



合作學習學電子：學生小組成就區分法 教學於電子學課程之實踐與成效

張培華*

摘 要

研究者於傳統電子學課程教學中發現學生缺乏學習動機，專業知能不足，學業成就相對低落，呈現出惡性循環的封閉迴圈，如何打破該迴圈並有所突破以符合當前學生所需與提升教學成效實為當務之急；另一方面，許多研究顯示合作學習中的學生小組成就區分（student teams-achievement division, STAD）法，對於提高學生學習動機及表現有所助益；因此，本研究以24位大二學生為對象，上下學期共進行四回合，每回合三週之STAD教學方案。透過學生第一學期期中考成績並考慮其人際關係熟悉度，進行高中低分群的異質分組，每回合STAD設計結構包括前測、引導、分組、小組討論活動、口頭報告、快問快答即時評量、教師回饋與頒獎、後測與滿意度評估。研究者採質量性的混合研究設計，包括單組前後測設計與行動研究，並據此設計相關研究工具。研究結果除呈現教學歷程之實踐，同時也發現：學生在四回合STAD的前後測平均變化均有進步，且於第二、三回合呈現顯著差異；低分群平均分數在後測與Kahoot均有所進步；STAD過程中，學生出現最多「提供資料」的參與行為；對於「增加或持續穩定出席課堂的意願」及「整

* 張培華：崑山科技大學電子工程系助理教授

電子郵件：paulph.chang100@gmail.com

投稿收件日期：2022.02.07；接受日期：2022.07.06

體課堂的師生互動」之滿意度最高。本研究根據研究結果，對於課程設計及小組團體動力等方面提出建議。

關鍵詞：合作學習、行動研究、電子學、學生小組成就區分法

壹、前言

「電子學」課程為所有硬體知能的基礎，其以物理學、基本電學和電路學為根基，可再延伸並銜接所有關於硬體實現的科目，舉凡需要使用到微電子工程技術實現的專業領域，包含車用電子、儀器系統、積體電路布局設計、綠能電子等，皆需學習這門課程；同時，固態電子製造技術也是人工智慧、大數據和物聯網等發展所不可或缺的重要知識。另一方面，電子學也是勞動部許多職業證照（儀表電子、數位電子、視聽電子、電力電子與工業電子等）、高等考試、專技考試（電機工程技師、電子工程技師等）與研究所等之必考科目，其重要性不言可喻。

根據教育部統計處（2018）資料顯示，大專校院一年級學生入學人數預計自111學年度起，將首度不及20萬人，推估至122學年為止，大學一年級學生人數平均年減3,000人，平均減幅為1.5%；面對生源減少的同時，研究者發現在電子學課程教學現場中，現有講義的重點式整理與課堂解說，或是實習單元的示範，雖皆已盡量放慢講解速度，甚至重複強調重點，也適時利用多媒體及網路來輔助教學，但學生學習程度落差甚大，致使研究者一方面要顧及多數學業成就較低落與學習動機不足者，一方面，要關注較有學習動機與學業成就中高群者，如何使其在課堂不致因花時間等待而失去專注力，研究者在教學速度與課程設計深淺實不易掌握。

若學生無法學得紮實，將對往後高年級修課，甚至在就業和升學影響很大，造成原本講究動手實作和兼具專業知識的技職體系就讀學生，在電子學的知識與技能皆顯得薄弱而缺乏競爭力；同時因電子學的課程本身必須具備電路學、數學和物理的基礎，若欠缺這些先備知識將導致學生無法專注有效的學習，即便來上課，往往會躲進手機遊戲的世界裡，這相互之間的惡性循環，造成其在學習成就長期低落。

「一個也不放棄」是研究者任教將近30年來，最重要的教學堅持，

深知自己當前所面對的學生並不是社會上最優質的學生，甚至，他們是在求學路上一路跌跌撞撞而來的孩子，但，當他們走到科技大學這一個階段，與研究者相遇，帶著他們的過去，經由研究者的教學，學生將走向未來，研究者之教育責任著實重大。

美國著名哲學家與教育家John Dewey曾指出：

我們的社會生活正在歷經一個徹底的根本的變化，如果我們的教育對於生活必須具有任何意義的話，那麼它就必須歷經一個相應的完全的變革。（每日頭條，2018）

的確，研究者面對外在少子化的招生衝擊，內在教學現場的學生學習動機與表現落差大，亟需思考教學方法的翻轉，如何滿足不同程度學生在學習過程中的需求，誘發其動機，增強其意願，提高其成就。

由於電子學課程有分組實驗的經驗，因此，分組討論對學生並不陌生，但在分組中，常會發生分工不均、協調不易、成績無法反應實質學習、學習動機差異、互相怠惰、在組內被排斥、衝突無法解決、分工有餘合作不足、學業成就低落者找不到同學願意同組等現象，整體教學管理著實不易；且觀諸職場現象，合作實為當前一項重要職能，有利就業時的團隊合作，增加工作效能，因此，研究者希望創造有效的小組合作學習，提供不同學業成就者在此一教學設計的安排中，都能促進學習動機與成效。

合作學習（cooperative learning）是指學生一起工作達成其共同的目標，此一目標不僅利己，也有利於他人，藉由分配學生到小組中，互相幫助，分享資源，來達到學習效果（黃政傑、林佩璇，1996）。究竟如何能突破惡性循環的迷思，使學生在課堂學習與成就評量上，注入有利學習的活水，研究者擬以合作學習作為教學設計與方法翻轉的開始。簡妙娟（2003）認為合作學習之所以受重視，是因為在國外調查與大量研究中都證明它是增進學生學習成就的重要教學方法之一，

廣泛應用在各年級、學科中，對認知、情意與技巧的學習成效皆有所增進。因此，本研究擬透過合作學習的學生小組成就區分（student teams-achievement division, STAD）法的分組學習方式，促進小組合作互動，引導低學業成就者的模仿學習，學生更主動探索與思考問題的機會，教室氣氛也將更為融洽與具支持性，真正落實以學習者為中心的教育理念，而藉此所培養出有效的分組學習合作能力，包括溝通協調、創意、批判思考與團隊合作的能力，正是對其現有與後續學習，皆是重要的元素。

基於上述研究背景與動機，本研究之目的有以下四點：

- 一、分析STAD對電子學教學之成效。
- 二、呈現STAD實踐過程之行動。
- 三、探討異質分組方式學習者之學習過程。
- 四、研究結果提供未來相關電子學教師參考。

貳、文獻探討

一、電子學的意涵

電子學是一門電路實現必須的基礎學科，自從1948年Shockley等人發明電晶體以來，整個電子學歷史從此走進了固態元件的世界裡，其中矽半導體可說是扮演了極其重要的角色，微電子製造的技術遵循著莫爾（Moore's）律的進展不斷進步，使得需要固態電子實現的相關科技演進一日千里。微電子技術的進步日新月異，連帶使得硬體在實現上具有以下特色：尺寸縮小化，功耗降低，速度更快，所以在物理性質和電路架構上有些修正，甚至在產品應用上能將以前只談概念的東西實現出來；因此，電子學這門課，以物理學、數學、基本電學和電路學為基礎，後續可再連接所有關於硬體實現的科目，例如：積體電路製造、設

計、布局與邏輯設計等，同時，現今正流行的人工智慧、大數據和物聯網等，其一方面著重在演算法的發展，另一方面，固態電子製造技術的演進，也扮演了不可或缺的實體平臺角色；學習者若能奠定此基礎，對其未來在相關領域的發展將有良好助益。

綜觀整體電子學課程知識體系的建構，正是以電子元件基礎歷經電路到軟硬體系統整合的應用，其內容涵蓋了從半導體材料開始，包括PN矽摻雜，基於P型N型矽所產生的所有固態電子元件，像二極體、雙極性接面電晶體（bipolar junction transistor, BJT）、金氧半電晶體（metal-oxide-semiconductor transistor, MOS）及其元件電氣特性，單一電晶體放大器的組態、功用、效能等，並以此為基礎形成電路，作為類比信號處理與電力轉換功率放大等較複雜的電路架構效能分析探討，期望引導學習者能具備初步設計的能力。

研究者針對幾位電子學與相關學科的學者對於教學研究的建議進行整理如下，包括：Vaidyanathan（2011）認為隨著微電子製造技術的不斷進步，在半導體物理的內容，有時候必須隨著發展趨勢加以修正，因此建議在教學策略上，可利用電腦視覺化活動和舉一些計算的實例來說明這些因技術演進而導致的改變；Toral、Barrero、Martinez-Torres、Gallardo與Duran（2009）則提到以學習者為中心的教學活動，其中學習者對課程的滿意度是關鍵指標，並建立了具有因果關係的多個向度之結構化模型來做滿意度分析；Velasco、Cámara、Velazquez與Hera（2012）則認為在教師依據準則下，提供學生以協力合作學習的結果相較於傳統的講授式教學是有正面改善的；基於本研究之動機、目的與上述文獻探討所得，研究者進一步對合作學習相關文獻之整理進行探討。

二、合作學習的意涵、方式與相關研究

合作學習此一概念自1700年代末葉，由Lancaster與Bell在英國採用合作學習團體施教，1806年傳入美國，獲得美國學者Parker與Dewey等

人的重視（黃政傑、林佩璇，1996）；1960年代，由R. T. Johnson與D. W. Johnson創立的合作學習中心（Cooperative Learning Center），將合作學習推向顛峰（黃寶園、林世華，2002）。

Johnson與Johnson（1986）強調真正的學習必須是發生在下述狀況（引自陳俊亨，2006）：

- （一）學習只發生在個人從事心智活動時。
- （二）除非相信他自己會學會，否則沒有人能真正學東西。
- （三）考試只是個極弱指標，只是呈現個人學習到的知識。
- （四）學生有興趣質疑使之有興趣的東西。
- （五）最豐富的活動是被教師挖掘出來的。
- （六）要選擇最好的教學策略。

教育上提倡合作學習的理由包括：合作學習可促進學生的合作能力，包含合作的知識、技能及情意等方面；另一方面，合作學習可促進全體學生學業上的學習成效，進而培養健康的心理，導正當前教育的缺失（黃政傑、林佩璇，1996）。

有關合作學習的特質包括（黃政傑、林佩璇，1996；黃寶園、林世華，2002）：

- （一）異質分組：提供學生認識不同的學習對象，聽取不同看法。
- （二）積極互賴：每一位學生都有兩個責任，包括學習分配材料，並確保所有小組成員都學會；方法包括設計小組名稱、建立積極互賴目標、建立報酬系統、分配積極互賴角色、建立積極互賴資源，並安排任務。
- （三）面對面的助長式互動：透過支持、鼓勵、挑戰、回饋等方法，達成共同目標。
- （四）評鑑個人學習成效：共同學習、獨自表現，藉以減少社會懈怠，小組人數不宜太多，確保個人責任。
- （五）人際技巧：包括小組共同的工作能力、信任、溝通、接納、

