



數學教師教科書使用之個案分析： 以多面體單元教學活動調整為例

張淑怡*

摘 要

本研究目的在於探究個案教師課堂上對教科書多面體單元之教學活動調整類型，及影響調整之因素。以一位任教二十多年且有長期教科書編寫經驗的國小教師為對象，透過教學觀察、深度晤談與焦點座談以蒐集資料。結果發現，個案教師對教科書多面體單元之活動與佈題的調整類型包括：新增、取代、省略，以及重組等四類。影響調整之因素主要源自下述三個層面：（一）教科書的表徵，包括具體物表徵、任務表徵、概念表徵。（二）教師的個人知識與習慣，包括數學知識、學生學習數學之知識、數學教學知識、個人習慣與觀點。（三）情境脈絡，包括時間、教具數量、專家支持。最後，針對教科書設計、師資培育，及未來研究方向三方面做出建議。

關鍵詞：教科書使用、幾何、數學教學

* 張淑怡，國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系副教授（通訊作者）

電子郵件：sic@tea.ntue.edu.tw

投稿日期：2013年6月27日；修正日期：2013年8月19日；接受日期：2014年1月6日

A Case Study of a Mathematics Teacher's Use of the Textbook: Adapting the Teaching Activity on Polyhedron

Shu-I Chang*

Abstract

The purpose of this study is to explore how a teacher adapts the textbook activity on polyhedron and what factors affect the adaptation. The data of this study was collected from a primary school teacher, also an experienced textbook editor, who has been teaching for twenty years; the method used includes classroom observation, in-depth interview, and focus group discussion. The teacher uses four types of textbook adaptation for activities and questions when she teaches students about polyhedron: addition, replacement, omission, and reorganization. Three factors may affect the adaptation. The first one is the representation of the textbook, which includes the physical objects, tasks, and concepts. The second factor is teacher's personal knowledge and habit which includes mathematics knowledge, knowledge of students' mathematical learning, mathematics pedagogical content knowledge, and personal habit and perspective. The last one is the context which includes time, quantity of teaching aids, and support from the experts. Last but not the least, this study makes suggestions on the design of the textbook, teacher training and important aspects of further study.

Keywords: geometry, mathematics instruction, textbook use

* Shu-I Chang, Associate Professor, Department of Mathematics and Information Education, National Taipei University of Education
E-mail: sic@tea.ntue.edu.tw (Corresponding Author)
Manuscript received: Jun. 27, 2013; Revised: Aug. 19, 2013; Accepted: Jan. 6, 2014

壹、緒論

Goodlad (1979) 從課程轉化的觀點將課程區分為理想課程、正式課程、知覺課程、運作課程、經驗課程等五種。就數學課程發展鏈來看，由於其中涉及各類參與者之課程理解，故最後學生所習得的數學與原先課程標準之預期有或多或少之差距。基於各類課程發展人員間之共識在在影響兒童的學習機會（甯自強，1998），若能對課程發展鏈各類參與者之課程理解及影響因素有所瞭解，即可能將擴大兒童學習機會此一目標真正落實。

相較之下，課室層級的運作課程似乎較其他層級課程對學生的數學成就有更直接的影響（Stein, Remillard, & Smith, 2007），換言之，教師於課堂上展現之課程理解對學生之數學學習扮演更具關鍵之角色。教師不僅主要佈題須符合教學目標，亦須掌握適當時機或題材進行教學深究。對多數教師而言，教科書內容多是課堂上主要佈題之來源。對初任教師而言，教科書更顯重要，由於其缺乏自身的課程資料庫，更珍視教科書中關於教什麼與如何教之明確指導（Remillard & Bryans, 2004）。Sherin 與 Drake (2009) 更指出當教師的課程使用範圍從詳盡使用至不使用，多數教師選擇調整課程素材此一中間立場。由是，教科書調整是教師在課堂上使用教科書之中心過程。

然而，研究者於師培課程中卻經常觀察到有些職前教師不確定如何適當地解讀與調整教科書，其修正有時扭曲教科書之原始意圖，此一觀察與 Ball 與 Feiman-Nemser (1988) 之研究發現一致，此一現象彰顯教科書解讀與調整對職前教師是一大挑戰。即便如此，近十餘年來，臺灣國小教學現場擔任高年級級任老師又幾乎都是初任的年輕教師或代課教師，原因之一是國小高年級數學教材太難，教師本身的數學素養或學科專門知能不足，所花費的備課時間太長；再加上學生突如其來提問的疑難問題，往往讓教師承受莫大的壓力（李美穗，2011）。在課程難度較

高且教師資歷普遍較淺的情況下，教科書可以何種方式進行調整？影響教科書調整的因素有哪些？甚至，何種調整是可行的？上述調整相關議題對國內高年級教師而言就更顯重要。

綜上所述，教科書使用與調整為一重要研究議題。近十年來，國外此領域的研究快速成長（Lloyd, Remillard, & Herbel-Eisenmann, 2009），但國內相關研究付之闕如，故本研究企圖以個案分析方式，將教師於課堂上對數學教科書所做調整予以具體化，期拋磚引玉。由於在數學教育過程中，立體幾何的教學與學習一向沒有受到應有的重視（洪萬生，2003），故本研究聚焦於高年級「多面體」此一立體幾何單元。又為使對一般高年級教師之教科書使用更具積極意義，本研究邀請有長期教科書編寫經驗之資深教師為對象，期研究結果亦能對教科書設計、師資培育，及未來研究等面向有所啟發。由是，本研究具體研究目的有二：（一）探究個案教師課堂上對教科書多面體單元之調整類型。（二）探究影響個案教師對教科書多面體單元調整之因素。

