度南臺灣某高中實施高瞻課程的高中一年級學生，該班成立前透過徵選步驟編班，故研究對象在一般能力上具有相當的一致性。該校為完全中學，有高中部18班及國中部18班，團隊成員包含校長、教務主任及6位自然科教師，除了參訪及講座外，高瞻班多於物理、化學及生物等專科實驗室上課，盡量讓每位學生皆能親手操作。高瞻課程實施共20週，每週2小時，課程活動設計以太陽能車相關的光電科技為

主題，藉由演講、參訪及實作，提供學生太陽能相關的知識技能。其中「太陽能車動手做」活動實施共計3週6小時，其教學方式以實作及競賽為主，參與學生有女生14人及男生31人，共45人，分組原則上先以學號順序分配1個女生搭配1個男生為1組，採性別及座號順序混合編組，其餘則2個男生1組共分成22組。

二、課程設計

課程教學方面，運用翻轉教學的想法源起任課教師過去教授相同課程的經驗，從以下教師晤談的紀錄可知，教師認為影片節目比較適合學生課前的學習，在實作方面可以給予學生一些支持。

去年理論的說明比較多，今年刻意的加入一些影片，新聞報導或科學性節目，透過節目的敘述，雖然沒有著重在理論的說明，但是有點到一點概念，去年的經驗，講太多也聽不太懂，反而節目(線上影片)，看他們的反應是比較適合。實作的部分，今年有錄了一個影片，不要讓同學在陌生的情況下做太陽能車，也希望同學不要照著影片做，可以稍微變化一下，我們刻意把競賽的時間放在2、3個禮拜後，讓學生有時間討論製作的部分。
(I131108GEC_Twang)

黃國禎(2016)指出翻轉課程活動需提供明確的學習導引及鷹架(scaffolding)，有效支持學生的學習，更可安排以小組為單位的競賽活動促進同組學生的分工合作。本研究翻轉課程以太陽能車相關的光電科技為主題，故以太陽能車教學做範例，其教學即以分組方式，讓學生合作完成太陽能車的設計及競

賽。翻轉課程強調教學上需要明確引導及鷹架的提供，於是科技課程翻轉學習的教學步驟參考Collins, Brown與Newman (1987)所提出的示範(modeling)、指導(coaching)、鷹架、闡明(articulation)、反思(reflection)與探索(exploration)作為學習的導引，與太陽能車教學步驟的對應關係整理如表1，6個教學步驟無實施的順序，可配合教學單元交替實施。

三、研究流程與工具

高中創新課程的評鑑可運用問卷資料及學生回饋等資料，瞭解學生的學習成效(林建良等，2013)。研究團隊自2013年6月起設計評鑑所需工具，課程資料蒐集自2013年8月起，歷時約1年，高瞻課程於2013年9月起實施共計20週，除了學習興趣量表於教學前(2013年8月14日)、教學初(2013年9月4日)、教學後(2014年1月17日)及延宕半年(2014年7月30日)蒐集學生興趣資料。課程期間實施課

程回饋單(2013年11月)、學習問卷(2013年12月)及分組晤談(2014年1月)，各工具的設計及分析說明如下。

(一)學習興趣量表

學習興趣量表引用鄭瑞洲等(2016)的題項，其中包含個人興趣及情境興趣2個分量表，該量表已藉由2位科學教育博士及3位中、小學教師的檢驗，具相當的內容效度及構念效度。學習興趣量表各分量表向度及信度等如表2，其中第一次施測個人興趣分量表的信度為.92，情境興趣分量表的信度為.95，顯示量表的內部一致性信度良好。

(二)課程回饋單

課程回饋單用以瞭解學生對光電科技認知及技能的程度，係由該課程教師依據科技課程的學習內容，再由1位科學教育博士及1位教育碩士對照教材及該回饋單的題項逐一

表1：科技課程翻轉學習的教學步驟及相關內容

教學策略	定義	太陽能車教學步驟	實例
示範 (modeling)	將專家認知過程及活動具體化，藉由原理的講解使學生能觀察及建構所需的觀念模式。	教師課堂及線上教學錄影示範太陽能車的製作。	2支約33分鐘太陽能車組裝教學及4分鐘測試教學的YouTube影片，供學生課餘上網觀看學習。
指導 (coaching)	透過互動、回饋及建議，在目標的統整下，指導學生完成目標任務。	教師提供學生太陽能車回饋及建議，指導學生完成目標任務。	學生依據授課教師對其太陽能車的回饋及建議，修正並完成作品的設計(V131206GEC_G2)。
鷹架 (scaffolding)	教師提供學生完成任務的建議或協助，診斷學生的技能程度或困難。提供鷹架過程中，逐步減少支持，直到學生學會。	提供學生完成太陽能車的改進建議及鷹架。	課程提供學生學習太陽能車的環境及資源，學生獨立尋求資源、操作太陽能車(V131206GEC_G22)。
闡明 (articulation)	讓學生清楚地說明他們的知識、理由，或問題解決過程，從而引導學生系統地闡述問題、解決與控制過程的知識。	學生簡報說明太陽能車設計過程及心得。	學生在太陽能車操作時表達各自對設計的想法(V131206GEC_G22)。
反思 (reflection)	讓學生比較自己與其他學生的問題解決表現，藉由分組測試的表現來促進反思。	太陽能車競賽中比較他組的表現，反思自己的設計。	學生藉由觀摩其他組的表現刺激自己對作品的修正設計(V131206GEC_G4)。
探索 (exploration)	鼓勵學生自我探索學習，熟練解決問題的步驟，並規劃處理問題的方式。	學生探索太陽能車可能的設計方式。	學生藉由自主探索學習解決太陽能車的問題，達成翻轉教學的目的(V131206GEC_G12)。

表2：學習興趣量表各分量表資料及信度

分量表	向度	題數	題項範例	信度 (Cronbach's α 值)
個人興趣	情感相關個人興趣	4	學習自然科學對我而言是令人興奮的。	.91
	價值相關個人興趣	4	對我來說能運用或理解自然科學是重要的。	.80
情境興趣	觸發情境興趣	4	自然課生動有趣，能引發我的注意力。	.91
	感覺相關維持性情境興趣	4	我們在自然課所學習的事物，我是感到興奮的。	.93
	價值相關維持性情境興趣	4	我們在自然課學習到的事物，對我是有價值的。	.91