衝突處理等團隊合作能力。

（六）團體歷程：包括全班與小組，教師安排定期檢視小組與全班學習，檢視學習效果，藉以增強小組正向積極行為，並有反省的機會。

有關合作學習的理論，研究者整理李淑芬（2013）、黃政傑與林佩璇（1996），以及黃寶園與林世華（2002）等人之研究，合作學習所涉及的理論包括民主教育論、社會互賴論、動機理論與認知學習理論等；其中，較巨視的理論為民主教育論，代表人物Dewey認為，學校應提供合作學習的機會，培養教室中的民主氣氛，使學生成為有責任感的公民；社會互賴論以Johnson與Johnson為主，強調學生透過學習結果及方法的相互依賴，培養合作技巧，可增加學習表現；較微視的理論之一為動機理論，代表人物為R. E. Slavin，著眼於學生的目標結構與獎勵結構，前者包括合作、競爭與個人的目標結構，後者包括績效責任與小組獎勵；認知學習論中強調合作學習中的討論、爭辯與陳述等，藉由外界互動來促進自身認知結構的發展（李淑芬，2013；黃政傑、林佩璇，1996；黃寶園、林世華，2002）。

有關合作學習的策略相當多，最常使用的五種方法整理如下（張仁家、范素梅，2010；陳俊亨，2006；黃政傑、林佩璇，1996；黃敏慧，2017；黃寶園、林世華，2002；趙沐深，2007；劉秀嫚，1998；鄧鈞文、李靜儀、蕭敏學、謝佩君，2014；Slavin, 1991）：

（一）STAD：適用於所有學科，在1983年由Slavin提出而逐步發展，此方法的應用最為普遍，相關探討也最多，研究者亦採用此方法進行教學與研究設計。以下做較詳細的介紹，其要素如下：

1. 全班授課：主要概念由教師以全班授課、預習影片或討論方式來進行，使同學了解與STAD單元的學習目標與概念，並強調將如何評估，教師可以隨機的發問，以確認學生可以了解，教師要預備簡單與聚焦的問題，同時對於發問的答案對錯要加以說明。

2. 異質分組：教師按照學生能力水準、性別及其他因素進行分組，

可依照S型，將高中低者平均分布，分組後的第一週都是最辛苦的，不要輕易改變組別，讓學生慢慢了解他們在組內的期間，但在五、六週後可以調整，一方面增加新鮮感以及低分者有新的機會學習。

3. 小組學習：以同儕指導形式一起學習，有問題時，盡可能透過小組內的討論得到答案，藉由學習單呈現學習結果，學生間的答案若不相同，大家要有責任進行解釋核對，並決定正確答案，教師的任務在於了解小組討論情形，適時提供指導，並應給予鼓勵。

4. 個別小考评量：學生回到各自座位，由個別學生自行完成。

5. 小組表揚：計算個人進步分數，以學生過去成績為基本分數，每個人為小組爭取多少積分，視其本身進步分數而定，對於小組的進步可以公告出來，讓全班知道小組的成功，同時教師也可當場口頭鼓勵，表彰表現優異的學生個人與高積分的小組。

（二）小組遊戲競賽法（team-game-tournament）：分為3～6人的異質小組，共同完成教師的作業單，舉行小組間的成就測驗競賽；與STAD不同的是，以遊戲競賽代替小考，以能力系統代替進步分數，教師指派學生到不同競賽桌，依據競賽表現重新調整能力系統，依學生比賽所得分數，統計小組總分，競賽方式、得分計算可由師生共同討論。

（三）拼圖法第二代（Jigsaw II）：適用於社會、文學或具概念性學科，進行異質分組；分配每人一小單元或一章節的研究，而後提供一「專家單」，不同小組研究相同主題者，再組一個專家小組討論共同主題；討論後每個專家回到原小組介紹自己研究所得；最後小考的內容包括各主題，依據小考得分彙整成小組得分。

（四）小組協力教學法（team assisted instruction）：主要用在數學教學，假設學生可以自行檢查所學習的教材和自行管理教室，使教師有更多時間去教導個別學生或同質的學習團體；教師準備教學單元（包括說明頁、技巧練習頁，約6～8題練習題）以及測驗；異質分組；進行安置測驗，以安排學生從最適合的個別化方案開始學習；分組學習，學生

閱讀說明頁，做練習題，與同儕交換練習單，檢查答案，若都對，可以進行形成性測驗，若有錯，可以做接下來四題的練習題，過程可隨時請教教師；通過形成性測驗，就可以進行單元測驗；進行小組表揚；進行真正評量。

（五）共同學習法（learning together, LT）：由Johnson與Johnson共同發展，形成異質團體；研讀共同的學習材料，並共同接受同一個測驗，此測驗成績為全組成績；LT強調共同研讀與共同分享成果，且能採取異質、混合與非學業取向學生，並由師生共同選擇，屬於長期的分組方式。

Ahmad（2015）認為合作的設計可引導年輕人於變動世代中養成好的特質、知識與技巧，這是真正生活中會遇到的，使其能忍受差異，而STAD正是一個好的教學技巧，可呼應這樣的需要。Yusuf、Natsir與Hanum（2015）指出STAD的優勢包括：

- （一）學生透過遵守團體規範來一起工作以獲得他們的目標。
- （二）透過主動協助與激發動機讓學生有成功的分享。
- （三）同儕指導的主動角色，透過互助可以強化團體的成功。
- （四）提升他們競爭的能力來增加互動。

（五）個人也可以在團體的成功中，獲得支持（引自Ahmad, 2015）。

在相關研究方面，STAD也被不同領域學科的研究證實是一個可以成功的教學技巧；Korkmaz（2018）、Keramati（2010）、Malooof與White（2005）、Tiantong與Teemuangsai（2013）、Yu等人（2018）的研究，分別在電子學、物理、電腦資訊或程式、生物實驗課程皆發現STAD有其良好的學習效果；Awang（2006）的研究指出，STAD對工程的學生有幫助，更重要的是這也意味著學習環境的有所改善；Li（2015）也指出，STAD對工程學生在自信、動機、情緒的改善；Ahmad（2015）的研究顯示，學生彼此更信任；Johnson、Johnson與

Smith（2014）以後設分析（meta-analysis）的方法整理168位18歲以上學生為對象的研究，發覺合作學習的確可促進較高的個人成就，增加個人在學習上的參與。

在我國有關STAD的研究近年來亦蓬勃發展，針對不同發展年齡、不同學科、不同研究設計等方法，紛紛提出探討，包括透過後設分析探討多個合作學習研究的成效（黃寶園、林世華，2002）；異質分組的設計方式（陳俊亨，2006）；STAD對於電路學或電子學的實施成效等（趙沐深，2007；鄧鈞文等，2014）。國內有關工程學的合作學習研究期刊、論文約有60餘篇，多數因為是結合數位遊戲、社群網路網站、智慧教學系統等取向的教學方法，實施於中小學的課程中，對於科技大學相關電子、工程等課程的教學之討論較少。研究者整理相關研究如下：

（一）楊宏珩與段曉林（2001）以團體探究法進行合作學習的行動研究，對象為修讀高二化學的學生，研究結果發現，高成就的學生學習首重實力提升，學生需於課前進行個人知識建構，方能進行小組討論，利用多元教學策略，激發學生探究意願，改變學習習慣，教師教學應更具彈性。

（二）黃寶園與林世華（2002）整理22篇博碩士論文與期刊，運用統合分析方法，研究結果發現，合作學習對於學生學習成就有正向效果，但學習效果強度並不高，其中可能還有許多影響因素，而實驗組的成功表現率可提高將近20百分位，其對情意態度的影響也是正向的，但強度亦不高，較學習成就影響還小，推測情意改變需要較長時間的完成。

（三）陳俊亨（2006）在有關分組的相關探討中，提出異質的原則為許多學者所支持，而異質可能包括學習能力和成就、學習動機和行為表現、學生特質等；若以學業成就分組，對於中等能力者，往往傾向同質分組，因為研究顯示其在異質分組中較無差異；許多學者均認為小組規模人數不宜過多，4～5人會是一個較佳的方式；教師在分組時，應保

留彈性調整的空間。

（四）趙沐深（2007）探討STAD對於電路學課程的成效，其以準實驗設計方式（不等組前測—後測），探討為期10週，30小時的實驗教學，研究發現，實驗組優於傳統教學的對照組，教師感受到班級氣氛明顯變好，師生及同儕間互動增加，學生個人合作技巧增加；並建議執行時要有彈性，且落實合作技巧的教育與訓練。

（五）鄧鈞文等人（2014）針對大學之電子學課程，綜合合作學習的方式進行為期三週的教學實驗，結果顯示學生學習成效提高，上課進度可以自己決定，但擔心教學難度較淺，教師則認為學生學習專注度、請益次數、課堂氛圍均有改變，使得教師從原先抗拒的態度，也慢慢可以接受，並認為教師是關鍵因素。

（六）黃敏慧（2017）整理14篇應用合作學習理論於國小英語教學之學位論文，發現該法對於學生學習成效有所提升，學習動機與態度也有明顯轉變，學習氣氛和諧正向，學生也能增加與同儕關係，學到負責任，增加對英語學習的自信心，對高低成就者皆有助益；同時該方法的困難是在於人際關係對於學生學習會有很大影響；而實驗設計中，若增加質性訪談與觀察，會更了解其歷程。

（七）Chang（2018）探討科技大學學生對於電子學以STAD方式上課的團體動力情況，研究結果顯示STAD對異質分組學習成效有顯著差異，另外，小組成員中的協調聯繫者、提供知識者的角色容易造成學習倦怠，教師在上課前需對學生有更多的團體討論訓練，藉以讓他們熟悉小組討論，減少負荷。

綜合上述可知，合作學習其成效被多數研究肯定，包括其學習動機、課堂參與、人際關係、心理健康等，前述之過去研究亦有採用之學科與本研究相近，但其屬實驗課程取向或三週較短期課程之研究設計，而本研究主要希望呈現有助於需長時間經營的課堂學生合作關係建立，故以上、下學期各六週為合作學習課程活動之期程，該如何設計各項活

動？該如何呈現過程與結果成效？前項各研究較未呈現教學活動實施過程，且是否適用於為期一學年的電子學理論課程？陳正明（2003）指出，在學習策略中，若採取一次分組，會忽略到學生與小組可能隨著時間而有所變化，而動態分組可依照學生在不同階段的知識結構為分組依據，較一次分組對學生有所助益。另一方面，Randall（1999）也指出，要留意小組成功來自個別學習，是否會對個人形成較大壓力，若分組不當，也會造成高能力者的時間浪費或低能力者的跟不上；而此法並非萬靈丹，不易激勵組員做更高層次的思考等。劉秀嫚（1998）則指出，包括學生無法和睦相處、學生不當行為、噪音、缺曠課等限制會對於合作學習成效有所影響；基此，研究者在本研究中，將採用以一學年12週，上、下各六週的課程設計，進行合作學習實施過程與成效之探究。

參、研究方法

一、課程設計

（一）教學內容

電子學課程為一學年，上、下兩學期各兩學分，各七個單元，授課方式包括一般教學與合作學習中的STAD教學，前者的教學實施共10單元30週，後者的教學實施共有四單元12週，因考慮其需有足夠的實施時間，因此，在這後者12週的課程中，除正課時間外，另調整實習課程的時間，互相配搭，使課程實施更為完整（表1）。

