

林素微 (2018)。

數學課室教師支持與學生數學素養關聯探討：以 PISA 2012 臺灣資料為例。

臺灣數學教師，39 (1)，1-17

doi: 10.6610/TJMT.201804_39(1).0001

數學課室教師支持與學生數學素養關聯探討：以 PISA 2012 臺灣資料為例

林素微¹

¹ 國立臺南大學教育學系

教師往往是學生原生家庭之外的重要他人之一，教師對於學生的學習有相當的影響力，因此良好的教師支持應是數學教室經營的一項重點。本研究以 PISA 2012 學生問卷中關於數學教師支持量表來進行探討，探討學生的數學素養與其所感知的數學教師支持的關聯性。研究運用潛在類別分析，分別將學生在數學教師支持量表的反應組型加以意義化分類。結果以分成三種型態為最佳，根據這三群學生在數學教師支持量表的作答機率組型分別命名為低幫助低熱忱（11.19%）、高幫助高熱忱（57.57%）、高幫助低熱忱（31.24%）。成就薄弱組的學生傾向於認同他們的數學教師支持為低幫助低熱忱，相對的，成就頂尖的學生則傾向於有較高幫助高熱忱的數學教師支持認同。針對此一現象，研究建議教育研究者可進一步探討如何提升低成就學生對其數學教師的認同感，而數學教師則可考量如何與這群特殊學生的建立融洽的互動關係，來進一步提升學生的數學素養。

關鍵詞：PISA；低成就；數學素養；數學教師支持

壹、緒論

一、研究動機與背景

數學是科學學習之母，其與生活有相當密切的關聯，數學的知識與技能都與日常生活或職場有密不可分的關係。學習數學，除了邏輯思維等基本能力的訓練之外，也有助升學或者就業。也因為如此，數學一直是臺灣正規教育重要的學科之一。

由於學習內容的抽象性，數學在學校課程中具有特殊的地位，可能導致學習動機低，學習困難。為了克服這些困難，數學教師採用不同的方法，包括注重良好的師生關係。

經營良好的師生關係是學校教育環境中重要的一環，有許多研究探討的師生關係與學習表現的關聯，國內也有許多相關研究指出師生關係對於學生的學習影響不容忽視的影響（例如：丁學勤、曾智豐，2013；張玉茹、江芳盛，2013；黃儒傑，2012）。國外許多研究已經證明了師生關係對於學習數學的成功的重要性（Crosnoe, Morrison, Burchinal, Pianta, Keating, Friedman & Clarke-Stewart, 2010; Mikk, Krips, Säälük, & Kalk, 2016）。Finn 等人（2009）的後設分析中則指出學生的學習成果和其所感知到的教師關懷之相關係數為 0.55。Hattie（2009）指出將師生關係的總體效果（ $d = 0.72$ ），是其探討的 138 個與學習成果關聯的變項中排名第 11 順位。Fast 等人（2010）指出關懷度較高的課室環境會使得學生的數學自我效能顯著提高，進而提高了數學成績。Marzano、Marzano 與 Pickering（2003）總結 100 多項研究的結果指出，良好的師生關係可讓學科學習感到困難、或者違規的學生比率降低約 30%。Cornelius-White（2007）指出基本學習（智商，語言，數學）技能與以學習者為中心的教師變項有較高的關聯。

師生關係對於那些在數學學習掙扎的學生尤為重要（Hughes, Wu, Kwok, Villarreal, & Johnson, 2012）。Leikin 與 Levav-Waynberg（2007）指出，數學教師在課堂上講解時往往不會尋求以多元的解題方式來處理問題，因而數學教師與學生建立關係相對比較困難，該研究建議數學老師可藉由注意他們自身的行為，盡力表達出他們對於學生關心及支持來進一步支持學生發展的機會。Säälük、Mikk、Krips 與 Kalk（2014）的研究指出八至九年級的學生認為文科教師會比數學教師付出較多的關心和支持（引自 Mikk, Krips, Säälük, & Kalk, 2016）。黃儒傑（2012）指出社經弱勢學生相對於一般學生的師生關係可能有所差異，社經弱勢的中低以下收入及單親學生所獲得社會支持較一般學生少，因此，研究建議教師應多關懷弱勢學生，而良好的社會支持與正向的師生關係有助於提高弱勢學生的學習價值，且良好的社會支持還能夠促進良好的師生關係，更加提高學習價值。

Cornelius-White (2007) 指出，人文教育和現今建構主義者所強調的「以學習者為中心」的學習觀強調正向的師生關係可支持理想的 (optimal)、全人式 (holistic) 的學習。建構主義的教育方式改變了教師的角色：他們的主要角色不再是傳播知識，而是促進學習 (Korthagen, Klaassen & Russell, 2000)。儘管已經有許多研究，但 Bernstein-Yamashiro 與 Noam (2013) 宣稱師生關係仍然是一個日益增長的研究領域。