審查，具一定的內容效度。其分成認知及技能2個分量表如附錄一，各有車體組裝、太陽能板、太陽能馬達、單心(電)線、快乾、麵包板、可變電阻、光敏電阻、電晶體及三用電表10個分項，其填答選項從「不甚瞭解」(1分)到「完全瞭解」(5分)由學生圈選。回收結果分析發現認知分量表的信度為.86，技能分量表的信度為.89，表示該課程回饋單的內部一致性信度良好。

(三)學習問卷

科技課程運用Krajcik, Czerniak與Berger (2003)針對專題學習提出的Know-Want-How-Learn (KWHL)策略，其中K代表學習者的先備知識、W表示學生仍需要知道的、H代表學習者認為應如何學習及L表示學生已學習到的，

作為蒐集及瞭解學生認知及感受的工具(林建良等，2013)。研究者根據該科技課程設計一開放式問題的學習問卷蒐集學生對科技課程認知、技能及興趣3個層面的質性資料，各題目對應的層面、KWHL策略及測量目標如表3。該問卷除經1位科學教育博士及1位教育碩士審閱並修正，亦事先請2位參與過太陽能車動手做的高中生1男1女試答所有題項後，再修正有疑義的題項內容，故具有一定的內容效度。學習問卷回收內容分析主要依照表3中各題項對應的層面編碼，由上述2位教育專家各自編碼後討論比對以取得共同的代碼。

(四)晤談大綱

晤談大綱如附錄二主要用以詢問學生線上教學影片對其學習上的影響，亦經1位科學

表3：學習問卷對應的層面及KWHL策略

學習問卷題項	層面	KWHL策略	測量目標
1.你完成這部車，用到了哪些學到的知識？儘可能舉例說明怎樣運用	認知	K	學生學習太陽能車的知識。
2.你完成這部車，用到了哪些學到的技能？儘可能舉例說明怎樣運用。	技能	H	學生學習太陽能車的技能。
3.有哪些(人、事、物)的影響，讓你不斷反思修正這部車？	認知	H	學生對太陽能車學習的反思。
4.完成這部車的關鍵是什麼？遇到了困難怎麼解決？	技能	K	學生對太陽能車學習的關鍵技能及問題解決。
5.你覺得做車的過程有趣嗎？為什麼？	興趣	L	學生學習太陽能車的興趣。
6.你覺得完成這部車對你有什麼意義或價值？	認知	L	學生認知太陽能車的學習意義。
7.如果時間允許，車子完成後你還會想要再做修改嗎？(會的話，請說明改哪一部分)	技能	W	學生對太陽能車修改的技能。

註：K：學習者的先備知識(know)；W：學生仍需要知道的(want)；H：學生認為應如何學習(how)；L：學生已學習到的(learn)。

教育博士及1位教育碩士審閱並修正，具一定的內容效度。晤談內容的質性資料編碼由上述2位教育專家分析，編碼前先對編碼認知、技能及情意3個層面的分類判準取得共識，再各自根據答案持續編碼及比較，最後經討論及資料的持續比對以獲取共同的代碼，編碼一致性達83.72%。

(五)資料處理及分析

針對本研究問題對應的工具量表及資料分析方式整理如表4，表中✓顯示採用對應的工具及資料分析方式。課程回饋單、問卷及晤談所蒐集的話語資料運用敘述分析(discourse analysis)來分析學生表達的意涵(潘淑滿，2003)。研究者依據研究問題找出逐字稿相關的內容及類型，藉由持續的比較及對照得出最後代碼的分類。問卷及晤談等質性資料的編碼方式依序為資料種類、時間、課程代號、學生或組別代號。例如：I140110GEC_S33表示在2014年1月10日科技課程晤談S33學生，I表示晤談資料，I131108GEC_TWang表示科技課程王老師於2013年11月8日的晤談資料。

量表、問卷工具蒐集的量化資料，依據研究問題進行合適的統計分析。問卷及晤談蒐集的質性資料轉換成文字紀錄，根據知識、技能及興趣等分類對文字進行編碼，再歸類成各類目，概念化相關的類目並形成構念的知識體系(Miles & Huberman, 1994／張芬芬譯，2006)。研究團隊藉由討論達成質性資料歸類的共識，歸類及分析的觀點聚焦在研

究問題上，針對多元的資料，研究者亦運用三角校正確立研究的效度。

肆、研究結果

本研究依據所蒐集的資料及回收問卷，分析探討後針對各研究問題將研究結果整理如下。

一、科技課程翻轉教學對高中男、女生學習的影響

就學生晤談錄音的逐字稿分析，發現男、女生認為科技課程翻轉教學提供的教學影片對於太陽能車組裝及引發特色想法有相當助益。可見翻轉教學的教學影片對於男、女生的影響，在於提供學生太陽能車組裝及設計上的想法。其中1位女生S33於晤談中的回應「晤談者I1：『您是否有觀看過YouTube上的太陽能車組裝教學影片？若有，它對於您太陽能車的組裝有哪些幫助？』S33：『看完這個影片，可以先依照老師組裝基本的過程，如果在組裝上面有困難可以再看影片，對之後做出比較有特色的太陽能車。』」(I140110GEC_S33)其認為教學影片可重複觀看，並能協助製作出較有特色的太陽能車。另有2位男生於晤談中各自的回應對話如下，S12認為教學影片是製作出太陽能車的關鍵，也能引發具特色的想法。S23則認為教學影片能促進線路連接的理解。

S12：有，一開始我們對麵包板還有些
些不瞭解，他有仔細把麵包板的孔

表4：本研究問題對應的工具量表及資料分析方式

研究工具	資料分析方式	研究問題一	研究問題二	研究問題三	研究問題四
學習興趣量表	統計分析				✓
課程回饋單	統計分析		✓	✓	
學習問卷	敘述分析	✓	✓	✓	✓
學生晤談	敘述分析	✓			

跟我們做介紹，還有線路，有說紅色線路跟黑色線路的差別，還有光敏電阻，甚至太陽能板都有教我們如何組裝，組裝完成，我們會追求有特色，會做一些改變，但是那是看完影片才有那些想法，如果沒有影片，可能也做不出現在的太陽能車。(I140110GEC_S12)

S23：有看過，一開始不會組裝那臺車，組裝車體是會，但是麵包板與電線那邊就有點困難，看完影片可以比較快瞭解電路怎麼跑的，如何接電線跟可變電阻之類的東西。

(I140110GEC_S23)