（二）教學方法

在進行一般教學時，主要採用講述教學法、示範教學法與討論教學法：

表1

電子學課程大綱

單元	週數	授課方式	成績考核方式	學習成效評量工具	說明
第一學期					
1. 微電子技術的重要性、演進和未來趨勢	1	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期中考紙筆試卷	1. 期中考範圍 2. STAD設計期
2. 半導體基礎物理	3	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期中考紙筆試卷	1. 期中考範圍 2. STAD設計期
3. 二極體：原理、特性、模型和應用電路	2	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期中考紙筆試卷	1. 期中考範圍 2. STAD設計期
4. BJT原理：構造、操作模式和模型	3	STAD	1. 出席紀錄 2. 分組討論學習單紀錄 3. 快問快答測驗 4. 口頭報告	1. STAD1前測試卷 2. STAD1後測試卷 3. 分組討論學習單 4. 快問快答題組 5. 口頭報告評分表	1. 第一回合（STAD1）前後測驗範圍 2. 第一回合（STAD1）實施期 3. 使用小組行為觀察表
5. BJT原理：PNP電晶體	1	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期末考紙筆試卷	1. 期末考範圍 2. STAD檢討修正期 3. 使用自我表現與課程滿意度問卷
6. BJT的偏壓和放大器組態	3	STAD	1. 出席紀錄 2. 分組討論學習單紀錄 3. 快問快答測驗 4. 口頭報告	1. STAD2前測試卷 2. STAD2後測試卷 3. 分組討論學習單 4. 快問快答題組 5. 口頭報告評分表	1. 第二回合（STAD2）前後測驗範圍 2. 第二回合（STAD2）實施期 3. 使用小組行為觀察表

(續下頁)

表1 (續)

單元	週數	授課方式	成績考核方式	學習成效評量工具	說明
7. 運算放大器	3	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期 末 考 紙 筆 試卷	1. 期末考範圍 2. STAD檢討修正期 3. 使用自我表現與課程滿意度問卷
第二學期					
8. MOS 原 理： 構造	2	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期 中 考 紙 筆 試卷	1. 期中考範圍
9. MOS 原 理： 特性、操作和 模型	3	STAD	1. 出席紀錄 2. 分組討論學習 單紀錄 3. 快問快答測驗 4. 口頭報告	1. STAD3前測 試卷 2. STAD3後測 試卷 3. 分組討論學 習單 4. 快問快答題組 5. 口頭報告評 分表	1. 第 三 回 合 (STAD3) 前後測驗範圍 2. 第 三 回 合 (STAD3) 實施期 3. 使用小組行為 觀察表
10. MOS 原 理： P M O S、 CMOS、BJT 與CMOS比較	3	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期 中 考 紙 筆 試卷	1. 期中考範圍 2. STAD檢討修正期 3. 使用自我表現與課程滿意度問卷
11. MOS 原 理： 放大器組態與 交流分析	3	STAD	1. 出席紀錄 2. 分組討論學習 單紀錄 3. 快問快答測驗 4. 口頭報告	1. STAD4前測 試卷 2. STAD4後測 試卷 3. 分組討論學 習單 4. 快問快答題組 5. 口頭報告評 分表	1. 第 四 回 合 (STAD4) 前後測驗範圍 2. 第 四 回 合 (STAD4) 實施期 3. 使用小組行為 觀察表

(續下頁)

表1 (續)

單元	週數	授課方式	成績考核方式	學習成效評量工具	說明
12. MOS 疊接級和電流鏡	1	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期 末 考 紙 筆 試卷	1. 期末考範圍 2. STAD檢討評估期 3. 使用自我表現與課程滿意度問卷
13. 差動放大器	2	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期 末 考 紙 筆 試卷	1. 期末考範圍
14. 頻率響應	2	一般教學	1. 出席紀錄 2. 個人紙筆測驗	1. 期 末 考 紙 筆 試卷	1. 期末考範圍

1. 「講述教學法」主要為研究者根據教學進度與內容安排口頭上課，並配合教科書與補充的書面資料。

2. 「示範教學法」是在課堂中搭配動畫教學影片來協助教學，例如：PN二極體特性，透過步驟，有程序地讓學生能更加了解兩個端點的PN二極體結構之I-V特性。

3. 「討論教學法」則是在該週上課結束前隨機分組，由研究者指定一練習作為討論主題，藉以讓學生複習該堂課之所學，並隨機邀請各組學生發言討論結果，透過此法，也讓學生能更熟悉合作學習STAD中所需熟悉的小組討論參與。

在進行STAD教學時，主要採用的方法即是合作學習教學法，除此之外，還包括討論教學法、發現教學法與發表教學法，以下於STAD的研究設計與執行會更清楚地將這四個教學方法加以說明。

(三) 教學成效評量方式與工具

本課程每學期的評量方式包括：出席10%，期中考試20%，期末考試30%，STAD成績40%（包括前後測20%、分組討論學習單10%、快問快答10%）藉以呈現學生多元評量的成果。

本課程的評量工具包括期中考試卷、期末考試卷、各回合STAD前、後測試卷、各回合STAD分組討論學習單、各回合STAD快問快答題組。

同時為了解學生在STAD教學的情況，協助研究者修正教學策略，因此，另設計自我表現與課程滿意度問卷、小組行為觀察表，此兩項工具未列入學習成效評量。

二、研究設計

（一）研究方法與架構

本研究分別採量性與質性之研究方法進行探討，研究架構如圖1所示。在量化方面，採準實驗設計的單組前後測方式進行，分別於每單元授課前，提供預習影片協助學習者預習，之後進行該單元之前測，再於該單元之三次STAD教學策略後，實施後測，並探討其前後測之差異。

在質化方面，採行動研究方式進行，由於本課程的教學現場受限於人力、物力，無法將同一課程學習者分為實驗組與控制組進行教學策略探討，因此，將藉由行動研究方式，以提供相關教學策略在量化資料上呈現的不足。本研究在STAD執行期間，每回合均會藉由小組行為觀察表、研究者行動筆記，以及自我表現與課程滿意度問卷等工具，進行問題檢視與省思，於適當時機修正行動，再進行回顧與評估，以更豐富STAD教學策略之相關研究結果。

（二）實施場域與研究對象

本研究之規劃課程為107學年度之一學年電子學課程，屬於大二上、下學期必修課程，每學期兩學分；研究對象為本系修讀電子學課程學生共42人，全班依成績及人際關係熟悉度進行異質分組，共分為六組，每組6~8人。

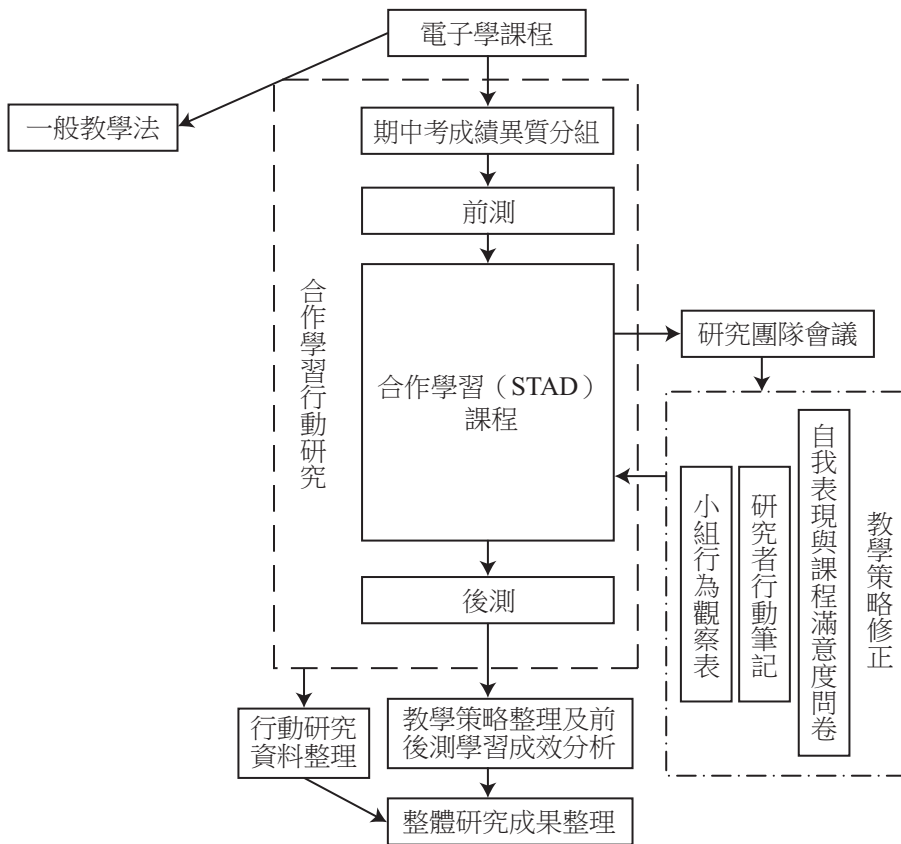


圖1 研究架構

(三) 研究工具

1. 前、後測考卷

包括BJT原理——構造、操作模式和模型，BJT的偏壓和放大器組態，MOS原理——特性、操作和模型，MOS原理——放大器組態與交流分析等四單元，由研究者根據教材大綱，編製各單元之前、後測考卷。

2. 快問快答題組

(1) 以Kahoot遊戲軟體之選擇題實施，由研究者自行設計，包括

四單元（BJT原理——構造、操作模式和模型，BJT的偏壓和放大器組態，MOS原理——特性、操作和模型，MOS原理——放大器組態與交流分析）共12個子單元（BJT構造、BJT操作區、BJT模型、BJT偏壓電路、BJT共射極放大組態、BJT共基極和射極隨耦器、MOS特性、MOS操作區、MOS模型、MOS共源極放大組態、MOS共閘極放大組態、MOS共集極放大組態），示例如圖2所示。每個子單元有六題為四選一的選擇題之題組，每題組之內容均為複習該週課程之基本觀念，以適合快問快答之活動性質，學生使用智慧型手機即時評測，立即得知結果。

（2）每題題目呈現時間為20秒，為防止猜答案，獎勵快答且答對者，因此，研究者將答題秒數設計介於10秒（含）到12秒（不含）者，原始分數乘以1.4，介於12秒（含）到15秒（不含）者，原始分數乘以1.2，介於15秒（含）到18秒（不含）者，原始分數乘以1.1，大於18秒（含）者，以原始分數計算，經上述規則計算後的Kahoot分數，再以線性方式轉換為百分制，並與個人前測分數相較，藉以了解學生學習成效。

3. 分組討論學習單

（1）由研究者自行設計，包括四個單元（BJT原理——構造、操作模式和模型，BJT的偏壓和放大器組態，MOS原理——特性、操作和模型，MOS原理——放大器組態與交流分析）共12個子單元（BJT構造、BJT操作區、BJT模型、BJT偏壓電路、BJT共射極放大組態、BJT共基極和射極隨耦器、MOS特性、MOS操作區、MOS模型、MOS共源極放大組態、MOS共閘極放大組態、MOS共集極放大組態），每一個子單元都有對應當次活動設計之學習單，內容均包括：題目、小組討論結果紀錄、小組討論分工角色（帶領者、記錄者、計時者）。

（2）子單元一：「跨組討論—西方取經」學習單，其內容為該單元底層概念的討論；子單元二：「影片拍攝—電子學大明星」學習單，其內容為該單元電路或元件特性基礎的討論；子單元三：「解題競賽—

