

張琇如 (2016)。  
合作式數學學習的內、外在動機路徑分析。  
**臺灣數學教師**，37 (1)，13-30。  
doi: 10.6610/TJMT.20160126.01

## 合作式數學學習的內、外在動機路徑分析

張琇如<sup>1</sup>

<sup>1</sup>新北市樹林高中國中部教師

本研究目的旨在探討教學成敗的核心因素－學習者的內在動機與外在動機，透過在數學合作學習上的路徑分析，突顯學習者的動機在教學策略的重要性。實驗對象是國中一年級的學習者，學習內容則是在一元一次方程式的數學課程，課堂布置是在合作學習的情境中。本研究將探討教學策略的操弄影響學習的內在與外在動機之可能因素，瞭解在合作學習的情境中，有哪些構念可以激勵學習者的學習動機，並藉由構念間的路徑分析，希望提供教學者與學習者在教學上相關有效之激勵策略，企圖正面提升學生的學習動機，使學習者更樂於投入學習活動。

**關鍵詞：**內在動機；外在動機；合作學習；動機綜效；路徑分析模式

## 壹、緒論

### 一、研究動機與背景

在一般的教學與學習環境中，常常都是由教學者主導整個教學與學習的流程，在學習與教學效能上的考量，動機的引發往往透過教學者所設定目標的內在心理歷程而鋪設。然而，就當前的數學課程而言，普遍存在著學習者被動、消極、甚或無意願的態度參與著教學者所用心設計的數學課程。國科會新聞稿（2005）指出 TIMSS 2003 大型國際測試，我國學習數學自信指標（Index of Students' Self-Confidence in Learning Mathematics，簡稱 SCM），僅 41% 學生達高自信指標，低於國際平均百分比。根據臺灣 PISA 2012 結果報告，OECD 國家平均學習數學內在動機指標每一個單位的改變所造成的數學成績差異達 19 分。臺灣學生平均對於數學學習內在動機每改變一個單位，成績的差異幅度則高達 40 分，突顯數學內在動機對學習成就影響力。同時，師大數學教育中心為了學習數學準備不足之學生，希望藉由數學奠基活動模組開發，數學活動師培訓，好好玩數學研習營，數學義診師，並與數學輔導團、數學亮點基地學校結合，以利於奠立學習數學的意願與興趣，所以提出就是要學好數學（JUST DO MATH），以具體的協助學習數學準備不足之學生學習數學，期待每位學生都能成功的學習數學。由此可見，學習成效與教學的活動設計息息相關，相互影響。學習者參與的意願與態度，往往足以影響或主導教學與學習效能，由此引發學習者正向學習動機的意願、態度、維護與持續便相對的重要。在學習與教學效能上的考量，學習動機的引發單單透過教學者所設定目標與策略而鋪設，則學習效果就該與教學策略高度相關。然而，學習者的動機不全然可以藉由教師對教學的操弄而產生，再者學習動機的存在，往往與學習者本身的特質、技巧與相關的學習經驗不同而有所差異。其中，若學習者具有動機完成一項特定任務，這動機可能源自於學習者本的好奇、興趣或是由於對任務本身所帶來的成就感或喜悅所產生；但是，也有可能來自於老師、同儕、父母或相關學習的重要他人期許、壓力或相關的外在酬償而產生學習動機。所以，教學方式的改變，不足以代表教學效果的必然提升；相同的，學習方式的改變，自然也不代表學習成效的全然提升。再者，在大多數的合作學習情境中，學習者的動機與意願是成功與失敗的根本，也代表著良好合作學習的潛在資源。所以，本研究將檢視在合作學習課堂內，透過組間成就平等與組內適性組合的設計，在課堂中透過分組競賽，讓各組在得分策略與能力水準上產生交互作用。企圖激勵高成就的策略領導與教學主導，並激發低成就學生的學習與參與意願，提升相互倚賴與需求的縝密合作關係。換言之，透過組內的適性分組與組間的競爭壓力，自然地，讓組內共同形成最佳的得分策略為：1)高學習成就者，成為組內的重要教學者與得分策略的領導者；2)低學習成就者，成為組間競賽的最佳得分者，與得分策略的執行者。讓高成就者與低成就者在教與學的供需上，

更為積極而有效的結合，對於合作與參與的意願，也因此而大為提升並樂此不疲。這些互動關係是存在於教學者可操弄的部分，且為教學者所樂見，最後，再對這些因素的構念進行路徑分析，期待提供教學者可能而有效的動機激勵策略，正面提升學生的學習動機，使學習者更主動而有意願的投入於學習活動中。並提供教學者將原本熟悉關注於單一互動關係的結果導向，轉換拓展成為關注存在真實情境中多維度互動關係的過程導向。