從學習問卷第三題項的結果發現S25回應「反覆觀看老師提供的影片」(Q131223GEC_S25)讓其不斷反思修正太陽能車的設計，意謂學生認為教學影片可反覆觀看，藉以修正其太陽能車的設計。學習問卷第四題項的內容也發現S34回應「老師的影片」(Q131223GEC_S34)是解決困難的方式。綜合學生晤談及學習問卷的分析，發現科技課程翻轉教學影片有助於學生太陽能車的學習及問題解決。

二、翻轉教學中高中男、女生對課程認知學習知覺的差異

(一)除了車體組裝外，男、女生對於太陽能車的認知知覺並無差異

課程回饋單各分項及總分的平均數及標準差如表5，除了「車體組裝」認知分項，其餘9個分項並無明顯差異。女生對「車體組裝」認知分項的平均數為2.50，男生對「車體組裝」認知分項的平均數為3.00。經無母數統計Mann-Whitney U檢定發現男、女生對太陽能車「車體組裝」的認知有顯著差異($U = 126, p = .012$)，其餘各分項男、女生則無顯著差異。可見男、女生對於太陽能車的認知知覺中，男生對於「車體組裝」的認知較女生為高，其餘各項男、女生則無顯著差異。就各分項平均而言，男、女生對於太陽能車的認知程度不高。

(二)男、女生對於科技課程學習到的知識以電路、電路板、太陽能板及電阻為主

2位研究人員就學習問卷第一題項「你完成這部車，用到了哪些學到的知識？儘可能舉例說明怎樣運用。」的回應內容，根據性別分類編碼經卡方考驗結果發現， $\chi^2(9) = 5.81, p = .760$ ，未達顯著水準，表示性別

表5：男、女生對科技課程認知分項的Mann-Whitney U檢定

認知分項	女生($n = 14$)		男生($n = 31$)		Z	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
車體組裝	2.50	0.65	3.00	0.58	-2.52	.012
太陽能板	2.71	0.83	2.87	0.72	-0.49	.622
太陽能馬達	2.64	0.63	2.97	0.66	-1.32	.187
單心(電)線	2.64	0.84	3.00	0.73	-1.45	.146
快乾	2.57	0.85	2.90	0.91	-1.11	.266
麵包板	2.79	0.58	2.94	0.63	-0.74	.459
可變電阻	2.43	0.76	2.71	0.78	-0.85	.395
光敏電阻	2.43	0.76	2.68	0.79	-0.83	.406
電晶體	2.21	0.70	2.65	0.71	-1.73	.084
三用電表	1.85	0.69	2.12	0.83	-0.96	.337
總分	24.77	4.94	27.84	4.47	-1.37	.172

與代碼之間無顯著關聯。對於科技課程學習到的知識而言，著重在「電路」（男生有27.03%及女生有34.78%）、「電路板」（男生有16.22%及女生有21.74%）、「太陽能板」（男生有13.51%及女生有21.74%）及「電阻」（男生有10.81%及女生有8.70%）上，另有「齒輪」（男生有10.81%及女生有0.00%）、「環保能源」（男生有8.11%及女生有4.35%）、「摩擦力」（男生有5.41%及女生有8.70%）、「電池」（男生有5.41%及女生有0.00%）及「槓桿原理」（男生有2.70%及女生有0.00%），可見男、女生學習科技課程的知識並無差異。

(三)男、女生對於太陽能車反思修正的來源以同儕、作品表現及太陽能車結構為主

2位研究人員就學習問卷第三題項「有哪些(人、事、物)的影響，讓你不斷反思修正這部車？」的回應內容，根據性別分類編碼，回答的男生與女生人次比例為33:13。卡方考驗結果發現， $\chi^2(3) = 0.69$ ， $p = .880$ ，未達顯著水準，表示性別與分類之間無顯著關聯。對於太陽能車反思修正的來源，男生有45.45%及女生有46.15%認為來自「同儕」，部分來自「作品表現」（男生有21.21%

及女生有30.77%）、「太陽能車結構」（男生有21.21%及女生有15.38%），另有「自己(成就感)」（男生有6.06%及女生有0.00%）、「老師」（男生有3.03%及女生有0.00%）、「家人(父親)」（男生有3.03%及女生有0.00%）、「學長姊」（男生有0.00%及女生有7.69%），以上顯示男、女生調整太陽能車的設計會受到同儕一定的影響。

三、翻轉教學中高中男、女生對課程技能學習知覺的差異

(一)除了太陽能馬達技能外，男、女生對於科技課程技能的知覺無差異

課程回饋單中技能層面各分項及總分的平均數及標準差如表6，除了「太陽能馬達」技能分項外，其餘9個分項並無明顯差異。女生在「太陽能馬達」技能分項的平均數為2.43，男生在「太陽能馬達」技能分項的平均數為2.90。經無母數統計Mann-Whitney U檢定發現男、女生對太陽能馬達的技能有顯著差異($U = 127$ ， $p = .011$)，其餘各項男、女生則無顯著差異。男、女生在科技課程技能的其餘分項皆無顯著差異，顯示高中男、女生對於科技課程技能的表現大致相同。

表6：男、女生對科技課程技能分項的Mann-Whitney U檢定

技能分項	女生($n = 14$)		男生($n = 31$)		Z	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
車體組裝	2.57	0.76	2.84	0.69	-1.174	.240
太陽能板	2.64	0.63	2.71	0.74	-0.337	.736
太陽能馬達	2.43	0.51	2.90	0.65	-2.532	.011
單心(電)線	2.79	0.70	2.77	0.88	-0.026	.979
快乾	2.79	0.70	2.58	0.99	-0.595	.552
麵包板	2.64	0.50	2.74	0.68	-0.316	.752
可變電阻	2.71	0.61	2.65	0.75	-0.363	.717
光敏電阻	2.71	0.73	2.61	0.80	-0.573	.566
電晶體	2.43	0.76	2.65	0.80	-0.912	.362
三用電表	1.92	0.76	2.23	0.86	-1.074	.283
總分	25.63	4.29	26.68	5.56	-0.788	.431

(二)男、女生對於科技課程技能的知覺無差異

2位研究人員就學習問卷第二題項「你完成這部車，用到了哪些學到的技能？儘可能舉例說明怎樣運用。」的回應內容，根據性別分類編碼，經卡方考驗結果發現， $\chi^2(10) = 14.38$ ， $p = .160$ ，未達顯著水準，表示性別與代碼之間無顯著關聯。根據各技能代碼的回應人次及比例(人次 / 男、女生總人次)進行分析，結果發現對於科技課程運用的技能而言，男生多認為科技課程的任務學到較多「電路板組裝」(15人次占39.47%)及「馬達電路的接線」(6人次占15.79%)的技能，而女生則多認為科技課程的任務學到較多「電路板組裝」(6人次占42.86%)、「太陽能車組裝」(2人次占14.29%)及「與他人溝通合作」(2人次占14.29%)。男、女生對於科技課程的技能知覺多以電路板組裝為主。

