

謝佳叡 (2014)。
中學數學實習教師之學生參與概念心像探究。
臺灣數學教育期刊, 1 (2), 1-24。
doi: 10.6278/tjme.20140904.001

中學數學實習教師之學生參與概念心像探究

謝佳叡

國立臺灣師範大學數學系

本研究試圖從數學教學概念心像的角度，探討中學數學實習教師在面對數學教學問題時，所展現出的教學決策與其背後認知結構。在各個不同的教學面向中，本文從學生參與面向出發，檢視中學數學實習教師在面對教學問題時所喚起之數學教學概念心像，以及其與教學決策之間的關聯。研究資料收集主要採用問卷調查方式，研究樣本則採方便取樣對 2009 年 1 月之臺師大數學實習教師進行普測，共計回收有效問卷 62 份。資料分析方式主要採取內容分析、歸納分析等方法。研究的主要發現包含：一、臺灣中學數學實習教師在學生參與面向概念心像的自發展現中，主要呈現讓學生專注課堂、讓學生自主學習，以及教學生活化等三種類型。二、對於學生參與的程度與方式，實習教師首重於學生的情感參與，在作法上則多偏向將課程與生活做連結。三、在含教學情境問題方面，半數以上的實習教師在新概念引入教學上展現出學生參與的心像，其中又以情感參與為主；而在學生不專心上課的處理上，大多數的實習教師則與行為參與產生聯繫，其次才是情感參與，此現象也反映出不同的教學情境將喚起實習教師不同的學生參與心像。研究也發現多數展現學生參與心像的實習教師也經常伴隨著其他面向的概念心像，尤其在學生情意面向心像與教學方法面向。

關鍵詞：學生參與、數學教學概念心像、數學實習教師

通訊作者：謝佳叡，e-mail：lyz@abel.math.ntnu.edu.tw

收稿：2013 年 10 月 5 日；

接受刊登：2014 年 9 月 4 日。

Hsieh, C. J. (2014).

Mathematics intern teachers' concept images for mathematics teaching: The aspect of student engagement.

Taiwan Journal of Mathematics Education, 1(2), 1-24.

doi: 10.6278/tjme.20140904.001

Concept Images for Mathematics Teaching of Mathematics Intern Teachers: The Aspect of Student Engagement

Chia-Jui Hsieh

Department of Mathematics, National Taiwan Normal University

While observing teachers working, we found that they must make numerous decisions in managing the teaching situations that can occur within only a few moments. Based on the concept image for mathematics teaching (CIMT), this study investigated the bases on which secondary school intern teachers of mathematics in Taiwan choose certain strategies when engaging in teaching tasks, and examined the cognitive structure of the responses. This paper addresses student engagement in the mathematics classroom and the type of CIMT that is evoked when mathematics intern teachers engage in tasks related to mathematics instruction. We found that (a) through various teaching concepts, most intern teachers seldom spontaneously evoke the concept images of student engagement; (b) most intern teachers lay particular stress on students' *emotional engagement* and their connection between the curriculum and real-life experience; and (c) in practical teaching situations, intern teachers emphasize *emotional engagement* when introducing a new concept, but emphasize *behavioral engagement* when students do not concentrate in class. This study also established that most intern teachers who evoke the image of student engagement generally evoke the image of student affection and the image of teaching methods at the same time.

Keywords: student engagement, concept image for mathematics teaching, mathematics intern teacher

壹、前言

一、研究動機與背景

學校教育的核心在於教師的「教」與學生的「學」所構成之認知活動，而在這個複雜的歷程中，教師扮演著帶領此一認知活動的靈魂人物，透過各種教學方法、技巧，將各種教學理論與經驗加以實踐，以促使學生達到預定的學習成效。Atkinson (1965) 認為個體對於人、事、物都具有追求成功的傾向，因此在教學過程中，老師需要不斷地因應各種教學情況做出適當的決策，我們也相信在教師的決策過程中，教師們不會隨機地選擇策略，而是採取一些他們認為有效、能成功的決策來面對這些狀況。如此，我們不免要問：教師們決策背後是否有特定的心理機制？而這個機制和實際的決策之間的運作又有何關連？

自從學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, PCK) 這個概念被提出後，許多學者紛紛提出關於教師知識的理論，並試圖透過這些理論與模型來解釋教師知識對教師實際教學的影響 (例如：邱美虹，1997；Cochran, DeRuiter, & King, 1993; Griffin, Dodds, & Rovegno, 1996; Grossman, 1991; Niess, 2005; Shulman, 1987)，然而，這些理論並沒有對於「為何同一位教師對於相同的教學問題會有截然不同的決策？」提出解釋，也因此有些學者對於老師是否是以教師知識來面對教學問題持有不同的意見。Ernest (1989) 就直接指出：「教師的知識固然重要，單用知識卻不足以解釋教師之間的差異」，這樣的說法也間接指出教師教學決策的產生仰賴於知識以外的認知形式，實務上也經常發現教師所使用作為教學行為依據元素無法被歸於教學知識。

論及教師教學決策，很容易讓人聯想到教師教學思維。林進材 (1997) 認為教學決定與判斷都屬於教學思維的範疇；林福來 (1997) 則在「教學即解題」的前提下，將數學教學思維描述為解決教學問題的認知過程，亦即認為教學問題是引發教學思維反應的刺激。謝佳叡 (2001) 則在此基礎上將教師的教學思維運作視為一種實踐教學任務的解題思維，所連結的元素就是教師的既有概念、方法、思維。若綜論上述諸說法，不難推知教師因教學問題刺激而所引發用來充當教學思維運作的元素，可能即為教師教學決策的主要依據。如此，我們所關心的問題便可轉換成：當教師遇到教學問題時，最先進入思考工作區的是什麼？

關於這個問題，Tall 與 Vinner (1981) 所提出的「概念心像 (concept image)」或許提供了一個思考的方向，他們主張：「多數的學生在一開始接觸問題時，最先進入思考工作區的是相關的概念心像，而不常使用概念定義。」Vinner (1983) 補充說明道：「從思維上看，首先被喚起的幾乎總是概念心像。」Vinner (1991) 並進一步闡述：「當我們看到或聽到某個概念的名稱時，它會對我們的記憶區產生刺激，並且在我們的記憶中引出某些東西，儘管這個引出的東西有它的定義，但通常不會引出定義，而是概念心像。」從這些觀點看，當學生解決數學問題時，數

學概念心像扮演著重要的參考角色；相同的，我們也想知道，教師們在解決數學教學問題時是否也有類似的數學教學概念心像來扮演同樣的角色呢？

若將「數學教學」視為一門專業領域，則此領域同樣存有許多「數學教學概念」，這些教學概念不見得形成概念定義，但教師們多半對於這些教學概念存有概念心像。據此，本研究便試圖從數學教學解題的觀點，將 Vinner 的「概念心像」想法從學生(學習者)的「數學解題(problem solving in mathematics)」類比到教師的「數學教學解題(problem solving in mathematics teaching)」上，亦即假定當教師們遇到數學教學問題時，相對應的概念心像會被喚起並進入思考工作區以做為教學問題解決的參考依據，本研究稱此概念心像為「數學教學概念心像(concept image for mathematics teaching)」。根據這樣的理念，本研究假定數學教學概念心像是教師的進行教學決策的重要依據元素，因此經由對教師教學概念心像的瞭解能為其教學決策依據提供一個新的觀點。

本文的主要工作即是對教師的數學教學概念心像進行考察，研究對象則專注在中學數學實習教師(以下簡稱為「實習教師」)。由於數學教學概念這個集合的元素、屬性與範疇於學界仍沒有定論，因此本研究並非在特定的數學教學概念上探討教師展現出什麼概念心像，而是藉由教師對於數學教學問題之反應，再透過幾個特定的「數學教學概念心像面向」作為觀察的角度，藉以考察實習教師在這些問題上所展現出的概念心像。在諸多面向中，學生參與面向在新世紀後受到許多研究的重視，不論在量的產出或是研究取向，都有明顯的增加，關於學生參與的理論與測量方法在新世紀後受到廣大的關注，因此本文從「學生參與面向」出發，試圖透過幾個教學問題，探索實習教師對於學生參與心像的展現，以及學生參與面向之心像與其他教學面向的關聯。