貳、文獻探討

一、教師與教科書互動之本質

Goodlad（1979）從課程轉化的觀點將課程區分為理想課程、正式課程、知覺課程、運作課程，及經驗課程等五種。就此一觀點來看，教師對數學教科書的看法可視為知覺課程，教師在數學課室實施的課程可視為運作課程。由於兩者皆涉及教師與教科書之互動，且運作課程是教師對知覺課程進行調整與選擇後，在數學課室中與學生互動下之實踐，故此部分先探究教師與教科書之互動本質。

當將數學教學視為促使學生發生調適的社會互動活動，數學課程則是以數學教學活動為組成單位的目標導向活動總稱（甯自強，2000）。

對課程發展鏈的各類參與者而言，其有各自對課程之不同理解，而教科書即是基於溝通此一目的而因應產生，換言之，溝通所選取內容之特殊教學表徵乃教科書之功能（Otte, 1986）。對教科書編製者而言，其透過信號的使用，將預設的數學互動活動排列成一連串的暗示，其可視為對教學互動中所含暗示的暗示（甯自強，2000）。以現行教科書為例，其包括數學佈題、師生話框、積木等操作圖示、數學名詞解釋等等。換言之，教科書編製者利用上述信號將其課程計畫具體化，成為讀者可以面對的事物。

當以 Maturana（1978）以及 Maturana 與 Varela（1987）的耦合（coupling）理論來看待教師與教科書之互動，教師被視為運作封閉之系統，語言行爲（linguistic behavior）則是連續定向（orientation）之歷史過程。基於系統運作封閉之本質，系統間藉由語言方法沒有資料之運輸，只有意義之主動建構。由是，當教師與教科書互動時，必然涉及教師對上述信號之詮釋，至於教師賦予信號之意義則是由教師本身之知識、技能與信念等所決定的，此與 Kaput（1991）之看法，信號的解讀者會受到本身使用同樣信號的經驗的制約，是一致的。故，對教師而言，教科書中的一連串暗示未必能觸發出原課程編製者企圖的互動活動，此乃本質上的宿命，有賴對形成「暗示」意義的共識上加以經營。

綜上所述，本研究將教科書上之圖文表徵視為信號，將教師角色視為詮釋者。由於本研究以數學課室為場域，其中必涉及現場學生反應以及情境脈絡因素，但因本文聚焦於教師與教科書間之關係，故有關師生互動部分在此僅作為背景描述之用。此外，由於部分學者以課程素材一詞稱呼教科書，故後文會忠於原作者之用詞，但其指涉物是一致的。

二、教科書使用之實徵研究

根據 Sherin 與 Drake（2009）對數學、閱讀、科學、社會研究等學

科之文獻整合發現，教師使用課程素材之主要過程有三，包括閱讀、評量、調整。本研究聚焦於調整過程，以下針對此部份文獻進行探究。

Freeman 與 Porter (1989) 從課程實施忠實性的觀點，依教師教學與數學教科書所展現之主題與序列的對應程度，將四位四年級教師的教科書使用類型，區分為照教科書教的 (textbook-bound)、專注在基本知識 (focus on the basics)，及專注在地方學區的課程目標 (focus on district objectives) 等三類。其中，後兩類選擇性地使用教科書以符合其目標。該研究發現四位教師的教科書使用百分比從 13.2% 到 60.6% 不等，甚至同一位教師教導兩個不同群體的學生亦有差異存在。其結論指出數學教科書的內容與小學課堂中的教學內容不盡符合。

Brown 與 Edelson (2003) 將教學視為設計活動，提出落實於課室的設計能力 (Design Capacity for Enactment, DCE) 架構。該架構將課堂上教師之課程素材使用類型，依教師資源與課程資源不同的互動程度，區分為卸下責任 (offloading)、調整 (adaptation)，和即興創作 (improvisation) 等三類。在此連續光譜之一端是卸下責任，教師主要依賴課程素材以支持教學；另一端是即興創作，教師極少依賴課程素材，而是使用其自身策略進行教學；至於兩端之間則統稱為調整。由於課堂上教師決定如何使用素材以達目標，故每種可能性都代表一種以設計為基礎之決策的特定案例 (Edelson, 2002)。因此，單一課堂即可能包括卸下責任、調整，和即興創作等不同案例。在其研究中，三位中學科學教師之課程素材使用在不同時間點與不同情境被歸為不同使用類型。Brown (2009) 強調不同使用類型不必然對應於教師專業，亦未有優劣之分。以卸下責任為例，生手教師可能受限於學科理解而照腳本教學，專家教師使用工作單可能因其足以支持教學目標，使其得以行間巡視與回應學生需求。

另外，Sherin 與 Drake (2009) 分別針對閱讀、評量、調整三過程，

檢視十位國小教師於數學教學前、中、後的課程素材使用方式。該研究將調整視為「教師對意圖課程所做的顯著改變，例如一堂課的結構、活動，或目的之改變」，且將所區分出的創造（create）、取代（replace）、省略（omit）等三種主要調整類型以連續光譜表示。創造是指創造新任務、例子或素材且將其新增至現有素材中；取代是指將課程素材中的一部分用不同元素代替；省略是指除去課程素材中的一部份且未在該位置補上元素。該研究發現教師調整課程素材之方式在研究期間一般而言是維持一致的，尤其未發現在某段時間「創造」，其他時間「省略」之教師，故其主張教師的調整方式可在此連續光譜上被定位。此一主張與 Remillard 與 Bryans（2004）之觀點有某種程度之相似性。後者以八位國小教師為對象，針對數學課程素材於教師課程設計、建構與整體規畫過程中扮演之角色分析，發展出間斷且有限地（intermittent and narrow）、採用與調整任務（adopting and adapting tasks），及詳盡引導（thorough piloting）等三種課程素材使用範疇，且將每位教師之課程素材使用歸類於一主要範疇，如資淺教師皆被歸於詳盡引導的使用範疇。

