

課程改革後數學教科書的使用情形

徐偉民*

摘要

本文探討數學課程改革20年後教師數學教科書使用的情形，從教科書客觀內容及編輯主觀意圖使用的忠實度來探討，並了解教師教科書使用時的考量。45位不同背景的國小教師參與本研究，歷經一學年的教學觀察與訪談，發現教師偏向忠實地使用教科書中的數學問題，但問題的呈現偏向以講述的方式進行，較少提供學生討論或進行概念的連結，營造的學習環境偏向以教師為中心，而非聚焦在學生的思考上。教師普遍有忠實地使用教科書的客觀內容，但與教科書編輯的主觀意圖有所落差的教科書使用情形，認同教科書的編排與代表性，是教師忠實使用教科書內容的主因；教學時間的不足，使教師在教學中無法實踐改革課程所強調的理解、主動思考、推理與溝通的數學教學。教科書版本、教師數學背景與教學年資，對其數學教科書的使用，並無明顯的差異。

關鍵詞：忠實度、教科書使用、數學教科書、數學問題



壹、數學教科書使用議題的重要

在世界各國進行數學課程改革一段時間後，政府、學界與民間都想了解課程改革後的成效，尤其是教師在教室內如何使用教科書，更是影響學生數學學習的關鍵，因此引發學界開始關注數學課程（教科書）使用的議題。在臺灣，過去研究者較著墨在課程內容的分析比較，主要進行不同國家數學教科書的內容比較，或以主題為單位比較臺灣不同版本教科書的內容，較少針對教師在教室內如何使用教科書來進行探討；在國外，不但回顧過去數學課程使用研究中，教師扮演的角色與研究觀點的演變，也發展許多指標來檢視教師數學課程的使用情形，進而探討課程使用與學生學習之間的關聯。相較於國外，臺灣數學課程使用的研究明顯不足，尤其在進行多年的數學課程改革後的今天，宜有相關研究來了解改革後教師如何使用教科書，才能作為日後檢視數學課程改革成效的依據。

一般來說，教科書除了外在客觀的內容外，還隱含著編者的主觀意圖，希望教師教學時如何使用與呈現其內容，以及希望教師營造的學習環境。數學問題的呈現方式與營造的學習環境，是偏向教科書主觀意圖的內涵，也是影響學生數學學習的關鍵，但過去數學課程使用的研究較為忽略此面向。因此，可以從外在的客觀內容及編者的主觀意圖的忠實度，來了解教師數學教科書的使用情形。其中，客觀內容是指教科書中數學問題的內容與其呈現的解題歷程，而主觀意圖指教科書編者期望教師呈現數學問題的方式與營造的學習環境。

在數學課程議題的重要與過去相關研究的基礎上，作者探討不同背景教師其教科書使用時在客觀內容與主觀意圖使用的忠實度，以及教師在使用過程中考量的因素，藉此來了解臺灣數學課程改革對教師數學教學的影響，也了解教師在教科書使用過程中扮演的角色，作為日後檢視數學課程改革成效的基礎。

貳、教師與數學教科書之間是一個互動參與關係

過去對於教師和教科書之間的關係，有四種不同觀點：早期從實證主義的觀點來看，把教師視為是教科書的執行者；之後結合實證論和詮釋論的觀點，把教師視為課程的主動設計者；之後再根據詮釋論的觀點，主張教師會根據特殊的教室情境進行課程內容的調整；近年來從社會文化分析的觀點，把課程的使用視為是教師參與文本的過程，探討彼此間的互動關係。教師和數學課程之間的關係如圖1。從圖1來看，教師和課程之間是一個參與、詮釋及轉化的歷程，教師透過個人的知識、信念、經驗與角色認同等內在特質，來對課程的內容進行詮釋與轉化，形成計畫的課程及實施的課程，從實施的課程中就可了解教師課程使用的情形。此外，教師在參與詮釋的過程中，還受到所處脈絡環境的影響，才使得教師轉化成計畫的課程與實施的課程。意即，教師在數學課程使用時，其實是與課程的主、客觀內容進行互動後，考量了當時所處的脈絡環境、所面對的學生等因素的結果。

