

探究取向數學教學效能與改革信念量表之發展

陳冠州 秦爾聰 段曉林

彰化師範大學科學教育研究所

92201006@mail.sciedu.ncue.edu.tw

摘要

面對瞬息萬變的資訊化社會，到底我們要給予學生什麼樣的數學能力呢？在這既競爭又合作的環境裡，無疑地，透過群體探索，以培養學生問題解決能力和創造力，將是因應未來資訊化社會重要的數學能力之一。為了促進學生具備問題解決能力和創造力，如何讓教師擁有探究取向教學智能與信念，似乎顯得相當重要，本研究透過 K-12 教師網路學習平台，營造一個教師能共同研討探究取向數學教學活動的研習，研習活動包括議題討論、線上教學觀摩與活動設計等歷程，以增益教師對探究取向數學教學的了解。在為期八週線上研習結束前，研究者針對 129 位參與教師施以探究取向數學教學效能與信念的量表進行調查，取得 100 位國中小教師線上填寫量表的有效資料，並將結果進行初步信效化分析。各分量的 Cronbach α 係數分布在 .494~.793，而整體 Cronbach α 係數則為 .860，顯示本預試量表信度建構有不錯的結果。

關鍵詞：探究取向數學教學、數學教學效能、數學教學信念

一、編擬背景及目的

教師教學效能乃是教學成功與否的重要因素之一，因此，如何促進教師的教學行為改變，增益教學知能並懂得經營數學教學環境，讓學習在數學課室中有效發生。就此，教師的教學效能與信念便顯得相當重要。目前數學學習領域課程在九年一貫課程的實施，不管是在目標、內涵和精神方面，皆強調學生十大基本能力的建立，其中特別強調問題解決能力與創造力的建立。然而，數學學習領域課程裡缺乏具體實施的教學策略來增益教師數學專業知能，致使數學教師僅能體察綱要的精神，卻無法深具教學效能與信念來落實特別強調問題解決能力與創造力的教學。職是之故，研究者透過文獻探討主張以探究取向教學和數學科學統整活動等具體教學策略，來順應數學教育的時代潮流與教改願景，讓教師具備統整數學課程與數學專業的素養，並使得能學生建構問題解決與創新思考的能力。

基於上述所言，為瞭解九年一貫數學領域課程實施以來，特別是中小學教師關於探究取向數學教學效能與信念，研究者透過 K-12 教師網路學習平台，藉由探究取向數學教學之研讀文獻、議題討論、線上教學觀摩與活動設計等研習課程，以增益教師教學想

法以及數學科學統整活動設計能力，在研習活動最後進行教師填寫量表的資料蒐集，希望經由這樣的研習和資料蒐集分析，以發展能評估探究取向數學教學效能與信念之合宜量表。

二、文獻探討

(一) 探究取向數學教學

從哲學主張不斷更迭來看，知識或世界並非一種靜態的，並且永遠適存的。因而，數學教育給予學生的應該不是一成不變的數學知識，而是提供一種解決問題的學習模式，讓他們能處於變動的世界中不斷地探究並自主學習。解決問題的學習模式即是一種主動探究的歷程，研究者認為探究乃藉由個體知覺去發現問題、提出問題、探索問題、並解決問題的連續歷程，在資訊日新月異的今日世界，任何人無法學習所有的知識，或完美的處理全部資訊。換言之，知識傳遞取向的教學，在此刻已不能提供全方位的學習需求，取而代之的，將是著重探究歷程的教學。如此看來，在探究的活動中，重要的是讓學生的學習著重的不是「知其然」(what we know)的記憶與背誦，而是「知其所以然」(how we come to know)的理解與應用，也就是問題解決能力與創造力。