(三)男、女生對於科技課程關鍵技能及問題解決的知覺無差異

學習問卷第四題項「完成這部車的關鍵是什麼？遇到了困難怎麼解決？」的回應內容分析發現，回答科技課程關鍵技能的男生與女生人次比例為27:8。卡方考驗結果發現， $\chi^2(9) = 6.61$ ， $p = .680$ ，未達顯著水準，表示性別與代碼之間無顯著關聯。女生(3人次占37.5%)及男生(9人次占33.33%)皆認為「修正齒輪、馬達」是科技課程作品的關鍵。回答科技課程問題解決的男生與女生人次比例為19:9。卡方考驗結果發現， $\chi^2(4) = 4.25$ ， $p = .370$ ，未達顯著水準，表示性別與代碼之間無顯著關聯。「與同學討論」是男、女生對科技課程問題解決的主要方法(女生6人次占66.67%及男生7人次占36.84%)，可見男、女生對科技課程關鍵技能及問題解決的知覺無差異。

(四)男、女生對於科技課程作品修改技能的知覺大致無差異

學習問卷第七題項「如果時間允許，車子完成後你還會想要再做修改嗎？(會的話，請說明改哪一部分)」的回應內容分析發現，女生(12人次占85.71%)及男生(22人次占70.97%)回答「會」再修改太陽能車。卡方考驗結果發現， $\chi^2(12) = 8.12$ ， $p = .780$ ，未達顯著水準，表示性別與代碼之間無顯著關聯。其中修改項目有太陽能板(女生2人次占18.18%及男生4人次占15.38%)、齒輪(女生2人次占18.18%及男生3人次占11.54%)、馬達(女生1人次占9.09%及男生5人次占19.23%)、車子外型(女生1人次占9.09%及男生5人次占19.23%)、電池(女生1人次占9.09%及男生2人次占7.69%)、電路(女生1人次占9.09%及男生2人次占7.69%)、速度(女生1人次占9.09%及男生1人次占3.85%)、全部(女生1人次占9.09%及男生0人次占0.00%)、扭力(女生1人次占9.09%及男生0人次占0.00%)、輪子(女生0人次占0.00%及男生1人次占3.85%)、其他裝置(如武器)(女生0人次占0.00%及男生1人次占3.85%)、輪軸(女生0人次占0.00%及男生1人次占3.85%)、效率轉換(女生0人次占0.00%及男生1人次占3.85%)，多集中在太陽能板、齒輪、馬達及車子外型。

四、翻轉教學中高中男、女生對課程興趣學習知覺的差異

(一)男、女生對科技課程興趣的知覺有差異

本研究透過課後的學習問卷蒐集學生對科技課程興趣的質性資料，其中學習問卷第五題項「你覺得做車的過程有趣嗎？為什麼？」回收問卷資料經編碼結果如表7所示。回答的男生與女生人次比例為29:16。卡方考驗結果發現， $\chi^2(1) = 14.44$ ， $p = .002$ ，達顯著水準，表示性別與代碼之間有顯著關聯，

可見男、女生對科技課程感興趣的原因是有差異的。經2位研究者編碼發現40位學生(88.89%)認為科技課程活動「有趣」，只有5位學生(11.11%)認為做車的過程「普通」。表7顯示多數女生(56.25%)認為科技課程有趣的原因在於「合作互助」情意的層面，其中1位女生在問卷第五題項中填寫「因為我們大多都是男女一組，所以配對到的同學能因此增進感情，也可以加深大家的合作觀念，對以後我們班要參加的活動應該會有不小的幫助！」(Q140115GEC_S41)然而多數的男生(51.72%)則認為科技課程有趣的原因在於「動手做」技能的層面，其中1位男生在問卷第五題項中填寫「有趣，讓我學到了新的東西，並且有很多點子等著我去試驗。」(Q140115GEC_S5)可見男、女生對科技課程有趣的原因看法不同，女生認為科技課程過程有趣多歸因於「合作互助」的情意層面(56.25%)。另外，有回應人次中24.14%男生

及18.75%女生認為「作品表現」是有趣的原因，回應人次中13.79%男生及18.75%女生認為「瞭解相關知識」是有趣的原因。

(二)男、女生對科技的學習興趣表現

1.教學前、後男、女生的情感相關個人興趣(Individual Interest Feeling, II-F)有差異

男、女生II-F 4次施測的描述統計及無母數統計Mann-Whitney U檢定整理如表8，經無母數統計Mann-Whitney U檢定，發現除了教學前及教學後男、女生II-F有差異。教學前，男生對科學II-F的平均數4.17較女生的平均數3.50為高，表示教學前男、女生對科學的II-F有顯著差異($U = 85, p = .001$)。教學初，男生的II-F平均數3.94較教學前的4.17下降，而女生的II-F平均數3.59較教學前的3.50略微上升，男、女生在教學初的II-F並無差異。教學後，男生的II-F平均數為4.10，女生的II-F平均數為3.49。無母數統計Mann-Whitney U檢

表7：學生認為科技課程有趣原因的代碼次數及比例

代碼(分類)	回答範例(學生編號)	男生代碼次數 (比例)	女生代碼次數 (比例)	χ^2	p
合作互助(情意)	蠻好玩的，學習和同學互助。(S1)	3 (10.34%)	9 (56.25%)	14.44	.002
動手做(技能)	有趣，第一次自己動手接電路，很好玩。(S9)	15 (51.72%)	1 (6.25%)		
作品表現	蠻有趣的，當你在過程中看到別組的車子越來越好，你就会被激起鬥志想把自己的車改的更快更好。(S21)	7 (24.14%)	3 (18.75%)		
瞭解相關知識(認知)	很有趣，因為是難得的機會可以做這項活動，也瞭解1部太陽能車的整體構造。(S36)	4 (13.79%)	3 (18.75%)		

註：比例 = 代碼次數／代碼總人次。

表8：情感相關個人興趣Mann-Whitney U檢定

施測(日期)	男生($n = 31$)		女生($n = 14$)		Z	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
教學前(2013年8月14日)	4.17	0.58	3.50	0.48	-3.26	.001
教學初(2013年9月4日)	3.94	0.69	3.59	0.49	-1.70	.090
教學後(2014年1月17)	4.10	0.61	3.49	0.40	-3.20	.001
延宕半年(2014年7月30)	4.08	0.80	3.83	0.63	-1.43	.150

