

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，2012，43 卷，3 期，717-734 頁

「教師學習社群」發展對話式形成性 評量實務及其對學習成效之影響*

張景媛

慈濟大學
教育研究所

鄭章華

伊利諾大學
課程與教學研究所

范德鑫 林靜君

慈濟大學
教育研究所

本研究透過專業學習社群提昇國中數學教師對話式形成性評量實務，從而促進學生數學學習成效。其具體作為在於協助教師整合教學與評量於一堂課中，從而即時探查學生的學習進展與需求，做出立即回饋幫助學生數學學習；本研究也分析學生的數學學習成就是否受益於教師形成性評量實務的改進，以期對教師專業成長理論有所貢獻，研究者一方面以 Mehan (1979) 的課堂架構理論分析數學課堂師生對話現況以及教師在學習社群中對話式形成性評量實務進步的歷程，另一方面以單因子共變數分析瞭解實驗組學生的數學學習成就是否顯著高於對照組學生。研究發現：一、在學習社群初期，參與教師仍是以低層次問題進行師生對話，沒有給予學生充分待答時間；二、以三階段循環模式運作學習社群可以有效幫助教師改進對話式形成性評量實務，以高層次問題探查與釐清學生想法，逐步引導學生數學學習；三、學生的數學學習成就獲益於教師對話式形成性評量實務的改進。最後，本研究報告學習社群對於教師個人專業成長的影響、提出教學建議以及後續研究的建議。

關鍵詞：形成性評量、教師專業發展、學習社群、數學對話

在 2003 年國際數學與科學教育成就趨勢調查（簡稱 TIMSS）顯示台灣學生的數學成就排名世界第四名，但是也呈現出台灣教育機會不均的現象（Akiba, LeTendre, & Scribner, 2007）。數學教育課程改革的《學校數學原則與課程標準》（Principles and Standards for School Mathematics）將「社會公平」列為優先原則，希望能促進弱勢學生的數學學習表現（National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000）。

台灣數學教師常以考試來評量學生的學習表現，然考試增多對學生的學習表現的幫助有限，甚至對弱勢學生有負面的影響。另一方面研究發現，應用形成性評量可以促進學生的學習（Black & Wiliam, 1998; Crooks, 1988; Wiliam, Lee, Harrison, & Black, 2004），形成性評量是一個預先計畫好的「過程」，教師

* 本文通訊作者：張景媛；通訊方式：cyc0711@mail.tcu.edu.tw。

在教學中不斷關注與監控學生的學習狀況，蒐集學生的學習進展的證據，以修正教學實務幫助學生學習（Popham, 2008），教師可以從學生的學習單、學習歷程檔案、隨堂考、課堂觀察、提問等方式進行形成性評量瞭解學生的學習狀況，擬定後續的教學行動。

由於對話（discourse）是探索數學認知思考的重要工具（Kotsopoulos, Lee, & Heide, 2010），因此本研究試圖協助教師以對話進行形成性評量，利用提問瞭解與促進學生思考，從學生的回答確定學習進展，是否需要釐清迷思概念，修正隨後的教學，參與教師在定期聚會的學習社群中，經由討論教學錄影帶、逐字稿或模擬對話等方式提昇「對話式形成性評量實務」（Discourse-based formative assessment practice, 簡稱 DAP）（Webb, 2004）。再者，師生對話的品質與學生思考的發展密切相關（Franke et al., 2009），本研究希望經由教師專業成長幫助教師應用形成性評量促進學生數學學習成效（Black & Wiliam, 2006）。

教師專業成長在教師學習與教學改進方面扮演了重要角色，不幸的是，以往教師專業成長方式，常被批評為時間短暫、以一概全、與日常實務脫節、缺乏理論架構支持等（Fullan, 1991），外來的演講者以學者專家身分傳遞新資訊或新教法給老師，老師只是被動學習由別人為他們決定的課題；研習活動結束後，沒有後續的行動支持老師在課堂中把新觀念或新教法付諸實施，老師得冒著同事、行政或家長質疑的風險自行摸索這些新觀念或新教法，無怪乎教師常抱怨研習活動學到的只是理念而不切實際，對於日常教學幫助不大，但是，這種方式仍是國內教師專業成長的主流（教育部，2008）。

簡而言之，本研究試圖透過教師學習社群來提昇國中數學教師的對話式形成性評量實務，探索其可行性、實施方式以及教師的 DAP 改進對於學生學習成效的可能影響。綜合以上所述，本研究欲探討的目的如下：

- （一）瞭解目前國中數學教師課堂師生對話的現況。
- （二）探究國中數學教師學習社群進行「對話式形成性評量實務」團隊運作的方式以及對教師對話實務的影響。
- （三）瞭解教師進行對話式形成性評量實務對學生數學學習表現的影響及對教師個人專業成長的影響。

依據上述研究目的，本研究提出下列幾項研究問題：

- （一）日常教學中，國中數學教師在課堂中如何進行師生對話？對話內容為何？
- （二）國中數學教師專業社群發展「對話式形成性評量實務」的模式為何？教師「對話式形成性評量實務」的成長歷程為何？
- （三）國中數學教師專業社群進行「對話式形成性評量實務」後，學生數學學習表現如何？教師個人感受到專業成長的情形為何？

文獻探討

本研究主要的理論包括：教師專業成長理論與對話式形成性評量實務，以下一一加以說明。

一、教師專業成長理論中失落的連結：從教學改進至學習成效

教師專業成長背後的基本假設是「教師學習」會反映在「教學改進」上，而「教學改進」會反映在「學生學習成效」上。簡而言之，就是「教師學習→教學改進→學生學習提昇」的連結關係，然而如此