師生關係包括教師支持行為和教師關懷行為 (Mikk, Krips, Säälk, & Kalk, 2016)。教師的公平和誠信對於師生之間的良好關係非常重要 (Minor, Onwuegbuzie, Witcher & James, 2002)。良好的師生關係出現在安全和關懷的課堂環境中。教師可以通過傾聽學生，表達自己的感受，展現出誠實、信任、謙卑、期望和勇氣來表達關懷 (Collinson, Killeavy & Stephenson, 1999)。

良好的師生關係有利於學生的學習和動機 (Hughes et al., 2012)。Marzano 與 Marzano (2003) 指出相對於學校課程、評量，教師協同、和社群參與等學校政策，教師的課堂行動對學生成就的影響是上述這些變項的兩倍。在教學中，最重要的行為是與表達對學生的關懷、以不同方式支持學生以及課室管理。許多研究進一步表明，正向的師生關係與學生投入參與的提升有助於學生學業成就的提高 (Patrick, Ryan, & Kaplan, 2007)。尤其是數學和科學兩個學生容易感到焦慮的學科，教師的鼓勵、讚美和其他形式的支持可能尤為重要 (Wigfield & Meece, 1988)。然而，研究人員經常發現，成績最高的學生通常也獲得最多的鼓勵 (Usher & Pajares, 2008)。

Bandura (1986) 和 Urdan、Schoenfelder (2006) 指出在課堂和學校的社會情境脈絡下學生的學習動機和學習效率受到了師生關係品質的影響。La Paro 與 Pianta (2003) 認為，理想的課堂環境以作業的強烈興趣和專注，尊重的溝通和支持，以及對個別差異的回應為主要特徵。

有證據指出，在越高年級，正向積極的師生關係會下降。Entwisle、Alexander 與 Olson (1997) 以 *In the Beginning School Study* 資料分析中指出，一年級「喜歡老師」的學生比例較高 (男生 76%，女生 81%)，但在四年級結束時，男生下降至 52%，女生則為 70%。Klem 與 Connell (2004) 指出 22% 的小學生和 39% 的中學生感受到較低水平的教師支持，這些學生往往也面臨較大的學習風險。此外，許多關於師生關係的研究以中高年級國小學生為主，較少涉及中學生可能原因是，當學生上中學時，與特定教師的互動一般而言並不是特定學科的主要決定因素 (Kelly & Zhang, 2016)。針對 61 項與教師正向情感關聯 (即關懷，依戀，支持，喜歡等) 的後設研究中，Roorda、Koomen、

Spilt、與 Oort (2011)。指出了這些正向的教師情感和學生學習投入之間的關係的整體效果大小為 $r = 0.39$ ，其中，中學的關聯比國小中高年級更強。

國際學生能力評量計劃 (the Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA) 是二十一世紀頗受矚目的大型國際評量計畫之一，其以素養為號召，評量目的是想要了解 15 歲學生是否具備面對社會挑戰的能力，而數學素養是其中的核心評量項目之一。為界定這些 15 歲學生是否具有充分參與現代社會的能力，PISA 將數學素養水準 2 被視為是數學精熟度的基準線，PISA 界定低於水準 2 (也就是水準 1 及低於水準 1) 的學生是亟待補救強化的低表現群組，而臺灣從參與 PISA 2006 至今，均約有 12% 左右的比例為低表現群。這些學生未來在日常工作生活的真實世界中將面臨數學思考或學習的困難，教育社群應正視這些弱勢水準可能碰到的挑戰與障礙。

除了測量學生的素養表現之外，PISA 同時也透過學校、學生等問卷的蒐集探討諸多面向可能的影響因子，其中，師生關係便是其感興趣的主題之一。

在 PISA 2009 的學生問卷當中，曾針對學校教師與學生的師生關係進行探討，題目詢問學生對針對學校老師考量「我和大部分老師相處融洽」、「大部分老師都關心我的身心健康」、「大部分老師都公平地對待我」...等問題的同意程度來測量學生所感知到師生關係。Mikk、Krips、Säälük 與 Kalk (2016) 分析了師生關係與國際學生評估計劃 (PISA) 2009 年科學與數學在三個層面上的結果：學生、學校、國家層級。該研究顯示學生層面的弱相關 (相關係數為 0.16)，在學校層面之間存在正相關關係 (高達 0.34)。但在國家層面，師生關係與 PISA 結果卻呈負相關 ($r = -0.51$)。

由於 PISA 2009 的師生關係乃是一般性的師生關係，並沒有針對數學學科進行探討，因此，若以 PISA 2009 的師生關係調查變項和學生的數學素養進行探討，這樣的關聯結果若推論至數學課室可能略為牽強。而 PISA 2012 的探討主軸為數學，因此在這一波調查中，會以數學相關的資訊蒐集為主，其中，數學教師支持量表詢問學生在數學課室中，以下五個事件發生的頻率：「老師對每位學生的學習感興趣」、「當學生有需要時，老師會給予額外的幫助」、「老師會幫助學生學習」、「老師不斷教導，直到學生了解為止」、「老師給學生表達的機會」。因此，在本研究以 PISA 2012 臺灣 15 歲學生為探討對象，檢視這些學生所感知到的數學教師支持和其數學素養的關係。