MOS 操作區

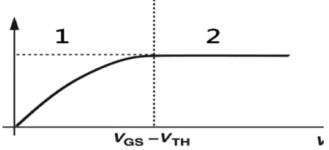
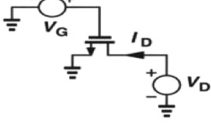
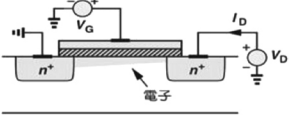
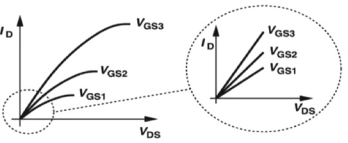
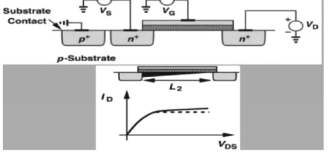
題目	
1. 如圖所示為 MOS 電晶體電流-電壓特性，有關 1、2 區的描述，下列何者正確？ (A) 區域 1 為三極管區，區域 2 為飽和區 (B) 區域 2 為三極管區，區域 1 為飽和區 (C) 視偏壓而定 (D) 區域 1、2 都為飽和區	
2. 下列哪一個是判斷 MOS 電晶體是否飽和的條件？ (A) $V_{GS} \geq V_{th}$ (B) $V_{GD} \leq V_{th}$ (C) $V_{GD} > V_{th}$ (D) $V_{DS} > V_{th}$	
3. 有關 MOS 電晶體操作區的敘述，下列何者錯誤？ (A) 飽和區可看作壓控電阻 (B) 截止區就是沒有通道產生的意思 (C) V_{GS} 愈大，通道電荷愈多 (D) 當到達飽和區後，基本上汲極電流會保持不變(若忽略通道長度調變效應的話)	
4. 關於 MOS 電晶體的操作區特性的描述何者正確？ (A) 虛線區域中為飽和操作 (B) 虛線區域中 V_{GS} 愈大則電流愈大 (C) 虛線區域中的斜率代表電晶體的輸出阻抗 (D) 三條曲線中 V_{GS3} 較慢變平的原因是通道夾止情況需要較大的 V_{DS}	
5. 利用 MOS 電晶體作為壓控電阻的應用時，如果想讓電阻值變小該如何調整 V_{DS} 和 V_{GS} 來達成此一目標？ (A) V_{DS} 變小與 V_{GS} 變小 (B) V_{DS} 變小與 V_{GS} 變大 (C) V_{DS} 變大與 V_{GS} 變大 (D) V_{DS} 變大與 V_{GS} 變小	
6. 下列關於 MOS 晶體的兩個敘述(a)基體效應跟基體摻雜濃度有關，(b)通道長度調變效應隨長度變大而變大，正確的答案是哪一個組合？ (A) (a)、(b)都對 (B) (a)對、(b)錯 (C) (a)錯、(b)對 (D) (a)、(b)都錯	

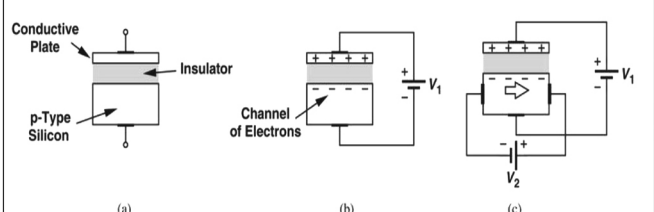
圖2 快問快答題組(示例)

PK闖關王」學習單，其內容為該單元之應用與計算的討論，示例如圖3所示。

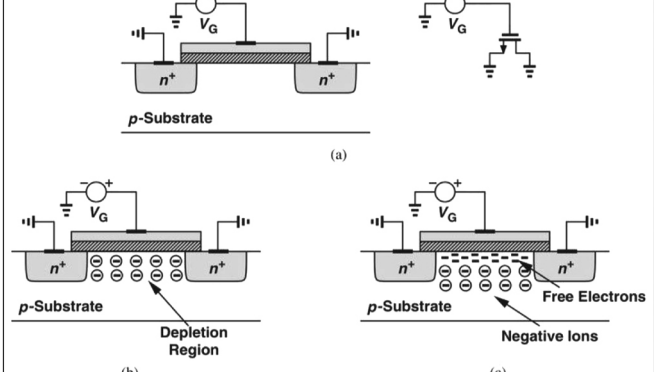
第三回合第一次 第 組學習紀錄單（概念一）

帶領者： 紀錄者： 計時者：

如圖所示，為 MOS 電晶體結構圖，請透過分組討論完成下列各子題的答案



(a) (b) (c)



(a) (b) (c)

(a) 為什麼 MOS 電晶體是電壓控制的元件？
(b) 以 P 型矽基底為例，明明是電洞是多數載子(什麼是多數載子)，為什麼通道形成後是電子在傳導？
(c) 承(b)解釋這個現象是如何形成的？

小組討論結果（若不夠寫，可寫在下一頁）

圖3 分組討論學習單（示例）

（3）分組討論學習單的評分對應的是該次上課的概念（表2），依概念的精熟度分為從無概念、少許概念、有概念到非常有概念四個等級，分別給予0，1，2，3分，然後再以線性方式轉換成百分制，整組為同一得分。

表2

分組討論學習單之四回合知識概念

回合	知識概念					
一	雙界面元件	半導體物理	普通物理 (電學)	電路分析	元件特性	模型
二	小訊號模型	轉導	輸入阻抗	輸出阻抗	電路分析	電壓增益
三	四端點元件	半導體物理	普通物理 (電學)	電路分析	元件特性	模型
四	小訊號模型	轉導	輸入阻抗	輸出阻抗	電路分析	電壓增益

4. 學生自我表現與課程滿意度問卷（附錄）

由研究者自行設計，並經專家效度檢驗修正完成，於每回合課程結束後由學生個別填寫，其內容包括：（1）自我表現：學習動機、學習態度、學習出席、討論參與等向度進行回饋；（2）課程：異質分組、小組合作互動、題目設計、時間安排、教師引導、師生互動等向度進行填答回饋。研究者採用四等量尺計分，以4，3，2，1分別表示研究參與者對於自己在這三週表現的自評與課程滿意度的高低，從最滿意、滿意、不滿意到最不滿意。

5. 小組行為觀察表

由教學助理透過課程觀察填寫，針對個別學生在分組中的行為觀察，包括：出缺席、小組角色以及發動討論、提供資料、帶領討論、決定答案、鼓勵發言、疏離參與、打岔干擾與傾聽沉默等行為。

6. 行動筆記

由研究者使用筆記的方式，一方面是留下所有行動的紀錄，另一方面也可以忠實地反映自己在行動當下內心的想法，提供有一個可以隨時做自我檢視的最佳工具。

（四）研究過程

有關STAD的研究設計與過程，如圖4所示，其包含前置作業階段，教學執行階段與成效評估階段，基於行動學習的精神，研究者於每

回合教學結束後，彙整學生回饋並召開教學團隊會議以檢視教學設計是否有需修正之處。

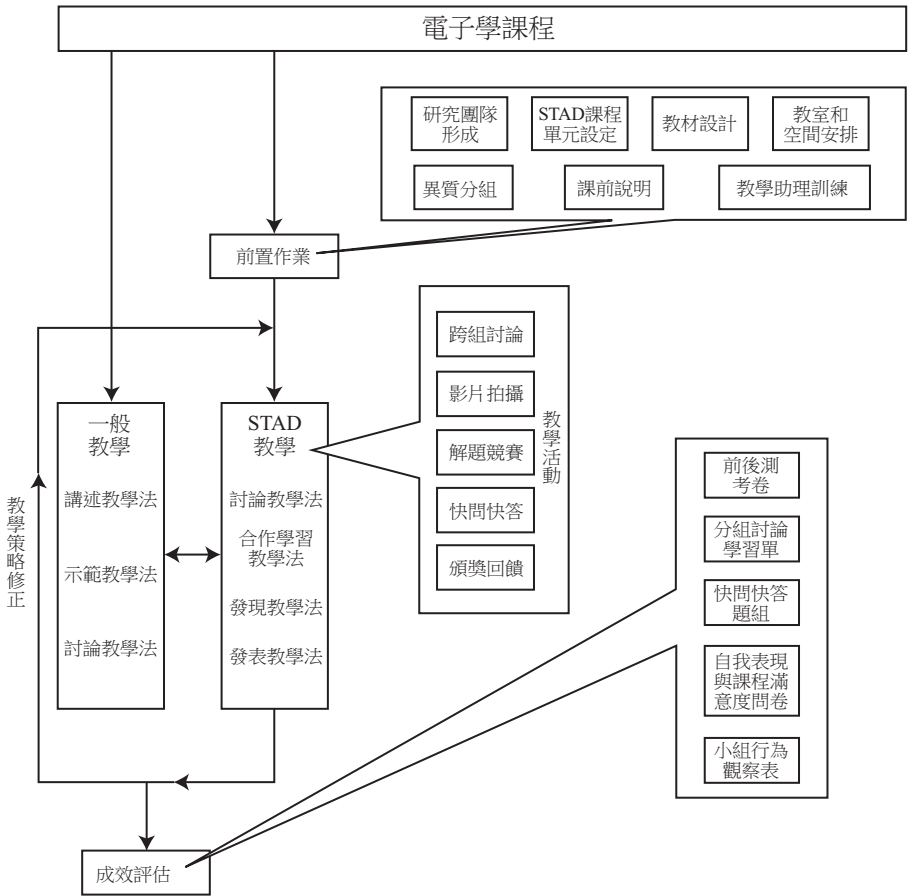


圖4 STAD研究設計與過程

1. 前置作業階段

(1) 研究團隊形成：研究者邀請四位大四教學助理及系內與校外教師共同組成研究團隊，包括教材建置、活動設計與評估等之共同討論，並修正行動。

(2) STAD課程單元設定：研究者依據單元知識的基礎性與複雜性、單元週數與教學時間、研究設計與實施期程等條件考量，決定一般教學與STAD教學的安排；STAD四單元實施範圍，包括：BJT原理——構造、操作模式和模型，BJT的偏壓和放大器組態，MOS原理——特性、操作和模型，MOS原理——放大器組態與交流分析，每一單元為一回合，每一回合進行三週。

在第一學期的研究預備期，研究者一方面先安排「半導體基礎物理」和「二極體：原理、特性、模型和應用電路」的先備知識作為一般教學授課，同時，此階段亦為研究之異質分組、同意書、教材等之準備；期中考後，則為研究介入階段，以STAD教學進行較為複雜的BJT知識之學習，最後三週採一般教學進行，此為研究評估與修正階段。

第二學期先安排「MOS原理：構造」屬一般教學，一方面作為第二學期研究介入前準備，一方面用來複習前一學期所習得的半導體物理知識，並延伸擴充讓學生了解MOS在構造上的不同，連帶可順利銜接STAD教學之「MOS原理：特性、操作和模型」及「MOS原理：放大器組態與交流分析」兩單元；至於兩單元間的「MOS原理：PMOS、CMOS、BJT與CMOS比較」採一般教學，一方面是因為讓學生有承先啟後的梳理MOS相關知識，一方面預做最後一階段研究介入與評估的準備；最後12、13和14單元因屬於典型的艱深類比電路之範疇，在研究者的教學安排上，盡量以闡釋公式在應用上重要的結果並配合範例來說明，因此，採用一般教學，同時作為研究評估與資料整理階段。

(3) 教材設計：在整體執行之前，即設計完成四回合的教材，同時於每回合結束後的檢討中，仍會微幅修正後續教材的內容與安排，包括教科書與書面補充資料、預習影片、課程指引單、分組討論學習單。