的連結假定未必經得起實徵研究的檢驗 (Timperley & Alton-Lee, 2008)。如前所述，傳統的教師專業成長方式在促進教師學習與教學改進方面受人質疑，不過，所幸教師專業發展研究社群已逐漸瞭解到有效的教師專業發展需以探索方式為之 (Cochran-Smith & Lytle, 2001; Darling-Hammond & McLaughlin, 1995)，持續一段長時間而非只是幾天研習的形式 (Cohen & Hill, 1998)，考慮到教師所處的脈絡環境 (Cobb, McClain, Lamber, & Dean, 2003)，促進教師主動合作學習 (Darling-Hammond, 1996; Garet, Porter, Desimone, Birman, & Yoon, 2001)，增進教師學科知識、教學知識與學科教學知識 (Borko & Putnam, 1995)，形成教師專業學習社群 (Borko, 2004; Garet, Birman, Porter, Desimone, & Herman, 1999; Ingvarson, Meiers, & Beavis, 2005)。在這些特徵之中，學習社群被認為是最有效的專業成長方式 (National Staff Development Councils, 2001)，教師們形成一個成長團體，為改進教學、促進學生學習彼此切磋成長；成員們定期聚會，最好是一星期數次，共同討論課程與學習目標、教學計劃、解決教學上遭遇到的問題。整體來說，研究社群已逐漸釐清從「教師專業發展」到「教學改進」的連結關係。

然而，研究社群對於從「教學改進」到「學生學習提昇」的連結仍是所知有限 (Timperley & Alton-Lee, 2008)，也就是說教師教學改進不必然反映在學生的學習提昇上。認知引導學習方案 (CGI) (Cognitive Guided Instruction) (Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang, & Leof, 1989) 與提昇教師形成性評量實務方案 (Wiliam et al., 2004) 是很好的例子。一方面，CGI 是有名的教師專業成長方案，旨在增長教師對於學生算術思考的知識，從而影響其教學決策與提昇學習成效。該研究採實驗設計，參加教師隨機分派至實驗組與對照組，實驗組教師參加為時四週的暑期工作坊學習孩童加法與減法思考發展並應用所學設計教學，研究指出相較於對照組教師，實驗組教師常鼓勵學生使用多種解題策略與傾聽學生的解題想法，雖然實驗組學生在研究者所編的問題解決測驗分數顯著高於對照組學生，兩組學生在標準化測驗的得分卻沒有顯著差異 (p. 523)，該研究結果在美國被 NCTM 課程改革的反對者用來立論學習新課程 (即建構主義取向) 的學生，其學習成就並沒有比學習傳統課程的學生來得好 (詳見 Wilf's, 1998)。另外一方面，Wiliam 等人 (2004) 在英國執行形成性評量實務成長方案及研究該方案對學生學習的成效，他們採修改過的實驗組與控制組設計，實驗組教師自行決定所欲改進的形成性評量實務，例如：提問，分享評分標準，鼓勵學生、同儕回饋等，他們擬定行動計劃，然後選擇班級執行形成性評量。研究發現實驗組學生在標準化測驗 (例如：國家級評量) 的平均成績高於控制組學生 0.32 個標準差，不過，該研究並沒有像 CGI 的研究者質化分析實驗組教師與控制組教師的教學差異，因此下學習成就差異肇因於教學差異這個結論仍嫌倉促。儘管如此，強有力的研究證據指出學生的學習成就獲益於教師的形成性評量實務，特別是低成就學生 (Black & Wiliam, 1998; Crooks, 1988)，其效果量在 0.4 至 0.7 之間，因此本研究假設改進形成性評量的教師專業成長可以提昇學生學習成效，有助於釐清從教學改進至學習成效的連結關係。

二、對話式形成性評量實務(DAP)之理論研究

如前所述，對話在瞭解數學認知扮演了重要角色，以對話進行形成性評量是近年來數學教學與科學教學的重要研究 (Crockett, Chen, Namikawa, & Zilimu, 2009; Ruiz-Primo & Furtak, 2007; Wiliam, 2007)。DAP 的特色是它發生在教學期間，其目的在促進學生的學習 (assessment for learning)，其核心概念在於將評量「嵌入」教學當中 (instructionally embedded assessment) (Webb, 2004)，教師有效運用提問與對話，從學生的回答蒐集「以評量為根據的證據」 (assessment-based evidence) (Popham, 2008)，從這些證據做出適當決策即時調整教學，這有別於過去傳統教學評量，學生的數學思考是教師所必須蒐集的重要證據並善加詮釋，從而促進概念性理解的學習。

探討形成性評量的文獻已相當豐富，然而 DAP 的理論與實徵研究仍相當有限 (Crockett et al., 2009)，目前已知「提問」(questioning) 與「回饋」(feedback) 是 DAP 兩個重要成分 (Tunstall & Gipps, 1996)，提問給了教師檢視學生學習進展或迷思概念的機遇，從師生對話所獲得的學習證據，可讓教師進行即時的 (moment-by-moment) 教學修正 (NCTM, 1995) 幫助學生在學習軌道上往學習目標邁進，Erickson (2007) 所提的「近側形成性評量」(proximal formative assessment) 一詞適切說明 DAP 的理念：

在教學過程中，教師持續密切地注意學生的學習狀況—慎重地聚焦在學生的理解發展與技能的精熟上。(p. 187)。

他強調教師在教學中需不斷以即時性的評量方式探測學生的思考發展與技能學習，做為後續教學決策的重要依據。值得注意的是，好的問題對於 DAP 是必要而非充分條件，DAP 的品質也取決於教師給予學生的回饋，Vanderhye 與 Demers (2007, p. 262) 舉的例子可以幫助我們一窺數學課堂中 DAP 的大概：