## 貳、文獻探討與研究目的

### 一、合作學習

隨著合作學習的推廣，創造了以「分組合作學習」為基礎的環境。其主要目的在於改變長期以來，由教師單向式的講述、學生被動式的聽講，而轉變成「以學生為中心」的教學模式，讓學生積極主動參與學習，企圖提升教學與學習效能。在過去常見的合作學習法，如：共同學習法（Learning Together, LT）、小組遊戲競賽法（Team-Games-Tournaments, TGT）、團體探究法（Group Investigation, GI）、拼圖法（Jigsaw Procedure）、學生小組成就區分法（Student Teams Achievement Divisions, STAD）、小組加速學習法（Team Accelerated Instruction, TAI）...等等，而每種合作學習法均有其特點、教學流程與適用情境。隨著課程綱要與學習內容日漸的改變，教師也了解依靠傳統的合作學習法，不足以保證教學的成功。在大多數的合作學習情境中，學習者的動機與意願是成功與失敗的根本，也代表著合作學習的優勢潛在來源。儘管目前的合作學習已致力於改善教學與學習的互動程序與關係，然而教學中鮮有或沒有考慮多維度的互動關係（師與生；生與生；組與組；組內互動與組外互動；內在動機與外在動機）。所以，如何將原本關注的單一互動關係，轉換成為關注真實情境中，所存在的多維度的互動關係，將是合作教學情境中所要面臨的挑戰。所以 Strijbos 和 Fischer(2007)也建議，從結果導向(outcome-oriented, individual and group learning)到過程導向(process-oriented, interaction, motivation, and organization)的混和研究。學者們(Johnson and Johnson, 2002)強調整合、競爭與個別學習的結合，並提出合作基本元素，1)正面積極相互依賴(positive interdependence)包含籌償的參與(joint rewards)、支援的分配(divided resources)、與角色的互補(complementary roles)。2)個人化責任績效(Individual Accountability)在合作學習中，視組員為學習共同體，協助、支持與鼓勵特定組員完成任務。3)面對面的激勵互動(Face-To-Face Promotive Interaction)激勵互動的過程是指組員間的鼓勵與激勵，去完成群組的任務；4)小組合作技巧(interpersonal and small-groups skills)；5)團體歷程(group processing)。正面的相互依賴可以透過參與身分的認定(identity interdependence)與空間環境的設定(environmental interdependence)產生，文獻中卻未探討成員特質、激勵策略、得分策略與空間環境的研究，可以有助於增強組內成員正面、積

極的相互依賴。另一方面，文獻中指出，為確保每位組員有參與、增強和貢獻，避免搭便車（hitch-hike）的效應下，提出共同效能中仍應有獨顯個別效能的功能，以避免低估組員的貢獻，本實驗提供高成就低得分、低成就高得分的計分方式與空間環境的設定，試圖一方面藉由組長教導同組相對認知弱勢的組員，提升個人績效責任，同時藉由計分策略提升組員間的積極的角色互補、籌償參與、相互依賴的成就關係；高學習成就者→組內關鍵的教學者與策略的領導者。低學習成就者→組間競賽的最佳得分者與策略的執行者。讓高學習成就者願意與低學習成就者溝通，並挑戰自我的教學方式必需為低學習成就者所能了解的方式教學，讓低學習成就者有能力上台解題或講解，所以，高、低學習成就者在教、學與得分的供需上，成為互補的角色，可以更積極而有效的結合，對於合作與參與的意願大幅提升。此外，高、低學習成就者在籌償參與都扮演關鍵且重要的角色，在相互教學與競賽得分的依賴性有增無減，組間觀摩與競賽下，使得組內的關係更加緊密。其次，若能了解內在動機與外在動機的多維度互動關係，對於個人和群組合作具關鍵性的影響，將有助於未來合作活動的進行，並縮短合作互動的時程，提升合作學習的績效。

## 二、動機

學者(Deci, 1972)把動機分為外在動機(extrinsic motivation)和內在動機(intrinsic motivation)兩種。學者們(Amabile, Hill, Hennessey, & Tighe, 1994; Deci, 1971, 1975; Deci, Koestner & Ryan 1999; Gagne' & Deci, 2005; Ryan & Deci, 2000)認為內在動機是源自於對於工作或任務的喜愛沉溺與好奇。也就是內在動機是指個體在沒有外在獎賞(extrinsic reward)的情況下，個人仍能自願從事某一項工作或活動，並能從此項工作或活動中獲得滿足、喜悅、樂趣、勝任感或成就感，便是「內在動機」。學者 Amabile (1993) 指出內在動機是個人從工作中產的內在價值。當個體由內在自發性的去找尋樂趣、興趣、好奇、滿意度或形成對自我任務的挑戰。另一個向度，外在動機則是當個體從事工作時，是為了去獲取在工作以外的目的，而非與工作相關的內容時，就是外在動機。所以內在動機是指個體自己由內在而發出的企圖；個體在某種活動過程中獲得滿足與喜悅感後，這種喜悅與滿足感會促使個體繼續或加強此種活動進行的內在動力，例如當個人解數學題時，發現解題的過程與解出問題的過程中，學習者會因解題而產生滿意和喜悅感，將更促使他繼續加深或加廣對數學解題的動力，由此內在動機是內發而外顯的，不是外在誘因的展現。布魯納主張教學過程應重視學生的內在動機。教師在引導學生的認知活動時，應使學生免於受到外在酬賞和獎賞的直接控制。學者 Deci 也提到外在動機會損害到內在動機。學習的過程可藉由外在的酬賞轉向內在的喜悅、滿足或挑戰，使學生養成自動自發的態度。使學習成為自我決定的導向，而非以外在酬賞或誘因為導向。布魯納(J.S. Bruner)在教學理論中，特別強調內在動機對教學及學習的影響；他認為內在動機包括好奇心、成就動機、認同感及互惠感。