(4) 教室和空間安排：傳統的教室無法挪動課桌椅，較不利學生分組討論，因此，在進行每次STAD教學時，安排至可以有討論大桌及配置椅子的空間，並配置有白板、投影機等基本教具，課前由教學助理

協助討論空間的教室布置。執行STAD教學時，主要由三位教學助理，每人觀察與協助兩組，另一位教學助理則協助研究者之教學、教材教具布置或統計分數之進行，三位教學助理之協助主要是引導小組開始時之討論啟動，隨後即進行分組行為之觀察與記錄，三位教學助理會視課堂當時狀況走動，教室和空間安排如圖5所示。

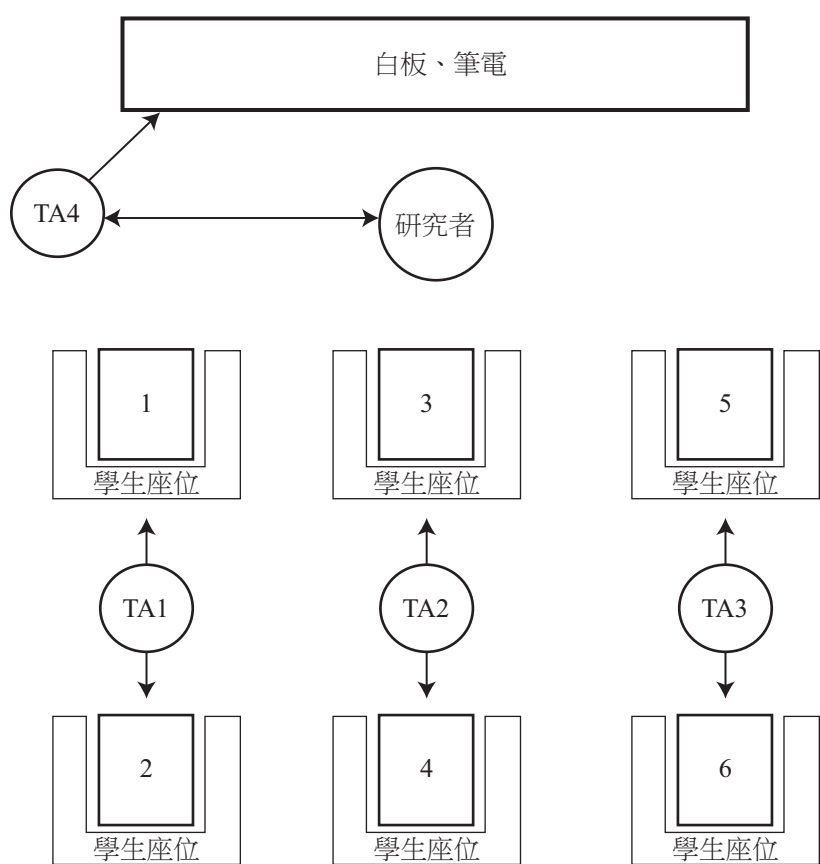


圖5 教室和空間安排

(5) 異質分組：此為STAD重要精神所在，原則是將每個小組當作是整個班級的採樣縮影，根據期中考成績並參照學生人際關係的熟悉程度，分組原則為最高分前六名分布在第一到六組，接下來第七到十二名，依序分布在第六組到第一組，以S型的分配方式，使每一組均有高、中、低分組學生，初步分組後，再根據學生人際關係熟悉狀況，做同分群學生組別的微調，以利異質分組的學習方式進行。異質分組的合作學習強調的是全組通力合作的學習表現，對於高分組學生，可引導中、低分組的學習，形成中、低分組的模範，強調的是低分組的進步分數，整組所看待的也是整體進步分數的表現。同時，在過程中也透過組長會議的召開，傾聽組長在帶領該組時的經驗，彼此交換意見，對於高分組組長而言，能被肯定帶領的能力，並給予必要的支持與讚賞，且教學設計中，除有個人、小組進步分數的累積，亦有個人與小組高分表現的鼓勵，讓異質的組合發揮最大的功用。

(6) 課前說明：從一般教學融入STAD的設計，第一學期開學的課程中，即做了一學年整體課程的說明，除了提供表1的課程大綱之外，同時，也對於課程目標、分組方式、預習與前測、課程進行方式、獎勵方式與其他注意事項做了說明，提供書面資料，藉此與學生溝通交流，並降低其對執行上的疑問，同時，課程的LINE群組亦維持學生可以持續對於課程設計的回饋與反應；除此之外，在每一次課程亦有提供課程指引單，以協助學生循序漸進地投入課程。

(7) 教學助理訓練：四位教學助理在執行前均需接受訓練，訓練內容除了認識整體教學設計之外，亦了解對於學生行為觀察的指標與記錄方式，且於每次STAD執行後，研究者與教學助理均會召開會後會進行檢討。

2. 教學執行階段

有關教學執行階段的設計，主要是使用討論教學法、合作學習教學法、發現教學法及發表教學法，各項教學活動如表3所示，其相關設計

的三個原則分述如下。

(1) 促進小組互動：合作學習STAD策略的特色之一，即是組內合作，組間競爭的態勢，因此，於注重以異質分組的合作學習為主軸之下，如何引導小組互動？如何使不同高中低分組者各自發揮所長願意參與？如何增加共同參與的機會？如何鼓勵高分群的學生願意引導低分群的學生等，皆是重要動機引導考量。

(2) 增加參與樂趣：為提高學生的投入與專注，採競賽、拍片、畫海報、快問快答等方式，吸引學生在課堂間的注意力與專注度。

(3) 兼具即時與延宕的獎賞：對於當下表現進步優秀者會提供立即獎品獎勵，並給予口頭具體回饋，亦設有累積延宕的獎勵設計，不僅讓其可以在過程中修正，以提高下一次績分，同時也提高獎品金額額度，使其有動力更進一步努力。

表3

STAD教學活動

活動名稱	活動目標	活動內容
跨組討論—— 西方取經	1. 使不同程度學生都能充分參與討論 2. 提供組內、組間彼此互相學習的機會 3. 將學習主題透過各概念的標示，更有結構提供學生學習	1. 每組都拿到一樣的底層概念問題的學習單，每組三張 2. 由組長指派組員，跨組去與拿到同一底層概念學習單之他組同儕，先進行初步討論 3. 個別組員回到自己組內，向其他組員說明該學習單討論之初步結果與發問，所有組員再針對發問，進行討論，由組長協助整合各底層概念的討論內容，指派記錄者撰寫討論結果 4. 討論學習單活動為80分鐘
影片拍攝—— 電子學大明星	1. 使不同程度學生可以在組內擔任不同角色，大家都能充分參與 2. 透過組內討論與影片的完成，	1. 每組抽籤選擇不同問題之分組討論學習單，各組根據該學習單之問題，由組員分工合作蒐集資料 2. 再由組長帶領進行討論，並將討

(續下頁)

表3 (續)

活動名稱	活動目標	活動內容
	可以了解學生對該單元自學的狀況 3. 透過影片拍攝方式提高學習樂趣	論完成之結果，撰寫在學習單中，同時需透過3分鐘之影片拍攝，講解該概念之內容 3. 各組拍攝後的影片，立即在課堂播放，提供同儕觀賞學習 4. 討論學習單活動為80分鐘
解題競賽——PK闖關王	1. 凸顯組內合作解題的重要性，透過競爭，以共同爭取榮譽 2. 題目難易區隔，增加學生對知識學習的可近性	1. 屬於兩輪的解題競賽，第一輪由各組抽籤決定討論學習單之題目，其中同一題目之學習單，會有兩組抽到，同一題目之兩組分別進行討論後，將討論結果撰寫於學習單中並海報發表，由研究者決定晉級之組別 2. 第二輪，分為已晉級及未晉級兩大類，每一類有三組，再次拿到同一題目之分組討論學習單，以進行討論，將討論結果撰寫於學習單並海報發表，由研究者評分，並頒發獎品 3. 討論學習單活動為80分鐘
快問快答——Kahoot我最棒	1. 了解學生學習的立即成效 2. 提高學生學習專注與樂趣 3. 透過立即獎賞，肯定當次的進步與高分者 4. 可針對學生學習不足處，做立即的補充教學與具體回饋	1. 在該週上課結束前15分鐘進行，以了解當週STAD教學對於個別成員學習之助益 2. 答題過程中，學生採個別作答，當次得分之最高分前三名與進步分前三名均可獲得研究者獎品獎勵 3. 在每回合結束前，將同一小組成員所獲得之總分與進步總分，分別排序，六組均可獲得大小不同之獎品，藉以鼓勵小組合作，並邀請小組進行合作之分享
頒獎回饋——收穫滿行囊	1. 提高學生的學習動機 2. 將分數進步學生值得被肯定的地方加以標示，並正向回饋，藉以作為同儕楷模 3. 透過組別回饋，標示各組優勢，並藉以作為他組學習的參照	每週與每回合結束前均有此設計，分別為最佳進步者與最高分者若干名，另外，每週統計各組的進步總分，於該回合結束時，進行組頒獎，以組別作為基準，以回應合作學習的精神，同時，研究者針對個別組別進行回饋與肯定

3. 成效評估階段

有關教學成效評估，主要是配搭STAD各式教學活動來進行設計，工具的設計均由研究者建立，並由教學助理與外聘專家提供修正意見，有關成效評估可分為過程與結果兩部分。

在過程部分，主要是由教學助理所記錄，使用「小組行為觀察表」，在每一次STAD上課討論中，為了解每一位學生的參與情形，安排教學助理在各組討論時，進行初步的引導與整體行為的觀察，並針對每一個人建立行為表現觀察表，藉由此觀察，研究者可更進一步了解學生在異質分組中的行為，此結果並不作為學業成績評分，主要是作為了解個別學生對於學習情境的回應，是否需即時協助及教學設計修正之用。

在結果的部分，主要包括：

(1) 前、後測考卷：為執行STAD最主要的學習成效依據，藉以了解學生的學業成就，同時，由於是以概念分析計分，可以很明確地知道學生在各概念學習的優勢與不足。

(2) 分組討論學習單：學習單既是教材，也是評量工具，在每一次STAD上課，均設計有學習單，每次上課每組所記錄並收回的學習單，可以了解各組的學習情況，並作為下一次上課需再強化或補充的依據，每組共同完成一份，並作為平時成績之用。

(3) 快問快答題組：在每一次STAD上課結束前，以Kahoot軟體設計六題快問快答來檢視學生該次上課的學習情形，計算後的Kahoot分數再以線性方式轉換成百分制，並與個人基本分數相減作為進步成績，藉以了解學生當下的學習成果，且對於進步較多與較高分者給予獎勵。

(4) 自我表現與課程滿意度問卷：在每一回合STAD結束時，學生填寫自我表現滿意與課程滿意度問卷，除量化題目外，亦含質性回饋，藉此作為下一回合的修正，同時也與學習成效相互進行分析，此結果主要作為教學設計修正之用。

（五）資料處理與分析

本研究採混合式研究設計，資料處理與分析方式如下：

1. 在量化資料處理部分：本研究為單組前後測設計，即為O1——X——O2。O1為前測、O2為後測、X為放入STAD設計之電子學課程（四大單元共12週）。學習者在接受每個主題之授課前後，均會接受前測與後測。在完成四組的前後測評量後，將資料輸入統計軟體，並使用統計考驗決定前後測差異是否顯著，經考量本研究為單組前後測之設計，所以使用成對樣本 t 檢定（paired sample t -test）對學生在四組的前後測中有無差異進行檢驗。