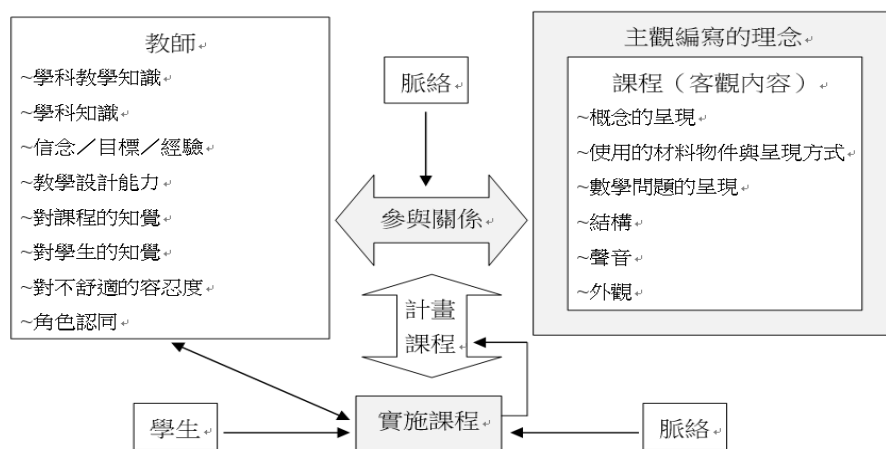


圖1. 教師與課程的互動關係圖

資料來源：修改自Remillard (2005 : 235)

參、如何了解教師數學教科書的使用情形

一、聚焦在主客觀的忠實度

要了解教師數學教科書的使用情形，需以數學問題為單位（因為數學問題是教科書構成的基本單位），從教師教學時使用的數學問題與教科書內容的一致程度，來了解教師對於客觀內容使用的忠實度；再從教師呈現數學問題的方式，與教科書編者意圖呈現方式的一致程度，及教師使用數學問題時營造的學習環境（包括概念理解、數學推

理、及運用學生思考），來了解教師對於主觀意圖使用的忠實度。涵蓋教科書的客觀內容與主觀意圖，才能了解教師使用教科書和改革教科書的一致程度。這些部分可以透過相關量表工具的設計、觀察記錄、以及發展相關係數的計算來達成；另外也可以透過訪談主編來了解各版本的主觀意圖，以及訪談教師來了解其與教科書內容互動時的考量因素。

為了要廣泛地了解不同背景與地區教師教科書使用的情形，在經費與時間的限制下，作者選擇臺灣南部有意願的4-6年級教師參與本研究。共有15所學校、45位教師在2014學年度參與本研究。其中涵蓋了市區和鄉鎮的學校，涵蓋了使用不同版本的教科書，也涵蓋了不同的主修背景與教學年資。在一學年期間教師的教學涵蓋不同的數學主題，共觀察了181節課。這樣的結果應能反映出教學現場數學教科書使用的樣貌。

二、發展合適的工具

數學教科書中的問題分為兩類，一是包含問題內容與解題歷程的「例題」，一是只有問題內容而無解題歷程的「練習題」。例題內容通常結合生活情境，以多元表徵或多元思考歷程的方式來呈現，練習題則是在例題之後呈現，提供學生立即練習與熟練之用。參考過去國內外相關研究，可以採「完全相同」、「大部分相同」、「少部分相同」、「完全不同」等來歸類教師使用的情形（表1），做為客觀內容忠實度計算的基準。

表1

教科書數學問題使用的情形

問題類別	完全相同	大部分相同， 少部分自行設計	少部分相同， 大部分自行設計	完全不同
例題內容				
例題解題歷程				
練習題內容				

而主觀忠實度包括編者希望數學問題的呈現方式，以及改革後的課程意圖營造的數學學習環境兩部分。作者在2014年訪談3個主要版本主編後，發現各版本都希望教師呈現數學問題時，能先引發學生的學習動機，探索相關的數學概念或經驗；之後希望教師能以多元表徵的方式來呈現問題；學生解題後要進行公開討論，以溝通不同的方法與思考；最後教師進行總結與摘要，對不同的方法進行評論。此外，每節課的教學後教師應提供練習，讓學生有練習熟練的機會。這樣的呈現方式，呼應了課綱中強調的連結、解題、溝通、評析、及應用等能力，同時也強調理解、思考與推理的數學學習歷程，可以透過表2的紀錄來了解教科書主觀使用的忠實度。

營造的學習環境是主觀忠實度的另一個面向。作者採用過去研究對改革課程實施學習環境的定義，從教師使用問題時是否聚焦在理解、強調數學推理、及運用學生思考等3個面向進行觀察。其中聚焦在理解是指鼓勵學生採用多元解題策略、以有意義的方法來發展程序性的知識與概念性的理解、強調數學概念間的連結；數學推理是指學生