從上述分析可發現，雖然學者從不同角度切入，所得教科書使用類別名稱不同，但多能區辨出教師對教科書的不同依賴程度。至於個別教師是否有特定的教科書使用或調整類型，亦或使用類型會因時間點與情境的不同而有所不同，則未有定論。由於多數教師教學時會選擇調整教科書此一中間立場，故研究者聚焦於一特定單元，期深入觀察分析個案教師於數學課室的調整行為及背後意圖，至於 Sherin 與 Drake（2009）所區分出的三種調整類型則為本研究後續分析之基礎。

三、影響教科書使用之相關因素

本部分首先以 Remillard（2005）的「教師－課程關係之理論框架」（圖 1）檢視影響教科書使用之相關因素。該框架是 Remillard 針對大

量研究進行文獻回顧與評述後所整理出，包括教師、課程、兩者間之參與關係、所產生之計畫的課程與落實的課程等四個主要組成。所謂參與關係 (participatory relationship) 是指教師與課程素材間的互動關係，包括前文曾提及的閱讀、評量、調整等課程素材使用過程。當以此為中心，可發現教師、課程、脈絡皆是影響因素來源，甚至落實的課程亦可能引發教師及參與關係之改變，而成為影響因素。由於落實的課程需長期研究方能看出其影響，故此處僅針對前三項加以說明：(一) 教師，包括教學內容知識、學科知識、信念、目標、經驗、教學設計能力、對課程的知覺、對學生的知覺、身分認同等。(二) 課程，依 Otte (1986) 觀點將外圈視為主觀基模 (subjective schemes)，內圈視為客觀已知之資訊結構 (objectively given structure of information)，包括概念的表徵、具體物及其表徵、任務的表徵、結構、語態、外觀等。(三) 脈絡，包括教學脈絡與學校脈絡等。

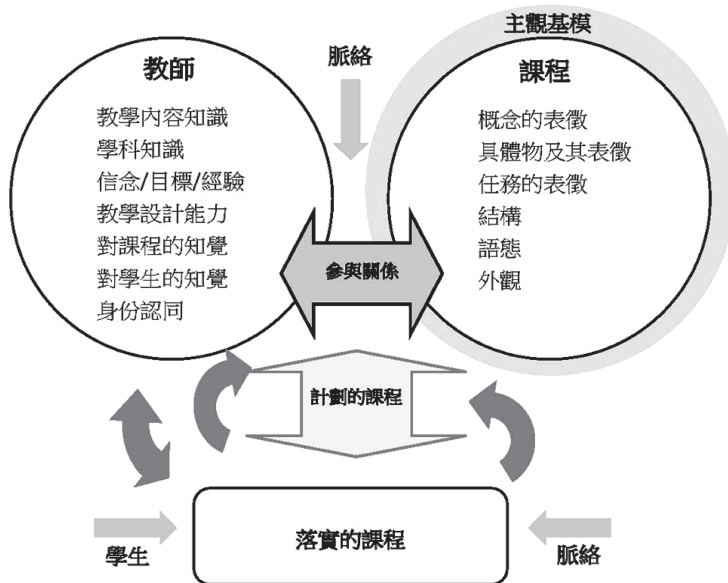


圖 1 Remillard (2005) 對教師——課程關係的理論框架

另外，Brown（2009）所提落實於課室的設計能力（DCE）架構中，影響課堂上教師之課程素材使用類型之因素來源主要有二：（一）教師資源，包括 1. 學科知識，即學科領域的事實與概念知識。2. 教學內容知識，即結合一般教學知識與學科知識以描述如何教特定學科之知識，涵括學科教學目標、學習者與學科關係之知識、學科教學時可利用的資源與表徵之知識、特定學科教學的教學策略與方法之知識。3. 目標與信念，指教師對所教素材之定位等。（二）課程資源，包括 1. 具體物及其表徵，含附帶提供之具體物或課程素材建議的具體物圖示或清單。2. 任務的表徵，即意圖於師生間落實的指導語、程序與腳本，包含給教師如何結構一堂課之建議、邀請學生解決之問題，甚至是活動內或活動間之序列方式。3. 概念的表徵，即領域概念及其間關係之描述與組織，可透過圖表、模型、解釋、描述與類比等方法。此外，Lloyd 等人（2009）指出，現有課程素材使用研究之脈絡因素主要包括 1. 時間；2. 地方文化，含部門、地方學區、學校或社群文化；3. 提供給教師的支持之程度與本質。

綜上所述，Remillard（2005）的框架清楚列出影響教科書使用的四類因素來源，由於本研究範圍為一單元，故僅針對其中的教師、課程、脈絡三類因素進行探究。因該框架源自不同學者之研究，各部分所含細部因素眾多，故本研究在教師與課程兩部分的細部因素，主要採取同為探究課堂教科書使用的 DCE 架構（Brown, 2009）之分類；至於脈絡因素則以 Lloyd 等人（2009）整理出的三細部因素來檢視。

參、研究方法

一、研究對象與教學單元

本研究之個案教師是小芳老師，簡稱芳老師，其是師院數理教育研

究所數學組的畢業生，約有二十幾年的高年級教學經驗，任教期間經歷過數次課程改革，也曾經參與八十二年版課程實驗的工作，習慣以課堂討論的方式進行數學教學，亦擔任國小數學教科書編撰委員多年。