師：請看一下我畫在黑板上的三角形，它是什麼三角形？[幾乎所有的學生都知道這是不等邊三角形]。假如你從邊來命名的話，它是不等邊三角形；如果我們從角來命名它的話，這是什麼三角形？

瑞莎：銳角三角形。

師：你怎麼知道？

瑞莎：因為它有一個銳角。

師：沒錯，不過它同時也有一個鈍角。

瑞莎：它有兩個銳角，只有一個鈍角而已。

漢森：一個三角形不可能有超過一個以上的鈍角的，三角形不可能有兩個鈍角。

老師：三角形的內角和為幾度？

強森：360 度？

漢森：180 度。

老師：沒錯，是 180 度。三角形可以有一個以上的鈍度角嗎？[有小一段時間，沒有人回應]

漢森：這不可能的。

皮爾斯：如果有的話，就變成正方形了。

教師以第二個問題：「如果我們從角來命名它的話，這是什麼三角形？」評量學生是否清楚三角形的命名，這讓她認知到瑞莎對此存有迷思概念，瑞莎以為銳角比較多的三角形就是銳角三角形，殊不知鈍角三角形只要有一個鈍角即可，教師注意到這個迷思概念並給予學生回饋，她要求學生同時注意三角形的三個角；學生也從師生互動與同儕互動中獲得回饋，聽到不同的觀點，進而澄清概念。

簡而言之，教師進行對話性形成性評量時，必須整合教學與評量在一堂課中；許多研究者力陳整合教學與評量的重要性 (Crockett, 2007; NCTM, 2000, 1995; U.S. Department of Education, 2008)，由於「對話式形成性評量實務」在國內使用的情形尚不普遍，本研究希望能透過數學教師學習社群的組成與運作，能增進數學教師在課堂進行「對話式形成性評量實務」的教學知能，進而促進學生數學學習表現。

研究方法

一、研究對象

本研究邀請有志於提昇教學實務的教師加入個案研究，考慮到時間、交通與方便性等因素，主要以

花蓮地區的國中數學老師為主，人數有三位。這三位數學教師任教國中數學五年至十五年不等，目前任教於花蓮縣北區和南區的國中，學生有不同文化背景（閩南人、客家人、原住民、新住民等）的國中生。在學生方面，分兩部分加以說明：三位參與「教師學習社群」的老師各以一班國中一年級或二年級學生為對象，進行對話式形成性評量實務，經由課堂教學錄影瞭解自己對話的內容，各班學生人數從 17 到 32 人不等。在實驗教學方面，則以一位林老師任教的班級為實驗組，而未參與「教師學習社群」之數學老師任教班級為對照組，學生人數各為 33 名。實驗組與對照組學生的背景多為閩南人與客家人，原住民與新住民學生人數較少。

二、研究工具

(一) 對話式形成性評量編碼表：本研究從數學對話研究文獻整理出編碼表，針對教師提問類型進行編碼，將課堂教學逐字稿編碼為：肯定、釐清、計算、修正、否定、填空、提示、講述、程序、回憶、推理、修辭性問題、短答、其他等(NCTM, 1991; Schleppebach, Perry, Miller, Sims, & Fang, 2007; Walshaw & Anthony, 2008; Wood, 1994; Wood, Williams, & McNeal, 2006)，詳見附件一，從編碼中發現教師進行對話式形成性評量的偏好。

(二) 課堂教學錄影逐字稿：本研究目前共計有二十堂課堂教學錄影逐字稿，做為師生對話分析與學習社群教學討論之用。

(三) 教師專業社群會議紀錄：本研究教師專業社群進行討論時的會議紀錄，會議紀錄主要是安排每次會議的討論內容，以及探討課堂教學錄影的逐字稿。

(四) 段考考卷：包含實驗班與對照班前測與後測的教師自編段考考卷，內容包括：選擇題十題、填寫表格十格、填充題六題及計算題四題，滿分共 100 分。

三、研究流程

本研究先徵詢有意願參與專業社群的教師加入團隊，透過會議討論，決定教學課程錄影的時間與課程內容，進行課堂教學錄影後先進行逐字稿，再從會議討論中分析對話式形成性評量編碼項目，以及哪些地方可以進行更深入的釐清、提示或推理等的教學。本研究中對照組教師的年資高於實驗組教師，該班的教師仍以傳統講述的方式進行教學，也就是說對照組教師擁有較為豐富的教學經驗，講述過程十分詳細清楚，且板書井井有條。而實驗組教師是參與「教師學習社群」的林老師，她任教的七年級班級進行對話式形成性評量，聚焦在「提問」，從提問中蒐集學生學習理解的情形，教師再透過「回饋」，引導學生深入思考問題。由於實驗組教師任教年資較淺，且以新的教學方法進行實驗，事前無法預估教學成效會如何。實驗期間為一個月 20 節課。在教學實驗後，將學生前測與後測的成績進行統計考驗，瞭解學生進步的情形，最後，對參與教師專業社群的教師進行訪談，以瞭解社群團隊運作對其教學成長的影響。

四、資料處理

研究者持續進行課堂觀察、錄影並轉錄成逐字稿，每週觀察一到兩次，瞭解教師如何運用對話式形成性評量，待逐字稿完成後，我們先把逐字稿以 Mehan (1979) 的 IRE 結構，即「教師提問」(initiation，

表 1 (續)