好奇心：內在動機的初始值是個人一種心理滿足的感覺。學生的好奇心與興趣也是潛藏的創造力（Csikszentmihalyi, 1996; Amabile & Mueller, 2007），因此教師教學時，宜設計活潑而新奇課程，以引發學生的學習動機。從中獲得內心的喜悅，而非來自社會讚賞及外在的增強。認同感，是個體成為楷模或模仿的對象；讓學生思考，形成其價值意識，促進學習及認知。互惠感：是人與生俱來的與別人交往溝通的心理傾向；互惠感促進學生與人合作及溝通能力。此外學者Csikszentmihalyi（1975, 1978）提出心流（flow）指出當學習者深度的投入在工作中。Deci也指出自我決定與自我能力不能產生內在動機，除非個體對目標工作產生某種程度的興趣，喜歡再繼續做這些活動，便是得到內在酬賞。因此教師應重視學生的合作及互動的學習關係，以增進其學習效果。就內在動機而言，1)在挑戰性上，高學習成就者挑戰組內教學者與組間策略的領導者；低學習成就者，挑戰組內得分者與組間演示或解說者，也就是組間競賽的最佳得分者與策略的執行者。問卷試題為（1）我很願意專心去探索一個全新的數學問題。（2）我的喜歡嘗試解決複雜的數學問題。數學問題越是複雜，我越是喜歡去解決。（3）我會經常在上課時，動腦筋思考。我很願意挑戰自己，講解數學給同學聽。2)在喜悅上，高學習成就者從低學習成就者，能了解教學內容並嘗試演示與講解，得到因教學與領導策略的成功下，得到的肯定與喜悅。低學習成就者從學習中理解並嘗試演示與講解，得到因講解或演示數學給同學聽的成功下，得到的肯定與喜悅。問卷試題為（1）我希望了解自己可以有多棒在我的數學學習上。（2）我喜歡為了自己去學習數學。（3）對我來說，學習數學的關鍵是我喜歡數學。（4）對我來說，可以有一個自我表現數學能力的管道，是重要的。就外在動機而言，外在誘因的問卷試題有（1）我經常感受到同學給我的支持或鼓勵。（2）當我上台講解都會受到支持或鼓勵。（3）我喜歡自己的講解被認同。（4）我很願意幫助別人解決數學問題。（5）我喜歡上台解講數學問題。外在補償的問卷試題有（1）我通常上台講解都講對。（2）我跟同學在數學討論上的感情很親近。（2）我跟數學老師的互動很密切。（3）我常能感受到數學老師與同學對我的關心。（4）我上台講解是為了幫小組得分。

### 三、動機綜效（Motivational synergy）

動機綜效（Amabile, 1993）是指內在動機與外在動機的互動，個體在概念化的過程中，某些特定的外在動機會綜合內在動機形成特定的效果，尤以在高內動機的初始階段，動機綜效最容易顯現。而這樣的動機綜效可使個體有高層次的效能與滿意度。在教學與學習上，學習者的學習動機往往影響著學習效果，所以學習者的學習動機將成為影響教學成效的核心因素。缺乏學習動機的學習者在學習上，往往付出較少的心力在學習上呈現低投入、低效能、低滿意度，甚至呈現事不關己的漠視學習的冷漠，無感現象。由此，可能產生較差的學習效果。在另一面對動機被激發的學習者而言，則呈現創意、多產、高效能、高投入、高滿意度、持續力強的學

習狀況。由 Amabile, Hill, Hennessey, & Tighe (1994) 所開發的動機問卷，工作效能問卷 (Work Preference Inventory, WPI)，包含兩個內在動機的量表 (Challenge and Enjoyment) 與兩個外在動機的量表 (Recognition and Compensation)。又 Deci 和 Ryan (1985) 在自我決定論 (Self-Determination Theory, SDT) 中，提出不同形式的動機是建構在不同的理由和目標下以形塑出特定的行動，由這些學者提出點可推論內、外在動機可能存在著某種交互影響的關係，而外在動機並非一定對創造力有害 (Eisenberger and Cameron, 1996)。外在強加的力量可能減少內在興趣、降低工作品質 (Amabile 1985; Amabile, DeJong & Lepper, 1976; Amabile et al., 1994)。Amabile 等學者所發的工作效能量表是直接存取內在動機與外在動機。工作效能問卷主要是偵測內在動機與外在動機的個別差異。Amabile, Hill, Hennessey, & Tighe (1994) 工作效能量表下所欲偵測的主構念內在動機與外在動機構念，內在動機構念下的子構念為自我決定性 (選擇的偏好與自主性)、能力構念 (精通導向和挑戰喜好)、工作的投入 (工作專心投入與工作心流)、好奇心 (複雜度的喜好) 及興趣 (喜悅與有趣)。工作效能量表下所欲偵測的外在動機構念下的子構念有關價值衡量程度、再認知、關切競爭程度與金錢或有形的外在酬賞。也就是內在動機而言，主要的構念為偵測個體自我決定 (self-determination)、能力 (competence)、工作投入 (task involvement)、好奇心 (curiosity)、喜悅 (enjoyment) 和興趣 (interest)。而問卷中的外在動機主要偵測受試者的競爭力 (competition)、評價 (evaluation)、再認知 (recognition)、金錢 (money)、明確的獎賞 (tangible incentive) 或是相關的重要關係人的影響。高、低學習成就者在籌償參與都扮演關鍵且重要的角色，在相互教學與競賽得分的依賴性有增無減，組間觀摩與競賽下，使得組內的關係更加緊密。高、低學習成就者在教、學與得分的供需上，成為互補的角色，可以更積極而有效的結合，對於合作與參與的意願大幅提升，期待有利於內、外在動機的激發、互動與延續。

#### 四、研究目的

研究目的旨在尋找合作式學習情境下，教學者可能、有效的動機激勵策略，探討學習者的內在動機與外在動機在數學合作學習上的路徑分析並呈現動機綜效。合作式學習因素下，所形塑的構念及各個構念間的路徑分析，提供因素與構念間以及構念與構念間的相關。所以本研究提出以下假設： $H_1$ ：緊張與壓力與以下三個構念 1) 興趣與喜歡，2) 感知理解能力，3) 努力與重要性，有負向顯著的影響。 $H_2$ ：內在挑戰對 1) 內在喜歡，2) 外在誘因，3) 外在補償有正向顯著的影響。 $H_3$ ：外在誘因對外在補償有正向顯著的影響。 $H_4$ ：外在誘因對內在喜歡有負向顯著的影響。



## 參、研究方法

本研究採用 PLS-SEM (partial least squares structural equation modeling)，分析潛在變項之間的因果模型 (causal model)。PLS 的特點有：1)能處理多個依變項與自變項；2)能處理共線性問題，在嚴重多重共線性的條件下進行迴歸建模；3)穩固韌性 (robust) 的處理干擾；4)投入反應變項對潛在變項有很強的預測能力；5)可以同時處理反應性指標 (reflective indicator) 和形成性指標 (formative indicator)；6)適用於小樣本，允許在樣本點個數少於變量個數的條件下進行迴歸建模；7)不受資料分配的限制。