教學單元是翰林版（2010）第十冊的「多面體」單元，對應的幾何能力指標（教育部，2003）包括：「5-s-06 能運用『頂點』、『邊』與『面』等構成要素，辨認簡單立體形體」；以及「5-s-08 能認識面的平行與垂直，並描述正方體與長方體中面與面的平行與垂直關係」。本單元包括（一）認識多面體、（二）長方體與正方體、（三）認識正多面體、（四）面的垂直與平行等四個活動。活動目標分別為（一）透過平面的切割認識多面體，並認識其構成要素「頂點」、「邊」與「面」。（二）運用「頂點」、「邊」與「面」等構成要素，辨認長方體和正方體。（三）認識正四面體、正六面體、正八面體。（四）透過教室等生活情境的觀察，認識面與面的平行與垂直關係，並認識正方體與長方體中面與面的垂直和平行關係。

二、資料蒐集

（一）教學觀察與錄影

爲了要瞭解個案教師在課堂上實際的教科書調整情形，本研究以教學觀察和錄影的方式進行資料蒐集，主要觀察錄影七節課，包括 12 月 13 日第四節，14 日第四、五節，15 日第二、三節，16 日第三節，及 20 日第四節。爲了減低所謂「霍桑效應」，研究者提早一週在教室內架設攝影機以使師生習慣。教室內架設甲乙兩臺攝影機，進行教師特寫及教師視角等相關資料之蒐集。其中，甲攝影機架設在教室正後方，希望教師大部分細微的表情、動作、黑板上的書寫皆能入鏡；乙攝影機架設在教室左前方或右前方，希望班上大部分學生皆能入鏡。此外，研究者亦儘可能地在不干擾師生的狀態下進行現場觀察，紀錄對日後解讀錄

影資料之協助性札記。

（二）深度晤談與焦點座談

爲了要瞭解個案教師教科書調整之背後意圖及可能影響因素，研究者原規劃蒐集每次課後的教學說明與反思、單元結束後的深度晤談，以及焦點座談等三方面資料，但因個案教師事務繁忙，最後僅取得後兩項之錄影與錄音資料。單元結束後的深度晤談共歷時 2 小時，除了「您通常都如何使用教科書？」此類一般性問題外，多聚焦於本單元特定活動調整之意圖及影響因素。例如「您在透視圖教學上增加許多鋪陳活動，爲什麼做這樣的調整？如果照課本教可能會有什麼問題？」、「課本沒有提到尤拉公式，您在課堂上補充該部分教學的原因爲何？」等。另外，焦點座談共歷時 3 小時，參與者包括研究者、芳老師，以及一位教育大學教授，主要針對教師實施本單元的心得進行分享與討論，如「您教學前預期學生學習本單元可能有哪些問題？爲什麼？」、「下次再進行本單元教學，您會針對本次教學的哪些部份做調整？哪些部份會再次實施？爲什麼？」等等。

除了教學觀察與晤談資料的蒐集外，本研究亦蒐集學生課堂上的解題紀錄、期末考卷，以及課本與教師手冊，以做爲和其他資料比對與校正的依據。

三、資料分析

（一）錄影資料轉登錄成原案

整理分析的第一階段是將所有錄影資料轉譯和編輯成原案。根據所蒐集到之資料，本研究共可獲得課堂原案七份、單元結束後的深度晤談原案一份，以及焦點座談原案一份。其中，課堂原案的錄影資料來源包括教師視角及教師特寫兩種影帶各七份，不僅轉錄班級內主要事件之對

話，亦儘可能補上教師等臺上者的動作、表情、黑板上的書寫，以及教具操作；深度晤談與焦點座談主要轉錄參與者間的對話。

（二）原案的分割與歸類

由於課堂原案是探究教科書調整類型的主要來源，而晤談與焦點座談原案乃用以分析調整意圖及影響因素，故第二階段首先針對課堂原案進行分割與歸類，分析過程如下：

1. 將所有原案的對話依互動順序先後一一編碼。如課堂原案的第一碼為 1，第二碼代表正式錄影的第幾堂課，後三碼則為該堂課的對話序號。另外，深度晤談的第一碼為 2，焦點座談的第一碼為 3，至於後四碼則為晤談或焦點座談的對話序號。
2. 將課堂原案分割成資料分析單位。由於本研究從活動與佈題兩部份來探究教師對教科書所做調整，教科書活動內含一個個佈題，故以「一個佈題的教學」為段落進行切割，如後文原案 1、原案 2、原案 3 皆為資料分析單位。
3. 逐一比對教科書與課堂實施之佈題與活動，參考 Sherin 與 Drake（2009）對教師調整教科書方式所做分類，操作單位暫依「直接使用」、「創造」、「取代」、「省略」等四種類別進行分類。對於無法置於此四類者則另行分類。例如佈題與活動順序調整即未在原始類別中。
4. 當分類活動告一段落後，再次確認每一類的可能屬性，並給出最後類別名稱。如原案 1 與原案 2 原歸類於「創造」，但因該類別的原案屬性主要指向「增加教科書原未安排之活動或佈題至教學中」，故將該類別重新命名為「新增」。
5. 最後檢視新類別間關係是否符合互斥性、完整性等原則。

接著，配合課堂原案分析結果分割晤談與焦點座談原案，再根據

Brown (2009) 的教師資源與課程資源類別，前者如「學科知識」、「教學內容知識」及「目標與信念」，後者如「具體物及其表徵」、「任務的表徵」及「概念的表徵」，以及 Lloyd 等人 (2009) 的「時間」、「地方文化」及「提供給教師的支持」等脈絡因素類別，分析每個調整案例的涉入因素。特別地，上述資料分析過程中，一些新的類別可能出現，而某些舊的類別可能需要修改或拋棄，是一循環往返、不斷演化的過程。