二、研究目的與問題

本研究的主要目的是透過中學數學實習教師在面對數學教學問題時，所產生的教學反應與處理想法，探討這群實習教師的數學教學概念心像。由於數學教學概念心像的探索在數學教育研究議題上仍屬於待開發階段，受限於篇幅之故，本文從「學生參與面向」的角度報導相關研究發現，並針對研究目的列出兩個較大方向的待答問題：

- (一) 中學數學實習教師在面對教學問題時，在學生參與面向上會產生什麼數學教學概念心像？
- (二) 中學數學實習教師在學生參與面向的概念心像與其他面向之間有何關聯？

在研究進展過程中，本研究將會對上述的研究問題保持調整彈性的空間，對符合研究目的而新浮現的現象，也以開放的態度面對。下一節將更詳細描述本研究所採用的理論架構，並進一步描述本研究對於數學教學概念心像與學生參與的界定與參考文獻。

貳、文獻探討與理論架構

本研究假定，對於數學教學，每位教師都擁有許多自己的「數學教學概念」，當老師在課堂上遭遇某個教學問題時，情境會對教師產生刺激，繼而教師從腦海中喚起「某些東西」來處理這個教學問題。此認知結構在學生之數學解題上的情況被 Tall 與 Vinner (1981) 稱為「概念心像」，並針對這個構念提出進一步解釋：

「我們使用概念心像這個詞來描述那些跟概念相關聯的所有認知結構，包含所有的心靈圖像 (mental picture)、以及相關的性質與過程。它是經年累月透過各式各樣的經驗建構起來的，並隨著個體遇到新刺激或成熟而產生變化。」(Tall & Vinner, 1981, p. 152)

針對「心靈圖像」一詞，Vinner (1983) 特別做出說明，並闡述了心靈圖像與概念心像的從屬關係：

「若 C 表示某個概念，而 P 代表某個人，則 P 對 C 的心靈圖像係指在 P 的腦中所有與 C 相關聯的所有圖像的集合。在此使用的圖像 (picture) 是十分廣義的，它包含這個概念的任何視覺表徵 (甚至符號)。……除了心靈圖像，也包含在 P 的腦中與這個概念相關的性質。……這些性質連同心靈圖像的集合就稱做概念心像。」(Vinner, 1983, p. 239)

Tall 與 Vinner (1981) 認為，定義本身大多以文字形式展現，且有嚴密的邏輯要求，但是人腦並非是純然邏輯的實體，它的運作方式常與數學的邏輯相左，讓我們產生洞察力的也經常不是文字型的嚴密定義，而是與概念相關的各種認知結構 (包含心靈圖像)，這也是他們提出概念心像想法主要源由。

類似的，本研究認為教師在面對數學教學問題時，也會喚起「數學教學概念心像」(在不產生混淆下，本文也簡稱「概念心像」) 來處理問題。而這個類比的合理性，則來自於概念心像這個想法被提出之際，其主要的描述對象是學生在解數學題時所產生的「與數學概念相關聯的認知結構」；同樣的，我們假定教師在思考數學教學問題時，用的亦是「與數學教學概念相關聯的認知結構」，而數學教學概念同樣亦隸屬於概念的一種。

儘管如此，我們仍必須考量「數學教學概念」與「數學概念」兩者特性上的差異。相較於數學概念，數學教學概念的界定更為模糊，表徵形式也更脫離圖像的形式，甚至其表現上僅是一種與數學教學相關的理論或實務知識，不像數學概念有明確文字定義、式子或圖形表徵形式。

由於數學教學概念此一集合名詞的屬性與範疇仍沒有定論，因此本研究並非直接探討教師在某個特定的數學教學概念上展現出什麼概念心像來，而是透過幾個特定的「數學教學概念心像面向」檢視教師對於教學問題所展現的概念心像。在面向的選擇上，本文主要參考謝佳叡（2011）所規劃的八個面向，包含學生知能、學生情意、學生思考、學生參與、教學方法、教學表徵選擇、教學期望和數學傳遞等，作為分析與探討的依據，並聚焦在職前教師在學生參與面向，以及此面向與其他教學面向的比較與交互關係。

另一方面，由於數學教學概念心像無法直接被觀察到，因此在研究設計上，本研究透過教師對於數學教學問題的反應加以推測。根據 Tall 與 Vinner（1981）的說法，在特定的時間內，只有部分的概念心像會被活化（*activated*），換言之，當個體被要求對某個問題加以說明時，隨著問題情境的不同會喚出個體心智中最為活化的認知結構來描述此問題。Vinner（1983）稱那些由個別情境喚起的概念心像為「應時性概念心像（*temporary concept image*，本文簡稱「應時心像」，本研究以「應時性」譯之乃取其「因應當時情境而生」之意）」，並相信個別情境只會啟動部份適當的概念心像元件（*cell*）；另一個相對於應時心像的構念則被稱為「常駐性概念心像（*permanent concept image*，本文簡稱「常駐心像」）」，常駐心像是指常駐於教師腦中的概念心像，好比是教師的概念心像資料庫，是教師所能夠喚起或浮現之概念心像的最大可能集合。由於學界對於教師們的數學教學概念心像類型仍所知有限，且單一研究很難提供各類的問題情境來探測到教師的各類型的概念心像，因此在作法上本研究將整體的樣本教師視為一個分析單元（*unit of analysis*），對整體樣本教師所展現出的概念心像類型進行瞭解。

本研究之理論架構主要根據謝佳叡（2011，頁 56）發展出的架構，這個架構包含五個部分，分別是教學情境維度、教師教學決策、數學教學概念心像面向、一般情境與特殊情境所喚起的數學教學概念心像等，並選定學生參與部分加以報導。要瞭解概念心像必須對其相對應的概念有所掌握，因此對於學生參與概念，本研究將之描述成「教師關於學生教師教學歷程中之活動參與、投入、關注程度之概括性認識」，舉例來說，學生在課堂上運用某種學習策略、學生投入課堂的動機與情緒、學生參與課堂活動的專注與投入程度、學生在課堂上發言或主導比重、…等皆屬於學生參與概念的範疇，並以此為基礎進行文獻考察。

關於學生參與的研究最早可回溯到上個世紀 60 年代，教育學者 Jackson（1968）將學生在課堂上的參與和其課程經驗結合起來，並進行系統性的研究，但當時「課堂參與」一詞尚未成為研究上的特定概念。到了 80 年代先期，關於學生參與大都聚焦於學生參與課堂的時間比例上（Chapman, 2003），同樣的，當時仍沒有研究將「學生參與（外文使用的詞彙為「*student engagement*）」視為一個構念做出共識性的界定或提出其測量的方式（Mosher & MacGowan, 1985）。一直到了 80 年代末期，學生參與才首次形成一個研究上的構念，其內涵與類型也逐漸

成為許多研究關注的議題，如 Meece、Blumenfeld 與 Hoyle（1988）從學生目標導向的觀點提出「認知參與」的概念；Connell（1990）則提出了學生的情感參與變量；就連 National Council of Teacher of Mathematics（NCTM，1991）在制訂數學教學的專業標準時，對於數學教師的教學知識分類也將「促進課堂交流和培養數學集體意識方法」列入教師知識的重要觀察面向。至此學界對於學生參與的面向大至已具體成形，大抵來說，學生參與在研究上可以分成認知面向、情意面向與實際課堂的行為交流面向。