本實驗的設計是透過參與身分的認定與空間環境的設定，企圖產生正面的相互依賴。實驗對象是國中一年級的學習者，班級學生 28 人，沒有預試的實施，雙層次 (組內與組間) 分組設計，在組內設計上，採取異質分組，一組 4 人 (組長，L\_1、副組長，L\_2、組員一，L\_3、組員二，L\_4，認知成就表現由高到低)，組內的互動小組主要分派原則以認知表現為主，以學習風格與討論方式為輔，嘗試進行適性分組，期待提昇小組互動的意願、耐性、熱誠與主動性，在組內設計的用意則是考量成員間溝通與互動的意願，所以將組長，L\_1 與組員一，L\_3 相鄰而坐，而非組長，L\_1 與組員二，L\_4，期待組內成員座位的分派是在較低的認知落差的狀況下，搭配形成溝通和討論的組內的互動小組。每組組內有 4 種得分機會，分別是 1~4 分 (組長\_1 分、副組長\_2 分、組員一\_3 分、組員二\_4 分)，其中**高成就低得分的計分方式**用意在以計分策略，激勵組內合作的意願、耐性、熱誠與主動性，亦即在認知與技能的競賽中，有情意關懷的培養；在組間設計上，依照認知表現將學習者分成四大區塊 (1~7, L\_1；8~14, L\_2；15~21, L\_3；22~28, L\_4)，每一區塊有七人，再依照  $0.6 \times \text{學習風格} + 0.4 \times \text{討論方式}$ ，進行四大區塊的成員配對成 7 組。如此分派下，各組間成員的認知表現接近相等，以符合組間競賽的公平性，而組內成員有著特定程度的相似性，期待促進組內成員的合作與討論。七組的位置排列成蝴蝶狀的雙八字型，如圖 1。在組間設計的用意上，一方面在與傳統長方形位置的擺設做出差異化設計，提升學習空間新鮮感；一方面利用座位的視角，提升學習互動的機會。利用座位的視角，不僅僅可以將學習空間聚焦於前方、中間位置，也利用座位的視角，提升組員觀察與學習各組活動的機會與空間，提高組間的觀察學習、競爭性與互動性。

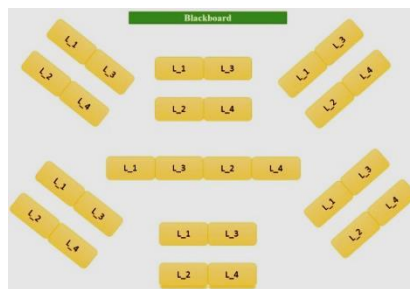


圖 1 分組合作教學中組內與組間的相對位置

學習內容則是在一元一次方程式的數學課程，課堂布置是在合作學習的情境中。學習者透過分組競賽，如圖 2 的一題各表，與圖 3 的派員解說自己構想的故事。



圖 2 學習者的一題各表



圖 3 組員解說自己構想的解題故事

本研究將探討影響合作學習下內在與外在動機的可能因素，瞭解在合作學習的情境中，有哪些構念可以激勵學習者的學習動機，並藉由構念間的路徑分析，希望提供教學者可能、有效的激勵策略，正面提升學生的學習動機，使學習者更加投入於學習活動。



圖 4 有效激勵策略，正面提升學生的學習動機

由此，我們不僅僅探討在合作式學習的情境下，有哪些可能影響內外動機的因素，我們也將探討在這些因素下，所形塑的構念及各個構念間的路徑分析，提供因素與構念間以及構念



與構念間的相關。期盼在路徑分析下，提供在教學上的建議，可以形塑成教學策略的參考。

### 實驗一：數學內在動機的量表

數學內在動機的量表是修改自 McAuley, Duncan, & Tammen (1989) 的 Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting, 這份問卷是引用 Intrinsic Motivation Inventory (IMI, 2015) 將原問卷改以運動項目的做驗證性因素分析的實證研究，本實驗的問卷雖將運動項目修改為數學的問卷但修改後也有良好的信、效度。

資料分析：問卷的的構念有 1)興趣與喜歡 (Interest-enjoyment); 2)感知理解能力 (Perceive competence); 3)努力與重要性 (Effort-importance); 4)緊張與壓力 (Tension-pressure);

表 1

數學內在動機的量表構念的信效度

	AVE	Composite Reliability	R Square	Cronbachs Alpha	Redundancy	Discriminant validity
努力與重要性	0.611261	0.860712	0.612293	0.783513	0.360591	0.781831823
感知理解能力	0.77919	0.94614	0.771753	0.928257	0.595424	0.882717395
緊張與壓力	0.873225	0.932318		0.855339		0.934465088
興趣與喜歡	0.706965	0.921997	0.626702	0.891916	0.434237	0.840812107

其中數學的內在動機，興趣與喜歡構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.89；感知理解能力構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.92；努力與重要性構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.78 組合信度 0.86；緊張與壓力的構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.77。在問卷效度上採用建構效度，包含收斂 (convergent) 效度與區別 (discriminant) 效度兩種 (Fornell and Larcker, 1981)。收斂效度的分析採用潛在變項組合信度 (composite reliability, CR)，建議值為 0.6 以上與潛在變項平均解釋變異量 (average variance extracted; AVE)，建議值為 0.5 以上；如表 1 顯示，本研究模式各個潛在變項的 CR 及 AVE 值皆在標準值以上，表示本研究具有良好的收斂效度。區別效度為構念的 AVE 值的平方根要大於與其他構面間的相關係數，不同概念間的相關係數應小於每一個概念的平均解釋變異量 (AVE) 之平方根 (Grant, 1989)，因此本研究之變項具有良好的區別效度。四個構念間的區別效度為興趣與喜歡構念的值為 0.84；感知理解能力構念的值為 0.88；努力與重要性構念的值為 0.78；緊張與壓力的構念的值為 0.93。