2. 在質性資料處理部分：為能有效對本次STAD設計之教學進行檢視，本研究在教案執行過程中，輔以行動研究方法之運用，行動研究重視現場的參與觀察與記錄，並透過持續性且週期性的蒐集，對所有執行過程提出有意義的建構、分析與批判。相關文件依據日期先後整理成電腦檔案以利後續閱讀及分析，在分析上則是藉由主題式分析法，從中過濾出有意義的資料，並嘗試將資料進行不同類別區分，同時在各類別的資料間尋找相互關聯的可能性與意義。

3. 資料混合：本研究為以量為主而以質為輔之混合架構，以量化資料為主體，輔以質性資料以對量化資料所得能有更深入和完整地詮釋。

肆、結果與討論

圖6顯示各學習評量工具與學習成效的關聯性，以下進一步說明各學習成效評估結果，並進行相關統計檢定，可分為過程成效與結果成效，說明如下。

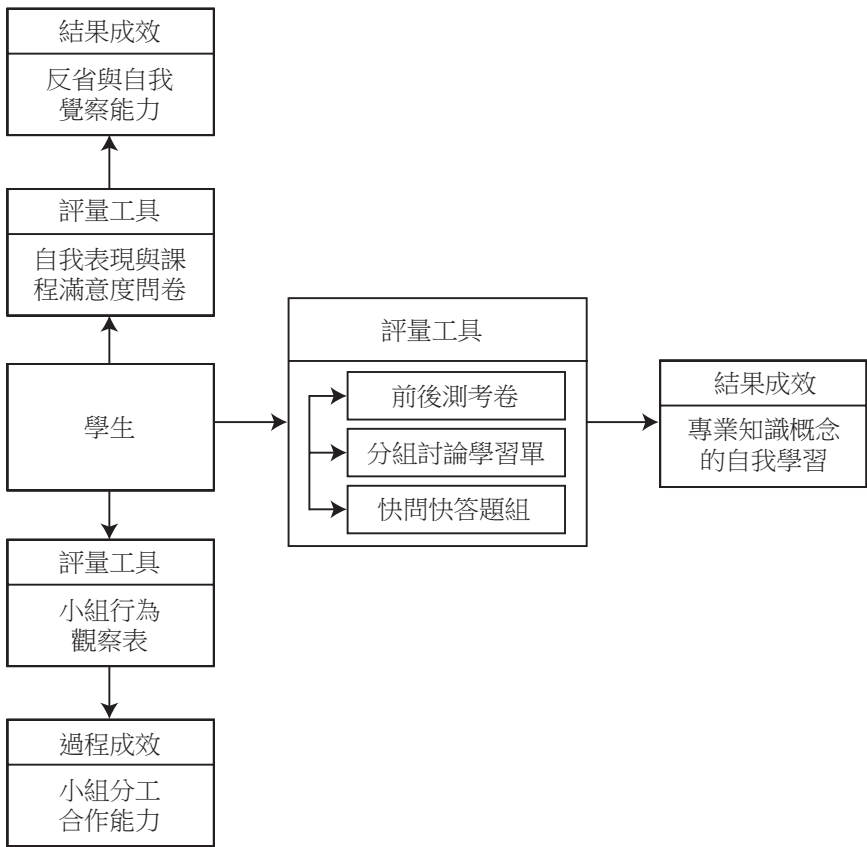


圖6 學習評量工具與學習成效之關聯性

一、過程成效

主要針對學生的小組行為表現，從所有學生參與小組討論的各種行為中，可以發現（表4）：

（一）整體而言，學生在討論時，以「提供資料」為其主要參與行為（32.7%），其次為「疏離參與」（22%）與「發動討論」（14.9%）。

表4
四回合之學生小組行為表現分布

行為 回合	發動 討論	提供 資料	帶領 討論	決定 答案	鼓勵 發言	疏離 參與	打岔 干擾	傾聽 沉默
N (%)								
1	65 (17.1)	102 (26.8)	56 (14.7)	42 (11.0)	11 (2.9)	105 (27.6)	0 (0.0)	NA
2	61 (11.9)	156 (30.5)	72 (14.1)	30 (5.9)	22 (4.3)	110 (21.5)	0 (0.0)	61 (11.9)
3	47 (18.9)	79 (31.7)	21 (8.4)	5 (2.0)	3 (1.2)	59 (23.7)	2 (0.8)	33 (13.3)
4	38 (11.8)	135 (41.9)	32 (9.9)	32 (9.9)	1 (0.3)	49 (15.2)	0 (0.0)	35 (10.9)
總計	211 (14.9)	472 (32.7)	181 (11.8)	109 (7.2)	37 (2.2)	323 (22.0)	2 (0.2)	129 (12.0)

(二)就各個行為改變趨勢而言，「提供資料」行為在四回合中逐次增加，「疏離參與」在第一回合是所有參與行為中最多者，但也有逐漸減少的趨勢，「打岔干擾」在四回合中幾乎未出現，而「鼓勵發言」出現次數也不多。

由此顯見，學生在分組的合作學習中，習得「提供資料」的行為不僅最多且逐漸增加，研究者在STAD的活動設計提供學生可以找資料並貢獻給小組的機會，希望藉此降低學習門檻，讓低學業成就者也有較多的參與機會。

「疏離參與」為另一個頻率較高的行為，學生在本課程之前的學習經驗中，極少有團體參與的機會，因此，當研究者透過觀察紀錄發現此現象後，便訓練小組領導者需留意較邊緣的參與者，減少其在一旁滑手機等，透過小組不同程度的分工，直到第四回合，「疏離參與」行為減少12.4%。

另一方面，「鼓勵發言」、「決定答案」仍為小組中較不易催化的行為，需要有更知能與同理的人際訓練。

二、結果成效

(一) 前、後測與相關學習成效

1. 從結果可以發現，每一回合的平均後測分數均較平均前測為高，其中第二回合與第三回合之平均後測分數顯著高於平均前測分數（表5）。

表5
STAD四回合的前、後測平均分數成對樣本檢定

項目	<i>N</i>	Mean	<i>SD</i>	<i>T</i> -value	<i>P</i> -value
STAD1					
前測	24	8.13	11.36	−1.480	.153
後測	24	10.88	9.56		
STAD2					
前測	24	10.83	9.52	−2.281	.032*
後測	24	17.33	17.22		
STAD3					
前測	24	8.29	9.18	−3.947	.001*
後測	24	23.42	24.54		
STAD4					
前測	24	13.50	13.53	−2.041	.053
後測	24	21.83	26.06		

2. 以高、中、低分群表現而言（表6），在四回合中，低分群平均進步分數有逐次增加，尤其第四回合平均進步高於其他兩群；高分群在前三回合的表現，一直有進步，且均為三組之首，但在第四回合，平均進步分數較低分群為少；中分群在前三回合的表現，一直有進步，但在第四回合，平均進步分數較低、高分群為少。

表6

STAD四回合的低、中、高分群前、後測平均分數與平均進步分數

回合	異質分組	前測		後測		平均進步分數	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
一	低分群	12.0	3.0	9.4	2.70	-2.6	1.7
	中分群	23.2	8.4	27.6	8.86	4.4	5.9
	高分群	29.4	12.4	35.6	9.24	6.2	11.4
二	低分群	24.0	7.6	22.9	9.37	-1.1	8.7
	中分群	34.1	10.0	39.2	7.84	5.1	13.1
	高分群	35.6	10.6	53.9	17.58	18.3	11.4
三	低分群	20.0	8.1	29.4	15.85	9.4	7.6
	中分群	9.1	2.9	24.8	13.36	15.7	11.2
	高分群	36.7	8.7	60.8	24.33	24.1	23.6
四	低分群	21.4	8.4	41.1	21.78	19.7	16.3
	中分群	19.6	7.6	26.5	18.61	6.9	15.8
	高分群	47.1	12.4	55.5	27.96	8.4	23.6

由此顯見，異質分組各群在整體合作學習課程中多有循序漸進的進步，而第四回合的低分組最能反應合作學習所帶來的整體成效，至於中分組雖後測成績均較前測為高，但進步幅度較少，為研究者後續應探討之課題。

（二）分組討論學習單

從研究結果可知，學生在第四回合平均分數91.8與其前三回合平均分數66.1、69.3、67.9的學習紀錄單分數相較有顯著提高，研究者認為：學生已參與過前三回合的合作學習STAD課程活動，因此，不管是與其他組員的合作或對課程進行的方式，皆已逐漸熟悉，也能形成較有效的小組討論模式，對照上述在過程成效中所提及，小組中提供資料者增加，疏離參與者減少，皆為有利討論學習單可以有更好的學習成效。

（三）快問快答題組

經過四回合的累計（表7），發現低分群的總平均分數進步最多，

其次為中分群、高分群，在第一、三回合也以低分群進步最多，高分群由於其前測分數已較高，因此，在此部分的表現，進步的空間較小，中分群則在第四回合有大幅度的進步，且逐回合進步分數一直增加，顯見中分群在此過程中，也有顯著的學習成效。

表7

STAD四回合低、中、高分群Kahoot平均進步分數

	第一回合	第二回合	第三回合	第四回合	平均
低分群	19	12	28	22	20.3
中分群	11	11	21	30	18.3
高分群	6	26	18	20	17.5

（四）自我表現與課程滿意度

在執行完四個回合後，學生分別填寫問卷，在自我表現滿意度方面（表8），總平均為51.2（滿分為68分），課程滿意度方面，總平均為63.9（滿分為80分）。

1. 自我表現滿意度

學生對自我表現整體滿意平均得分為51.2分，其中表示「非常同意」百分比最高的為「能夠在小組討論中幫忙做解答的決定」，其次為「增加或持續穩定出席課堂的意願」與「能夠在小組中提出自己的看法，參與討論」；而表示「不同意」與「非常不同意」百分比最高的則為「增加挑戰較難題目的意願」。

2. 課程滿意度

學生對課程整體滿意得分平均為63.9分，其中表示「非常滿意」百分比最高的為「小組成員的互相幫助」，其次為「小組成員各自長處的發揮」；而表示「不滿意」與「非常不滿意」百分比最高的為「小組成員各自具備的知識程度」，如表8所示。

表8

STAD四回合之自我表現與課程滿意度平均分數

回合	自我表現滿意度	課程滿意度
一	50.70	62.2
二	52.60	63.9
三	50.80	66.5
四	50.80	63.2
總平均	51.20	63.9

3. 開放式回饋

研究者根據學生質性回饋資料，將高、低分群的回饋摘要整理如下（其中A, B, C, D, E, F代表組別，後面數字代表該生在該組的編號），從中可發現，高分群的回饋中：

（1）他們學會「領導小組」的能力，包括分配工作、集中注意力、主動邀請、鼓勵發言等，「用引導的方式，讓他們把注意力放在我身上，且同時分配工作給每一個人，讓他們有參與感。在過程中，邊講述自己的想法，邊詢問他們的意見，過了幾次後，他們就會一起加入討論，也會提出一些自己的意見」（A03）。