PISA 2012 將一般性的師生關係、數學教師支持以及相關數學教師教學因素視為學習環境因素之一，並指出在高效能學校和優質的學習環境下通常學生的表現會較好 (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013)。支持性的師

生關係往往導致學生對老師有正向積極的觀感及歸屬感(Battistich et al., 1995)。Roeser、Midgley 與 Urdan (1996) 指出幾乎所有的老師多數都認同教師的正式工作職責之一是支持學生的學習，所以教師支持的相關研究強調支持的程度以及學生所知覺到的教師支持的一致性。

本研究假設師生關係與學生的表現有所關聯，嘗試透過將學生所感知的數學課室的教師支持進行意義化的組型切入，探討學生所感知到的數學教師支持可能有哪些型態？而這些不同的數學教師支持型態的學生，其數學素養的表現又是如何？探討不同數學表現水準學生所感知到的數學教師支持為何？基於這樣的想法，本研究採用潛在類別分析將學生所針對數學課室的教師支持問卷反應進行客觀的分類，進而探討不同數學教師支持型態的學生的數學素養表現是否存在差異，並進一步針對不同師生關係型態與數學素養水準間的關聯性。

二、研究目的

基於上述的研究動機，本研究針對參與 PISA 2012 的臺灣 15 歲學生，提出以下的研究目的：

- (一) 探討臺灣學生所感知的數學課室教師支持狀態。
- (二) 探討學生所感知到的數學課室教師支持組型。
- (三) 檢視不同數學課室教師支持組型的數學素養差異情形。
- (四) 檢視不同數學課室教師支持組型與數學素養水準的關聯情形。

貳、研究方法

一、資料來源

研究中的資料是來自 2012 臺灣地區 PISA 資料，共有 6046 名 15 歲的學生參與，由於此一波調查的學生問卷是採用三套題本隨機分派給學生，問卷試題採螺旋式的設計，故每項數學關聯的量表(如數學自我效能、數學焦慮...等)均約有三分之二的學生填答，因此，刪除數學教師支持問卷的缺失值之後，樣本人數為 3976 人，研究針對用這些學生進行潛在類別分析。而探討不同數學教師支持型態與數學素養的關聯時，考量 PISA 的抽樣方式是以學校類型作為主要的分層變項，依照母群中各的比例以及規模大小比例的概率進行學校抽樣，而抽中的學校再以系統性抽樣 40 名學生(洪碧霞、劉妍希, 2015)，

因此各校學生對應到母體可能有不同的權重，為使本研究更具母體代表，本研究分析使用加權後的學生人數，為 192577 人。

二、數學課室的教師支持量表

在 PISA 2012 學生問卷中，數學課室的教師支持量表詢問學生在數學課室中，以下五個事件發生的頻率：「老師對每位學生的學習感興趣」、「當學生有需要時，老師會給予額外的幫助」、「老師會幫助學生學習」、「老師不斷教導，直到學生了解為止」、「老師給學生表達的機會」；題目為四點量表，分別為「在所有課堂上」、「在大部分課堂上」、「在一些課堂上」、「從來沒有或幾乎不曾」。

此指標透過單參數的試題反應理論模式（one-parameter item response model）進行量尺化（scaling），量尺分數值介於 3 與 -3 之間，其平均為 0，標準差為 1；量尺化程序請參見 OECD 技術報告（OECD, 2014, pp.312-316）。臺灣數學課室教師支持量表的信度分別為 0.86（OECD, 2014, pp.327），OECD 平均則為 0.82（OECD, 2014, pp.326）。

三、分析方法

針對研究目的一，本研究以 SPSS，針對學生所感知到的數學教師支持量尺分數進行描述性統計分析，以及其與數學素養的關聯。針對研究目的二，研究使用 MPLUS 軟體進行潛在類別分析以獲得適切的數學教師支持潛在類別模式，本研究將「在所有課堂上」及「在大部分課堂上」偏向高頻率的回答編碼為 1，「在一些課堂上」和「從來沒有或幾乎不曾」偏向低頻率的作答反應編碼為 0 來進行潛在類別分析以獲得適切的數學教師支持的潛在類別模式。針對研究目的三和四，本研究在取得較佳的模式評估之後，則使用 SPSS 軟體分析不同數學教師支持型態的學生，其數學素養表現的概況；以及進行對應分析來檢視不同數學教師支持型態與不同數學素養水準組型間的關聯情況。由於 PISA 2012 資料庫提供五個數學素養，本研究涉及數學素養的分析時均先分別以五個數學素養值作為結果變項進行分析，之後再以這五次分析結果的平均值作為討論依據。

參、研究結果

一、臺灣學生所感知的數學課室教師支持狀態分析

表 1 呈現的是 15 歲學生所感知到的數學課室中教師對於其學習支持頻率之百分比

摘要。從表 1 可以知道，臺灣學生感知到數學課室中教師對學生學習的支持頻率相當高，其中「當學生有需要時，老師會給予額外的幫助」、「老師會幫助學生學習」兩項有超過八成的學生認為在所有課堂或者是大部分課堂上均可以感受到教師的支持，其次是「老師給學生表達的機會」，約有 77% 的學生認為所有課堂或者大部分課堂會發生；而有近七成的學生認為「老師不斷教導，直到學生了解為止」在課堂發生的頻率相當高；而認為「老師對每位學生的學習感興趣」常常發生的學生的百分比最低，約為 54%。可見臺灣數學教師在提供的數學教學支持上得到大多數學生的認同。