1990 年以後，關於學生參與的研究大都以學生之認知參與（cognitive engagement）、情感參與（emotional engagement）、行為參與（behavioral engagement）等三個類型為基礎（孔企平，2003）。舉例來說，Newmann（1992）認為學生參與應包含學生的心理投入，並認為學生的認知參與和情感參與是學生參與的實質內涵；Erickson 與 Shultz（1992）則認為學生完成課程的經驗可以分成社會聯繫（social relational aspect）與學科（subject matter aspect）兩個面向，前者涉及學生與老師或學生與學生之間的互動，而後者是學生與教材的互動。而在這些研究中，有許多研究專注於單一類型上。在認知參與方面，Pintrich 與 Schrauben（1992）即將研究焦點放在認知參與上，他們對學生認知參與提出了描述，並認為學生在課堂中的認知參與應包含學習策略之元素；而 Meece 等人（1988）則從學生目標導向的觀點，認為學生認知參與應包含學生的認知策略與自我監控。可以發現，學習策略的形成是這些學者主張的共通點，也因此本研究在捕捉認知參與概念心像時會檢視是否形成學習策略。此外，Meece 等人（1988）也認為可以依據學生參與層次進一步將學生認知參與分成積極參與（active engagement）和表面參與（superficial engagement）；而 Biggs（1987）則從學生學習取向界定了三種學生學習策略，並認為從學生認知參與的角度，這些學習策略都可分成的表層取向（the surface approach）與深層取向（the deep approach），這些關於學生認知參與的界定與分類對於本研究的資料分析上有極大的幫助。

在情感參與方面的研究則多數與學生學習動機有關，如 Skinner 與 Belmont（1993）認為學生的情感參與包含了課程中興趣、快樂、憂慮和憤怒等四種情感上的體驗，而 Connell（1990）則認為學生的情感參與的變量有六個要素：孤僻、參與、遵守規範、順從、革新、反叛。孔企平（2003）則整理這些學者所提出的要素，將情感參與分成積極情感、消極情感與遵守規範三類，其中積極情感參與係指趨於正向的情感，如有興趣、樂於參與等，消極情感則為負向情感，如反抗、憂於參與等，而遵守規範則屬介於正向與負向之間的一個中性向度。

在行為參與研究方面，許多研究將行為參與視為一種課堂參與的型式，包含了學生在課程中可以被實際觀察的外顯行為（孔企平，2003）。Nystrand 與 Gamoran（1991）將則學生參與分成程序性參與（procedural engagement）與實質性參與（substantive engagement），前者就是指行為參與，而後者包含了學生認知上的投入，Nystrand 與 Gamoran 並進一步提出，只有當學生有

實質行參與時才與高層次的思維有關，言下之意，行為參與與學生高層次的思維是有鴻溝的。關於行為參與的分析，Miserandino (1996) 所提出的行為參與六個要素：參與、堅持、逃避、茫然無助、參加討論和專注力；而 Patrick、Skinner 與 Connell (1993) 在探討行為參與中關於教師處理手法時，以該手法對於學生行為參與是否有積極的介入與作為作為判別準則，這些研究給本研究提供好的參考。

進入新的千禧年後，關於學生參與議題的研究進入一個新的風貌，許多關於學生參與的理論與測量方法在新世紀後紛紛被提出（如 Appleton, Christenson, & Furlong, 2008; Carini, Kuh, & Klein, 2006; Carter, Reschly, Lovelace, Appleton, & Thompson, 2012; Glanville & Wildhagen, 2007; Smith, Sheppard, Johnson, & Johnson, 2005; Taylor & Parsons, 2011），2012 年甚至出版了「學生參與研究手冊」（Christenson, Reschly, & Wylie, 2012），將最新關於學生參與的研究做一個整理與回顧，可見此議題所受的關注程度。這些研究雖不一定是針對數學學科，但所關注的學生參與類型大多離不開認知參與、情感參與、行為參與等三個方面的範疇（Attard, 2013; Fredricks, Blumenfield, & Paris, 2004），對於本研究在實際的分析上，都提供許多參考價值。

參、研究設計與方法

一、研究過程與對象

本研究過程大致分成確定研究議題、文獻探討與提出研究架構、發展研究工具、進行預檢並修正研究工具、正式收集資料，以及資料分析與報導等六個階段。研究設計主要依據質性的研究方法進行，並輔以簡易的描述性統計。研究之資料收集主要是透過問卷方式。研究的各個階段都有以數學教育專長學者組成的焦點團體定期參與研究討論，以確保研究問卷之信、效度與評分者信度。

本研究對象設定為中學數學實習教師，樣本選取方式採方便取樣，目標樣本是對國立台灣師範大學 2009 年 1 月參加中學數學教育實習的 74 位實習教師進行普測，並於樣本教師最後一次返校座談活動進行正式調查，因此接受考察時這些實習教師已具有將近六個月的教育實習經驗。在問卷填寫過程中，參與者被要求彼此之間不得彼此交換意見，填寫者完成者另有回饋獎勵，最後共計回收有效問卷 62 份，達目標樣本的 84%。

二、研究工具介紹與資料分析

原始問卷題本共由 16 個題目組成，包含 9 個不同的教學情境的題組題（合計 28 小題）與 7 個不含教學情境的開放式問答題組，問卷設計是以本研究之理論架構為基礎而設計，問卷題本透過焦點團體（專家）加以確認其內容效度。為了確保問卷題目的語言敘述、形式不致產生疑義，我們另先對 23 位即將成為實習教師的大四職前教師進行預檢（pretest），並針對預檢結果

進行問卷的修正與調整。由於本文關注於學生參與面向的概念心像，因此我們將問卷中的四個調查項目抽離出來進行分析報導，值得一提的是，儘管其他的問卷題目也會反映出教師的學生參與概念心像，本文為使報導清晰單純，非來自四個項目的分析結果將不納入報導中。這四個項目為：

- (一) 對於數學教學你有什麼看法？（問卷第十大題）
- (二) 在數學課堂中，你對於學生參與的程度和方式有何看法？（問卷第十二大題）
- (三) 一般而言，教一個新的概念，前兩分鐘你會做什麼？（問卷第一大題 A 小題）
- (四) 假如你發現上課時，全班雖然都很安靜，但很多同學不專心，請問你會做什麼處理？為什麼？（問卷第一大題 C 小題）

其中，項目 1 是從最開放的角度探索實習教師對於數學教學是否會自發性呈現學生參與面向的概念心像？若有，又是呈現哪些類型？學生參與面向和其他面向的心像在數學教學的一般性敘述下被活化的情況為何？項目 2 則是檢視實習教師對於學生參與方法與其他教學概念面向的關聯。項目 3、4 則是在新概念引入教學與解決教學問題之教學情境的問題下，檢視實習教師面對新單元的啟蒙以及學生很安靜但不專心的情境時，產生的教學概念心像中，學生參與面向的心像又展現出什麼特性或類型。

在資料處理上，本研究採取的分析方式是依據 Patton (1995) 建議之「內容分析」、「歸納分析」等質性分析方法，依實習教師的描述資料進行主要組型之確認、編碼和分類。在形成組型的實際作法上，本研究以謝佳叡 (2011) 發展的數學教學概念心像面向來整理這些教師之數學教學概念心像表述。在實際的資料分析上，則由研究者先針對實習教師所展現的組型進行編碼與分類，再同焦點團體檢視編碼與分類的適當性。而在學生參與面向的編碼方式上，本研究依據前一節所提之類型先確認實習教師所展現的概念心像隸屬於認知、情感或行為參與中的哪一個類型，再根據所展現的組型進一步做細分。而在教學情境項目的分析上，由於實習教師的回應經常偏向教學手法或策略，因此本研究進行分析時，除了粗分認知、情感與行為參與三個類型作為分析基礎外，分析上也參考相關文獻研究進一步對學生參與加以分類，所參考之相關研究概述如下：

在認知參與方面，本研究參考 Pintrich 與 Schrauben (1992) 提出的說法，認知參與應包含學生的學習策略，也檢視實習教師是否試圖讓學生參與數學知識；而在學生學習策略的型式上，本研究則參考 Biggs (1987) 的表層取向與深層取向分類，其中為了資料分析的適切性，本研究對於淺層取向的認定則採取學生以較簡單、直接、且對於教材掌握也不深刻的學習方法；反之在深層取向認定則採取學生的學習策略較容易與高層次的數學知識聯繫。具體的說，如老師的教學行動中有試圖讓學生進行思考、批判、對照、理解等高層次的參與活動，則視為教師試圖