1、新舊探究取向的不同

在過去，傳統的數學教學模式一直以傳遞知識的方式為主，而老師通常是具備數學知識者以教導數學知識給學生為首要任務。有別於傳統教學方式，有些老師則會採取美國心理學家 Bruner, J. (1961) 在數學學習上所倡導的發現式教學模式 (guided discovery mode) 促使學生進行解題，同時能夠發現老師「心中的數學想法」。但根據 Hilary Shuard (1986) 指出發現式教學模式在教學上有兩個問題值得一提：第一，發現式教學模式使得學生獨立於教師與教師所知道的數學之間，而學生有效的工作是老師所認同的心中數學想法，也就是說，活動之中兒童的任務是去發現為老師所想的數學而不是自己所想的數學；第二，這個模式引發了老師在教學方面缺乏信心，以至於教師認知到自己數學知識的不足，而且無法符合教學主題所有的智能來教導學生。因此，這樣的教學往往導致成一種狹隘且空具形式的教學型式，即使是探索式的活動或者開放問題，也是難以激發學生去以自己的想法來解決數學問題。

現今倡導的探究乃有別於過去的探究，當然也不「舊瓶裝新酒」的探究。根據 Schifer (1996) 指出一個探究取向的教學環境是不同於個別學生蒐集資訊的活動，而是比個別探索活動更具經濟化的理由，也就是形成一個探究的社群。Borasi (1992) 也認為從探究的觀點來看，學習視為一種意義建立的一般化歷程，亦即經由社會互動後，一種個別化建構和增長的過程。AAAS (1990) 同樣主張學習是一種社會化歷程。這些觀點意味著探究需要學生、同儕以及老師共同進行有以交流，而這樣的群體探究活動是過去較少被提及的。

質言之，過去的探究著眼在個人對問題的解題歷程，問題由教師提出，用以發現

既有的答案。然而，為了因應瞬息萬變的資訊化社會，這樣個別化的探究歷程已經無法有效率地順應世界並獲得知識概念。從而採取的應是社群解題文化為導向的探究歷程，透過引導學生發現問題進而解決問題，建構知識與概念。將新舊探究取向的特徵整理如下：

舊探究取向的特徵	新探究取向的特徵
1、個人問題解決	1、團隊問題解決
2、個人的探索活動	2、合作的探索活動
3、心中的知識	3、與眾人相關的知識
4、教師中心的學習	4、學生中心的學習
5、個人的發現過程	5、團隊的發現過程
6、個人的探索活動	6、團隊的探索活動
7、教師提問	7、學生提問

2、探究取向數學教學的重要性

科學和數學改革的標準都需要能夠激勵學生產出自己的想法，以及追求自己研究的探究取向教學方法（NRC,1996；NCTM,1991；AAAS,1990,1993）

。David Haury（1993）亦在他的研究指出，探究取向能夠形成學生科學素養、使其了解科學過程、某種領域的知識、概念性理解、批判思考、正向態度、過程概念知識的高度成就以及數學知識的建構。而 Borasi (1992)認為探究取向數學教學能夠被視為協同(助)學生自己藉由建立一激勵學生探究的豐富學習環境來尋求對事物的理解。由此觀之，探究取向教學應該可以在學習方面改善學生的態度和成就，在概念方面則能促進學生的了解，並且促進數學的發現。

根據國際科學教育標準(NSES;NRC,1996)探究的文獻，以及探究式學習(Borasi,1992)指出，探究可以協助學生技巧的發展以及提升學生全面化生活的情意，展現和需求驅動想法、能力和經驗模式和技巧、態度的強調和科學探究的價值，例如，懷疑、好奇、本質。對於探究教學 Borasi(1992)建議許多策略，關於建立初始和支持學生數學的探究的環境，包括：利用真實生活問題的複雜性、著重在非確定和最具證據的限制的非傳統教學化主題、以及利用錯誤當成探究的跳板，創立雙重意義和衝突一直使學生去問及：如果事情不同時，將會發生什麼事呢？或如果.....激勵學生去追求上述問題，並且產生他們探究結果，重要性的意義形成閱讀為動力去支持探究和教學生去利用資訊資源，這將協助他們學習去變成獨立學習者，問題解決者和批判性思考者，資源包括歷史和哲學議題，描述明確教學使用的報告和傳記，提供學生反思他們探究重要性的機會，提升學生間的交流。