表 1
學生所感知到的數學課室教師支持頻率百分

題目	頻率	在所有課堂上	在大部分課堂上	在一些課堂上	從來沒有或幾乎不曾	合計
老師對每位學生的學習感興趣	16.5%	37.3%	39.6%	6.6%	100%	
當學生有需要時，老師會給予額外的幫助	44.7%	37.4%	15.8%	2.1%	100%	
老師不斷教導，直到學生了解為止	52.3%	34.4%	11.7%	1.7%	100%	
老師會幫助學生學習」	34.9%	35.0%	25.5%	4.6%	100%	
老師給學生表達的機會	42.0%	34.8%	20.2%	3.1%	100%	

而表 2 呈現的是學生數學素養與教師支持的描述統計及兩者的相關資訊。從表 2 可以看出，雖然本研究僅以臺灣約三分之二的 15 歲學生母群進行分析，但本研究樣本的數學素養表現資訊（平均 560.74，標準差為 113.9）和整體 15 歲母群的表現（平均 560，標準差 116）接近，而臺灣學生所感知到的教師支持平均為 0.12，標準差為 0.85，顯示臺灣學生所感知到的教師支持略高於 OECD 平均，且個別差異略小於 OECD。教師支持與數學素養兩者的相關為 0.06，解釋力為 0.36%。從這樣的結果來看，兩者的關聯不高，主要原因在於多數學生對於教師支持感到認同，因此，若要檢視不同表現精熟學生成就與師生關係的關聯，可能有進一步採用不同分析進行探討的必要。因此，本研究後續將學生在教師支持量表的回應採用類別化的方式進行探討，期待能進一步釐清可能的關聯。

表 2

學生之數學素養及教師支持之描述統計摘要 (n = 192577)

	平均數	標準差	相關
數學素養	560.74	113.9	0.06**
教師支持	0.12	0.85	

** $p < .01$.

二、數學課室的教師支持之潛在類別模式分析結果

數學教師支持的潛在類別模式適配指標如表 3 所示，AIC、BIC 及 Adjusted BIC 在三個潛在類別的模式適配指標均最低(這些適配指標數值愈小，則模式愈佳，而 Nylund、Asparouhov 與 Muthén (2007) 建議樣本人數多，以 BIC 來選擇最佳模式)，因此，本研究的資料顯示以三個類別的模式為最佳模式。表 4 顯示類別比率及這三種型態學生在試題的作答反應機率，這三個型態的類別比率分別為 11.19%、57.57%、31.24%，也就是全部的學生有接近 11% 被分到類別 1，58% 被歸類為類別 2，31% 的學生則是被歸類為類別 3。類別 2 的學生在題目 2 同意的條件機率为 0.987，代表類別 2 的學生有 98.7% 的機率認為在「當學生有需要時，老師會給予額外的幫助」事件在數學課室中有高頻的發生率。

圖 1 及表 4 可以觀察到類別 2 的學生指出數學課室中教師在各項支持行為均常常發生，因此本研究將類別 2 命名為「高幫助高熱忱」組，他們感知到數學課室當中的老師常常給予協助、對學生學習感興趣、也會持續教導直到學生理解；相對於類別 2，類別 1 的學生相對認為數學課室中教師在各項支持行為並不常發生，顯示他們並沒有在數學課室中特別感受到教師的支持，此種類型的學生本研究歸之為「低幫助低熱忱」；類別 3 的學生則是在認為教師會給予幫助，但似乎較少感受到老師對於學生的學習感興趣，給予學生表達的機會，或者不斷教導等，因此，本研究針對類別 3 的學生命名為「高幫助低熱忱」組。

表 3

問題解決探索性潛在類別分析模型適配指標摘要表

Model	AIC	BIC	Adjusted BIC
2-class	18020.49	18089.66	18054.71
3-class	17580.14	17687.04	17633.02
4-class	17546.36	17690.98	17617.90
5-class	17551.06	17733.41	17641.26

表 4

三類別模式在數學教師支持量表題目上的條件機率與潛在類別比率

題目	類別 1	類別 2	類別 3
老師對每位學生的學習感興趣	0.052	0.804	0.303
當學生有需要時，老師會給予額外的幫助	0.051	0.987	0.803
老師會幫助學生學習	0.043	1.000	0.913
老師不斷教導，直到學生了解為止	0.064	0.959	0.507
老師給學生表達的機會	0.230	0.972	0.627
類別比率	11.19%	57.57%	31.24%