(三) 模型的建立

這裡所謂模型的建立是指將第二階段資料分析的結果寫成報告。本研究的報告呈現方式乃先敘述各教科書調整類型性質，再挑選出類別中較有特色的原案作為例證，對原案進行完整的分析，以使讀者瞭解研究者所做闡釋之依據。特別地，為了彰顯研究者的詮釋是合適的，本文在報告的原案引用上儘可能同時以描述同一調整行為的課堂原案及晤談（或焦點座談）原案作為例證。例如：原案 3 為行號 14051 至 14150 之課堂原案，其下另以行號 20145 之教師晤談資料作為佐證。限於篇幅，本文以「行 14051」代替「行號 14051」，其他部分皆同。總之，本研究所得芳老師教科書調整模型是研究者一再檢視資料後所得的最佳闡釋，由於模型是研究者經驗的抽象，故具備功能的、演化的，以及相對的性質。

肆、研究結果

本研究將教科書調整視為「教師於單元課堂教學期間，對教科書的活動與佈題所做的顯著改變。包括：活動內容與順序之改變，以及佈題內容與順序之改變」。以下首先以圖 2 呈現多面體單元教科書原始規

劃與芳老師實際課堂教學的活動內容比對，其中，後者是研究者依據教師的教學活動內容所判定的，期使讀者對芳老師教科書調整行為的整體輪廓有所瞭解，其次再針對芳老師的四類教科書調整類型——新增、取代、省略、重組等逐一描述，影響因素亦在各調整類別中一併分析。



圖 2 教科書與教師實際教學之活動內容比對

一、新增

所謂新增是指「增加教科書原未安排之活動或佈題至教學中」。芳

老師針對本單元的此類調整主要為佈題上之新增，如下述二例：

(一) 宣告教科書之說明文字前後，新增一連串強調「為什麼」的佈題

爲了讓學生瞭解多面體並非僅只積木所見那幾種形體而已，教科書安排切胡蘿蔔活動，其上的說明文字爲「將胡蘿蔔切幾刀，使每一面都是平的，切出來就一定是多面體」，並附上角柱與角錐兩種圖示。課堂上，芳老師所實施的切白蘿蔔活動，除宣告教科書該段說明文字外，在其前後尚新增一連串強調「爲什麼」的佈題，且刻意製造不規則形體以彰顯多面體之一般性。相關佈題如課堂原案 1。

課堂原案 1

11211 師：這個蘿蔔算不算多面體？

11212 生：不算。

11213 師：為什麼它不是？

(繼續邊切邊問)

11292 師：為什麼這樣還不是？……這已經是平平的面，這也是直直的線啊。

11293 生：後面沒有啊！

11313 師：你們叫我通通切掉，每一個面都變成平的對不對？有很多個面了對不對？然後有很多個邊，邊都是直線對不對？可是，它算不算多面體？老師技術很爛，每一個面都不一樣大。

……

11317 師：小涵，為什麼你覺得它不算多面體？

11318 涵：因為它的每一個面不一樣大。

11319 師：……你認為小涵說的對的舉手。

……

11325 師：老師告訴你們，只要它每一個面都是平的，而且每一個邊都是直線，這樣的形體就叫多面體，沒有規定每一個面要一樣大。如果它每個面都一樣大，我們會給它另外一個名字，叫做正多面體。

……

11327 師：……這已經是一個多面體了對不對，我現在不要切直的，切斜的，這樣切開還是不是？

……

11346 師：雖然看起來是不規則形體，但它還是多面體。誰告訴我，只要判斷哪兩個地方，就可以知道它是不是多面體？

自行 11211 開始，教師進行切蘿蔔活動，並新增一連串教科書所沒有的佈題，包括：「這個蘿蔔是否為多面體？為什麼？」「如何變多面體？如何切？」「每一個面都不一樣大，算不算多面體？為什麼？」。在行 11318，當小涵以「每面不一樣大」作為不是多面體之理由時，教師進一步與全班互動，並於行 11325 宣告教科書之說明文字，並提醒若再加上「每面一樣大」之條件即成為正多面體。為強調不規則形體仍是多面體，教師於行 11327 開始針對一多面體進行斜切，同時新增佈題「將多面體斜切還是多面體嗎？為什麼？」等。最後，教師以問答方式總結多面體「面平邊直」的兩個條件。

焦點座談時，教師對教科書圖示有所批判：「它連切出來的拍照都拍成柱跟錐（如圖 3），這個很可怕（行 30210）」；「切蘿蔔這件事

情是許教授（化名）堅持的，我知道他當初很堅持要做這件事情，他要讓小孩知道每個人都有能力可以做出一個多面體，而不是一定要做這樣才叫多面體（行 30216）」。整體而言，涉入教師此一調整之因素主要有三：1. 教師對教科書的具體物表徵僅呈現角柱與角錐此兩種特殊正例感到不滿意。2. 教師個人有關多面體的數學知識；以及具有使用強調「為什麼」的問話進行概念澄清、主張概念教學應提供一般例等之數學教學知識。3. 許教授對切蘿蔔活動之觀點可視為專家支持之脈絡因素。