讓學生進行深層的認知參與；若教師是讓學生進行記憶、回憶、觀察、聽課等則視為淺層參與。

在行為參與方面，本研究主要參考 Patrick 等人（1993）對行為參與的說法，將實習教師的決策分成「積極作為」與「消極作為」兩種，其中積極作為是指教師的作為能主動驅動學生參與教學活動或讓學生被迫將注意力轉移到課堂；而消極作為是指教師的作為僅改變自己教學或是僅是間接地驅動學生的活動參與，對於學生參與教學活動無法具有強制性與立即性。而在情感參與方面，本研究則參照 Skinner 與 Belmont（1993）的說法，將實習教師的情感參與分成正向與負向兩類，正向係指教師將學生的作為會將學生推向興趣、快樂的參與上，負向則只教學生推向憂慮、憤怒。另孔企平（2003）在情感參與的要素另添增了介於正向與負向之間的一個向度：遵守規範，本研究也予以納入。

肆、結果與討論

本小節將依各個項目的結果加予以報導，本研究將整體教師視為一個分析單元，以檢視這群樣本教師在不同問題中所展現出的概念心像類型（category），但由於本研究所得類型皆來自對個別教師反應的分析、歸納而得，因此報導結果時也列舉部分個別教師之實際反應以為佐證（為資料呈現上的方便，本研究以 FT # 代表「編號 #」的實習教師）。其中，項目 1、3、4 是分別從對數學教學的整體敘述與兩個含有教學情境的刺激下，檢視學生的參與面向心像與其他面向心像的活化的情況，並進一步檢視學生參與面向心像展現出什麼特性或類型，因此報導呈現（表 1、3、4）會分別呈現八個面向的展現，以便於呈現各面向的活化程度概廓。項目 2 則直接從學生參與面向切入，主要是檢視實習教師對於課堂上學生參與程度與方法的心像，同時也探討其學生參與面向心像與其他面向之間的關聯，因此表 2 呈現僅呈現其他七個面向的展現。

一、實習教師是否自發性的展現學生參與？

在項目 1 對於數學教學的看法上，本研究發現 62 位的實習教師在八個數學教學概念心像面向上，平均展現 2.87 個面向，個別教師最多展現出 6 個面向，最少也有 1 個面向展現。由於本項目僅讓實習教師針對數學教學提出看法，未提供任何其他訊息提示，因此實習教師的回答可視為數學教學概念心像的自發性展現。由此觀之，實習教師自發性地展現出學生參與面向心像的人數僅約占全體樣本的 22.6%，比例低於多數其他概念心像面向（見表 1）。此結果顯示，實習教師對於數學教學整體看法中，學生參與並不是經常被主動喚起的數學教學概念心像。

表 1

實習教師關於「數學教學」展現各概念心像面向的人數與百分比

數學教學概念	學生	教學	數學	學生	學生	學生	教學	表徵
心像面向	情意	期望	傳遞	知能	思考	參與	方法	選擇
自發展現人數	35	32	31	24	15	14	14	13
占全體樣本百分比(%)	56.5	51.6	50.0	38.7	24.2	22.6	22.6	21.0

儘管自發性的展現並不多，但也表示學生參與面向的心像對這些教師來說有一定的強度。本研究也注意到，這些實習教師之學生參與概念心像可粗分成兩類，一類則是期望學生將心思放在課堂活動上，亦即在乎學生是否投身課堂活動（包含專心聽課），而提到類型多數在**情感參與與行為參與**上。另一類則是期望學生在課堂的思考能與數學知識產生交流，提到的類型則屬於**認知參與**，參與課堂活動並不保證參與數學，但參與課堂活動往往是學生能否參與數學知識的重要因素。

儘管實習教師自發性喚起學生參與的比例不高，但這些展現學生參與心像的實習教師仍呈現出三種類型來。

類型一：教學要吸引學生的注意力與專注力

關於數學教學，許多實習教師對於學生參與面向投射出了一種數學教學要「吸引學生注意力」的心像，特徵十分鮮明。數學教學不像商場的貨品可透過包裝來吸引顧客注意，顧及數學的抽象、理性特質，許多實習教師認為需要對數學教學進行特別安排以便能吸引學生注意。而對於吸引學生注意，這些實習教師展現的心像並非是透過輕鬆有趣的笑話、故事的方式吸引學生，相對的，這些實習教師喚起注意的方式是在課程安排本身。例如，FT1 提到數學教學應該「用教具吸引學生的注意力」；而 FT27 也提出：「許多學生都不甚喜歡數學這個科目，所以老師為了吸引學生注意力而在課程安排上做較有趣的編排。」，這些實習教師都是在數學課程方面的安排，而非譁眾取寵方式。

若再細分，這類的回答代表兩種不同吸引學生注意的形式，一個是從數學內容外部著手（如教具、教學法等），另一個則是走入數學內容的心理層次（如課程順序、內容生活化等）。但不論是使用教具，或是在數學內容上加入一些有趣的元素，都只能捕捉學生的注意力，因此這個目標是過渡且短暫的，持續讓學生具有專注力才是長遠的。FT27 說的清楚：「先讓學生專注在課堂上再教導觀念。」亦即教導觀念才是主體，吸引學生注意只是階段性，因此，要讓學生持續具有專注力，才能真正達到教學成效。又如 FT29 指出，「[數學教學]能生動就生動點，很容易上著上著就枯燥了。讓學生在上課中多練習，專注力才不易跑掉。」這個心像展現出一種「源

頭活水」的教學動能，一種藉由持續不斷的活力來驅動著學生參與課堂，而使用的活水就是不斷提供練習的機會。而 FT38 展現的是另一種觀點，他說：「由生活方面的實體說明，真的能讓學生有高度專注力」皆可看出教師所展現對專注力的重視，也呈現實習教師多樣的心像。

類型二：教學需關注學生學習的自主性與互動性

實習教師對於學生參與的另一個關注點則展現在學生學習的主動性與互動性上。「參與」本身就有融入團體或活動的意涵，因而不論是主動參與或被動參與，先決條件是有一個動機或環境來吸引或驅使學生融入課堂，FT62 就提到：「老師上課的風格和班上風氣的配合很重要，配合良好也較容易引起學生興趣與主動學習的習慣」，可見除了數學因素之外，教師還喚起另一種讓學生「進入數學」的心像，其中還包含數學認知意義與數學教學技巧。他們認為教師應經常藉由讓學生有興趣的教學活動或使用學生必須參與活動的教學法，來製造學生融入課堂融入數學的機會，因此此類學生參與心像經常伴隨著教學方法的心像，例如：指定學生上台、學生分組討論、拋問題問學生等。

當前台灣的數學教學仍以教師講述為主流，而講述式教學法常為人指出的缺失就是教師單向式教學，學生缺乏探索與操作的機會，相對也就缺乏學習的自主性與互動性，因此這一類型的教師某種程度也是對於教師講述的提出反思，如 FT10 就認為數學教學重在：「培養學生相互討論的風氣。可適時利用趣味數學遊戲和活動提高學生學習的動機。」；FT16 也認為：「單純的教數學，可能令學生感到無聊，因此應多做一些互動...」這些說法都表現出實習教師對於學生互動的重視。FT7 的說法十分道地的反映出這種感覺，他說：「教學要想辦法引起學生共鳴，不然就變成自己在算數學了。」「共鳴」是一個物理概念，而「引起學生共鳴」卻是一個教學概念，利用數學遊戲和活動來提高學生興趣可能僅能將學生的心思帶到課堂，而這個心像隸屬於學生的課堂參與，未必能真正帶領學生參與數學思考。而讓學生相互討論相對下卻能兼備課堂參與與數學參與，亦即教學方法中帶有強烈學生參與的意涵。學生相互討論是由學生來主導參與形式，他們透過相互討論、理解、爭辯，最後取得共識並發表，展現出學習的自主性，由學生自主學習也容易產生與數學的互動。講述教學並非不能達到學生與數學的交流，而是必須克服學生與數學、學生與教師的雙重隔閡，難度自然提升。