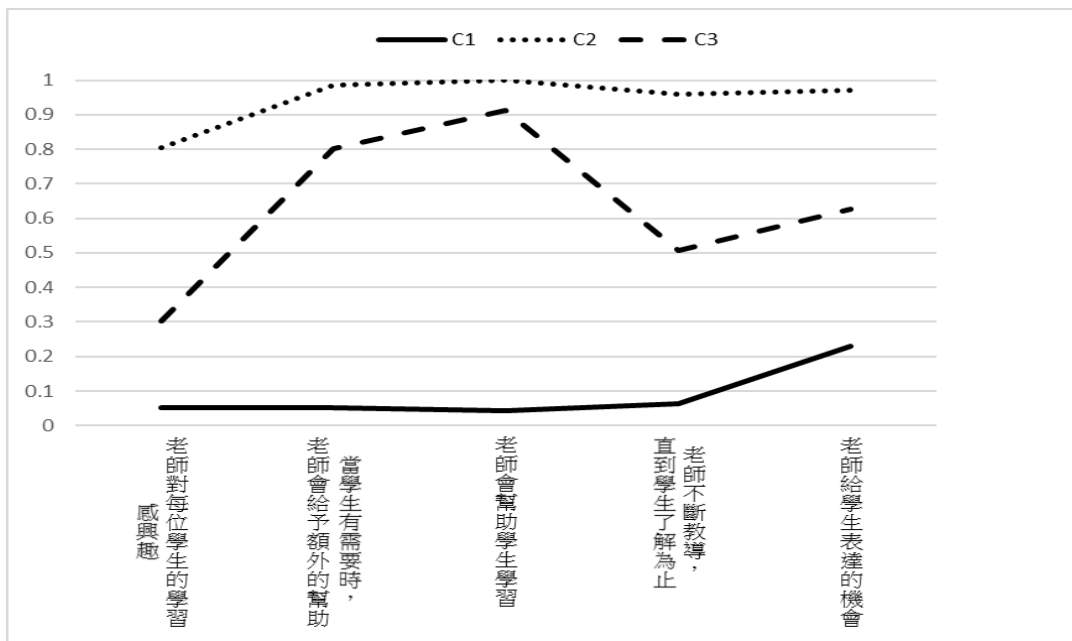


圖 1 三類別模式在數學教師支持量表題目頻率反應的條件機率

三、不同數學教師支持組型的學生數學素養差異分析

研究針對三種數學教師支持組型學生的數學素養進行探討，結果如表 5 所示，這三

種類型當中，以感知到數學教師的支持為「高幫助高熱忱」的學生有較高的數學素養，平均為 565.99，而以「低幫助低熱忱」的學生數學素養較為薄弱，平均為 526.58，變異數分析顯示三組差異達顯著， $F_{(2,192574)} = 1091.86$ ， $\eta^2 = 0.012$ ，而事後比較的結果顯示各組彼此之間均達顯著，不過由於本研究人數眾多，顯著性受到人數的影響，這些相關檢定顯著性結果僅供參考。三種數學教師支持型態對於學生數學表現變異的解釋力為 0.012，屬於小型效果量，可能原因是三類人數差異頗大，且仍有其他變項影響臺灣學生的數學素養，所以各類別的學生數學素養分數的變異仍然頗大，由於組內誤差大，因而效果量偏低。

表 5

不同數學教師支持類型學生的數學素養表現描述統計

	低幫助低熱忱	高幫助高熱忱	高幫助低熱忱	全體
平均數	526.58	565.99	560.77	560.77
標準差	118.11	111.82	114.15	113.91
人數	21052	110220	61305	192577

四、不同數學教師支持組型與不同數學表現水準之關聯分析

為檢視不同數學素養水準學生與不同數學教師支持類型的關聯，本研究將學生的數學素養水準分成高數學素養組（原國際定義的水準 5 及水準 6）、中數學素養組（原國際定義的水準 2 至水準 4）、及低數學素養組（原國際定義的水準 1 及低於水準 1），使用對應分析檢視不同數學教師支持型態與不同數學表現水準組型的關聯情形，結果 $\chi^2 = 1797.220$ ， $p < .001$ ，表示數學教師支持型態與數學素養水準組型存在著依賴的關係，從圖 2 可以觀察到低數學素養組的學生傾向於較低頻的教師支持感知，也就是「低幫助低熱忱」；中數學素養組的學生則傾向於「高幫助低熱忱」，換句話說，中數學素養的學生認為老師較常協助他們的數學學習，但對於學生的學習較少感到興趣與持續的教導，而學生也不太有機會發表；相對的，高數學素養組的學生則傾向於認為老師常常幫助學生且持續的教導，對學生的學習感到興趣，同時學生也常有機會發表。