教師	徐老師 課堂一	徐老師 課堂二	徐老師 課堂三	江老師 課堂一	江老師 課堂二	江老師 課堂三	王老師 課堂一	王老師 課堂二	王老師 課堂三
提示◎	2	0	0	1	4	3	1	0	0
講述	3	3	1	0	5	3	0	0	5
程序◎	1	0	0	1	0	0	0	0	0
回憶◎	0	0	0	8	6	3	1	0	2
推理*	7	14	12	5	9	8	0	0	1
修辭性問題	4	5	7	3	6	4	0	0	5
短答◎	6	3	10	11	12	33	0	0	7
其他	3	3	1	2	5	0	0	0	0
高層次問題 (*)	14	18	15	8	12	10	0	0	1
低層次問題 (◎)	16	3	13	25	23	42	2	0	10
總計	50	42	52	57	64	74	2	0	29

註：標示「*」符號為高層次問題，標示「◎」符號為低層次問題

二、國中數學教師學習社群進行「對話式形成性評量」團隊運作分析與討論

本研究團隊先徵求自願參與的教師，目前有國中數學教師三位參與研究團隊，利用星期日的時間進行會議。第一次會議決議先拍攝平時的數學課堂教學的情形，撰寫逐字稿，帶到會議中進行討論。經過數次會議討論後，三位教師擬定自己課堂教學的單元，透過會議討論出課堂教學時所需教學的典型題。這些典型題進行教學時，教師可以利用哪些高層次的問題引導學生釐清迷思概念。經由團隊運作的歷程，本研究畫出團隊運作模式圖。

(一) 數學教師專業社群運作方式

圖一顯示教師專業社群運作的情形，包含從初期、中期到後期的大循環，以及在單元教學討論分析中的小循環。

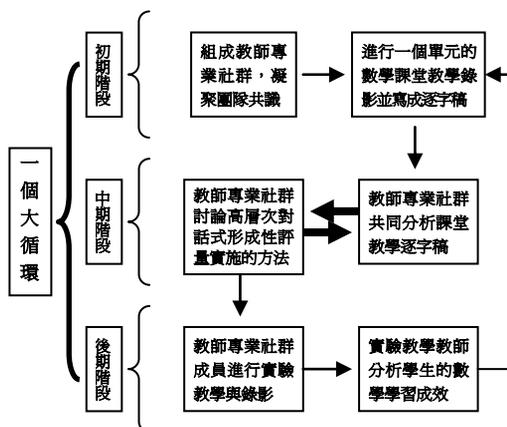


圖 1 數學教師專業成長循環模式圖

(二) 數學教師專業社群討論內容分析

本研究從課堂錄影中分析師生對話的情形，內容包括：初期師生對話的內容、中期師生對話的內容及後期師生對話的內容，從三階段的對話內容分析中可以看到教師對話技巧轉變的情形。

1. 初期師生對話

專業社群初期討論的課堂逐字稿單元為二元一次方程式，剛開始，教師複習學生舊有的經驗，即一元一次方程式的表示法並評量學生的先備知識，以下師生對話的內容來自課堂錄影逐字稿，研究者在括號中標示編碼：

- (I) 師：今天要看二元一次方程式，看二元一次方程式時，以前上學期末學過一元一次式，你可以舉一個隨便的例子嗎？
- (R) 生： $1x = 2x$
- (E) 師：一元一次式（否定）
- (R) 學生： $1x+1$
- (E) 老師：沒有人在講 $1x$ 的（否定）
- (R) 學生： $x+1$
- (E) 老師： $x+1$ 是一個一元一次式。（肯定）

以上的延伸性序列由三個 IRE/F 所組成，教師請學生舉一元一次代數式的例子，學生舉的例子：「 $1x = 2x$ 」是一元一次代數方程式，而不是代數式，此時，老師的回饋是重述：「一元一次式」這五個字暗示學生答案是錯的，於是學生提出 $1x+1$ 的答案，雖然是正確的答案，但老師的回饋卻是：「沒有人在講 $1x$ 的」，於是學生修正答案為：「 $x+1$ 」，老師跟著說：「 $x+1$ 是一個一元一次式」結束延伸性序列。從上述的師生對話內容來看，教師以對話進行形成性評量時，關注的焦點是答案的正確性以及數學形式，她並沒有把握學生錯誤回答的時機，以高層次問題探詢學生的想法或是釐清學生的迷思概念，僅以否定敘述句來促使學生說出「正確答案」，我們很難從學生的回答瞭解到他是否清楚「代數式」與「代數方程式」的差別。

2. 中期師生對話

中期社群討論的逐字稿單元為二元一次方程式的應用題，教師欲引導學生瞭解到在特定條件限制下， x 與 y 的值會受到限制。應用題題目為：「阿寶買了 3 元跟 5 元的郵票 60 元，那每一種至少買一張的話，可能的買法有哪些？」教師先請學生根據題目敘述舉出可能的買法。以下為師生對話擷錄部分：

- (I) 師：還有沒有【其他的買法】？
- (R) 生：3 元買 20 張
- (R) 生：題目有說最少要買一張。
- (E) 師：題目有說最少要買一張。（肯定）
- (I) 師：那如果題目沒講，3 元可不可以買 20 張？（短答）
- (R) 生：可以。
- (E) 師：有注意看題目很好。（肯定）
- (I) 師：為什麼沒別的買法，你一定要有什麼解？（修辭性問題）所以你一定要什麼解？（修辭性問題）有沒有同學想到？（修辭性問題）可不可以買 $2 \frac{2}{3}$ 張？（短答）
- (R) 生：不行。
- (E) 師：很好，所以要有整數解。（肯定）