類型三：教學需注重生活連結與情意，讓學生願意親近、自然親近數學

上述 FT62 的「教師配合」也揭露出另一個情意成分的意涵，亦即將「引起學生興趣」與「主動學習」聯繫在一起。不可諱言的，興趣和參與經常被放在一起思考，興趣也被視為參與的動力來源，之所以呈現相輔相成的關連主要在於興趣本身所產生的內在趨向力，而此趨向力正可提供學生的參與內在動機，讓學生展現出願意接觸、親近數學的自然性。FT14 認為數學教學要「讓他們自然地接觸數學，喜歡數學。」；FT54 也認為數學教學「在教學態度上要盡量放輕鬆，

讓學生至少願意接觸數學。」；FT42 更直接覺得數學教學：「要讓學生覺得數學是可以親近的，他才去接觸它，嘗試去了解它。」這些實習教師都將接觸數學、親近數學當成教學的目標之一，也展現出這些實習教師對於「教學態度放輕鬆」有助於學生參與的心像，這個抽象的想法是否能更務實的達成？

實習教師對於學生參與的務實心像之一，就是讓數學教學生活化，這除了有一個表徵的選擇外，同時也反映出認知面向的心像。以 FT33 來說，他認為：「讓大家可以跟生活結合，且利用有效的方法讓大家可以更容易學習到數學知識」，言下之意是，與生活結合才能讓學生容易學習；而 FT31 也認為：「教學時可多用生活化語言引入，讓學生學習較為平順。」這些說法都是期望透過生活化讓數學內容與學生更為親近，容易學習。教學的生活化，其共通點就在於可以突破數學抽象、難以親近的藩籬，直接讓學生容易參與數學學習活動。換言之，這個展現出實習教師期望透過生活化、趣味化的方式，將學生從課堂參與帶向數學參與，直接與數學內容進行交流。

上述三個類型是實習教師對數學教學這個大概念自發性展現的心像。如果直接針對在學生參與的程度與方法上，實習教師是否會表現出更多或不同的類型？為了做更深入的探討，我們透過對實習教師關於對於學生參與的程度和方式進行考察，也得到許多有趣的結果。

二、學生課堂參與的方法與程度

對於研究項目 2，本研究主要是透過實習教師對於學生參與的程度與方式之看法中，探究他們對於學生參與程度與方法的心像，同時也瞭解他們的學生參與面向與其他面向之間的關聯。在學生參與程度與方法的心像上，同樣可看出教師的學生參與面向分為兩類，第一種類型為「學生的課堂參與」，認為學生參與是「知能所得」之源頭，主要呈現出教師應有作為讓學生能參與課堂活動，認為只要學生心繫課堂，自有收穫，至於如何讓學生專心上課，參與課堂後又如何將數學知識吸收，此類教師並未表現。另一類型為「學生的數學參與」，教師明確指出參與的程度需要達學生與數學內容進行交流，屬於較深層的學生參與，教師除了期望透過分組討論、教學活動讓學生投身課堂，更在乎是否有進行數學知識的參與，亦即數學課不只要學生人到、眼到，更要心到、思想到、認知到。我們無法確信前一類的教師是否不在乎學生的數學參與，也無法確定後一類的教師實際教學能否切實執行，但本研究相信有機會展現的心像最後進入教學決策的機會必定較大。

在分析的同時，我們發現實習教師在回答本項目時不會侷限於單一面向，而會牽涉其他面向，因此在詮釋時很難不搭配其他面向報導，舉例來說，教師提到「透過小組競賽、遊戲、有趣的講課等方法來提升學生參與」若無搭配學生情意面向或教學方法面向，難以窺視全貌。而在學生參與面向與其他面向之間的關聯方面，表 2 展現實習教師關於學生參與的程度和方式在

其他面向展現的人數與百分比。整體來說，在學生參與的程度和方式中，實習教師展現在學生情意面向的比例最高，超過樣本的四成；其次是教學方法與教學期望面向的展現，皆約佔樣本的三分之一。至於學生知能面向僅約佔五分之一，學生思考面向比例更低，而表徵選擇與數學傳遞面向則幾乎沒有展現。

表 2

實習教師關於學生參與的程度和方式在各個面向展現的人數與百分比

數學教學概念	學生 知能	學生 情意	學生 思考	教學 方法	表徵 選擇	教學 期望	數學 傳遞
考量教師人數	12	26	8	21	2	21	3
佔全體樣本 百分比(%)	19.4	41.9	12.9	33.9	3.2	33.9	4.8

搭配其他面向，我們可以發現實習教師對於學生參與的程度和方式上，呈現出三種學生參與面向之心像類型。

類型一、在學生參與的方式上首重從情感參與入手

從表 2 中可知，實習教師對於學生參與的程度與方式的心像中，41.9% 比例的實習教師產生學生情意面向的心像，居各面向之首。進一步考察這些教師所展現出來的心像類型，發現實習教師透過情意面向來提升學生參與時，這超過四成的教師亦展現出四個子類型，包含：

- (1) 以透過小組競賽、遊戲、有趣的講課等方法來提升學生參與；
- (2) 透過小組討論或師生問答引起學習動機，讓學生高度參與學習數學；
- (3) 養成學生參與課堂正面的學習態度。
- (4) 製造適合學生參與的良好班級環境及課堂氣氛。

可以看出，(1)、(2) 是以課堂的教學手法考量，偏重於「情感」與「動機」方面，藉由給教學活動讓學生樂於參與，屬於短期性的情意因素的方法，得到目標與效果的反應時間短；而 (3) 的「態度成分」是屬於長效性的情意因素的方法，需，如 FT51:「[讓學生]勇於表達、勇於討論」和 FT55:「[學生]不同的看法或是不會的地方能直接在課間提出不害羞」，這些都是情意面向中需長期培養而無法立竿見影的。

而 (4) 的方式則結合了情意與動機成分的部分特點，卻又與兩者有別。這些實習教師所謂的良好班級環境，如多一點師生互動，有機會讓學生主動發表、用輕鬆的態度和老師一起聊數學、想數學、討論數學等。另一方面，有些實習教師認為要排除不想參與課程的學生的干擾，例如，F32 就提到：「但是不參與課程的學生最好能安靜做課程允許範圍內的事，不干擾課堂的活動。」；FT11 也說道：「程度好的學生就多學一點，但程度差的學生多少能有所學較基本的部

分，且上課不干擾其他同學的學習。」言下之意，這些老師可以接受部分學生不參與課堂的情況，讓其他願意參與的同學有好的學習環境，象徵教師對於課堂上學生參與的平衡考量。

總而言之，實習教師對於學生參與的方法的心像上，這些喚起情意因素的實習教師能透過情意面向的協助（如提升學生興趣、使學生樂於學習，讓班級氣氛變好）來增進學生的參與度。

類型二、以多元的教學手法提高學生參與率

儘管本項目是調查實習教師對於學生參與的程度與方式，卻只有 33.9%的實習教師展現出教學方法的心像。這些實習教師提及的教學方法主要有四種：分組活動、討論活動、問答式與講述，其中又以問答式的比例稍高。

首先，在分組活動方面，實習教師認為利用分組活動所營造的競賽感能有效提升學生參與。而這些實習教師也認為進行分組活動與學生參與程度高是相互牽絆的，也就是分組活動能提高參與度，但也只有在學生參與高時才適合分組討論，否則會事倍功半。例如，FT7 認為「參與程度高較可能分組討論」；FT14 則說：「利用討論或分組活動學生參與度將會提升。」

對實習教師來說，課堂討論活動不一定在分組活動中實施，且無論是師生討論或學生之間的討論活動，都是將教學的主導權全部或部分轉移給學生，也因此實習教師的心像中，討論活動是學生參與的好方式。例如 FT3 與 FT6E-FT 就表達出老師給予討論的同時能讓學生發表，可以製造出課堂氣氛絕佳、學生熱烈發表的美好景象。