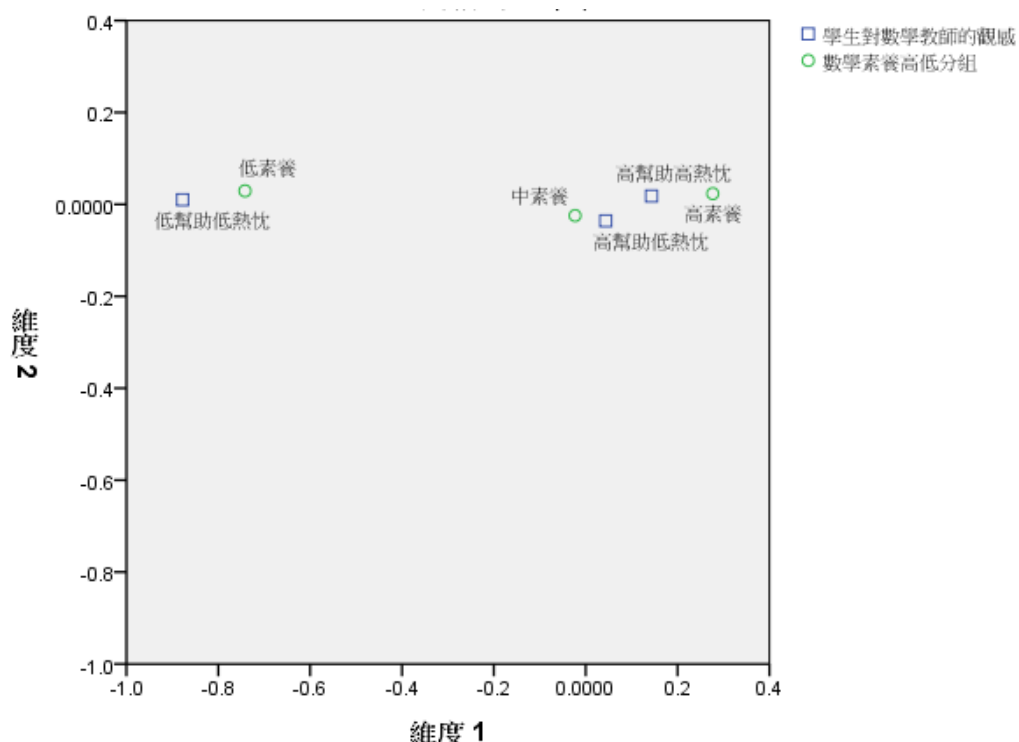


圖 2 數學課室的教師支持類型與數學素養組型的對應分析圖

肆、結論與建議

一、研究結論

在學生進入中學以後，他們的學業投入與表現受到一系列因素的影響，包括他們過去的成敗歷史，這些因素包括社區鄰里、家庭和同伴的影響（Crosnoe, 2011）。因此，許多教育工作者可能會質疑，到了中學，教師是否有可能會改變學生的學習興趣、學科的認同或投入參與（Kelly & Zhang, 2016）。本研究透過檢視學生在數學課室教師支持量表回應的次數分配，整體而言，結果顯示學生認為教師的確在數學課室中提供相當高頻率的學習支持，這樣的結果可以和許多相關研究文獻以互相呼應。例如，Perry、Donohue 與 Weinstein（2007）指出教師溫暖的平均水準為 3.57，相當於「經常出現」和「常常出現」之間。同樣，在大規模的小學課室觀察結果顯示，評分者給予這些教師在營造正向的情意氛圍的整體評分為 7 分制的 5.36 分，相當於「非常有特色」之上（National Institute for Child Health and Human Development and Early Child Care Research Network, 2002）。在芝加哥學校研究（Chicago School Study）指出公立和天主

教中學學生的平均覺知分數為 2.89 到 3.17 四點，其中 3.00 是「同意」，4.00 是「非常同意」(Hallinan, 2008)。Muller (2001) 以 National Education longitudinal Study 進行探討，指出 10 年級的學生所感知到的學校教師關懷水平的平均為 2.8 (四分制)，相當於對正面陳述的「同意」。因此，本研究和上述研究均顯示教師在學生學習所投入的努力是可以被學生所感受到，學生認同數學課室中教師所提供的學習支持。

本研究利用潛在類別分析，針對學生在數學課室中「老師對每位學生的學習感興趣」、「當學生有需要時，老師會給予額外的幫助」、「老師會幫助學生學習」、「老師不斷教導，直到學生了解為止」、「老師給學生表達的機會」等事件的發生頻率將數學教師支持型態可以分高幫助高熱忱、高幫助低熱忱、以及低幫助低熱忱三種潛在類型，其中高幫助高熱忱類型的學生有 57.57%，認為教師高幫助低熱忱有 31.24%，而認為數學教師屬於低幫助低熱忱類型學生僅有 11.19%；換句話說，近六成的學生認為數學課室中教師所提供的支持是屬於高幫助高熱忱，他們認為數學課室中教師常常幫助學生學習，尤其是需要幫助的學生，而且教師會不斷的教導直到學生了解，教師也對學生的學習感到興趣，並且也常常提供學生機會發表。透過類別化的分析，再次驗證臺灣數學教師在提供的數學教學支持上得到大多數學生的認同。以數學教師支持類別為自變項，數學素養分數為依變項，進行變異數分析，結果顯示三個類別的平均數差異達顯著，高幫助高熱忱類型的學生數學素養分數最高，而低幫助低熱忱的學生數學素養分數最低，效果量為 0.012，屬於小型效果量，可能原因是三類人數差異頗大，且仍有其他因素影響臺灣學生的數學素養，單以數學教師的支持感知來看數學素養的變異可能有所不足，所以各類別內的學生數學素養分數變異高，由於組內誤差大，因而效果量偏低。