總而言之，探究取向數學教學應該是提供以學生為主體，以問題為中心的學習環境，藉由探索性的學習過程促進學生反思探究的本質，進而整合數學與科學的活動，讓

探究活動在日常數學課室中形成學生解題的必然歷程，以培育學生問題解決能力與創造力。

(二)、教師教學效能與信念

1、教師效能

教師效能在研究上引起廣大的注意，至少已超過 25 年 (Ashton,1984,1985; Ashton & Webb,1982,1986; Bandura,1977,1997; Gibson& Dembo,1984; Guskey,1988; Lin & Correll,1988; Hoy & Woolfolk,1990; Woolfolk, Rosoff and Hoy,1990)。所謂教師效能意指教師影響學生成就表現的能力 (Ashton,1984,1985)。教師效能乃源自於班度拉 (Bandura,1977,1997) 個體一般化行為的社會學習理論所宣稱，其教師效能的意涵是建立在兩個因素上：一個是結果期許 (outcome expectancy)，另一個則是個人效能 (personal efficacy)。許多研究指出教師效能應考量的向度，包含學習成就 (Ashton,1984; Moore& Essleman,1994)、教師班級經營 (Ashton,1984; Gibson& Dembo,1984; Woolfolk, Rosoff and Hoy,1990) 以及教師對於教學動機 (Ashton,1984) 等，這些發現都支持了班度拉所指的教師效能是涉及動機、行為和學生學習經驗等要素。

2、班度拉的社會認知理論

根據 Bandura 的社會認知理論 (Theory of social cognition)、Ashton & Webb (1982,1986) 以及 Gibson & Dembo (1984) 有關教師效能之相關研究，可將教師效能歸結成兩個面向。一為教師自我效能 (self-efficacy)，應被視為個別的個人執行某一特殊課程，所帶來應有結果的行動，亦是屬於個人效能 (personal efficacy)，就教學而言，自我效能應該是教師影響學生正向改變能力的一種評鑑。另一為結果期許 (outcome expectancy)，則是有關反思於教學效能某一面向的教學結果。Gibson & Dembo 進一步指出，如果將 Bandura 的理論應用於教學效能上，就結果期許而言，無論是家庭背景、智商、學校環境因素等都是可以控制的。也就是說，學生家庭的期待、學習成就的高低、學校環境的好壞都可透過教師效能的結果期待加以改進。

另外，學者 Hoy and Woolfolk (1990) 亦提出關於教師效能兩個構念，分別是個人教學效能 (personal teaching efficacy, PTE)，另一個則是一般教學效能 (general teaching efficacy, GTE)。PTE 的意涵是等價於教師自我效能 (self-efficacy) 或個人效能 (personal efficacy)。而 GTE 則類似於教師的結果期許 (outcome expectancy) 或教學效能 (teaching efficacy)。

綜合言之，教師效能中的結果期許 (outcome expectancy) 和個人效能 (personal efficacy) 乃是影響學生成就表現的兩個主關鍵因素，而本量表在探究取向數學教學效能的子量表則是以這兩個關鍵因素作為子因素層面。

三、量表的發展過程

(一) 量表之編製

預試量表編擬於民國九十四年一月。本量表主要根據 Fenq-Jen Lou (2000) 所編製而成 Mathematics Teaching Efficacy and Reform Beliefs Questionnaire (MTERBQ) 量表，原量表之信效化有一定的水準。而 MTERBQ 量表主要又根據 Riggs and Enochs (1990) Science Teaching Efficacy Belief Instrument-Preservice (STEBI-B) 加以完成。然而，由於 Riggs and Enochs (1990) 的 STEBI-B 量表距離現在已有 15 年之遙，為了更能適用於現況以及符應探究取向教學，本量表另外參酌 Robert(2004) Science Teaching Efficacy Belief Instrument (STEBI) 和 Hsiao-Lin Tuan & Meichun Wen (2005) Inquiry Teaching Efficacy Questionnaire (ITEQ) 等量表。所以，在專家效度方面已有相當的評估。此外，研究者藉由文獻探討與教學實務的分析，歸納探究取向教學促進教學與學習的有效因子，以作為量表內容效度之依據。簡言之，本預試量表乃以 MTERBQ 量表為主要架構，進行探究取向數學教學效能與改革信念預試量表 (Inquiry-based Mathematics Teaching Efficacy and Reform Beliefs Questionnaire, 簡稱 IMTERBQ) 之編擬。