定結果達顯著，表示教學後男、女生的II-F有顯著差異($U = 88$, $p = .001$)。

男、女生II-F在教學前的表現有差異，意謂男、女生在高中科技課程的翻轉教學前對科學的II-F是不同的。高中科技課程的翻轉教學初期，男、女生在II-F並無差異，但在教學後的男、女生卻在II-F又存在差異，延宕半年後的男、女生II-F卻又維持無差異。

為了進一步瞭解男、女生在教學前、教學初、教學後及延宕半年等4次施測II-F的變化趨勢，研究者分析4次施測的平均數趨勢圖，並運用線性成長模式檢驗男、女生II-F的差異，結果發現其卡方考驗($\chi^2(5) = 2.93$, $p = .710$)未達顯著水準，相對適配指標(Tucker-Lewis Index, TLI) = 1.037，比較適合度指數(Comparative Fit Index, CFI) = 1.000，標準化殘差均方根(Standardized Root Mean Square Residual, SRMR) = 0.020，近似誤差均方根(Root Mean Square Error of Approximation,

RMSEA) = 0.506，顯示男、女生II-F有差異。為進一步瞭解男、女生II-F的變化趨勢，研究者採用具截距、斜率及次方3個潛在變項的潛在成長曲線模式如圖1，其卡方考驗未達顯著水準($\chi^2(7) = 1.85$, $p = .073$)、TLI = 0.934、CFI = 0.954、SRMR = 0.058、RMSEA = 0.139，其較線性成長模式與資料的適配程度為佳。顯示男、女生的II-F呈現先下滑後上升的變化趨勢，亦即男、女生於科技課程翻轉教學的實施前後對II-F，就有不同的變化趨勢。當學生製作科技課程作品時，遭遇挑戰使得II-F下降，意謂學生在教學後獲致與情感相連結的經驗，激發其II-F。

2. 男、女生價值相關的個人興趣無差異

在4次施測的價值相關個人興趣資料分析顯示，教學前男生平均數為4.43 ($SD = 0.55$)、女生平均數為4.21 ($SD = 0.34$)；教學初男生平均數為4.15 ($SD = 0.65$)、女生平均數為4.17 ($SD = 0.54$)；教學後男生平均數為4.20 ($SD =$

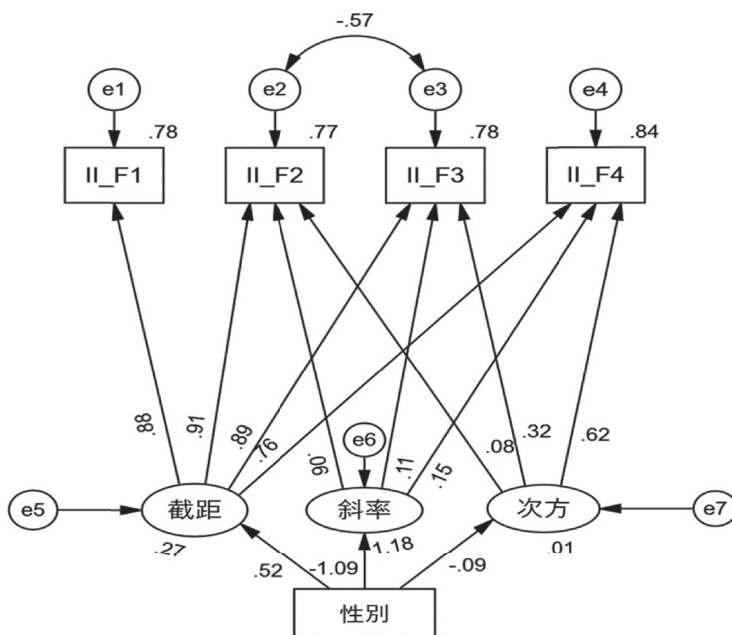


圖1：性別影響情感相關個人興趣的潛在成長曲線模式標準化解

0.61)、女生平均數為4.02 ($SD = 0.48$)；延宕半年男生平均數為4.33 ($SD = 0.60$)、女生平均數為4.36 ($SD = 0.61$)。經無母數統計Mann-Whitney U檢定，發現男、女生價值相關個人興趣無顯著差異。

3. 男、女生觸發的情境興趣無差異

在4次施測的觸發情境興趣資料分析顯示，教學前男生平均數為3.80 ($SD = 0.80$)、女生平均數為3.80 ($SD = 0.77$)；教學初男生平均數為3.83 ($SD = 0.51$)、女生平均數為3.70 ($SD = 0.59$)；教學後男生平均數為3.48 ($SD = 0.98$)、女生平均數為3.45 ($SD = 0.69$)；延宕半年男生平均數為3.35 ($SD = 0.92$)、女生平均數為3.61 ($SD = 0.66$)。經無母數統計Mann-Whitney U檢定，發現男、女生觸發的情境興趣在4次施測皆無顯著差異，顯示高中科技課程的翻轉教學對於男、女生在觸發情境興趣上並未造成任何差異。

4. 男、女生感覺相關的維持性情境興趣無差異

在4次施測的感覺相關維持性情境興趣資料分析顯示，教學前男生平均數為3.98 ($SD = 0.79$)、女生平均數為3.95 ($SD = 0.43$)；教學初男生平均數為3.95 ($SD = 0.57$)、女生平均數為3.71 ($SD = 0.51$)；教學後男生平均數為3.70 ($SD = 0.78$)、女生平均數為3.68 ($SD = 0.44$)；延宕半年男生平均數為3.83 ($SD = 0.78$)、女生平均數為3.86 ($SD = 0.60$)。經無母數統計Mann-Whitney U檢定，發現男、女生感覺相關維持性情境興趣無顯著差異，顯示男、女生對於科技課程翻轉教學在感覺相關維持性情境興趣上並未造成任何差異。

5. 男、女生的價值相關維持性情境興趣無差異

在4次施測的價值相關維持性情境興趣資料分析顯示，教學前男生平均數為4.29 ($SD = 0.58$)、女生平均數為4.14 ($SD = 0.53$)；教學初男生平均數為4.10 ($SD = 0.57$)、女生平均數