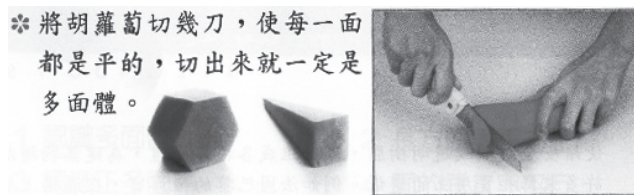


圖 3 認識多面體活動之教科書內容

（二）正多面體構成要素個數計數後，新增「發現尤拉公式」之佈題

針對認識正多面體此一教學活動，教科書原提供正四、正六、正八面體展開圖附件，希望學生藉由點數或做記號的方式，從實作活動中知道各種正多面體的面、邊及頂點的個數。芳老師除進行上述計數活動外，最後新增「發現尤拉公式」佈題。相關佈題如課堂原案 2。

課堂原案 2

13194 師：好，請你看這個表格（如表 1），看它的面、頂點和邊的個數，有沒有什麼特別的關係？仔細看，看

這裡（將直尺橫放在正四面體面數、頂點數及邊數的下方），它的面的個數、頂點的個數和邊的個數有什麼關係？正四面體是這樣，正六面體是這樣，正八面體是這樣（依序用直尺畫過正四、正六及正八面體的數字），看這三組數字之間的關係（將直尺橫放在正四、正六及正八面體的三組數字），誰看到了？

表 1 正多面體的面、頂點和邊的個數

名稱	面數	頂點數	邊數
正四面體	4	4	6
正六面體	6	8	12
正八面體	8	6	12
正十二面體			

在行 13194 之前，教師逐一提問請學生計數前三種正多面體的邊、面、頂點個數，並將之填在表格上。之後，教師請學生聚焦於表格的每一列，觀察面數、頂點數、邊數等數字間之關係。

深度晤談時，教師對新增尤拉公式的說明如下：

我想讓他們察覺一些規律，我並沒有意圖說你一定要能夠發現。我會想要做這個東西是因為我曾經帶三年級的小孩，我給他們正四、正六、正八和正十二面體的展開圖，貼好以後讓他們數，數了以後，我說看看黑板的數字，有沒有人發現什麼，第一個告訴我這件事的是三年級的小孩，我就很驚訝三年級的小孩竟然可以察覺其中的 **Pattern**，就是他會看到頂點跟邊跟面的關係，所以我只想試試看我們班有沒有人可以看出來，結果可

以，有人看出來我就很高興，對，這只是一個嘗試，而且也讓小孩覺得好像上課比較有趣一點（行 20411）。

此外，焦點座談時，芳老師提及曾諮詢某專家對課堂進行此活動合適性之看法，「他說很好啊！你當然可以帶他玩帶他看，讓他自己去發現，你什麼都不要說（行 30604）」。整體而言，除了專家支持此一脈絡因素外，影響上述調整之主要因素為教師的個人知識與觀點，包括：1. 教師個人有關尤拉公式之數學知識。2. 校外三年級教學經驗所得學生知識。3. 以察覺規律為目標並使用表格方式順帶引入等之數學教學知識。4. 強調「有趣」與「嘗試」之個人觀點。

二、取代

所謂取代是指「教學時，將教科書原安排之內容以不同活動或佈題代替之」。芳老師針對本單元的此類調整包括活動與佈題上之取代，分別說明如下：

（一）以一連串之教學序列取代教科書之長方體透視圖活動

透視圖是本單元調幅最大的活動。教科書原規畫長方體骨架活動結束，即可引入長方體透視圖，並對照長方體骨架，讓學生瞭解透視圖的製圖原理（如圖 4）。然而，芳老師卻以一連串之教學序列加以取代，包括邀請學生根據長方體積木製作長方體骨架、根據骨架作品使用扣條做出透視圖，以及根據扣條作品在釘板紙畫透視圖（如圖 5 與 6），且於歷程中使用視圖、立體透視圖、平面透視圖等特定名詞來溝通。相關教學序列與說明如原案 3 至 6。

② 想用黏土和吸管做出長方體的骨架，要怎麼做？

每顆黏土代表長方體的一個頂點，要準備 8 顆黏土。

每根吸管代表長方體的一個邊，要準備 3 種長度的吸管，每種 4 根，共需要 12 根。



組合時要注意：
一樣長的吸管要互相平行，
相鄰的吸管要互相垂直。



重點提示

像這樣，將長方體上看不見的邊用虛線表示，稱為長方體的透視圖。

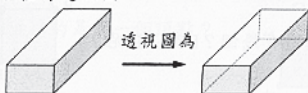
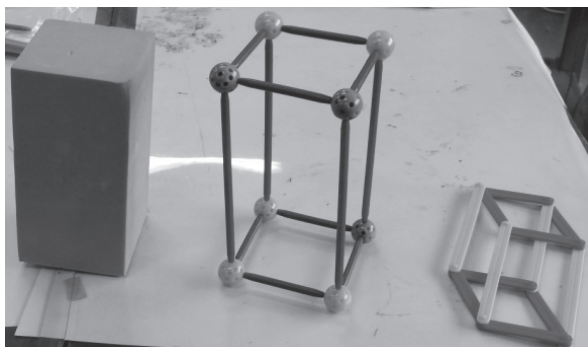
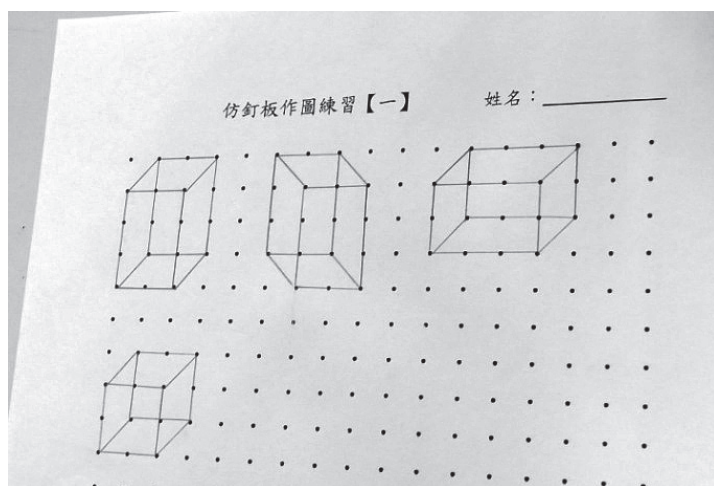