而問答式的教學法是教師講述與學生活動的折衷方式，一方面保留教師對於教材內容呈示、課程進行的主導性，也能強制性地讓學生參與教學及發表的機會，換言之，問答式教學的比例偏高，某種程度反映出實習教師心中一種平衡的心像。而在這個向度上，實習教師也展現較多元的心像，包含：認為問答不但可以增加學生參與感，也可以透過提問增加師生之間的互動（FT41）、可以自然布置學生上台情境（FT23；FT10）、容易檢視學生學習成效，並能透過這種方式給予學生信心與鼓勵（FT9）等。

仍有部分實習教師在學生參與的方法上提到教師講述的必要性，認為有些內容還是得靠教師講解才能清楚，尤其在定義、定理、結論的講解時。而在這些展現教師講述心像的實習教師中，可以發現有一種「學生參與會佔許多時間」的心像浮現出來，如 FT8 認為：「[參與]程度是愈多愈好（但時間是一項要考慮的現實面）」；FT53 也提到：「若有充足時間，參與程度越高越好」；FT59 則說：「參與程度：適當即可，若花太多時間在學生參與，則時間有限教的内容有所縮減。」；FT60：「學生參與的程度當然是越高越好，而方式則是端看課程時間是否充裕」這些心像展現出這些實習教師認為學生參與就是學生活動，因此學生參與程度高將大量消耗時間的方式，FT17 的反應更清楚，他說：「有時數學遊戲確實是讓學生熱心參與的方式，但時間掌控有些許困難」。也因此，許多教師會如 FT47 認為：「[參與]程度以不影響正常教學進度為前題，

參與的方式可以是任何形式的多元方式。」這個想法對於教師的採用方式有關鍵性的影響，而實習教師認為最不會影響教學進度的教學方式就是教師講述。從這些提及講述的實習教師中，可以得知他們將「學生參與」與「教師講解」做了分隔，如 FT20 認為：「在學生能吸收內容的前提下，當然參與度越高越好，但是仍要考量到當時課程內容的類型是否合適，有些部分內容還是由老師講解會比較清楚。」言下之意，學生參與與學生主導有相同含意，而適合由教師講解內容並不屬於學生參與的範疇，可見「教師講述和學生參與」被認為是不相容的觀點，也因此才有如 FT37 所說：「有時候不得已還是得用填鴨式教學，不是每個單元都適合讓學生參與的。」

類型三、容許部分學生不參與，並期望參與的學生多表達、多思考、多練習

對於學生參與程度的期望方面，本研究從期望學生課堂參與比例與期望學生達到的成效兩方面加以報導，發現有 33.9% 位實習教師展現出這類面向的心像。首先，在關於學生參與比例，研究發現這些實習教師內心預設有出很大的差異，能讓全班參與理應是教學的理想，但現實面仍必須接受「部分學生」不參與課堂的情況，問題在於不參與的比例在多少範圍內是實習教師可以接受的？

關於這個問題，部分實習教師非以量而是以「類型」作為考量依據，如 FT18 就認為：「程度好的學生，不聽課無所謂，但不可以吵鬧或睡覺。會鼓勵他扎穩基礎，並輔導其往更深更廣的部分探索。」；而 FT11 則認為：「程度差的學生多少能學較基本的部分，其他部分則不干擾其他同學的學習」，亦即同意程度差的學生在非基本的內容下可以不參與。至於不參與的學生在課堂上要做什麼？FT32 到提供的了一個實習教師可能的：「不參與課程的學生最好能安靜做課程允許範圍內的事，不干擾課堂的活動。」

若從量的角度，探究多少比例的學生會被教師從課堂參與中排除，這象徵著國家的教育理念與教師教學信念的衝擊與平衡。儘管，「把每個學生都帶上來」是九年一貫及國家教育政策既有的理念（教育部，2010），但在教學資源與制度的限制下，「No child left behind」一直無法落實在每一個班級中，因此瞭解實習教師心中預設多少比例的學生可以不在他們的教學對象中是有其意義的。

本研究針對這個問題考察 62 位實習教師的反應，除了參與比例越高越好這個普世觀點之外，對於容許多少比例學生不參與課堂，本研究從幾個主動提到的例子中加以報導。其中，FT57 算是最平實的反應，他說：「我無法接受我在台上教，而大部分的學生都在發呆。」言下之意，只要未達到「大部分」的比例則都有接受的空間；而 FT46 就確切多了，他認為：「學生參與的程度至少要有 60%」，從再次詢問這位學生，他表示此敘述是表示希望每位學生每節課有五分之三的時間專注於課堂換言之，他同時也表示可以容許最多四成學生不參與課堂。相較之下，FT38

就明確的表明參與比例，他說：「有 8 成的人在聽課，已經算不錯的情況」換言之，這位教師的容忍學生不參與課堂的比例在二成以上；而 FT49 追求更高的目標，他指出：「參與度至少也要有 9 成才能激發上課的動力，讓老師活潑生動」，這意味著這位教師的心像中，未達九成學生參與將使得教學缺乏動力，索然無味。

關於學生參與的所希望達到的教學成效，這類的實習教師則希望在參與時，學生能（1）多表達：期望讓學生多勇於表達自己意見，並對於老師的問題熱烈反應；（2）多思考：在老師的引導下，積極參與思考、猜測，甚至於自己能推導數學；（3）多練習：實習教師期望學生在課堂上能有高比例時間的練習活動。換言之，實習教師希望在數學課堂達到的效果本質上都是著重於學生知能的基本表現或培養，也反映出這群教師對於學生數學學習的作法與期望。

三、含教學情境下之學生參與

本部分主要來自項目 3、4 的分析結果。由於實習教師針對含教學情境問題多以實際可能之教學手法回應，因而對於這一方面的分析，本研究則從實習教師表達出來的教學手法中，根據分析方法所述論點先行判別屬於行為、情感、認知三個參與面向中的哪一個，再細別其子類型，其中，行為參與又以課堂上可觀察的或可測的參與活動（如仿照、例題練習、討論、上台解題等）為主；情感參與上則會進一步區別積極情感（正向）、消極情感（負向）與遵守規範三類；而認知參與則區分淺層參與（讓學生進行回憶、觀察）與深層參與（讓學生進行思考、對照、體驗、理解數學）等與教材內容產生聯繫的活動。以下個別針對的兩個項目結果進行報導。

（一）教新概念的前兩分鐘

俗話說「萬事起頭難」，亦有云「好的開始是成功的一半」，這些都是對於開始進行一件事的重視與期許，同樣的，在數學教學上，一個新的概念教學開始如何引入，不同概念心像展現的教師可能有完全不同的教學特徵與面貌。舉例來說，一個展現學生知能面向甚於其他面向的教師，可能在面對新概念引入時會重視學生先備知識的認知結構，考量如何將教學訊息變成學生容易理解的狀況；相對的，一個展現學生參與面向的教師，面對新概念引入時可能表現出引發學生學習動機的認知結構，因而他會在教學時特別重視生活實例、故事，或特別設計有趣的教學活動來吸引學生投入。而在項目 3 中，本研究主要探測實習教師在概念引入教學上的實踐行為所展現出的數學教學概念心像。研究發現實習教師在概念引入教學之啟蒙上有超過一半的實習教師（51.6%）展現出學生參與面向的概念心像，由此可知，相較於關於「數學教學」此較開放的情境的自發性展現（22.6%），對於教學前兩分鐘之教學情境刺激，實習較展現學生參與心像的比例大為提高，也顯示學生參與面向的心像較容易展現在教學情境問題的刺激。表 3 顯示概念引入教學情境刺激與實習教師概念心像面向展現人數統計表，其也揭露實習教師在教學