為4.07 ($SD = 0.58$)；教學後男生平均數為3.94 ($SD = 0.63$)、女生平均數為4.02 ($SD = 0.42$)；延宕半年男生平均數為4.19 ($SD = 0.62$)、女生平均數為4.34 ($SD = 0.49$)。經無母數統計Mann-Whitney U檢定，發現男、女生價值相關維持性情境興趣無顯著差異。

根據量化及質性資料的分析結果顯示科技課程的翻轉教學中，男、女生除了對線上教學的想法、車體組裝的認知、太陽能馬達技能及II-F有差異，不同性別學生對科技課程在認知及技能興趣上無顯著差異。有別於傳統認為男、女生在科學及科技學科表現的差異，本研究結果顯示男、女生對科技課程翻轉教學中認知及技能的學習知覺並無太大差異，男、女生對於科技課程的II-F有差異。

伍、結論與討論

本研究探討高中科技課程翻轉教學對男、女生學習知覺的效果差異，該課程以太陽能車相關光電科技為主題，並運用混合方法分析男、女生在認知、技能及興趣上的差異。研究發現線上教學影片可協助男、女生瞭解太陽能車組裝過程及引發相關想法。科技相關主題的翻轉教學可運用線上教學錄影除了提供學生瞭解課程內容的管道及反覆觀看示範操作的功能，更可引導學生思考個人的創意設計。線上影片具可重複播放的特性，可讓學習者針對複雜的操作反覆學習，藉以學會科技課程的技能。如Kahu, Nelson與Picton (2017)研究所指出課室中的活動包含影視、討論及特定任務，可視為維持學生興趣的重要關鍵。翻轉教學可善用線上影片引發學生學習的興趣，並增進學生對學習的參與。

本研究發現女生認為科技課程有趣的原因多為「合作互助」，女生較注重學習任務上合作的情感層面。正如王雅玄(2012)研究

指出影響男、女生從事科學或科技職業的因素並非個人表現的差異，可能是社會化的影響。Russell (2017)的研究也指出合作社群對於女生在科技及工程的學習上有正向的注意及影響。不同性別間多元智能的差異意味著男、女生需要不同的教學策略，藉以發展各自適性的學習策略(Meneviş & Özad, 2014)。高中科技課程的教學設計除了知識及技能的培養，同儕間的交流合作亦是課程設計中不可或缺的關鍵因素。

本研究發現高中男、女生對科技課程翻轉教學在認知及技能的學習知覺無顯著差異，經無母數統計考驗分析結果發現，男、女生的II-F在翻轉教學前後有顯著差異。Han, Capraro與Capraro (2015)也發現男、女生的科學成就並不因性別而有所差異，然而教學方式及學生內在因素會影響學生學習的表現。男、女生II-F呈現先降後升的變化趨勢，意謂課程中學習任務的挑戰會降低學生的II-F，但經過一段時間後，學生仍會對所學培養穩定的個人興趣。黃國禎(2016)認為翻轉教學需要建立良好互動模式的學習社群，提供學生互相學習並激發新思維的機會。高中科技相關課程的翻轉教學不僅強調以學生學習為中心，更可安排異性分組合作學習及互動交流，提升學習者的學習成效。經濟合作發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development [OECD])的國際學生評估計畫(Program for International Student Assessment, PISA) 2015的施測架構也強調這種異質群體間的專題合作，異質群體的合作

專題能力更是挑戰將來工作的關鍵能力之一(OECD, 2017)。整體而言，量化及質性資料分析發現男、女生對於科技課程翻轉教學的認知及技能上大致無顯著差異，然而男、女生的II-F在翻轉教學前後有顯著差異。其中可能原因是科技課程的教學內容對於男、女生都是新接觸的科技議題，男、女生在課程安排的活動上表現的外在行為較無太大差異，而情意如興趣等內在的心理較不易察覺。高中科技課程的翻轉教學在因應男、女生對課程主題興趣的差異，可多安排合作動手做的課程設計，藉以增進學生II-F。

本研究採實際高瞻計畫班級為研究對象，男、女生的比例無法操控，故在部分統計推論上有所限制。為了縮小從事科學研究或工作的性別差距，學校教育可提供更多元且平等的學習情境，讓不同性別學生能適性發展運用個人優勢，藉以培養不同領域的專業學習。未來研究上，可再進一步探討不同教學策略對男、女生在認知、技能及興趣上的影響及變化，藉以發展一有效促進不同性別適性發展的課程設計。

誌謝

感謝科技部計畫(NSC 102-3113-S-110-001-GJ)的支持、國立高雄師範大學吳裕益教授的協助及參與高瞻計畫之師長、助理及同學等的付出，同時也感謝給予本文寶貴建議的所有審閱委員。

參考文獻

1. 王雅玄(2012)。主宰性別主宰科技？科技性別化現象分析。科學教育學刊，20(3)，241-265。doi:10.6173/CJSE.2012.2003.02
[Wang, Y.-H. (2012). The dominant sex dominates technology? An interpretation of the