在表 2 我們呈現四個構念 (興趣與喜歡構念、感知理解能力構念、努力與重要性構念、緊張與壓力的構念) 的交叉負荷量 (Cross loading table)。其中，與構念相關的因素負荷量必須大

於其他構念的因素負荷量，表示具有量好的收斂效度（convergent validity）與區別效度（discriminant validity）。

表 2

因素與四個構念間的交叉負荷量表

	努力與重要性	興趣與喜歡	感知理解能力	緊張與壓力
<b>EI1</b>	<b>0.66909</b>	0.522929	0.509076	-0.420227
<b>EI2</b>	<b>0.885031</b>	0.771707	0.729062	-0.799192
<b>EI3</b>	<b>0.871711</b>	0.685277	0.708634	-0.609431
<b>EI4</b>	<b>0.673945</b>	0.48282	0.535321	-0.531993
<b>IE1</b>	0.801442	<b>0.91905</b>	0.80708	-0.74745
<b>IE2</b>	0.787406	<b>0.947628</b>	0.864207	-0.835747
<b>IE3</b>	0.602284	<b>0.796345</b>	0.718275	-0.617512
<b>IE4</b>	0.642656	<b>0.881954</b>	0.678482	-0.636941
<b>IE5</b>	0.49306	<b>0.616575</b>	0.442501	-0.386084
<b>PC1</b>	0.761326	0.76689	<b>0.923283</b>	-0.772887
<b>PC2</b>	0.780835	0.798965	<b>0.907604</b>	-0.867297
<b>PC3</b>	0.734055	0.857649	<b>0.909181</b>	-0.799834
<b>PC4</b>	0.712454	0.734532	<b>0.898759</b>	-0.813718
<b>PC5</b>	0.533609	0.594013	<b>0.765099</b>	-0.583513
<b>TEN2</b>	-0.783203	-0.818167	-0.826279	<b>0.942616</b>
<b>TEN4</b>	-0.673282	-0.652029	-0.815736	<b>0.926243</b>

由表 1 的 Cronbach's Alpha 與 Composite Reliability 的信度均在 0.7 以上，本問卷的信度屬於良好。由於本研究樣本不多，使用 PLS 則可不受變數分配型態及樣本數的限制，再以 bootstrap 反覆抽樣法（bootstrap resampling method）反覆抽取 5,000 個樣本做為參數估計與推論，具有良好的預測與解釋能力。

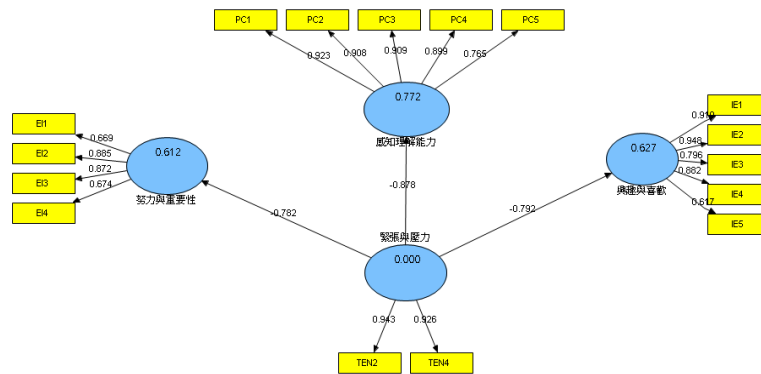


圖 5 緊張與壓力構念的路徑分析

在圖 5 所呈現的是四個構念，興趣與喜歡，感知理解能力，努力與重要性，緊張與壓力與緊張構念的路徑分析。圖 5 不僅顯示個指標因素與各構念的路徑關係，也提供緊張與壓力構念與其他三個構念（興趣與喜歡，感知理解能力，努力與重要性）間的關係均呈現高度的負面效果。各構念間的總效益（路徑係數）為緊張與壓力構念與努力重要性構念是-0.782492，t-value 是 19.5；緊張與壓力構念與感知理解能力構念是-0.878495，t-value 是 28.355；緊張與壓力構念與興趣與喜歡（內在動機）構念是-0.791645，t-value 是 16.930；路徑分析的顯著性都達到顯著水準。表示對這些學習者而言，興趣與喜歡，感知理解能力，努力與重要性都和緊張與壓力的關係都呈現負面的效果。

### 實驗二：數學內在與外在動機量表的綜效

我們參考 Amabile (1994) 等人的問卷，擬定了合作教學的內在與外在動機量表，本文所採用的合作學習內、外在動機量表是修改自教育部國民及學前教育署，委託國立臺北教育大學推動為期四年的「活化教學—分組合作學習的理念推廣與實踐方案」中的學生分組合作學習經驗問卷調查(後測, 2016), 問卷試題如附件一。其中的構念有 1) 內在動機\_\_興趣與喜歡 (Enjoyment Motivation Scale); 2) 內在動機\_\_挑戰 (Challenge Motivation Scale), 由任務本身所激發的挑戰心; 3) 外在動機\_\_外在誘因 (Outward Motivation Scale), 非任務本身所產生的價值因素或再認知; 4) 外在動機\_\_補償作用 (Compensation Motivation Scale), 報酬取向; 表 3 中, 數學的內在動機\_\_興趣與喜歡構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.86; 內在動機\_\_挑戰構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.91; 外在動機\_\_補償構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.72; 外在動機\_\_外在誘因構念的 Cronbach's Alpha 值為 0.74。四個構念間的區別效度為興趣與喜歡構念構念的值為 0.84; 內在動機\_\_挑戰構念的值為 0.83; 外在動機\_\_補償的值為 0.80; 外在動機\_\_外在誘因的構念的值為 0.706, 如表 4。由表 3 的 Cronbach's Alpha 與 Composite Reliability 的信度均在 0.7 以上, 本問卷的信度屬於良好。