這堂課中，教師開始掌握對話的技巧，她邀請學生舉例，一位學生舉「3 元買 20 張」為例，但是這與題目條件：「那每一種至少買一張的話」不符，另外一位學生立刻給予「題目有說最少要買一張」

的回饋，學生問開始有互動，教師接著釐清：「那如果題目沒講，3 元可不可以買 20 張？」幫助學生瞭解題意，待學生正確回答之後，教師肯定學生的想法，然後提出一連串修辭性問題，最後的問句「可不可以買 $2\frac{2}{3}$ 張？」用以確認學生是否看出 x 與 y 必須為整數解，學生指出該題的解不能有分數出現，教師肯定學生的回答結束對話。

與之前的師生對話相比較，教師開始去理解學生的想法，而且掌握時機追問學生、確認學生的學習狀況，然而，此時還沒有出現較為明顯的高層次問題，教師大多是問「可不可以」的短答題，學生只需要回答「可以」或「不可以」，這類的評量無法有效蒐集學生學習的證據 (QCA, 2003)。

3. 後期師生對話

已有研究證據指出課堂分析的回饋可以成為教學轉變的催化劑，幫助教師反思與改進教學 (Nathan & Knuth, 2003; Tan & Towndraw, 2009)，教師專業成長社群對於教師的影響反映在後期的課堂逐字稿，該逐字稿的教學單元為二元一次方程式應用問題，教師帶領學生針對文字題條件列出二元一次方程式並求解：

- (I) 師：來看到隨堂練習，如果一個茶葉蛋是 8 元，包子一個是 15 元的話，那現在我們共賣出， x 個茶葉蛋， y 個包子的話，那現在我們共賣出幾個？
- (R) 生： $8y$ 茶葉蛋
- (E) 師： $8y$ 茶葉蛋？（否定）
- (I) 師：是問共賣出幾個喲？（釐清）
- (R) 生： $8y+15x$
- (E) 師： $8y+15x$ ？（否定）
- (R) 生：是 $8x+15y$ 。
- (I) 老師： $8x+15y$ 代表的是什麼？（釐清）
- (R) 學生：總共多少錢
- (E) 老師：總共得到的錢（肯定）
- (R) 學生：喔...
- (R) 學生：是 $x+y$ 【學生終於瞭解共賣出幾個和共賣得多少錢的意思不同】
- (E) 老師：好（肯定）

一開始教師問學生共賣出幾個？學生回答「 $8y$ 茶葉蛋」，這是錯誤的回答，教師的回饋是以疑問句重述學生的回答，並釐清題意：「是問賣出幾個喲？」，但是學生還是圍繞在賣出的價錢打轉，而且還把包子與茶葉蛋的價錢錯置，教師仍是以疑問句重述學生的回答，雖然學生把賣包子與茶葉蛋所得的錢正確列出，但仍然圍繞在價錢上打轉，並沒有注意到題目問的是「共賣出幾個？」。教師並沒有立刻說學生的回答是錯的，而是追問：「 $8x+15y$ 代表的是什麼？」來釐清學生的想法，學生的回答：「總共多少錢」，教師立刻給予學生回饋讓他們認識到自己把「個數」與「價錢」混為一談，於是有學生提出「 $x+y$ 」的正確答案，在教師肯定之後結束對話。

從這次的逐字稿中，可以看出教師對話技巧的轉變，她並沒有急著以灌輸的方式更正學生的回答，代之以提問刺激學生去思考回答的合理性，並以高層次問題釐清學生的想法，在教師逐步的引導之下，學生自行提出正確的答案。

三、國中數學教師專業社群運作之成效分析

(一) 實驗組學生數學學習成效的分析

本研究一位教師專業社群的教師首先進行實驗教學，以該校兩個班為對象，一班為實驗班，一班為對照班。七年級上學期第一次段考成績為前測，下學期第一次段考成績為後測。進行單因子共變數分析，定 $\alpha = .05$ 。

本研究先進行「迴歸斜率同質性檢定」，結果為 $F(1, 63) = .45, p > .05$ ，表示兩組之總分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質的基本假定。表二為兩組數學成績前後測的平均數、標準差及調整後平均數。接著進行兩組獨立樣本單因子共變數分析，結果為： $F(1, 64) = 9.14, p < .05$ ，表示經實驗處理後，兩組學生在下學期數學段考成績上有顯著差異存在。

表 2 兩組數學成績前後測的平均數、標準差及調整後平均數

	人數	前測		後測		調整後平均數
		平均數	標準差	平均數	標準差	
實驗組	33	62.24	16.96	78.00	20.54	77.02
對照組	33	59.97	19.20	65.06	22.22	66.04

(二) 數學教師專業社群運作對教師專業成長影響之分析

本研究教師專業社群的運作中，教師認為對個人專業成長的影響包括：

1. 數學教師要與班上學生建立良好的師生關係

T1：要進行對話式形成性評量，我們和班上學生的互動關係要好，學生能和我們在輕鬆自然的情境下互動與思考，沒有上下對立的感覺。

2. 數學教師要對教學有深刻的瞭解與熱忱

T3：我們往往會看別班上到哪裡了，如果發現自己班級進度落後時，會心急而加快腳步趕課。事實上，我們進行對話式形成性評量，教的速度比別人慢，但是學生聽得懂我們的教學內容，因而願意思考數學問題，這是一種良性循環的狀況。也就是自己要瞭解自己為何如此做，不要受別人影響。