- gendered-technology phenomenon. *Chinese Journal of Science Education*, 20(3), 241-265. doi:10.6173/CJSE.2012.2003.02]
2. 余民寧、趙珮晴(2010)。選擇科學職業意圖的性別差異分析——以TIMSS 2003臺灣八年級學生為例。諮商輔導學報：高師輔導所刊，22，1-29。doi:10.6308/JCG.22.01
[Yu, M.-N., & Chao, P.-C. (2010). Gender differences in science career-choice intentions—The example of Taiwan's eighth graders in TIMSS 2003. *Journal of Counseling & Guidance*, 22, 1-29. doi:10.6308/JCG.22.01]
3. 林建良、黃臺珠、莊雪華、趙大衛(2013)。發展一延伸性CIPP課程評鑑模式運用於高瞻計畫課程——以高中機器人課程為例。科學教育學刊，21(3)，237-262。doi:10.6173/CJSE.2013.2103.01
[Lin, C.-L., Huang, T.-C., Chuang, H.-H., & Chao, D. (2013). The development of an extended CIPP curriculum evaluation model using in high scope program—A case of high school robot curriculum. *Chinese Journal of Science Education*, 21(3), 237-262. doi:10.6173/CJSE.2013.2103.01]
4. 教育部統計處(2017年5月)。性別統計專區。查詢日期：2017年6月26日，檢自<http://depart.moe.edu.tw/ED4500/cp.aspx?n=6B614520164A590E&s=0FCF4B85F20FA9F4>。
[Department of Statistics, Ministry of Education. (2017, May). *Gender statistics*. Retrieved June 26, 2017, from <http://depart.moe.edu.tw/ED4500/cp.aspx?n=6B614520164A590E&s=0FCF4B85F20FA9F4>]
5. 張郁雯、林文瑛、王震武(2013)。科學表現的兩性差異縮小了嗎？——國際科學表現評量資料之探究。教育心理學報，44(Suppl.)，459-476。doi:10.6251/BEP.20111028
[Chang, Y.-W., Lin, W.-Y., & Wang, J.-W. (2013). Is gender gap in science performance closer? Investigating data from international science study. *Bulletin of Educational Psychology*, 44(Suppl.), 459-476. doi:10.6251/BEP.20111028]
6. 黃國禎(2016)。翻轉教室：理論、策略與實務。臺北市：高等教育。
[Hwang, G.-J. (2016). *Flipped classroom: Theories, strategies and applications*. Taipei, Taiwan: Gaodeng Jiaoyu.]
7. 潘淑滿(2003)。質性研究：理論與應用。臺北市：心理。
[Pan, S.-M. (2003). *Qualitative research: Theory and application*. Taipei, Taiwan: Psychological.]
8. 鄭瑞洲、洪振方、黃臺珠(2016)。透過情境興趣教學策略促進高一學生之遺傳學學習。科學教育學刊，24(2)，115-137。doi:10.6173/CJSE.2016.2402.01
[Cheng, J.-C., Hung, J.-F., & Huang, T.-C. (2016). Promoting 10th grade students' genetics learning through situational interest teaching strategies. *Chinese Journal of Science Education*, 24(2), 115-137. doi:10.6173/CJSE.2016.2402.01]
9. Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2006)。質性研究資料分析(*Qualitative data analysis: An*

expanded sourcebook；張芬芬譯）。臺北市：雙葉書廊。（原作出版於1994年）

[Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2006). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (F.-F. Chang, Trans.). Taipei, Taiwan: Yeh Yeh. (Original work published 1994).]

10. Abbiss, J. (2009). Gendering the ICT curriculum: The paradox of choice. *Computers & Education*, 53(2), 343-354. doi:10.1016/j.compedu.2009.02.011
11. Anderson, N., Lankshear, C., Timms, C., & Courtney, L. (2008). 'Because it's boring, irrelevant and I don't like computers': Why high school girls avoid professionally-oriented ICT subjects. *Computers & Education*, 50(4), 1304-1318. doi:10.1016/j.compedu.2006.12.003
12. Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2011). Quantifying the gender gap in science interests. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 523-550. doi:10.1007/s10763-010-9194-7
13. Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42. doi:10.3102/0013189X018001032
14. Buccheri, G., Gürber, N. A., & Brühwiler, C. (2011). The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International Journal of Science Education*, 33(1), 159-178. doi:10.1080/09500693.2010.518643
15. Chang, S.-C., & Hwang, G.-J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239. doi:10.1016/j.compedu.2018.06.007
16. Chen, S.-C., Yang, S. J. H., & Hsiao, C.-C. (2016). Exploring student perceptions, learning outcome and gender differences in a flipped mathematics course. *British Journal of Educational Technology*, 47(6), 1096-1112. doi:10.1111/bjet.12278
17. Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2014). Student perceptions of science, technology, engineering and mathematics (STEM) content and careers. *Computers in Human Behavior*, 34, 173-186. doi:10.1016/j.chb.2014.01.046
18. Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1987). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
19. Delen, E., Liew, J., & Willson, V. (2014). Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning: Self-regulation in online video-based environments. *Computers & Education*, 78, 312-320. doi:10.1016/j.compedu.2014.06.018
20. Falk, J. H., & Needham, M. D. (2013). Factors contributing to adult knowledge of science and technology. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 431-452. doi:10.1002/tea.21080
21. Felnhöfer, A., Kothgassner, O. D., Hauk, N., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2014). Physical and social presence in collaborative virtual environments: Exploring age

- and gender differences with respect to empathy. *Computers in Human Behavior*, 31, 272-279. doi:10.1016/j.chb.2013.10.045
22. Fredricks, J. A., Hofkens, T., Wang, M.-T., Mortenson, E., & Scott, P. (2018). Supporting girls' and boys' engagement in math and science learning: A mixed methods study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 271-298. doi:10.1002/tea.21419
23. González-Gómez, D., Jeong, J. S., Airado Rodríguez, D., & Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 450-459. doi:10.1007/s10956-016-9605-9
24. González-Gómez, F., Guardiola, J., Martín Rodríguez, Ó., & Montero Alonso, M. Á. (2012). Gender differences in e-learning satisfaction. *Computers & Education*, 58(1), 283-290. doi:10.1016/j.compedu.2011.08.017
25. Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113. doi:10.1007/s10763-014-9526-0
26. Hao, Y. (2016). Exploring undergraduates' perspectives and flipped learning readiness in their flipped classrooms. *Computers in Human Behavior*, 59, 82-92. doi:10.1016/j.chb.2016.01.032
27. Harwell, S. H. (2000). In their own voices: Middle level girls' perceptions of teaching and learning science. *Journal of Science Teacher Education*, 11(3), 221-242. doi:10.1023/A:1009456724950
28. Haworth, C. M. A., Dale, P. S., & Plomin, R. (2010). Sex differences in school science performance from middle childhood to early adolescence. *International Journal of Educational Research*, 49(2-3), 92-101. doi:10.1016/j.ijer.2010.09.003
29. He, W., Holton, A., Farkas, G., & Warschauer, M. (2016). The effects of flipped instruction on out-of-class study time, exam performance, and student perceptions. *Learning and Instruction*, 45, 61-71. doi:10.1016/j.learninstruc.2016.07.001
30. Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4
31. Hohlfeld, T. N., Ritzhaupt, A. D., & Barron, A. E. (2013). Are gender differences in perceived and demonstrated technology literacy significant? It depends on the model. *Educational Technology Research and Development*, 61(4), 639-663. doi:10.1007/s11423-013-9304-7
32. Kafai, Y., Fields, D., & Searle, K. (2014). Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools. *Harvard Educational Review*, 84(4), 532-556. doi:10.17763/haer.84.4.46m7372370214783