表 3

內在動機\_興趣與喜歡、挑戰、外在動機\_外在酬賞、補償作用的信效度分析

	AVE	Composite Reliability	R Square	Cronbachs Alpha	Communality	Redundancy	Discriminant validity
內在喜歡	0.710447	0.907362	0.749105	0.863616	0.710447	0.529527	0.8428801
內在挑戰	0.705443	0.934519		0.91468	0.705443		0.8399062
外在補償	0.642842	0.842463	0.760585	0.722767	0.642841	0.368036	0.8017742
外在誘因	0.498463	0.831409	0.619285	0.747089	0.498463	0.305767	0.7060191

表 4 則呈現各因素與各構念間的因素負荷量。其中，與構念相關的因素負荷量必須大於其他構念的因素負荷量，表示具有量好的收斂效度 (convergent validity) 與區別效度 (discriminant validity)。解釋力則內在動機\_興趣與喜歡為 0.749；外在動機\_補償構念為 0.760；外在動機\_外在誘因構念為 0.619。

表 4

呈現各因素與各構念間的因素負荷量

	外在補償	外在誘因	內在喜歡	內在挑戰
EC1	<b>0.689117</b>	0.490326	0.344714	0.486825
EC3	<b>0.872264</b>	0.734187	0.57598	0.690346
EC5	<b>0.832345</b>	0.705411	0.680719	0.782454
EO1	0.681134	<b>0.765787</b>	0.568527	0.658426
EO2	0.528053	<b>0.617387</b>	0.230614	0.438221
EO3	0.587244	<b>0.678764</b>	0.391901	0.560694
EO5	0.590666	<b>0.781845</b>	0.482433	0.57984
EO6	0.48129	<b>0.672843</b>	0.64644	0.510285
IC1	0.534429	0.602629	0.770508	<b>0.743608</b>
IC2	0.730767	0.710279	0.833566	<b>0.890439</b>
IC3	0.75707	0.658032	0.77044	<b>0.907024</b>
IC4	0.702971	0.631378	0.730262	<b>0.896351</b>
IC5	0.809452	0.774133	0.611414	<b>0.743045</b>
IC6	0.615546	0.554201	0.621982	<b>0.841767</b>

表 4 (續)

<b>IE1</b>	0.455645	0.409956	<b>0.828048</b>	0.656248
<b>IE2</b>	0.680869	0.674994	<b>0.906772</b>	0.821564
<b>IE3</b>	0.645977	0.643635	<b>0.820561</b>	0.713586
<b>IE4</b>	0.518297	0.526186	<b>0.812754</b>	0.713354

研究採用 PLS 分析。因為樣本數不多，以 bootstrap 反覆抽樣法( bootstrap resampling method ) 反覆抽取 5,000 個樣本做為參數估計與推論。PLS 模型的分析與詮釋有二個步驟，第一個步驟是檢驗測量模型的信效度，第二個步驟檢測結構模型的路徑係數的顯著性與預測能力。在測量模型方面有五個條件， 1)各別因素負荷量必須大於 0.5； 2)內部一致性，組合信度 ( composite reliability )與 Cronbach’s alpha 必須大於 0.7； 3)平均變異萃取量( average variance extracted, AVE ) 須大於 0.5； 4)每個構面 AVE 的平方根必須大於與其他構面的相關係數；各因素與各構念間的因素負荷量均大於 0.5，且大於其他構念的因數負荷量。其中，構念相關的因素負荷量大於其他構念的因素負荷量，表示具有良好的收斂效度 ( convergent validity ) 與區別效度 ( discriminant validity )。5)該因素負荷量必須大於其他因素負荷量，即表示測量具有很好的收斂效度與區別效度。

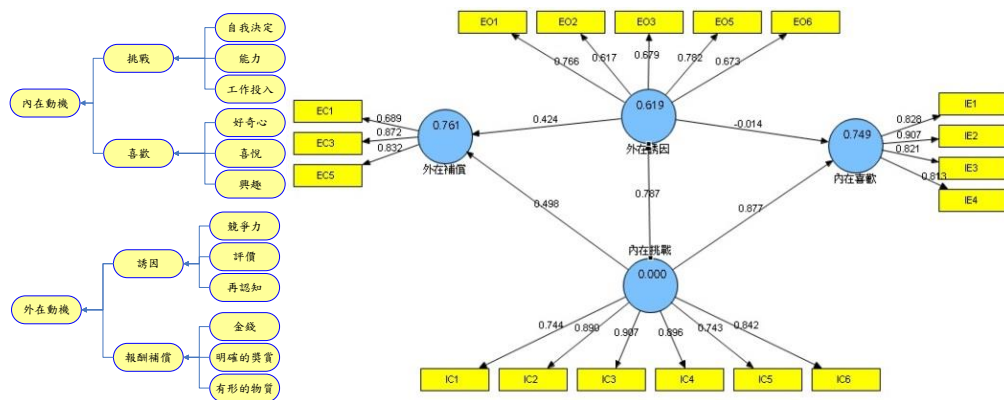


圖 6 內在動機\_興趣與喜歡、內在動機\_挑戰、外在動機\_外在酬賞、外在動機\_誘因作用構念間的路徑分析

圖 6 中顯示實驗在合作學習下內在動機的挑戰構念對內在喜歡、外在補償與外在誘因都有顯著的影響，其中對內在喜好構念與外在誘因構念有較多的影響。表示內在挑戰的構念與內在興趣或喜歡有顯著的高度相關，表示學習者對數學具有高度的挑戰力者，對內在的喜愛程度也就越高。其次內在挑戰的構念與外在誘因也有著顯著的高相關，顯示在外在誘因與內在挑戰有互相影響的可能，表示在合作是學習的情境下，分組競賽加分、獎品或是個別加分機制下，對本身富有挑戰意願的學習者會有相當大的影響力。換句話，教學者面對這類型的學習者，在動