3. 數學教師認為國中六冊的內容應平均分配

T2：目前國中三年六冊的數學內容大多集中在前五冊教完，事實上，如果教學內容能平均分配在六冊中，我們會有較多的時間和學生進行對話。

4. 數學教師改變自己以往的上課方式

T1：過去我們上課時會思考如何將教材說清楚講明白，但是現在我們進行對話式形成性評量實務後，懂得在事前規劃數學問題，想像課堂討論時的情況，教學時會注意聽學生的回應，思考學生的回應代表什麼意義，自己要如何回應學生的問題。這樣教學的速度自然緩慢下來，學生的思維也被我們一步步帶著走。

5. 教師享受教學中的樂趣而不再責備學生為何聽不懂

T4：學生的反應與學習表現是我們持續進行對話式形成性評量的原動力。當學生向我們說，自己以前都覺得不可能學會數學的，現在居然聽得懂時，我們的辛勞都一掃而空。我們要學習在過程

中思考學生的問題，當學生聽懂自己的引導時，這就會產生成就感。

四、討論

Kennedy (1999) 指出瞭解教學與學習間的連結關係，即教師教學如何形塑學生學習，是教學研究的重要議題，然而這一塊卻是最令人困惑與最少被人所理解，教師常覺得學生的學習成效不容易掌握與預測，若教育研究能幫助教師深入理解此一關係，對他們的教學實務是相當受用的；欲釐清此一連結關係，縮短教育研究與教學實務的落差，Nuthall (2004) 建議教育研究者有必要在教學上發展「實用的解釋理論」(practical explanatory theory)，該理論能幫助教師知道在教學活動中學生的腦海在想什麼，也就是說該理論能讓教師知道，當他們監控學生學習時，什麼是觀察的重點與如何詮釋他們所看到的東西，本研究顯示對話式形成性評量有成為「實用的解釋理論」之潛力，在 DAP 中，教師以對話為工具瞭解學生的思考與學習進展，當師生對話進到延伸性序列時，教師深入挖掘學生的學習困難或迷思概念，然後追問高層次問題或給出適當回饋以促進數學學習，編碼表可以幫助教師清楚自己對話實務的特徵與盲點，從而改進教學，促進學生學習，雖然，本研究因非隨機樣本與樣本數不夠大的關係，不能針對教師 DAP 之改進影響學生數學學習成就做出有說服力的推論，然而，本研究的發現對於從教學改進到學習提昇相關的議題討論仍有所貢獻。

Fernandez、Cannon 和 Chokshi (2003) 提出「課堂研究」(lesson study)，主要有三個步驟：1. 課前，教師們共同合作討論出某一堂課的教學目標並寫出一個詳細的課堂計劃；2. 計劃完成後，由一位老師按計劃上課，其他老師依據該計畫從旁觀察與評論教學；3. 課後，教師們再次聚會討論他們對該堂課的觀察、回饋與反思，並修正計劃做為再次教學或另位老師教學之用。本研究進行的方式相似，但有所差異存在。本研究是在：1. 課前，教師們共同合作討論出自己某一堂課的教學目標並討論將教導的數學典型題目，以及將進行的對話式形成性評量的過程；2. 社群討論後，個別老師按計劃上課，並將教學錄影下來寫成逐字稿，做為下一次討論的內容。3. 課後，教師們再次聚會討論他們對自己該堂課的觀察、回饋與反思。因為進行的理念是相似的，所以也達到不錯的效果。

Heritage 與 Bailey (2006) 提到：某些教師認為教學與評量是無法同時並存的。對持這種看法的人，比較恰當的回應是：「假如沒有評量哪些是你的學生已經知道與可以完成的，那你要如何知道什麼是你應該教的?」。過去數學教師都是將考試卷做為評量的工具，批改完之後，下週進行討論或訂正。但是對話式形成性評量重視的是提供立即的回饋，在教學中即掌握學生的注意力與思考力，帶領學生一面思考一面教學，老師和學生的思維是同步進行的，減少師生思考的落差，這樣的效果比採用教學和評量分離的方式，效果更好。

結論與建議

一、結論

(一) 教師專業社群運作分為三個階段(初期形成團隊及凝聚共識、中期進行課堂教學錄影及討論逐字稿、後期進行教學實驗及學習成效的評估)。

(二) 數學課堂教學時，對話式形成性評量中的高層次的問題，較能幫助教師瞭解學生學習進展的情形，從而促進學生數學的理解。

(三) 本研究一位團隊成員進行對話式形成性評量的教學後，全班學生的數學學習表現大幅進步，教師認為這種教學專業社群的運作對教師專業發展具有長期的影響與成效。

(四) 對話式形成性評量可以幫助教師瞭解學生進行課堂活動時的想法，讓教師較能掌握與預測學生的學習表現與成效。

二、對教師教學的建議

(一) 教師要主動形成教師專業社群進行討論，一次的時間不必太長，但要持續討論。

(二) 在過程中不要怕別人提出不同的意見，當別人提出意見時，可以討論為何這樣的方式會更好。

(三) 教師可以利用空餘時間將個別學生找來對話，也就是運用零碎的時間來處理個別學生的學習問題。

(四) 教師要有終身學習的觀念，要將教育當成事業來經營，增加個人的工作成就感。

三、對未來研究的建議

(一) 由於男老師和女老師帶班風格及教學風格有所不同，是否會影響「對話式形成性評量實務」的進行，後續可持續探討。

(二) 班級風氣不同，師生關係不同，是否會影響「對話式形成性評量實務」的進行，這也是要再深入探討的問題。

(三) 當教師專業社群中有老師教學成效良好時，其他老師的反應與想法如何？是否會影響該團隊的運作，值得後續持續觀察。

參考文獻

教育部 (2008)：中華民國教師在職進修統計年報。取自教育部網站：

<http://www.edu.tw/files/bulletin/B0035/%E4%B8%AD%E8%8F%AF%E6%B0%91%E5%9C%8B%E6%95%99%E5%B8%AB%E5%9C%A8%E8%81%B7%E9%80%B2%E4%BF%AE%E7%B5%B1%E8%A8%88%E5%B9%B4%E5%A0%B1%2897%E5%B9%B4%E7%89%88%29.pdf>，2010年8月15日。

張景媛、鄭章華 (2010)：偏遠地區教師數學教學初探：從對話式形成性評量的觀點。東華大學主辦「中華民國第二十六屆科學教育學術研討會」宣讀之論文 (花蓮)。

Akiba, M., LeTendre, G. K., & Scribner, J. P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries. *Educational Researcher*, 36(7), 369-387.