研究再進一步透過潛在類別分析，檢視不同數學素養水準組型與數學教師支持類別的關聯。結果指出，不同數學教師支持類型在數學素養表現上，以高幫助高熱忱表現相對較高，而感受到低幫助低熱忱的數學教師支持的學生通常表現也相對較低。此結果顯示相對於相關係數的呈現，透過對應分析檢視數學素養水準組型與數學教師支持類別可以得到相對較多的訊息，低數學素養組的學生傾向於低幫助低熱忱的數學教師支持感受。基於這樣的結果，研究者建議針對這一群表現薄弱的學生而言，數學教師有必要再努力提升其給予學生的教學支持。整體而言，本研究建議教育研究者可以針對低數學素養學生探討如何提升他們對於數學教師的認同感，而教師除了積極提升低成就學生表現的同時，也能考量如何與這群特殊學生的建立融洽的互動關係，透過高幫助高關懷的學習氛圍營造提升學生對於教師支持的感受，同時提升其數學表現。

二、研究限制與建議

本研究屬於橫斷性的研究，教師支持和數學素養同時進行測量。因此，觀察到的教師支持與數學素養之間的關係可能部分地反映了一個尚未測量的共同因素，例如學生先備知識、班級風氣等；另一方面，學生對於教師支持的覺知可能很大程度上反映了其對學習環境的普遍正面感受，而不純然是教師本身的因素。儘管嘗試釐清教師支持與學生學習表現的影響仍具有挑戰性，但本研究結果顯示支持性的教學環境以及教師對學生成就表現應有相當的貢獻。雖然 PISA 資料無法讓我們深入探討數學教師如何與學生建立積極關係而應進行的具體行動，但是研究結果顯示對於薄弱群組的學生而言，教師的支持的感知相對較低，顯示教師支持與學生表現的關聯應不容小覷。後續研究可以考慮透過長期性以及更多元變項的資料蒐集，檢視這些變項的可能關聯，或許可能可以對教師支持與學生表現進行更全面或者因果之間的探討。

而在教師支持量表的內涵部分，除了 PISA 所探討的教師支持，其他教學處理中教師可能運用的課室支持做法（例如，使課堂活動的目標明確，提升學生的歸屬感和認同感等）也是引發學生課室參與投入常見的方式。後續研究可考慮研發更直接、更全面關心學生投入與表現和支持性的教學實務的相關研究工具及內涵。

此外，本研究僅針對數學領域，其他學科領域的教師支持與成就表現可能有不同的關聯，因此，未來可考慮其他學科領域（語文、社會、科學等）關於教師支持與其相關學習的關聯探討，以利學生學校學習全方位的提升。

參考文獻

- 丁學勤、曾智豐（2013）。影響國中階段貧窮學生學業表現之因素探析-以臺灣兒童暨家庭扶助基金會扶助對象為例。**臺灣教育社會學研究**，**13**（1），1-42。
- 洪碧霞、劉研希（2015）。臺灣 PISA 2012 執行說明。載於臺灣 PISA 國家研究中心（主編），**臺灣 PISA 2012 結果報告**（13-22 頁）。臺北：心理出版社。
- 張玉茹、江芳盛（2013）。師生關係、學習動機與數學學業成就模式之驗證－以 PISA2003 資料庫為例，**測驗統計年刊**，**21**（2），91-121。
- 黃儒傑（2012）。弱勢學生師生關係、社會支持及其學習任務價值之相關研究。**臺東大學教育學報**，**23**（2），1-26。

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. doi: 10.1207/s15326985ep3203_1
- Battistich, V., Solomon, D., Kim, D., Watson, M., & Schaps, E. (1995). Schools as communities, poverty levels of student populations, and students' attitudes, motives, and performance. *American Educational Research Journal*, 32(3), 627–658. doi: 10.2307/1163326
- Bernstein-Yamashiro, B. & Noam, G. G. (2013). Teacher-student relationships: A growing field of study. *New Directions for Youth Development*, 137, 15–26. doi: 10.1002/yd.20045
- Collinson, V., Killeavy, M. & Stephenson, H. (1999). Exemplary teachers: Practicing an ethic of care in England, Ireland, and the United States. *Journal for a Just and Caring Education*, 5, 349–366.
- Cornelius-White, J. (2007). Learner-centered teacher-student relationships are effective: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 77(1), 113–143. doi: 10.3102/003465430298563
- Crosnoe, R. (2011). *Fitting in, standing out: Navigating the social challenges of high school to get an education*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Crosnoe, R., Morrison, F., Burchinal, M., Pianta, R., Keating, D., Friedman, S. L. & Clarke-Stewart, K. A. (2010). Instruction, teacher–student relations, and math achievement trajectories in Elementary School. *Journal of Educational Psychology*, 102(2), 407–417. doi: 10.1037/a0017762
- Entwisle, D. R., Alexander, K. L., & Olson, L. S. (1997). *Children, schools, and inequality*. Boulder, CO: Westview Press.
- Fast, L. A., Lewis, J. L., Bryant, M. J., Bocian, K. A., Cardullo, R. A., Rettig, M. & Hammond, K. A. (2010). Does math self-efficacy mediate the effect of the perceived classroom environment on standardized math test performance? *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 729–740. doi: 10.1037/a0018863
- Finn, A. N., Schrod, P., Witt, P. L., Elledge, N., Jernberg, K. A. & Larson, L. M. (2009). A meta-analytical review of teacher credibility and its associations with teacher behaviors