之啟蒙仍最重視數學內容傳遞，其次才是學生參與課堂，學生知能再次之，而對於進行學生思考在教學之初反倒不重視，對於使用什麼教學法多半的實習教師也不在意。

表 3

概念引入教學情境刺激與實習教師概念心像面向展現人數統計表

題號	題目概述	項目	實習教師概念心像面向展現人數統計*							
			知能	情意	思考	參與	方法	表徵	期望	數傳
1A	新概念引入之	人數	30	26	1	32	7	26	2	42
	前 2 分鐘教學	%	48.4	41.9	1.6	51.6	11.3	32.3	3.2	67.7

註：* 知能：學生知能；情意：學生情意；思考：學生思考；參與：學生參與；方法：教學方法；表徵：教學表徵選擇；期望：教學期望；數傳：數學傳遞。

本研究進一步檢視實習教師在概念引入教學上展現學生參與面向的教師中，發現教師關注的參與形式並不相同，其中又以情感參與最多，約占此類教師的四成（13 位）。他們在新概念教學之初會透過提供有趣的事物或引發學生學習興趣的活動來吸引學生投入數學課堂，若進一步從積極情感、消極情感與遵守規範三類來看，研究也發現這些實習教師大都是從**積極情感**著手（11 位），亦即先試圖讓學生感覺興趣、喜歡數學課堂，而只有兩位實習教師是從移除學生消極情感面著手，如 FT8 會使用生活易見的例子來消除學生恐懼使學生進入狀況，以及 FT57 提到以動機解決學生學習意願低落。

除了情感參與，有 9 位實習教師則從認知參與的角度出發，亦即採用一些讓學生著手進行數學內容的學習策略的教學活動，如：要求學生進行回憶、觀察、思考老師的問題、臆測等學習活動，若根據 Biggs（1987）的分類，這些從展現認知參與的實習教師屬於較為深層的認知參與，只有少數實習教師採用學生觀察或回憶數學內容等淺層的認知參與。而若從課堂中可觀察的參與活動角度來看，也有一些老師提到如吸引學生注意、帶領學生做活動或討論等的行為參與，但為數並不多。

（二）全班安靜卻不專心之處理

教師教學一定會遇到許許多多的學生問題，無論是行為問題、情意問題或是認知上的問題，教師都應該有能力產生良好的對策來因應，。同時也必須能透過學生的外顯行為來判斷學生是否達到學習效果。項目 4 中，我們考察實習教師對於全班安靜但同學不專心情況之處理，藉此探究數學實習教師在此教學情境下之教學概念心像。在這個項目上，不設定教學單元主要用以排除數學內容的影響，而加入全班安靜的條件是要排除班級經營的因素，使本項目能針對如何處理學生參與的問題。

研究發現實習教師本項目上呈現出兩種類型之學生參與心像，其一是聚焦在學生的課堂活

動參與上 (students engage in class)，包括學生和教師、學生和學生之間的聯繫，而在概念心像上也涉及學生情意、表徵選擇、教學方式等其他面向，例如提供學習動機與學習需求感、改變教學的表徵、透過故事或生活實例來吸引學生、以討論、問問題或進行小活動方式等讓學生投入課堂，符合 Erickson 與 Shultz (1992) 所提之社會聯繫面向；另一個則是聚焦在學生的數學內容參與上 (students engage in mathematics content)，包含學生與教材之間的聯繫，在概念心像上則是涉及學生知能、學生思考、數學表徵其他面向的心像，內涵與前一類稍有差異，例如調整教學的內容難度、利用學生較易接受的表徵 (如圖形、簡易數值實例)、提供思考題讓學生想數學、討論數學等，類似於 Erickson 與 Shultz 所提的學科聯繫面向。

由於此情境直接針對學生參與，因此當此項目引發其他面向之心像也象徵學生參與心像與其他各心像面向的聯繫。表 4 呈現本項目教師於各個數學教學概念心像的展現統計，由此觀之，會發現實習教師在處理學生不專心上，學生參與心像主要在課堂活動參與 (學生情意、表徵選擇、教學方式) 會多於數學參與 (學生知能、學生思考、數學表徵、數學傳遞)。

表 4

呈現實習教師處理學生上課不專心在各概念心像面向展現的人數統計

題號	題目概述	項目	實習教師概念心像面向展現人數統計*							
			知能	情意	思考	參與	方法	表徵	期望	數傳
1C	全班安靜卻	人數	9	35	2	61	17	7	8	5 [#]
	不專心之處理	%	14.5	56.5	3.2	98.4	27.4	11.3	12.9	8.1

註：* 知能：學生知能；情意：學生情意；思考：學生思考；參與：學生參與；方法：教學方法；表徵：教學表徵選擇；期望：教學期望；數傳：數學傳遞。

由於該問題本身不含數學主題，因此數學傳遞面向分析針對「數學」此一廣義概念。

此外，從表 4 也可以看出，在發現全班安靜但同學卻不專心的情境下，實習教師的處理確實以學生參與面向為首要考量，佔了全體樣本的 98.4% (61 人)，其次會在情意面向上，其餘面向展現皆不滿三成。實習教師在處理學生上課不專心上共同展現出學生參與面向的心像是自然的，但所喚起的學生參與類型卻不相同。本研究進一步對於樣本教師處理學生不專心的手法展現與學生參與相關的分析，發現展現學生參與心像的 61 位教師中，有 42 位與行為參與產生聯繫，有 34 位表現出情感參與面向，則有 16 位實習教師包含認知參與面向，可以看出，多數實習教師展現的作法是先引起學生注意，讓學生具有程序性參與，但對於認知參與的比例較少較少涉及，即便涉及也多僅到淺層的認知參與。

若進一步檢視展現行為參與的 42 位中關於積極與消極的行為參與之比例，會發現實習教師對於學生不專心的情況，較傾向積極改變現狀，以求主動驅使學生參與或強破學生將注意力轉

移到課堂，採用手法也較為立即、務實，以及重成效，如點學生回答問題（18 人次）、以笑話、故事、經驗分享吸引學生（21 人次）、溝通或改變上課話題（13 人次）等。其中，又以情感參與呈現正向的手法類別也較多，此現象揭露「積極作為」的行為參與經常與情感參與產生聯繫。

伍、結論與建議

若將教學比喻成任務執行，則學生參與應該是教師要面對的首要關卡，因為即使是最優異的教學內容，若學生不投入參與，也如同一場沒有聽眾的頂級音樂會，徒具形式；相對的，一個沒有關心學生是否參與的教學，有怎能算是完善的教學？

在研究結果一節中，我們得知對於數學教學這個最素樸的想法，在不同的教學概念面向中，大多數的實習教師並不常自發性地喚起學生參與面向的概念心像，此一現象值得我們的實習教師或師培機構留意。而在自發性喚起學生參與者，又展現出讓學生注意與專注課堂、學生自主與互動學習，以及教學生活化與趣味化等三種類型。而這些實習教師自發性展現的三種類型，大抵上展現行為參與、認知參與及情感參與等三大類型，亦即實習教師的學生參與面向概念心像展現，與對於既有之學生參與相關研究頗為契合。

而在學生參與的方法上，本研究實習教師首重情感參與。除了透過像小組競賽、遊戲等偏重於「情感」與「動機」的方式讓學生樂於參與之外，實習教師也認為應該透過小組討論、師生問答等養成學生參與課堂正面的學習態度。在經常使用的手法上，實習教師則是將課程與生活做連結，除了可以讓學生透過這些熟悉的例子，願意投入數學課程、更容易理解概念外，也能因為有趣而參與數學學習活動。此外，許多實習教師也喚起用「討論活動」來驅動學生參與課堂的心像，認為討論活動有直接提供學生參與課堂動機的表層特點，同時具有讓學生進行數學思考的深層特點，而這種讓學生思考的方式驅使學生參與課堂的效果，比起僅是點學生回答問題或講笑話將學生的目光吸引到課堂上更有數學傳遞的成效。