有機會對於數學概念進行臆測、學生提出的數學主張或觀點被其他學生所挑戰或質疑、學生擁有數學的權威而非教師或教科書擁有；運用學生思考是指使用形成性評量來引導教學決定、採用學生的敘述來建立大家的理解、採用學生迷思作為其他學生學習的基礎。學習環境的觀察表如表3，透過表2和表3的紀錄與分析，即可了解教師對於數學教科書主觀使用的忠實度。

表2

教科書數學問題呈現的方式

問題 事件	1	2	3	4	5	6	7
引起動機							
問題呈現							
公開討論							
做總結							
個別練習							

註：個別練習指未進行公開討論，讓學生課後（回家）練習的問題，以節為單位來記錄，其餘以問題為單位來記錄。

表3

教師使用數學問題時營造的學習環境

問題		1	2	3	4	5	6	7
向度／事件	問題							
強調理解	鼓勵學生多元策略解題							
	以多元表徵（方式）講解							
	強調概念間連結							
數學推理	讓學生進行數學臆測							
	學生數學主張的討論							
	學生有數學的權威							
運用學生思考	以評量結果做教學決定							
	採學生的敘述進行教學							
	以學生的迷思進行釐清							

註：若該事件有出現，請在細格中打勾。

另外，作者也編制訪談大綱，採用半結構式的訪談，並將訪談的結果轉錄成逐字稿採用扎根理論的方式進行歸類，藉此了解教師與教科書互動時的考量。

三、發展相關的檢視係數

作者發展4個係數來呈現教師數學教科書使用的忠實度：以數學問題為單位，透過教師教學時使用的問題內容（Task Content Taught, TCT）及解題歷程（Task Procedure Taught, TPT），與教科書內容的一致程度，來了解教師在客觀內容使用的忠實度；再透過教師呈現數學問題的方式（Task Presentation Fidelity, TPF）及營造的學習環境（Task Learning Environment, TLE），與編者的主觀意圖的一致程度，來了解教師在主觀意圖使用的忠實度。不同係數有不同的計算方式，數值愈接近「1」表示忠實度愈高，數值愈低表示忠實度愈低。TCT的計算，依據教師使用問題內容與教科書內容的一致程度，給予不同的權重後，以加權的方式來計算。若教師使用的問題內容與教科書問題內容完全相同，則給權重「1」，若大部分相同則給權重「2/3」，少部分相同與完全不同則分別給權重

「1/3」和「0」。TCT的計算包含例題與練習題，而TPT則指教師使用的解題歷程與教科書內容一致的程度，其權重給予的標準與TCT相同。例如，教師使用的問題（包含例題與練習題），若M題的內容與教科書完全相同、N題大部分相同、P題少部分相同、Q題完全不同，則其 $TCT = (1 \times M + 2/3 \times N + 1/3 \times P) / (M + N + P + Q)$ 。TPT的計算方式亦相同，但僅針對例題。

TPF的計算則根據每個問題在表2的不同面向中，與編者主觀意圖的一致性來給分。例如三版本主編都希望問題呈現前能先連結學生的舊經驗，來引發學習動機，以多元表徵的方式來呈現問題，學生解題完後要進行討論，之後教師再做總結或摘要，在一節課結束前要提供練習的機會。因此，若教師引起動機時採直接開始的方式，則為0分，複習先備知識或介紹相關情境則得1分；問題以兩種以上表徵來呈現則得1分（以文字 / 數學符號除外，因兩者都屬抽象表徵），單一表徵得0分；有公開討論，無論採哪一種方式均得1分，無得0分；有總結得1分，無得0分；有提供個別練習，無論題型為何都得1分，無得0分，且練習的得分不以問題為單位，而以「節」為單位。例如，若教師用了4個問題，總分為17（ $4 \times 4 + 1$ ）分，其中1分為個別練習的分數。若該師得15分，則其TPF值為15/17。而TLE的計算，若在表3細格中有出現的行為，會以「v」來記錄，每一個「v」得1分，教師在1個問題中所營造的學習環境，若完全吻合課綱或改革的主張會得9分。以4個問題為例，總分是36分，若某教師的得分為20，則其TLE的值為20/36。