（2）他們較主動找擅長同學來討論，「我會主動與對電子學方面熟悉的同學去做討論分析」（D03）。

（3）他們具有願意思考的能力，「我覺得老師這樣的學習方式很棒，會讓人想要完成題目而開始思考」（A01）。

（4）他們喜歡挑戰性，「每組都很努力，很競爭感覺很棒」（E05）。

（5）他們肯定立即的獎勵，「以小組的方式討論，藉此提高大家的參與率甚至還會發放獎品獎勵大家，我感受到了老師的用心」（B06）。

另一方面，低分群的回饋中：

(1) 對於分組方式，較不習慣與陌生的同學討論，「我覺得自己找人可以提高我的參與跟討論」(C02)。

(2) 較傾向被動學習，「需要組長分配工作內容或明確的表示目標方向，不然我不知道需要幫忙什麼」(D01)。

(3) 先備知識不足，不易參與，「我原本不是讀電子的，太多東西都不能理解，包括現在老師教的很多我都沒有學會，在不清楚的情況下去討論，也不會有什麼結果，到頭來還是沒有學到什麼」(A05)，「我可以畫電路圖，但我基礎很差，不會算公式」(B02)，「討論過程都不懂就愈來愈疏遠」(F03)。

(4) 雖然知識不足，但願意努力，「我覺得我還沒被肯定，因為那些題目我不是很會，所以我需要更加努力」(E06)。

從上述質性回饋中，可以發覺「高分群」已可以在小組討論中擔任各種工作，同時其參與在小組中，也較能提供資料，整體學習中，具有領導、主動學習、思考、熱愛挑戰與肯定獎勵的特質；而「低分群」在整體學習中，雖已經被擾動，但因不易與較不熟悉的同儕共事，被動被安排，因此，需要注意其在班上人際關係，安排其較為熟悉的高分者，且因先備知識不足，感覺無法投入，因此，補救教學對其相當重要。

伍、教學省思

研究者在一學年合作學習課程教學中，基於行動研究的精神，會藉由現場觀察，分別就教學目標設定與修正、教學內容設定與修正（含評量）、小組討論設計與修正（含分組、角色分配討論進行等）、師生關係與課堂氣氛（含介入）、整體反思（含教學態度、STAD適用性、自我成長等）等幾個角度，記錄實際的授課情形，並進行反思。綜整之後，可分為以下幾個面向說明。

一、教學目標設定與修正

（一）先備知識的補充：研究者發現學生對於一元二次方程式與普通物理的平行板電容都無法完全解對時，需要在課程內容中再加上一些必須的知識，以便能使得小組討論順利進行。

（二）串聯概念形成主題知識的了解：每回合一開始，研究者從高層的概念思考出發，向低層展開具體的主題知識學習，藉以引導學生以建構式的方式內化為自己的知識，可讓學生對知識更加結構化。

二、教學內容設定與修正

（一）階層式的主題講解：在有限的傳統授課方式時間內，將欲講述的重點先串連成整個大方向主題，再階層式的解釋原本要學的主題單元，不講太細節，一方面是時間不夠，另一方面讓學生可經由小組討論過程獲得細節的知識，至於學生反應講解太過於簡略不夠清楚的問題，可以提供相關的資料。

（二）條列出重點：在每個單元結束時，以簡潔的條列式將重點的因果關係強調並做小結。透過有結構式的進行，並以例子實際演練所歸納的步驟，發現內容簡潔且做重點歸納，可讓學生在課堂上專注度提升。

（三）Kahoot問題的設計以觀念為主：為避免太複雜的計算程序，出題時以概念為主，使學生以能在讀完題目後，20秒內回答為標準，必要時可以影片出題。

（四）Kahoot分數規則修正以避免亂猜：由於Kahoot的結果可修改某些條件，例如：開始答題時間，答對所用的時間長短等，藉以降低學生猜測答案的機率，使工具的運用更趨近於客觀。

（五）補救教學的實施：一旦連所需的基本電學、普通物理等先備知識都不具備時，研究者即提供額外的時段來從事補救教學。

三、小組討論設計與修正

（一）課程活動設計活絡討論過程：由於單純只使用學習討論單的分組討論方式，要求小組共同完成一份題單紀錄的結果，往往會導致進行中沒有同組觀念的表現，只是各做各的，猶如小考一樣，因此在課程活動中加入了諸多的角色以增加組員的參與性，例如：影片拍攝、畫海報、PPT製作、口報等。

（二）設計步驟引導式系列題組：將討論題目，再依學習主題細分一些小題形成系列題組，且在步驟上有做了循序引導的安排，強調討論單的題目可以按此時所提及的步驟解出來。發現原本已被簡潔內容所吸引注意力的學生，此時更能專注，能讓研究者感受到學生想要完成討論單的企圖心。

（三）創意式的出題發想：小組討論的時段中，雖強調教科書上都有相應的章節，也提供了充分的書面參考資料，然而研究者觀察現場，常會發現組員有慣於上網找答案並直接複製的情形，因此對於該次上課單元學習單的設計，會朝向以特定條件並細分小題步驟的創意式出題方式因應，以增加組員們的討論學習機會。

（四）透過課程活動設計的多元化，改變學生玩手機的習慣，使其專注：研究者嘗試改變課程活動的設計，增加其活潑性以及角色的種類，使得每位組員都能在分組討論課程進行中有他自己的參與和貢獻。

四、師生關係與課堂氣氛

（一）熟記學生面孔與名字：研究者每組走動去關心討論情形時，發現能第一時間就喊出學生個人名字時，這種師生關係可正面增強叮嚀達到打氣的效果。

（二）鼓勵組員間相挺組長：因為牽涉到團體動力、人際關係、互信的情況，研究者會在教學現場走動時鼓勵各組員協助組長，同時也會

給組長打氣，嘉勉其帶領的辛勞。

（三）給予小組重點指導：當帶領者討論出現停滯，無法理解某個點而不能繼續進行討論時，研究者與教學助理會給予引導思考的意見。

陸、結論與建議

一、在研究主要結論方面

（一）專業知識概念的學習

包括前後測、整體學期成績、分組討論學習單成績以及Kahoot成績的學習。

1. 四回合STAD課程學習成效，在每一回合皆呈現平均後測大於平均前測的進步結果，顯見學生的學習有其成效，其中第二、三回合呈現顯著差異的進步，研究者認為學生在第一回合的STAD教學，呈現許多較需摸索的情況，包括組員的熟悉度、課程設計的翻轉以及課堂氛圍的調適等，第四回合則屬於較為複雜的電路分析，因此，其進步情況較未能呈現顯著差異。

2. 學生在課堂的分組討論學習單平均成績，除第三回合稍有退步之外，每一回合皆逐次進步，特別是第四回合平均成績提高約25分，學生因為較為熟悉課程設計與累積將近一學年的知識學習，因此在學習單上的問題討論與作答有很大的進步。

3. 學生在Kahoot成績結果，低分群的總平均進步分數最多，其次為中分群、高分群，符合STAD的核心價值，藉由合作學習，給予低分群進步的結果。

（二）小組分工與合作能力

1. 在整體的小組參與行為中，學生對「提供資料」的參與行為最為顯著，「傾聽沉默」、「疏離參與」則隨著回合逐漸減少。

2. 「鼓勵發言」的參與行為則仍為小組中較不易催化的，需要有更為同理的人際訓練，讓學生願意關注課業學習以外，也可以建立良好的人際關係。

（三）學生反省與自我覺察能力

1. 學生在「自我表現」方面，表示「非常同意」與「同意」百分比最高的為「增加或持續穩定出席課堂的意願」、「能夠在小組中提供所需要的資料」，均占90.6%，其次為「增加學習的樂趣」、「能夠在小組中提出自己的看法，參與討論」，均占88.5%。

2. 學生在「課程整體」方面，表示「非常滿意」、「滿意」百分比最高的為「整體課堂的師生互動」占96.9%，其次為「小組討論的空間安排」占93.7%，再其次為「小組的整體討論成果」、「教師對課程的教導」、「教師對課程引導的說明」，均占92.6%。

3. 質性回饋中，「高分群」學會「領導」小組的能力，包括分配工作、集中注意力、主動邀請、鼓勵發言等，願意思考、喜歡挑戰性並肯定立即獎勵；「低分群」則自認自己傾向被動學習、不習慣與陌生同儕討論、先備知識不足影響討論，但受到同組鼓勵，願意努力。

二、在研究建議方面

（一）在課程設計方面

1. 營造可讓高、中、低分組共同協作的學習平臺：STAD對於建立高低分組學生有一共同的學習平臺助益很大，高分組不再排斥低分組的參與，而低分組也因被看見進步與優勢，重拾信心，因此，建議在教學活動設計提供不同學業成就的學生都有不同程度的參與角色。同時，應留意教學與學習的步驟：從確定問題、提供內容和資訊、動手活動、發表知識到評估學習成果（Klinbumrung, 2020），以建置較為結構化的課程安排；善用各式教學互動軟體與協作雲端，例如：padlet、youtube和google工具等，讓小組有更多分工合作的角色，而討論結果有更多媒介

的幫助，更強化視覺的具體呈現，這也是電子學的各式元件、電路、功能方塊和系統體現中所需要的。

2. 導入對話式的STAD學習評量設計：合作學習STAD也對學生的溝通、合作與反思等能力有所成長，因此，有關個人在小組學習表現的收穫與評量，如何更清楚了解，需要有更多對話式的設計；可先由研究者提出問題，依序從個人開始回答到小組共同討論，讓學生先表達自己的推理，再共同反思他們的想法，研究者便可在這些對話間獲得他們的理解與反應（Parastiwi, Ekojono, & Rahmanto, 2019），藉以凸顯小組合作學習的真正成果。

（二）在團體動力方面

1. 小組討論進行前的暖身與破冰：小組討論的上課形式，向來為本系學生較不嫻熟的互動方式，因此，在進入合作學習之前，研究者應留意學生彼此的熟悉程度，訓練領導者的技能等，課程進行前，可先有小組討論的引導與練習，甚至透過團康活動方式，讓學生藉此破冰，解除對團體與人際陌生的疑慮，這對於任何以小組方式進行的課程，皆會有所助益。

2. 營造小組討論的友善環境：為協助學生在小組討論的實施過程中漸入佳境，需要營造更多有助於小組討論的友善環境，包括：研究者、各小組、各組長間均需建置開放的溝通平臺，透過定期會議、LINE群組、個別輔導等，即時協助處理小組的困難；多元的獎勵方式也是必須的，包括進步、高分、團隊精神等向度的肯定，將各組優勢清楚標記出來；同時可邀請學長姐進行經驗分享，使其更了解小組討論進行的技巧與優點。

「信念，意味著不擔心」，「教育的目的是在使人繼續教育自己」，檢視自己一路走來，始終相信實用主義哲學家Dewey對於教育所做的註解，這會讓自己在日益嚴峻的教學環境中，可以有更堅定的信仰，一步一腳印的做中學，做中思，樂為人師的終生職志，一生不悔。