(二) 量表內容

IMTERBQ 預試量表的內容架構分成 Mathematics Teaching Efficacy Belief (MTEB) 和 Mathematics Teaching Reform Belief (MTRB) 兩個因素層面。數學教師效能信念 (MTEB) 一共 23 的題目，23 MTEB 的題目根據 Bandura 的社會認知理論又分為 (a) personal mathematics teaching efficacy, PMTE; (b) mathematics teaching outcome expectancy, MTOE，兩個子因素層面。預試量表因素層面與題目分布如表 T1 所示。

表 T1、「IMTERBQ 量表」預試量表之題目分布

因素層面	子因素層面	題號
MTEB	PMTE	2,3,5,6,8,12,17,18,19,20,21,22,23
	MTOE	1,4,7,9,10,11,13,14,15,16
MTRB		24~40

(三) 量表計分

量表編擬過程經由幾位研究所畢業之國中小在職老師對量表用語與編排提出改進意見，並經專家教授指導，進而編製成正式預試量表。正式量表於九十四年十月，以桃園縣教育局 K12「數學課室創新教學—探究取向教學」線上研習活動國中小 129 位教師參與老師為預試樣本，並進行施測，總計有效樣本為 100 人。

量表計分方式採 Likert 式五等量表。計分上由受測教師依據本身對每一題目敘述的真實想法，在「非常同意」、「同意」、「不確定」、「不同意」、「非常不同意」等選項中，選擇合於自己想法的答案。計分方式「非常同意」為 5 分、「同意」為 4 分、「不確定」為 3 分、「不同意」為 2 分、「非常不同意」為 1 分。教師效能與信念各分量表與總量表

的分數，乃屬於「探究」取向的題目，受試者得分愈高，表示其效能與信念愈接近探究取向。預試量表的題目例舉，請參見表 T2。

表 T2、「IMTERBQ 量表」預試量表的題目例舉

分量表名稱	題目
Mathematics Teaching Efficacy Belief 之 personal mathematics teaching efficacy	2.我會不斷嘗試尋找更好的方法來教數學，像探究教學、統整課程。 3.即使我已十分盡力，我的數學教學仍然比不上我在多數其它學科的教學。 5.我熟悉有效地傳授數學概念所需的解題步驟和技巧。 6.在引導數學學習活動方面，我會講究參與、探索、解釋與應用的學習歷程。 8.我覺得數學教學成效不佳，主要在於教學方法不彰。 12.我對學生對數學概念的理解，自認有足夠的信心及教學知識。
Mathematics Teaching Efficacy Belief 之 mathematics teaching outcome expectancy	4.學生的成績若有進步，通常是因為老師有提供良好的探究環境讓學生學習。 9.學生的數學能力與概念不足，可經由探究取向的數學教學加以克服。 13.我認為實施探究取向的數學教學，可以彌補改進學生的數學上某些劣質程度。 15.學生對數學的理解程度與老師著重學生參與、探索、討論的教學方式有直接且必然的關聯。 16.如果家長提到他們的孩子對學校教的數學有更多的的興致時，這可能是因為老師懂得啟發學生思考以及善用多元教學媒材的緣故。
Mathematics Teaching Reform Belief	28.老師應該多多採用讓學生自己提出問題、解決問題的教學策略。 32.對於學生如何進行數學探究，我具備足夠的教學能力。 35.在課堂上，我通常會鼓勵學生透過自己或小組去探索解決問題的方法。 37.我能利用學生在數學探究的過程中所得到的結論，再拋出學生沒想到的問題，以利學生進行更進一步的延伸探究。 38.我經常使用小組合作學習策略，提供學生討論、溝通與建構他們的數學概念。 39.在數學課室裡，老師應多多使用自行設計學習單和學習日誌，以促進學生反思辨證的能力。 40.我同意關於數學領域的統整課程可以有效的促進學生問題解決的能力。