整體來說，學生參與的方法上，發現實習教師會與其他不同的概念心像面向有關聯。展現出「與學生情意面向關聯」的實習教師在學生參與的方法上，主要表現在期望學生能樂於參與課堂活動，認為只要學生心繫課堂，自有收穫，至於參與之後如何將數學知識吸收，則非此類型實習教師的心像所觸及到的，屬於較為淺層的情感參與，也較少提到數學參與。另一方面，表現出「與教學方法面向關聯」的實習教師則關心的不止於學生是否有投身課堂，更在乎是否有進行數學知識的參與，亦即同時注重課程參與與數學參與，因此在師資培育上，我們可以多朝向讓職前教師能夠將學生參與與教學方法多產生連結，對於教師專業的養成將更有益處。

在學生參與面向上，研究發現實習教師會傾向在概念引入教學、處理學生不專心問題上展現學生參與面向的心像。在面對新概念引入教學的刺激時，許多展現學生參與面向的教師以積

極情感參與著手，展現引起學生學習動機的概念心像，因而他會在教學前準備許多生活實例、數學故事，或特別設計有趣的教學活動來吸引學生注意，此也反映出現今臺灣中學數學實習教師對於概念引入喜愛且常用的手法。另一方面，實習教師對於學生不專心的處理手法展現更強烈的學生參與面向，遠超過了概念引入教學時的重視，因此會有一種「出現問題更要積極參與」的景象，儘管如此，卻大都僅止於行為參與，若能多轉於展現認知參與，相信教學會更有成效。這些都值得實習教師與師培單位深思。

對於這些研究師資培育者，本研究認為瞭解職前教師的數學教學概念心像對於師資培育者有三個益處：（一）可協助師資培育者檢視職前教師在教學上的盲點與缺失，透過瞭解哪些心像對教師教學而言是重要，卻不常、不易展現的心像來提升職前教師的專業素養；（二）可搭配教師專業指標以協助數學教師的專業成長，使其改進他們的教學；以及（三）輔助師資培育課程教學，強化師資生對於重要教學概念心像的活化。最後，儘管數學教學概念心像的議題在數學教育中仍屬待開發領域，研究結果也不一定能推廣到小學實習教師或在職教師上，但相信所得的初步結果對於數學教育工作者仍有許多參考價值，也期待有更多努力投入相關研究，讓數學教師教育能更臻完善。

參考文獻

- 孔企平（2003）。**數學教學過程中的學生參與**。上海：華東師範大學。
- 林進材（1997）。**國民小學教師教學思考之研究**（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林福來（1997）。**教學思維的發展：整合數學教學知識的教材教法（1/3）**（行政院國科會專題研究計畫成果報告，NSC 86-2511-S-003-025）。臺北市：國立臺灣師範大學數學系。
- 邱美虹（1997）。**國中科學教師特質與其檢定之研究：比較初任科學教師與資深科學教師知識與技能表現之研究（I）**（行政院國科會專題研究計畫報告，NSC 84-2513-S-003-004）。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育研究所。
- 教育部（2010）。**國民中學九年一貫課程綱要數學學習領域**。臺北：作者。
- 謝佳叡（2001）。**國中生配方法學習歷程中數學思維研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 謝佳叡（2011）。**中學數學實習教師之數學教學概念心像探究**（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- Patton, M. Q. (1995)。**質的評鑑與研究**（吳芝儀、李奉儒譯）。臺北：桂冠。（原作出版於1990年）
- Appleton, J. J., Christenson, S. L., & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools, 45*(5), 369-386. doi: 10.1002/pits.20303

- Atkinson, J. W. (1965). Some general implications of conceptual developments in the study of achievement-oriented behavior. In M. R. Jones (Ed.), *Human motivation: A symposium* (pp. 3-29). Lincoln, UK: University of Nebraska Press.
- Attard, C. (2013). "If I had to pick any subject, it wouldn't be maths": Foundations for engagement with mathematics during the middle years. *Mathematics Education Research Journal*, 25(4), 569-587. doi: 10.1007/s13394-013-0081-8
- Biggs, J. B. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Hawthorn, Australia: Australian Council for Educational Research (ACER).
- Carini, R. M., Kuh, G. D., & Klein, S. P. (2006). Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Research in Higher Education*, 47(1), 1-32. doi: 10.1007/s11162-005-8150-9
- Carter, C. P., Reschly, A. L., Lovelace, M. D., Appleton, J. J., & Thompson, D. (2012). Measuring student engagement among elementary students: Pilot of the student engagement instrument -- Elementary version. *School Psychology Quarterly*, 27(2), 61-73. doi: 10.1037/a0029229
- Chapman, E. (2003). Alternative approaches to assessing student engagement rates. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 8(13). Retrieved from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=8&n=13>
- Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.) (2012). *Handbook of research on student engagement*. New York, NY: Springer. doi: 10.1007/978-1-4614-2018-7
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272. doi: 10.1177/0022487193044004004
- Connell, J. P. (1990). Context, self, and action: A motivational analysis of self-system processes across the life-span. In D. Cicchetti (Ed.), *The self in transition: Infancy to childhood* (pp. 61-97). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Erickson, F., & Shultz, J. (1992). Students' experience of the curriculum. In P. W. Jackson (Ed.), *Handbook of research on curriculum: A project of the American educational research association* (pp. 465-485). New York, NY: Macmillan.
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. In P. Ernest (Ed.), *Mathematics teaching: The state of the art* (pp. 249-254), London, UK: Falmer Press.
- Fredricks, J. A., Blumenfield, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. doi: 10.3102/00346543074001059
- Glanville, J. L., & Wildhagen, T. (2007). The measurement of school engagement: Assessing dimensionality and measurement invariance across race and ethnicity. *Educational and Psychological Measurement*, 67(6), 1019-1041. doi: 10.1177/0013164406299126
- Griffin, L., Dodds, P., & Rovegno, I. (1996) Pedagogical content knowledge for teachers: Integrate everything you know to help students learn. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 67(9), 58-61. doi: 10.1080/07303084.1996.10604857
- Grossman, P. L. (1991). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, NY: Teachers College Press.

- Jackson, P. W. (1968). *Life in classroom*. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Meece, J. L., Blumenfeld, P. C., & Hoyle, R. H. (1988). Students' goal orientations and cognitive engagement. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 514-523. doi: 10.1037/0022-0663.80.4.514
- Miserandino, M. (1996). Children who do well in school: Individual differences in perceived competence and autonomy in above-average children. *Journal of Educational Psychology*, 88(2), 203-214. doi: 10.1037//0022-0663.88.2.203
- Mosher, R., & MacGowan, B. (1985). *Assessing student engagement in secondary schools: Alternative conceptions, strategies of assessing, and instruments*. Madison, WI: University of Wisconsin, Research and Development Center. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 272 812)
- National Council of Teacher of Mathematics (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.
- Newmann, F. M. (1992). *Student engagement and achievement in American secondary schools*. New York, NY: Teachers College Press.
- Nystrand, M., & Gamoran, A. (1991). Student engagement: When recitation becomes conversation. In H. C. Waxman & H. J. Walberg (Eds.) *Effective teaching: Current research* (pp. 257-276). Berkeley, CA: McCutchan Publishing Corporation.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523. doi: 10.1016/j.tate.2005.03.006
- Patrick, B. C., Skinner, E. A., & Connell, J. P. (1993). What motivates children's behavior and emotion? Joint effects of perceived control and autonomy in the academic domain. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(4), 781-791. doi: 10.1037//0022-3514.65.4.781
- Pintrich, P. R., & Schrauben, B. (1992). Student motivational beliefs and their cognitive engagement in academic classroom tasks. In D. H. Schunk & J. L. Meece (Eds.), *Student perceptions in the classroom* (pp. 149-175). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Educational Psychology*, 85(4), 571-581. doi: 10.1037//0022-0663.85.4.571
- Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). Pedagogies of engagement: Classroom-based practices. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 1-15. doi: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00831.x
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169. doi: 10.1007/BF00305619
- Taylor, L., & Parsons, J. (2011). Improving student engagement. *Current Issues in Education*, 14(1). Retrieved from <http://cie.asu.edu/>

- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14(3), 293-305. doi: 10.1080/0020739830140305
- Vinner, S. (1991). The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 65-81). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.