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7-74.

Black, P., & Wiliam, D. (2006). Developing a theory of formative assessment. In J. Gardner (Ed.), *Assessment and learning* (pp. 81-100). London, UK: Sage Publications.

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.

- Borko, H., & Putnam, R. T. (1995). Expanding a teacher's knowledge base. In T. R. Guskey & M. Huberman (Eds.), *Professional development in education: New paradigms and practices* (pp. 35-65). New York, NY: Teacher College Press.
- Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C. P., & Loef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational Research Journal*, 26(4), 499-531.
- Cobb, P., McClain, K., Lamberg, T. S., & Dean, C. (2003). Situating teachers' instructional practices in the institutional setting of the school and district. *Educational Researcher*, 32(6), 13-24.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (2001). Beyond certainty: Taking an inquiry stance on practice. In A. Lieberman & L. Miller (Eds.), *Teachers caught in the action: Professional development that matters* (pp. 45-58). New York, NY: Teacher College Press.
- Cohen, D. K., & Hill, H. C. (1998). *State policy and classroom performance: Mathematics reform in California*. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania, Consortium for Policy Research in Education.
- Crockett, M. D. (2007). The relationship between teaching and learning: Examining of a Japanese and a U.S. Mathematics professional development effort. *Journal of Curriculum Studies*, 39(5), 609-621.
- Crockett, M. D., Chen, C., Namikawa, T., & Zilimu, J. (2009). Exploring discourse-based assessment practice and its role in mathematics professional development. *Professional Development in Education*, 35(4), 677-680.
- Crooks, T. J. (1988). The impact of classroom evaluation practices on students. *Review of Educational Research*, 58(4), 438-481.
- Darling-Hammond, L., & McLaughlin, M. W. (1995). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi Delta Kappan*, 76(8), 597-604.
- Darling-Hammond, L. (1996). The quiet revolution: Rethinking teacher development. *Educational Leadership* 53(6), 4-10.
- Erickson, F. (2007). Some thoughts on "proximal" formative assessment of student learning. In P. A. Moss (Ed.), *Evidence and decision making: 106th yearbook of the national society for the study of education* (Vol. 1, pp. 186-216). Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Fernandez, C., Cannon, J., & Chokshi, S. (2003). A US-Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. *Teaching and Teacher Education*, 19, 171-185.
- Franke, M. L., Webb, N. M., Chan, A. G., Ing, M., Freund, D., & Battey, D. (2009). Teacher questioning to elicit students' mathematical thinking in elementary school classrooms. *Journal of Teacher Education*, 69(4), 380-392.
- Fullan, M. G. (1991). *The new meaning of educational change* (2nd ed.). New York, NY: Teachers College Press.
- Garet, M. S., Birman, B. E., Porter, A. C., Desimone, L., & Herman, R. (1999). *Designing effective professional development: Lessons from the Eisenhower program*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Garet, M. S., Porter, A.C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945.

- Heritage, M., & Bailey, A. L. (2006). Assessing to teach: An introduction. *Educational Assessment, 11*(3 & 4), 145-148.
- Ingvarson, L., Meiers, M., & Beavis, A. (2005). Factors affecting the impact of professional development programs on teachers' knowledge, practice, student outcomes and efficacy. *Education Policy Analysis Archives, 13*(10). Retrieved August, 15, 2010 from http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=professional_dev.
- Kennedy, M. M. (1999). A test of some common contentions about educational research. *American Educational Research Journal, 36*, 511-541.
- Kotsopoulos, D., Lee, J., & Heide, D. (2010). Investigating mathematical cognition using distinctive features of mathematical discourse. *International Journal for Studies in Mathematics Education, 2*(1), 138-162.
- Leahy, S., Lyon, C., Thompson, M., & Wiliam, D. (2005). Classroom assessment: Minute by minute, day by day. *Educational Leadership, 63*(3), 19-24.
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons: Social organization in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nathan, M. J., & Knuth, E. J. (2003). A study of whole classroom mathematical discourse and teacher change. *Cognition and instruction, 21*(2), 175-207.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Staff Development Councils. (2001). *Standards for staff development*. Oxford, OH: Author.
- Nuthall, G. (2004). Relating classroom teaching to student learning: A critical analysis of why research has failed to bridge the theory-practice gap. *Harvard Educational Review, 74*(3), 273-306.
- Popham, W. J. (2008). *Transformative assessment*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Qualifications and Curriculum Authority (2003). *Assessment for learning: Using assessment to raise achievement in mathematics*. Retrieved August, 15, 2010 from: <http://www.qcda.gov.uk/4457.aspx>.
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(1), 57-84.
- Schleppenbach, M., Perry, M., Miller, K. F., Sims, L., & Fang, G., (2007). The answer is only the beginning: Extended discourse in Chinese and U.S. mathematics classrooms. *Journal of Educational Psychology, 99*(2), 380-396.
- Tan, A. L., & Towndrow, P. A. (2009). Catalyzing student-teacher interactions and teacher learning in science practical formative assessment with digital video technology. *Teaching and Teacher Education, 25*, 61-67.
- Timperley, H., & Alton-Lee, A. (2008). Reframing teacher professional learning: An alternative policy approach to strengthening valued outcomes for diverse learners. *Review of Research in Education, 32*,

328-369.