四、量表的信效度分析

本預試量表所得之有效資料，以 spss 視窗版 13.0 進行統計分析。預試量表在信度方面採用 Cronbach α 係數分別分析各因素層面的信度與量表整體的信度。在效度方面，除了具備專家效度和以文獻探討的結果作為內容效度之建構外，並以因素分析 (factor analysis) 來驗證建構效度。

(一) 信度分析

信度採用 Cronbach α 係數，以求取其內部一致性與可靠性。各分量表 Cronbach α

內部一致性與整體 Cronbach α 內部一致性結果如下表 T3。

表 T3

分量表	MTOE	PMTE	MTRB	整份量表
題數	9	13	18	41
Cronbach α	.793	.474	.785	.860

在分量表 Cronbach α 內部一致性分析中，預計將該題與因素的校正後相關係數 (Corrected Item-Total Correlation) 小於 .3 者題目刪除。對於量表信念的修定，將針對每一題與因素的校正後相關係數 (Corrected Item-Total Correlation) 小於 .3 者題目刪除。但若該分量表或子分量表題目太少則將視因素分析檢驗情況而定，將 .2 以上題目保留。結果 MTEB 裡的 MTOE 全數通過；而 MTEB 裡的 PMTE 則刪除了 2、3、5、6、17、21、23，一共 7 題；MTRB 僅 38 題與予刪除。

(二) 效度分析

本量表在建構信度方面除了採用 Cronbach α 係數，以求取其內部一致性與可靠性。並以各分量表進行 Cronbach α 內部一致性分析及因素分析之交錯分析，即同時考量因素分析與內部一致性的結果，將不適合的題目逐一刪除。在效度方面使用因素抽取法中的「主成份分析法」(Principal Component Analysis)，採直交轉軸法中的最大變異法 (varimax rotation) 以及取樣適切性量數 (KMO, Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) 或簡稱 MSA。結果如下表 T4。

表 T4、KMO 值

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.698
--	------

先根據取樣適切性量數 (KMO, Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) 的結果判斷是否合於進行因素分析，統計結果 KMO 值 .698 的數據顯示題目屬於中度適合進行因素分析。為了使各個分量表因素間不重疊，故進行因素抽取法中的「主成份分析法」(Principal Component Analysis)，在採直交轉軸法中的最大變異法 (varimax rotation) 獲得因素負荷量 (factor loading) 後，對於負荷量小於 .4 者的題目則將給予刪除。結果僅 2、4、5 三題與予刪除。

五、結果

根據信效度分析所獲得的初步結果，在信度方面，各分量的 Cronbach α 係數分布在 .494~.793，而整體 Cronbach α 係數則為 .860。顯示本預試量表信度建構結果尚可接受。此外，根據每一題與因素的校正後相關係數 (Corrected Item-Total Correlation) 小於 .3 者題目刪除，結果 PMTE 有 2、3、5、6、17、21、23，一共 7 題和 MTRB 第 38 題與予刪除。在效度方面，對於因素負荷量小於 .4 者的題目則將給予刪除，結果有僅 2、

4、5 三題。本 IMTERBQ 量表經由信效化分析後，總計保留 31 個題目，刪除 9 個題目，在信、效度方面均有不錯之結果，而這樣的結果可供作為下一步正式量表的基礎，亦可當成其他想要評估數學教師探究取向教學效能與改革信念之參考。

References

- Bandaru,A. (1997) Self-efficacy : The exercise of control. new York : Longman.
- Fenq-Jen Lou(2000).Mathematics Teaching Efficacy and reform Belief of Elementary School Teachers in Taiwan. The university of Texas Austin. Unpublised doctoral dissertation.
- Hsiao-Lin Tuan& Meichun Wen (2005) The Development of Inquiry Teaching Efficacy Questionnaire. Authentic Science and Mathematics(Teacher)Education in the Netherlands and Taiwan. National Hsinchu University of Eduaction. Hsinchu.
- Robert E.Bleicher (2004) .Revisting the STEBI-B: Meacuring Self-Efficacy in preservice Elementary Teachers. School Science and Mathematics. Dec. Vol