33. Kahu, E., Nelson, K., & Picton, C. (2017). Student interest as a key driver of engagement for first year students. *Student Success*, 8(2), 55-66. doi:10.5204/ssj.v8i2.379
34. Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., & Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *The Internet and Higher Education*, 22, 37-50. doi:10.1016/j.iheduc.2014.04.003
35. Kraiger, K., Ford, J. K., & Salas, E. (1993). Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 311-328. doi:10.1037/0021-9010.78.2.311
36. Krajcik, J. S., Czerniak, C. M., & Berger, C. (2003) *Teaching science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach*. New York, NY: McGraw-Hill Education.
37. Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409. doi:10.1016/S0959-4752(01)00011-1
38. Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50. doi:10.1080/09500693.2010.518645
39. Kunter, M., Baumert, J., & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction*, 17(5), 494-509. doi:10.1016/j.learninstruc.2007.09.002
40. Lai, C.-L., & Hwang, G.-J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126-140. doi:10.1016/j.compedu.2016.05.006
41. Lin, S.-F., & Lin, H.-s. (2016). Learning nanotechnology with texts and comics: The impacts on students of different achievement levels. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1373-1391. doi:10.1080/09500693.2016.1191089
42. Liu, N., & Neuhaus, B. (2014). Gender inequality in biology classes in China and its effects on students' short-term outcomes. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1531-1550. doi:10.1080/09500693.2013.868060
43. McDonald, K., & Smith, C. M. (2013). The flipped classroom for professional development: Part I. Benefits and strategies. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 44(10), 437-438. doi:10.3928/00220124-20130925-19
44. McGill, M. M. (2012). Learning to program with personal robots: Influences on student motivation. *ACM Transactions on Computing Education*, 12(1). Retrieved June 1, 2018, from <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2133797.2133801>
45. Meneviş, İ., & Özad, B. E. (2014). Do age and gender influence multiple intelligences? *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 42(Suppl.), S9-S20. doi:10.2224/

sbp.2014.42.0.S9

46. Munir, M. T., Baroutian, S., Young, B. R., & Carter, S. (2018). Flipped classroom with cooperative learning as a cornerstone. *Education for Chemical Engineers*, 23, 25-33. doi:10.1016/j.ece.2018.05.001
47. National Science Foundation. (2016). *Science and engineering indicators 2016*. Retrieved January 10, 2017, from <https://nsf.gov/statistics/2016/nsb20161>
48. Nosek, B. A., Banaji, M. R., & Greenwald, A. G. (2002). Math = male, me = female, therefore math $\neq$ me. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(1), 44-59. doi:10.1037/0022-3514.83.1.44
49. Organization for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving*. Paris, France: Author. doi:10.1787/9789264281820-en
50. Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York, NY: Oxford University Press.
51. Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2014). Situational interest and learning: Thirst for knowledge. *Learning and Instruction*, 32, 37-50. doi:10.1016/j.learninstruc.2014.01.002
52. Rubio, M. A., Romero-Zaliz, R., Mañoso, C., & de Madrid, A. P. (2015). Closing the gender gap in an introductory programming course. *Computers & Education*, 82, 409-420. doi:10.1016/j.compedu.2014.12.003
53. Russell, L. (2017). Can learning communities boost success of women and minorities in STEM? Evidence from the Massachusetts Institute of Technology. *Economics of Education Review*, 61, 98-111. doi:10.1016/j.econedurev.2017.10.008
54. Sáinz, M., & Eccles, J. (2012). Self-concept of computer and math ability: Gender implications across time and within ICT studies. *Journal of Vocational Behavior*, 80(2), 486-499. doi:10.1016/j.jvb.2011.08.005
55. Scantlebury, K., & Baker, D. (2007). Gender issues in science education research: Remembering where the difference lies. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 257-286). Mahwah, NJ: Erlbaum.
56. Sohrabi, B., & Iraj, H. (2016). Implementing flipped classroom using digital media: A comparison of two demographically different groups perceptions. *Computers in Human Behavior*, 60, 514-524. doi:10.1016/j.chb.2016.02.056
57. Thai, N. T. T., De Wever, B., & Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, 107, 113-126. doi:10.1016/j.compedu.2017.01.003

58. Velayutham, S., Aldridge, J. M., & Fraser, B. (2012). Gender differences in student motivation and self-regulation in science learning: A multi-group structural equation modeling analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(6), 1347-1368. doi:10.1007/s10763-012-9339-y
59. Zainuddin, Z. (2018). Students' learning performance and perceived motivation in gamified flipped-class instruction. *Computers & Education*, 126, 75-88. doi:10.1016/j.compedu.2018.07.003

附錄

附錄一：課程回饋單

請同學對於以下項目填寫1～5分。 1分：不甚瞭解、2分：些許瞭解、3分：部分瞭解、4分：大致瞭解、5分：完全瞭解		
	認知(知識、原理)	技能(使用、操作方法)
車體組裝		
太陽能板		
太陽能馬達		
單心(電)線		
快乾		
麵包板		
可變電阻		
光敏電阻		
電晶體		
三用電表		
總分		

附錄二：102學年度上學期高瞻班科技課程學生晤談大綱

1. 您是否有觀看過YouTube上的太陽能車組裝教學影片？若有，它對於您太陽車的組裝有哪些幫助？
2. 您在太陽能車的活動中是否有發現實務操作與理論知識不同的地方？當時您會如何處理？

The Gender Difference of Learning Perception in the Flipped Teaching of High School Technology Curriculum

Chien-Liung Lin¹ and Chun-Yen Tsai^{2,*}

¹Center of General Education, National Chung Hsing University

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

Abstract

This study aimed to measure the gender differences in cognition, skill, and individual interest during the implementation of a flipped classroom teaching approach in a high school technology course. A mixed methods approach was used to analyze collected data. Quantitative data were collected using a course feedback sheet and learning interest questionnaire. Qualitative data were collected using a learning questionnaire and student interviews. A total of 45 students (14 females; 31 males) from one class on solar vehicles in a high school located in southern Taiwan participated in this investigation. A nonparametric Mann-Whitney U analysis test showed no significant gender difference in cognition and skill in learning solar vehicles. Additional results from the same test, however, did show a significant gender difference for individual interest in learning solar vehicles at the end of the course. The analysis of quadratic curve growth model revealed that individual interest between female and male students first decreased and then increased. The qualitative findings showed that female students were more interested in the collaborative process during instruction, while male students were more interested in operating the solar vehicle. Finally, flipped instruction of technology course taught students to apply their cognition and skill in the experience of the practical operation of a solar vehicle. This study suggests that the flipped instruction design in a high school technology course affects boys' and girls' learning differently while providing a suitable learning environment.

Key words: Gender Differences, Individual Interest, Flipped Classroom Teaching

* Corresponding author: Chun-Yen Tsai, ctsai@mail.nsysu.edu.tw