圖 4 利用長方體骨架認識長方體透視圖之教科書內容



(長方體積木→製作長方體骨架→利用扣條做出透視圖)

圖 5 教師之透視圖教學序列 1



(利用扣條做出透視圖→在釘板紙上畫出多種透視圖)

圖 6 教師之透視圖教學序列 2

1. 邀請學生根據長方體積木製作長方體骨架

課堂原案 3

14051 師：……每一組我會給你一些這個，這個叫做造型棒，它有不同的長度。這個叫頂點珠，上面有洞，可以穿進去。你看著這個（指立體積木），然後做成一個它的架子，會嗎？

14145 師：……小祐，把你手上那個藍色的（指立體積木）給我，還有你們那組做好的那個紅色架子，……看清楚，這一個跟這一個的差別在哪裡？……小蓁請說。

14146 蓁：一個是透明的。

14149 師：……這兩個差別是，它可以看見什麼？它不能看見

什麼（指立體積木）？它可以看見什麼？它不能看見什麼（指骨架）？小瑋請說。

14150 瑋：骨架做的可以看見後面的邊，已經做好的不行。然後，已經做好的可以看見面，用骨架做的不行。

在行 14051，教師邀請學生看著每組各自的立體積木，使用頂點珠與造型棒做骨架。當各組完成後，教師在行 14145 以第六組完成的骨架與立體積木為例，詢問全班兩者之差別為何？當小藜的說法未達教師期望時，教師於行 14149 縮小問題範圍，聚焦於兩者各自可以看見什麼，不能看見什麼。其後，教師複述小瑋的說法，強調骨架可以看見邊與頂點，但立體積木可以看見面。

深度晤談時，當問及芳老師對有些老師於骨架製作前即一再強調要用三組不同顏色的看法時，其表示「我通常不太設限，他最好有嘗試錯誤的經驗他會記得更清楚。就像我之前讓小孩用扣條做平行四邊形，雖然他嘴巴可以講它有兩組平行的對邊，平行的對邊一樣長，但之後拿扣條他會選四個不一樣的顏色，讓他做做看，他會發現拿錯了，……我比較喜歡他出一點小差錯（行 20145）」。

2. 邀請學生根據骨架作品使用扣條做出透視圖

課堂原案 4

14194 師：……扣條拆開可以做什麼？看著這個東西（指骨架）做出它的透視圖來，可以嗎？

14247 師：好棒！有一個人做好了，請注意觀察它的顏色，上面是什麼？下面是什麼？中間是什麼？你不需要跟它一樣的顏色，但你要注意它是怎麼配的喔！

14310 師：…為什麼有些人做不出來呢？你沒有仔細的去想，
一個盒子的哪裡跟哪裡一樣？

14311 生：上下。

14312 師：上面跟下面一樣。

14313 生：左邊跟右邊。

14314 師：左邊跟右邊一樣，所以，至少你要做出上面跟下面
一樣，對不對？所以我可以怎麼做？好，老師先做
一個給你們看，我的是特大號的，看清楚，先做兩
個長方形……

14321 師：……這兩個應該是什麼？

14322 生：上下。

14323 師：好，上跟下，看到了嗎？現在還差什麼？

14324 生：左跟右。

14325 師：中間怎麼辦？上下要怎樣才能連起來？我需要有柱
子才能把它連起來，對不對？好，我做了一個上一
個下之後，我要想辦法把它連起來，怎麼辦呢？請
問，這一根要連到哪裡去？

在行 14194，教師邀請每位學生看著每組各自的骨架，使用扣條做透視圖。當某生完成後，教師在行 14247 邀請全班注意該生作品上中下的顏色配置（如圖 7）。其後，教師行間巡視並回應個別學生的問題。由於有些學生無法完成，教師於行 14310 開始邀請學生回憶長方體構成要素間之關係，並進行示範，一直到課堂結束。

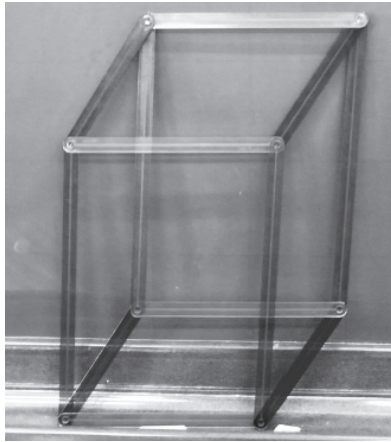


圖 7 學生用扣條做出之透視圖

3. 邀請學生根據扣條作品在釘板紙畫透視圖

課堂原案 5

15053 師：……請你看著自己做出來的平面透視圖，把它畫在紙張上面，看看你可以畫出幾種？……老師不是要你畫跟這個一樣大，但你要記得畫出來的是透視圖，要有幾個邊。對，把扣條做成的平面透視圖畫在釘板紙上面。