肆、教師使用數學教科書的情形與考量因素

一、教師忠實地使用教科書的客觀內容但與教科書的主觀意圖有所落差

45位教師在181節課中共使用了709題，其TCT和TPT值分別為.97和.81，顯示教師幾乎完全使用教科書中的問題來教學，但解題的歷程會略為調整，不過基本上與教科書中呈現的內容類似。另外TPF和TLE的值為.43與.39，明顯地低於TCT與TPT的值，表示教師雖然大都採用教科書中的問題內容與解題歷程，但問題的呈現與營造的學習環境，和編者希望呈現的方式，以及與改革課程希望營造的學習環境，都有不小的落差。圖2.是教師使用數學教科書時在主客觀內容忠實度的情形。

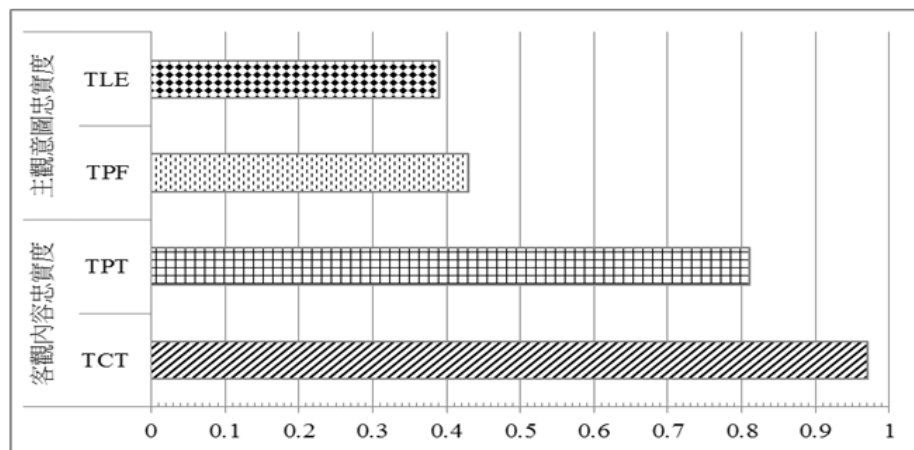


圖2. 教師使用數學教科書忠實度的情形

二、教師教科書使用的情形不受到使用版本與教師個人背景的影響

從表4來看，無論教師使用的版本為何，客觀忠實度都很高，但在主觀意圖使用的忠實度上都不高，表示版本

並不會影響教師對於教科書使用的忠實度。從個人背景來看，發現數學背景的教師在問題內容使用上，較會去調整例題呈現的解題方法與表徵（TPT值分別為.69與.83），在問題的呈現上比較符合編者的期望（TPF值分別為.52與.42）；從教學年資來看，教學年資11-20年的教師，其數學問題呈現的方式與編者的期望有較大的落差（TPF值為.42），教學年資21年以上的教師在數學學習環境的營造上，與改革課程的主張有較大的落差（TLE值為.32）。整體來看，不同背景與教學年資的教師四個系數的數值差異不大，都偏向「忠實地使用教科書的客觀內容，但與教科書編輯的主觀意圖有所落差」的情形，且較不強調營造思考、推理與理解的學習環境。

表4

不同版本與教師背景數學教科書使用忠實度統計表

係數／版本		客觀內容忠實度 （問題內容／解題歷程）		主觀意圖忠實度 （問題呈現／學習環境）	
		TCT	TPT	TPF	TLE
版本	康軒	.96	.75	.47	.42
	南一	.98	.86	.44	.35
	翰林	.97	.82	.31	.44
教師 主修	數學	.92	.69	.52	.38
	非數學	.98	.83	.42	.39
教學 年資	0-10 年	.98	.79	.48	.37
	11-20 年	.97	.82	.42	.41
	21 年-	.95	.80	.47	.32

三、教科書使用是教師考量教科書與個人及教學時間的結果

教師受訪時都表示認同目前使用版本教科書的編排與設計，且表示教科書是由專家學者所編輯、經過審查，具有一定的代表性，所以會依照教科書的內容來教學。此外，教師也表示因為個人教學角色與目標的設定，使得他們大都依循教科書的內容來教學。教師認為課綱是由專家學者依據專業去設定，且都落實在教科書中，所以只要遵循專家設定的目標與內容，忠實地使用教材，就可以達成課綱設定的數學學習的目標。

雖然大多數教師表示數學知識的特性是強調邏輯推理與思考，希望自己在教學時能提供學生主動思考的機會，聚焦在概念的釐清，但他們也表示數學教學時數不足，讓他們教學時大都處於「趕進度」的狀態，無法在教學中實踐自己理想的數學教學。教學時間的不足與限制，使教師無法引導學生進行連結、討論、釐清等活動，只能採用以教師為主的講述方式。他們同意傳統講述的方法無法營造出強調思考與理解的學習環境，要達成課綱的目標也有困難，但這就是教學的現實，他們也很無奈。