機的啟發維持上，可以採用競賽的策略，對學習上可能會有助益。另一方面，在圖 6 中我們也可以看到外在誘因與內在喜歡的維度呈現不顯著的負相關，這和學者（Amabile 1985; Amabile et al., 1976; Amabile et al., 1994）提出外在動機會破壞內在動機的說法接近。在路徑的顯著性分析內外動機的路徑顯著性分析，顯示出內在動機\_\_挑戰與外在動機\_\_外在酬賞的路徑係數達到顯著，呈現出內、外動機的動機綜效；其次，內在動機\_\_興趣與喜歡、內在動機\_\_挑戰的路徑係數達到顯著；外在動機\_\_外在誘因與外在動機\_\_補償作用的的路徑係數達到顯著。而內在挑戰（我會經常在上課時動腦筋思考；我很願意講解給同學聽；）與外在酬償（我幫助別人解決數學問題很有成就；我喜歡上台解講數學問題；我跟同學在數學討論上的感情很親近；我跟數學老師的互動很密切；我常能感受到數學老師對我的關心。）有顯著的影響，表示動機的引起、維持，並導引到學習行為上，可以適當地採用的教學策略，可能讓學習表現更好。研究限制：實驗教學時，仍未能解決的問題為（1）當學習者有多數無意願參與或是不被約數時，此時教學效果並不理想。可行方式 1)加入協同教學者，如具影響與約束力的導師，將大幅改善秩序面增加教學成效。2)增強外在酬賞如糖果或口頭肯定……等。3)從降低起始的教學門檻增強內在挑戰意願。問題（2）當排座位成為拒絕的理由時 1)直接以原長方形座位，依照分組就位。2)先排好組員就定位的先加分。3)輔以網頁 ClassDoJo 進行學習者的群組與個別的行為獎懲發佈，藉以即時與累積各組與個別表現，並提供親師的觀察與溝通的平台。

## 肆、 結論

本文提供在合作學習的情境中，探討學習者的內在動機與外在動機的相互影響。激發學習者的動機是希望指引起學生、維持，並導引學習活動，往往趨向教師所設定目標的教學歷程。根據實驗顯示：1.緊張與壓力與三個構念 1)興趣與喜歡，2)感知理解能力，3)努力與重要性，有負向顯著的影響。2.內在挑戰對 1)內在喜歡，2) 外在誘因，3)外在補償有正向顯著的影響。3.外在誘因對外在補償有正向顯著的影響。4.外在誘因對內在喜歡有負向顯著的影響。由實徵發現緊張與壓力對學習者的興趣與喜歡、感知理解能力與努力與重要性會有顯著的負面影響。例如在做數學時感到受挫折或不能對學習感到滿意，將有損於學習興趣，降低努力與理解的程度。而學習內在動機屬於學習者的心理性動機，若是受外在環境因素影響而形成的，則為外在動機；若受本身內在需求、興趣、喜歡或享受而產生的話，則視為內在動機。內在動機是在沒有外在獎賞（extrinsic reward）的情況下，個人仍能自願從事某一項工作或活動，並能從此項工作或活動中獲得滿足、喜悅、樂趣、勝任感或成就感。外在動機則是為了去獲取一種工作以外的目的，而非與工作相關的內容時產生的動機。而就動機綜效而言，內在動機與外在動機存在於學習者的學習過程中，兩者兼具可能只是成分與比例不同。根據分析，若能提升學習者內在動機的挑戰心，則對內在喜歡、外在補償與外在誘因都有顯著的正面影響。在合作學習下，面



對較傾向受外在人為或情境因素影響的學生與重內在動機的學生，教學者則應著重在學習者可以在教學活動中提供適度學習情境的操弄，讓學習者獲得滿足、喜悅、樂趣、勝任感或成就感與嘗試採用外在誘因與內在挑戰有互相影響的可能，進行分組或個人的競賽，對本身富有挑戰意願的學習者會有相當大的影響力。本實驗提供高成就低得分、低成就高得分的計分方式與空間環境的設定，企圖提升學生的合作及互動的學習關係。在遊戲規則下，大家共同認知的最佳得分人員為三號與四號成員，如此，一方面藉由組長教導同組相對認知弱勢的組員，提升個人績效責任，同時藉由計分策略提升組員間的積極的角色互補、籌償參與、相互依賴的成就關係；高學習成就者，組內關鍵的教學者與策略的領導者，並且讓高學習成就者有機會教學相長。低學習成就者，組間競賽的最佳得分者與策略的執行者，並在組內成員的引領期盼下，恢復學習的責任感與企圖心，而在完成任務的當下自然也增強學習者的自信心與挑戰心，有助於提升學習動機。讓高學習成就者願意與低學習成就者溝通，並挑戰自我的教學方式必需為低學習成就者所能了解的方式教學，讓低學習成就者有能力上台解題或講解，所以，高、低學習成就者在教、學與得分的供需上，成為制度下互補的角色，可以更積極而有效的結合，對於合作與參與的意願大幅提升。此外，高、低學習成就者在籌償參與都扮演關鍵且重要的角色，在相互教學與競賽得分的依賴性有增無減，組間觀摩與競賽下，使得組內的關係更加緊密。如此可能大大提升教學的整體效能，也相對地減輕教學者的負荷。而可能面臨的問題是高學習成就者無意願指導，只願意獨善其身時，會在分組時，加入低學習成就但具有高度學習動機的成員，將能主動與高學習成就者討論並搶答。當低學習成就者無意願時，則會給予較簡易的問題，指定上台或回答，使其也能獲得肯定。在本實驗情境設計中，藉由分組設計除了強調組間均質、合作、競爭，並藉由位置空間的格局建立組間的視覺聚焦、效能比較與互教互學的訊息空間。在組內則藉由分組設計控制組員與組長間的認知差異、學習風格與討論問傾向，企圖降低組內成員間的認知與學習落差，並透過計分策略提升組內組員間的正面積極的相互依賴、籌償的參與、支援的分配（知識、能力、技巧、得分）、與角色的互補。強化個人化責任績效，視組員為學習共同體，協助、支持與鼓勵特定組員完成任務，企圖激勵組內面對面的互動，合作去完成群組的任務；強化小組經營積極地合作情境與團體多元互動的歷程，提升在合作學習中的個人動機與團體動力營造多元積極的學習空間過程中，同時也融入同儕教學的力量，顯著提升教學與學習的效果。