- Tunstall, P., & Gipps, C. (1996). Teacher feedback to young children in formative assessment: A typology. *British Educational Research Journal*, 22(4), 389-404.
- Vanderhye, C. M., & Demers, C. M. Z. (2007). Assessing students' understanding through conversations. *Teaching Children Mathematics*, 14(5), 260-264.
- U.S. Department of Education (2008). *Foundations for success: The final report of the national mathematics advisory panel*. Washington, DC: Author.
- Walshaw, M., & Anthony, G. (2008). The teacher's role in classroom discourse: A review of recent research into mathematics classrooms. *Review of Educational Research*, 78(3), 516-551.
- Webb, D. C. (2004). Enriching assessment opportunities through classroom discourse. In T. A. Romberg (Ed.), *Standards-based mathematics assessment in middle school* (pp. 169-187). New York, NY: Teachers College Press.
- Wilf, H. S. (1998). Can there be "research in mathematical education"? Retrieved August, 15, 2010 from <http://www.math.upenn.edu/~wilf/website/PSUTalk.pdf>.
- Wiliam, D. (2007). Keeping learning on track: Classroom assessment and the regulation of learning. In K. L. Frank, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 1053-1098). Charlotte, NC: Information Age Pub.
- Wiliam, D., Lee, C., Harrison, C., & Black, P. (2004). Teachers developing assessment for learning: Impact on student achievement. *Assessment in Education*, 11(1), 49-65.
- Wood, T. (1994). Patterns of interaction and the culture of mathematics classrooms. In S. Lerman (Ed.), *Cultural perspectives of the mathematics classroom* (Vol. 14, pp. 149-168). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Wood, T., Williams, G., & McNeal, B. (2006). Children's mathematical thinking in different classroom cultures. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(3), 222-255.

收稿日期：2010年11月01日

一稿修訂日期：2011年02月16日

二稿修訂日期：2011年03月17日

接受刊登日期：2011年03月18日

附錄一 延伸性序列編碼表

編碼	內容或例子
肯定	教師或學生指出某個回答是正確或恰當
釐清	教師或學生的問題與敘述讓先前的陳述更清楚或易於瞭解
計算	教師或學生希望的回答為計算後所得的答案，例如： 360°- 165°
修正	教師或學生處理想法或結論的精確性或正確性，例如： 這個答案合理嗎？ 為什麼這是對的？ 你如何得出結論？ 這個答案或結論對(有意義)嗎？
否定	教師或學生指出某個答案不正確或不恰當
填空	教師或學生利用提示來引出所要的答案，例如： 師: $\angle 1 + \angle 2 = 180^\circ$ ，因為這兩個角的關係為同側內角… 生:互補
提示	教師或學生對於所欲的答案給出線索
講述	教師或學生提供課業相關資訊
程序	教師或學生所要的回答為計算步驟。
回憶	教師或學生的問題或敘述要求提取之前教過或學過的術語、公式或規則。
推理	教師或學生所要的回答為「提供論證」、「論述支持」或「證明」。例如： 這對所有的例子成立嗎？ 這個做法背後的假設為何？ 可否提出一個反例？ 你要如何證明？ 你的假設是什麼？
修辭性問題	教師或學生並不期待提出的問題會被回答
短答	教師或學生所要的回答為「是」或「否」，「對」或「錯」，「選擇題」，或是只要直接看黑板或課本就能立刻回答的。
其他	與課業無關的陳述

Bulletin of Educational Psychology, 2012, 43(3), 717-734

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Development of Formative Assessment Practice through Teachers' Professional Learning Community and Its Impact on Student Learning Achievement

Ching-Yuan Chang

Graduate Institute of
Education
Tzu Chi University

Chang-Hua Chen

Graduate Institute of
Curriculum & Instruction
University of Illinois

Der-Sin Fun

Graduate Institute of Education
Tzu Chi University

Jin-Jun Lin

This study aimed to improve mathematics teachers' formative assessment practice in junior high schools through a teacher professional learning community. Teachers learned to integrate instruction and assessment in a lesson in which they examined students' learning progress by questioning and then gave students immediate feedback accordingly to push students learning forward. In addition, this study examined whether or not students' learning achievement in mathematics benefits from the improvement of teachers' instruction. The researchers applied Mehan's (1979) theoretical framework to analyze teacher-student discourse in mathematics classrooms and to inspect the progress of participating teachers' questioning/feedback. Students' mathematics learning achievement in the treatment group was compared with that of students in the control group in terms of one-way ANOVA. Results suggested that: (1) In the beginning, the participating teachers tended to use low-level questions to conduct teacher-students discourse and did not allow students enough time to answer the questions; (2) While the teacher professional learning community was operated in terms of a three-stages and cyclic model, teachers' formative assessment practice was improved effectively. Participating teachers began to probe and to clarify students thinking by posing high-level questions with an aim to guide students learning step-by-step; (3) Students' mathematics learning achievement benefited from the development of their teacher's teaching. This study also reported the influence of the learning community on the participating teachers' personal professional learning and provided suggestions for teacher instruction as well as suggestions for subsequent studies.

KEY WORDS: formative assessment, learning community, mathematics discourse, teacher professional development