伍、教師數學教科書使用情形的啟發

「教育改革像月亮，初一十五不一樣，管它一樣不一樣，對我都不會怎樣」。這是臺灣進行教改過程中，教師出現的順口溜，一方面說明改革變化的速度，一方面也說明教師對於改革的態度。雖有這樣的說法，但卻缺乏數據來說明改革理念與現場實施之間的落差。尤其是數學課程改革20年後，教師教學時如何使用改革的課程？這些需要具體的數據來檢驗，才能了解臺灣數學課程改革後可能的成效。

圖3.呈現了教師數學教科書使用的樣貌：中心點的數值是0，上下左右四條線段分別代表TPT, TLE, TPF, TCT四個指標，其端點的數值是1，四個係數值連接起來所形成的面積（面積愈大則忠實度愈高，反之則愈低），就是目

前教師數學教科書的使用情形。由圖3來看，發現現場教師有「忠實地使用客觀內容」（象限1面積最大）和「與主觀意圖有所落差」（象限3面積最小）的使用情形。這結果一則以喜，因教師教學時會完全使用教科書中的問題，呼應改革課程的期待；一則以憂，因教師使用教科書時與改革課程希望以多元表徵及互動討論方式來呈現問題的意圖有落差，也與改革課程希望營造理解與思考的學習環境有落差。再從第二象限的面積來看，發現教師偏向「以傳統講述方法來呈現數學問題」；從第四象限來看，發現教師「在傳統的學習環境中使用教材內容」。這結果表示教師是「以傳統的方法與學習環境，來呈現改革的課程內容」。以譬喻的方式來說，教師數學教科書的使用與改革的課程之間，有「貌合神離」的現象，這現象產生的主要原因是教學時間的不足，使他們無法落實改革課程的意圖，而造成「知、行之間的落差」。這結果值得重視，因為改革的成效很可能因教學時數的不足而大打折扣。是否應增加數學的教學時數？值得認真的思考與討論。

另外本研究也發現教師的主修和教學年資，對其數學教科書的使用並無差異。這樣的發現顛覆了強調數學知識與教學經驗重要性的主張，這是否是普遍的現象？是否中學教師的情況也是如此？值得進一步關注與探討。最後，在教科書使用時考量的因素上，本研究發現教師對教科書權威角色的認同，是使教師忠實使用的主因，但並未考量到學生的特質來進行調整與轉化。這樣的結果和教改以學生為中心的理念有明顯的落差，如何讓教師根據學生的學習或認知的需求，來對教材內容進行調整與轉化，還有許多努力的空間，否則數學課程的改革將只有課程內容的改革，而未落實到教室內數學教學的改革。

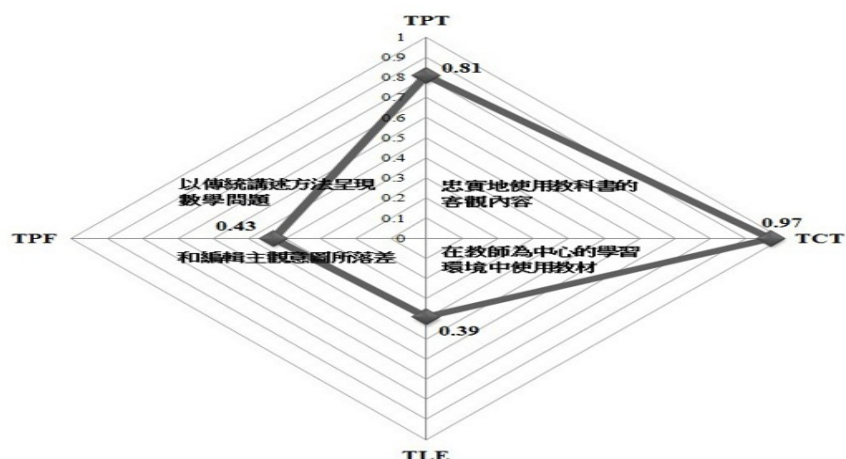


圖3. 教師數學教科書使用的樣貌

本文改寫自「徐偉民 (2017)。小學數學教科書使用之探究。教科書研究，10 (2)，99-132」。若想進一步了解研究的內容，請參閱原期刊論文。

* 徐偉民，國立屏東大學教育學系教授

電子郵件：ben8535@mail.nptu.edu.tw