## 參考文獻

- 國科會新聞稿，2005，近年來我國中、小學生數理科表現升？或降？—國際數學與科學教育成就趨勢調查結果—**科學教育月刊**，第 276 期，頁 58-64。
- 臺灣 PISA 國家研究中心主編（2015）。**臺灣 PISA 2012 結果報告**。心理出版社。
- 學生分組合作學習經驗問卷調查（後測）（2016）。2016 年 1 月 24 日，**教室教學的春天\_透過合作學習創建學習共同體**，取自 <http://www.coop.ntue.edu.tw/questionnaire.php>。

- Amabile, T. M., DeJong, W., & Lepper, M. (1976). Effects of externally imposed deadlines on subsequent intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, 92–98. doi: 10.1037//0022-3514.34.1.92
- Amabile, T. M. (1985). Motivation and creativity: Effects of motivational orientation on creative writers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 393–399. doi: 10.1037/0022-3514.48.2.393
- Amabile, T. M. (1993). Motivational synergy: Toward new conceptualizations of intrinsic and extrinsic motivation in the workplace. *Human Resource Management Review*, 3, 185–201. doi: 10.1016/1053-4822(93)90012-S
- Amabile, T. M., Hill, K. G., Hennessey, B. A., & Tighe, E. M. (1994). The Work Preference Inventory: Assessing intrinsic and extrinsic motivational orientations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66: 950–967. doi: 10.1037//0022-3514.66.5.950
- Amabile, T. M., & Mueller, J. S. (2007). Studying creativity, its processes, and its antecedents: An exploration of the componential theory of creativity. In J. Zhou & C. Shalley (Eds.), *Handbook of organizational creativity*: 31–62. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1975). *Beyond Boredom and Anxiety: Experiencing Flow in Work and Play*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1978) *Intrinsic Rewards and Emergent Motivation in The Hidden Costs of Reward: New Perspectives on the Psychology of Human Motivation* eds Lepper, Mark R;Greene, David, Erlbaum: Hillsdale: NY 205-216.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. New York, NY: Harper Perennial.
- Deci, E. L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 18, 105–115. doi: 10.1037/h0030644
- Deci, E. L. (1972) Intrinsic motivation, extrinsic reinforcement, and inequity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 22, 113-120. doi: 10.1037/h0032355
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York: Plenum. doi: 10.1007/978-1-4613-4446-9\_3
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125, 627– 668. doi: 10.1037//0033-2909.125.6.627
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum. doi: 10.1007/978-1-4899-2271-7
- Eisenberger, R., & Cameron, J. (1996). Detrimental effects of reward: Reality or myth? *American Psychologist*, 51, 1153–1166. doi:10.1037/0003-066X.51.11.1153
- Gagne´, M., & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331–362. doi: 10.1002/job.322
- Grant, R. A. (1989), “Building and Testing a Causal Models of an Information Technology’s Impact,” *Proceeding of the Tenth ICIS, Boston, MA*, 173. dio: 10.1145/75034.75050
- Fornell, C. R. & Larcker, F. F. (1981), “Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error,” *Journal of Marketing Research*, 18, 39-51. doi: 10.2307/3151312

- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60, 48-58. doi: 10.1080/02701367.1989.10607413
- Johnson, D. W. and Johnson, R. T. (2002) Learning Together and Alone: Overview and Meta-analysis, *Asia Pacific Journal of Education*, 22:1, 95 — 105. doi: 10.1080/0218879020220110
- OECD ( 2010 ) . PISA 2012 Mathematics Framework. OECD, Paris. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46961598.pdf>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67. doi: 10.1006/ceps.1999.1020
- Strijbos, J. W., Fischer, F. (2007). Methodological challenges for collaborative learning research. *Learning and Instruction*, 17, 389-393. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.03.004
- Intrinsic Motivation Inventory (IMI), Retrieved October 4, 2015, <http://www.selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>.

## 附件一

編號	內、外在動機構念	代碼	合作學習問卷試題
1	內在動機_挑戰	IC1	我上課時很願意也很能專心。
2	內在動機_挑戰	IC2	我的學習數學的效果要很好。
3	內在動機_挑戰	IC3	我對這數學的學習能力很有信心。
4	內在動機_挑戰	IC4	我會經常在上課時動腦筋思考。
5	內在動機_挑戰	IC5	我很願意講解給同學聽
6	內在動機_挑戰	IC6	我願意主動尋求同學的協助或是問題。
7	內在動機_喜歡	IE1	上數學課很有趣。
8	內在動機_喜歡	IE2	我會主動投入很多的時間學習。
9	內在動機_喜歡	IE3	我樂意參與老師要我們進行的活動。
10	內在動機_喜歡	IE4	我很喜歡上數學課。
11	內在動機_喜歡	IE5	我就是喜歡上台講解
12	外在動機_外在酬償	EO1	我很願意幫助別人解決數學問題。
13	外在動機_外在酬償	EO2	我喜歡上台解講數學問題
14	外在動機_外在酬償	EO3	我跟同學在數學討論上的感情很親近。
15	外在動機_外在酬償	EO4	我跟數學老師的互動很密切。
16	外在動機_外在酬償	EO5	我常能感受到數學老師對我的關心。
17	外在動機_補償	EC1	我經常感受到同學給我的支持或鼓勵。
18	外在動機_補償	EO2	我通常上台講解都講對
19	外在動機_補償	EC3	當我上台講解都會支持或鼓勵。
20	外在動機_補償	EC4	我上台講解是為了幫小組得分。
21	外在動機_補償	EC5	我喜歡自己的講解被認同