- and student outcomes. *Communication Education*, 58(4), 516–537. doi: 10.1080/03634520903131154
- Hallinan, M. T. (2008). Teacher influences on students' attachment to school. *Sociology of Education*, 81, 271–283. doi: 10.1177/003804070808100303
- Hattie, J. A. C. (2009). *A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London, England: Routledge.
- Hughes, J. N., Wu, J. Y., Kwok, O., Villarreal, V. & Johnson, A. Y. (2012). Indirect effects of child reports of teacher–student relationship on achievement. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 350–365. doi: 10.1037/a0026339
- Kelly, S. & Zhang, Y. (2016). Teacher Support and Engagement in Math and Science: Evidence from HSLs. *The High School Journal*, 99, 141–165. doi: 10.1353/hsj.2016.0005
- Klem, A. M., & Connell, J. P. (2004). Relationships matter: Linking teacher support to student engagement and achievement. *Journal of School Health*, 74(7), 262–273. doi: 10.1111/j.1746-1561.2004.tb08283.x
- Korthagen, K., Klaassen, C. & Russell, T. (2000). New learning in teacher education. In R. J. Simons, J. van der Linden & T. Duffy (Eds.), *New learning* (pp. 243–259). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer. doi: 10.1007/0-306-47614-2_13
- La Paro, K. M. & Pianta, R. C. (2003). *CLASS: Classroom Assessment Scoring System*. Charlottesville: University of Virginia Press.
- Leikin, R. & Levav-Waynberg, A. (2007). Exploring mathematics teacher knowledge to explain the gap between theory-based recommendations and school practice in the use of connecting tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 66(3), 349–371. doi: 10.1007/s10649-006-9071-z
- Marzano, R. J. & Marzano, J. S. (2003). The key to classroom management. *Educational Leadership*, 61(1), 6–13.
- Marzano, R. J., Marzano, J. S. & Pickering, D. J. (2003). *Classroom management that works*. Alexandria, VA: ASCD.
- Mikk, J., Krips, H., Säälük, Ü, & Kalk, K. (2016). Relationships between student perception

- of teacher-student relations and PISA results in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1437-1454. doi: 10.1007/s10763-015-9669-7
- Minor, L. C., Onwuegbuzie, A. J., Witcher, A. E. & James, T. L. (2002). Preservice teachers' educational beliefs and their perceptions of characteristics of effective teachers. *Journal of Educational Research*, 96(2), 116–128. doi: 10.1080/00220670209598798
- Muller, C. (2001). The role of caring in the teacher-student relationship for at-risk students. *Sociological Inquiry*, 71, 241–255. doi: 10.1111/j.1475-682X.2001.tb01110.x
- National Institute for Child Health and Human Development and Early Child Care Research Network. (2002). The relation of global first-grade classroom environment to structural classroom features and teacher and student behaviors. *The Elementary School Journal*, 102, 367–387. doi: 10.1086/499709
- Nylund, K. L., Asparouhov, T. & Muthén, B. O. (2007).Deciding on the Number of Classes In Latent Class Analysis and Growth Mixture Modeling: A Monte Carle Simulation Study. *Structural Equation Modeling*, 4, 535–569. doi: 10.1080/10705510701575396
- OECD (2013), *PISA 2012 Results: What Makes Schools Successful? Resources, Policies and Practices (Volume IV)*, PISA , OECD Publishing.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264201156-en>
- Patrick, H., Ryan, A. M., & Kaplan, A. (2007). Early adolescents' perceptions of the classroom social environment, motivational beliefs, and engagement. *Journal of Educational Psychology*, 99(1), 83–98. doi: 10.1037/0022-0663.99.1.83
- Perry, K. E., Donohue, K. M., Weinstein, R. S. (2007). Teaching practices and the promotion of achievement and adjustment in first grade. *Journal of School Psychology*, 45(3), 269–292. doi: 10.1016/j.jsp.2007.02.005
- Roeser, R. W., Midgley, C., & Urdan, T. C. (1996). Perceptions of the school psychological environment and early adolescents' psychological and behavioral functioning in high school: The mediating role of goals and belonging. *Journal of Educational Psychology*, 88(3), 408–422. doi: 10.1016/j.jsp.2007.02.005
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L., & Oort, F. J. (2011). The influence of affective

teacher-student relationships on students' school engagement and achievement: A meta-analytic approach. *Review of Educational Research*, 81(4), 493–529. doi: 10.3102/0034654311421793

Urduan, T. & Schoenfelder, E. (2006). Classroom effects on student motivation: Goal structures, social relationships, and competence beliefs. *Journal of School Psychology*, 44, 331–349. doi: 10.1016/j.jsp.2006.04.003

Wigfield, A., & Meece, J. L. (1988). Math anxiety in elementary and secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 80, 210–216. doi: 10.1037/0022-0663.80.2.210