誌謝

本研究承蒙教育部教學實踐研究計畫經費補助，計畫編號 PEE107054，特此致謝。

參考文獻

- 李淑芬（2013）。以行動科技結合學生小組成就區分法（STAD）融入社會學習領域教學之行動研究（未出版之碩士論文）。淡江大學，新北市。
- [Li, S.-F. (2013). *An action research of integrating mobile technology and STAD into the teaching of social science field* (Unpublished master's thesis). Tamkang University, New Taipei City, Taiwan.]
- 每日頭條（2018）。約翰·杜威40句經典語錄：道德就是強者對弱者的態度。
取自<https://kknews.cc/history/3z3obg8.html>
- [Daily Headlines. (2018). *40 classic quotes from John Dewey: Morality is the attitude of the strong towards the weak*. Retrieved from <https://kknews.cc/history/3z3obg8.html>]
- 張仁家、范素梅（2010）。合作學習教學法應用於高職美容科美姿美儀課程之學習成效研究。《技職教育期刊》，1（1），51-74。
- [Chang, J.-C., & Fan, S.-M. (2010). A study of the students' learning effects of cooperative learning teaching method applied in the class of pose and etiquette of department of cosmetology in vocational high school. *Journal of Technology and Vocational Education*, 1(1), 51-74.]
- 教育部統計處（2018）。大專校院大學一年級學生人數預測分析報告。取自<https://stats.moe.gov.tw/files/analysis/107higherstudent.pdf>
- [Statistics Office of the Ministry of Education. (2018). *Predictive analysis report on the number of first-year students in colleges and universities*. Retrieved from <https://stats.moe.gov.tw/files/analysis/107higherstudent.pdf>
- 陳正明（2003）。合作學習動態分組策略（未出版之碩士論文）。中原大學，桃園市。
- [Chen, C.-M. (2003). *Dynamic grouping strategies based on conceptual graph for cooperative learning* (Unpublished master's thesis). Chung Yuan University, Taoyuan, Taiwan.]
- 陳俊亨（2006）。合作學習最佳分組策略之研究（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市。
- [Chen, C.-H. (2006). *A study of optimal grouping in collaborative learning* (Unpublished master's thesis). National University of Tainan, Tainan, Taiwan.]

- 黃政傑、林佩璇（1996）。合作學習。臺北市：五南。
- [Hwang, Z.-J., & Lin, P.-X. (1996). *Cooperative learning*. Taipei, Taiwan: Wu-Nan.]
- 黃敏慧（2017）。合作學習理論應用於英語教學之成效分析。南亞學報，37，140-156。
- [Huang, M.-H. (2017). Effective analysis of applying cooperative learning in English teaching. *Journal of Nanya*, 37, 140-156.]
- 黃寶園、林世華（2002）。合作學習對學習效果影響之研究：統計分析。教育心理學報，34（1），21-41。
- [Hwang, B.-Y., & Lin, S.-H. (2002). The effects of cooperative learning on learning outcome: A meta-analysis approach. *Bulletin of Educational Psychology*, 34(1), 21-41.]
- 楊宏珩、段曉林（2001）。合作學習——高中化學教學之行動研究。科學教育學刊，9（1），55-77。
- [Yang, H.-H., & Tuan, H.-L. (2001). Cooperative learning: Action research of senior high school chemistry teaching. *Chinese Journal of Science Education*, 9(1), 55-77.]
- 趙沐深（2007）。合作學習STAD教學策略對電路學課程學習成效之研究。中州學報，25，17-35。
- [Chao, M.-S. (2007). A study of the effectiveness of cooperative learning STAD strategy applied in the electronic circuit curriculum. *Journal of Chung Chou*, 25, 17-35.]
- 劉秀嫚（1998）。合作學習的教學策略。公民訓練學報，7，285-294。
- [Liou, S.-M. (1998). Teaching strategies for cooperative learning. *The Bulletin of Civil Education and Leadership*, 7, 285-294.]
- 鄧鈞文、李靜儀、蕭敏學、謝佩君（2014）。翻轉吧！電子學。臺灣教育評論月刊，3（7），17-24。
- [Teng, C.-W., Lee, C.-Y., Shiao, M.-S., & Hsieh, P.-C. (2014). Flip up, electronics. *Taiwan Educational Review*, 3(7), 17-24.]
- 簡妙娟（2003）。合作學習理論與教學應用。載於張新仁（主編），學習與教學新趨勢（頁403-463）。臺北市：心理。
- [Jian, M.-J. (2003). Cooperative learning theory and teaching application. In S.-J. Chang (Ed.), *New trends in learning and teaching* (pp. 403-463). Taipei, Taiwan: Psychological.]

- Ahmad, S. (2015). Improving students' skills in translation through students-teams achievement division (STAD) technique. *Al-Ta'lim*, 22(2), 119-128.
- Awang, M. (2006). Cooperative learning in reservoir simulation classes: Overcoming disparate entry skills. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3), 220-226.
- Chang, P.-H. (2018, December). *A study on the process and effect of using cooperative learning approach into electronics lecture*. Paper presented at 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), Wollongong, Australia.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3), 85-118.
- Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1986). Action research: Co-operative learning in the science classroom. *Science and Children*, 24, 31-33.
- Keramati, M. (2010). Effect of cooperative learning on academic achievement of physics course. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(2), 155-173.
- Klinbumrung, K. (2020, November). *Effective teaching management through cooperative online learning activities for engineering education*. Paper presented at 2020 5th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed), Hua Hin, Thailand.
- Korkmaz, Ö. (2018). The effect of project-based cooperative studio studies on the basic electronics skills of students' cooperative learning and their attitudes. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 10(5), 1-8.
- Li, X. (2015). Application of cooperative teaching method in engineering education. *Metallurgical & Mining Industry*, 12, 160-165.
- Maloof, J., & White, V. K. B. (2005). Team study training in the college biology laboratory. *Journal of Biological Education*, 39(3), 120-124.
- Parastiwi, A., Ekojono, E., & Rahmanto, A. N. (2019). Modified cooperative learning methods in teaching computer programming laboratory course for electronics

- engineering students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(4). Retrieved from <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/4/044033>
- Randall, V. (1999). Cooperative learning: Abused and overused? *Gifted Child Today Magazine*, 22(2), 14-16.
- Slavin, R. E. (1991). *Student team learning: A practical guide to cooperative learning*. Washington, DC: NEA Professional Library, National Education Association.
- Tiantong, M., & Teemuangsai, S. (2013). Student team achievement divisions (STAD) technique through the Moodle to enhance learning achievement. *International Education Studies*, 6(4), 85-92.
- Toral, S. L., Barrero, F., Martinez-Torres, M. R., Gallardo, S., & Duran, M. J. (2009). Modeling learner satisfaction in an electronic instrumentation and measurement course using structural equation models. *IEEE Trans. on Education*, 52(1), 190-199.
- Vaidyanathan, M. (2011). Electronics from the bottom up: Strategies for teaching nanoelectronics at the undergraduate level. *IEEE Trans. on Education*, 54(1), 77-86.
- Velasco, M. P., Cámara, L. M. S., Velazquez, A. J., & Hera, C. M. A. (2012, October). *Study and comparison of motivation in CSCL guided by CIF vs. other teaching methodologies*. Paper presented at 2012 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Andorra la Vella, Andorra.
- Yu, L., Gao, H., Hou, F., Hu, Z., Li, Z., & Li, Y. (2018). Discussion on training students' ability to solve complex engineering problems from the perspective of professional certification. In S. Liu, M. Glowatz, M. Zappatore, H. Gao, B. Jia, & A. Bucciero (Eds.), *E-learning, e-education, and online training, lecture notes of the institute for computer sciences, social informatics and telecommunications engineering* (pp. 1-7). Cham, Germany: Springer.
- Yusuf, Y. Q., Natsir, Y., & Hanum, L. (2015). A teacher's experience in teaching with student teams-achievement division (STAD) technique. *International Journal of Instruction*, 8(2), 99-112.

附錄：自我表現與課程滿意度問卷

姓名		學號		組別	
----	--	----	--	----	--

一、以下有關您自己在這三週合作學習課程的自我評量，請逐題作答，
在最適合你的選項上勾選（V），每題均為單選

題 目	非常 同意	同 意	不 同 意	非常 不同 意
1. 增加或持續穩定出席課堂的意願				
2. 增加學習專注度				
3. 增加學習主動性				
4. 增加學習自信心				
5. 增加學習的樂趣				
6. 增加學習的持續度				
7. 增加拿好成績的信心				
8. 增加挑戰較難題目的意願				
9. 增加課外學習的時間				
10. 能夠在小組中發動討論				
11. 能夠在小組討論中提供所需要的資料				
12. 能夠在小組討論中澄清其他同學不夠清楚的意見				
13. 能夠在小組討論中幫忙做解答的決定				
14. 能夠在小組討論中訂定大家要遵守的規則				
15. 能夠在小組討論中協調意見不同同學的想法				
16. 能夠在小組討論中鼓勵其他同學				
17. 能夠在小組中提出自己的看法，參與討論				

二、以下有關您自己在這三週合作學習課程的課程評量，請逐題作答，

在最適合你的選項上勾選（V），每題均為單選

	非常滿意	滿意	不滿意	非常不滿意
1. 小組成員的互相幫助				
2. 小組成員各自具備的知識程度				
3. 小組成員各自長處的發揮				
4. 小組成員的溝通表達				
5. 小組成員的投入討論				
6. 小組成員對自己小組的榮譽感				
7. 小組成員協調彼此看法的不同				
8. 小組的整體討論成果				
9. 異質分組的設計				
10. 對教學目標的設計				
11. 課程內容的難易度				
12. 討論題目的難易度				
13. KAHOOT 評量的難易度				
14. 課程預習的設計				
15. 小組討論時間的安排				
16. 小組討論空間的安排				
17. 教師對課程的教導				
18. 教師對討論引導的說明				
19. 整體課堂的師生互動				
20. 整體課堂的上課氣氛				

我在這一次的學習分享



Cooperative Learning in Electronics: The Practice and Effectiveness of Student Teams-Achievement Divisions in Electronics Courses

Pei-Hua Chang*

Abstract

In conventional electronics courses, many students become stuck in a cycle of a lack of learning motivation, lack of professional knowledge, and low academic achievement. Breaking this cycle, meeting the needs of students, and improving learning outcomes is imperative. Numerous studies have demonstrated that student teams-achievement divisions (STAD) in cooperative learning can improve students' learning motivation and performance. Therefore, 24 sophomores were recruited as research participants in this study, and four rounds of STAD sessions were implemented, with each round lasting 3 weeks. According to the students' first semester midterm examination results and with consideration of their interpersonal familiarity, heterogeneous grouping (high-score, medium-score, and low-score) was performed. The STAD sessions designed for each round included a pretest, orientation, grouping, group discussion activities, oral presentation, pop quiz real-time evaluation, teacher feedback and reward system, posttest, and satisfaction evaluation. The researcher adopted a mixed methods research design involving a single-group pretest-posttest design and action research, and the research instruments were designed accordingly. The study results described the implementation outcome of the teaching process

* Pei-Hua Chang: Assistant Professor, Department of Electronic Engineering, Kun Shan University

E-mail: paulph.chang100@gmail.com

Manuscript received: 2022.02.07; Accept: 2022.07.06

and revealed that the students' average pretest and posttest scores improved after the four rounds of STAD. A significant difference occurred after the second and third rounds. The average score of the low-score group improved in the posttest and Kahoot test. During the STAD process, the students most frequently demonstrate behaviors of knowledge provision, and they exhibited the highest satisfaction scores in the "increased or consistent willingness to attend the class" and "overall teacher-student interaction in the class" items. Suggestions were proposed for instructional design and group dynamics according to the research results.

Keywords: cooperative learning, action research, electronics, student teams-achievement divisions