在行 15053，教師邀請每位學生看著各自完成的扣條，在釘板紙上畫出不只一種透視圖。其後，教師行間巡視並回應個別學生的問題，例如：要用尺畫，以及要有十二個邊等。

深度晤談時，芳老師表示：

其實很多失敗的學生（如圖 8），事後我是一張一張看，畫不

出來的我把他叫過來說，你覺得這個跟你畫的一樣嗎？他就這樣對對對半天，說很像不太一樣，我說你知道哪裡不一樣，有些學生完全看不出來，他知道不一樣，可是他說不出來哪裡不一樣，然後我們就一條一條檢查（行 20439）。

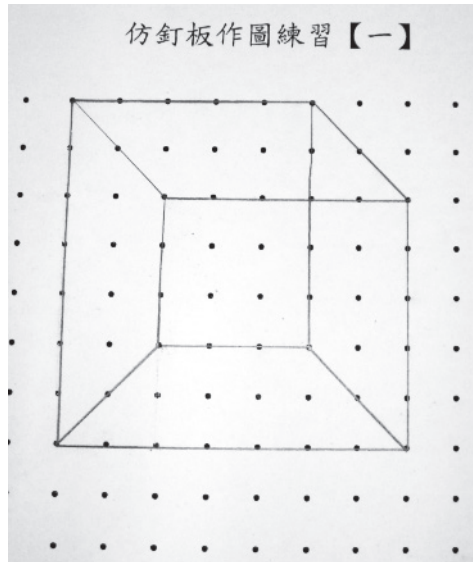


圖 8 某生繪製之透視圖

深度晤談時，芳老師也詳細說明其以一連串教學序列取代教科書透視圖活動之背景脈絡，如原案 6。

晤談原案 6

20094 師：……我有二十年都在高年級，教材我都看過，我覺得沒有一個教材是很認真的處理透視圖，都認為透視圖只要加上虛線學生就看得懂，其實我覺得不

是這麼容易。……七、八年前第一次拿到扣條時，我就試著用扣條去做透視圖，我想說這件事情很有趣，可以讓學生做做看，因為頂點珠比扣條出現的更早，……，我想知道學生看著頂點珠作的架子再用扣條做出平面透視圖的感覺，那次就發現我們班有一個數學最好的學生做不出來，他做出來的那個很奇怪，可是立體的他會，他怎麼做那個做不出來？因為日常生活中眼睛看到的都是立體的，我們為什麼可以很自然的假設學生看到你的虛線就知道那是透視圖，我是從那個小孩身上得到教訓，可能有障礙的並不只他一個。

20102 師：……後來我跟三年級小孩玩，很有趣，……小孩東看西看東摸西摸竟然沒有小孩做錯，可能我玩的那批小孩比較優……

20106 師：……後來我想瞭解是不是所有小孩都沒有困難，結果我發現我們班困難還蠻大。從立體到骨架沒問題，但從立體透視圖到平面透視圖這中間的溝很大，我覺得補這個部分對小孩的空間概念是有幫助的。後來給他釘板紙讓他畫，有些小孩畫不出來，他看著他做出來的東西畫不出來。所以我只是想要印證，小孩是不是真的像教科書裡面認為的只要介紹一個詞說這是透視圖他就真的理解透視圖，他的腦袋裡頭是不是真的有這個圖像，我認為不是。

20107 研：所以這個過程是您自己新增的？

20108 師：對，我自己覺得應該要補，……後來期末考和學生寫習作的表現，我發現小朋友沒有太大的問題。

由上可知，上述調整主要源於教師對教科書上有關透視圖的任務表徵與概念表徵的處理（如圖 4）感到不滿意。前者指向教科書由長方體骨架製作直接轉換至透視圖認識，其間的任務表徵鋪陳過於簡略，後者指向教科書僅在視圖上加三條虛線即告知此圖示謂之透視圖，無法讓學生瞭解透視圖構成要素間之關係。另外，教師的個人知識與觀點亦影響此一調整，包括：（1）教師的透視圖知識。（2）瞭解高年級學生對透視圖之學習有困難，以及校外三年級教學經驗所得學生學習數學知識。（3）個人資料庫中備有多元有趣的活動之數學教學知識。（4）強調勇於嘗試找出合適之教學路徑的個人觀點。此外，當實際檢視期末考相關考題「完成下面長方體的透視圖」之學生表現可發現，除了一位學生粗心未作答外，班上剩下的 31 位學生皆能在未提供交點之情況下正確畫出三虛線。由是，此不失為一有效之教學。

（二）以開放性佈題取代教科書「認識多面體」活動中的封閉性佈題

教科書在「認識多面體」活動中呈現多個多面體積木，建議佈題為「這些立體圖形中，每一個表面都是平的嗎？邊緣都是直線嗎？」，芳老師雖覺得教科書的活動方式不夠自然，且主張應透過分類活動來認識多面體，但因非例的教具數量有限，課堂上仍選擇與教科書相同的活動，僅以開放性佈題「觀察你桌上的這三個積木有什麼共同的地方」取代教科書給定比較條件下的封閉性佈題。相關佈題如課堂原案 7。

課堂原案 7

11021 師：……觀察你桌上的這三個積木有什麼共同的地方？…我們不考慮兩件事情，第一個不要告訴我有什麼軟的有些硬的，第二個不要跟我討論顏色。好，你告訴我桌上積木有哪些共同點。

……

11031 灃：它們都是多面體。

11032 師：都是多面體，請問什麼叫多面體？

行 11021 之前，教師發給每組三種不同顏色與形體的立體積木，皆為角柱與角錐。接著，教師給出開放性佈題「觀察你桌上的這三個積木有什麼共同的地方？」，小灃在行 11031 以本活動預期之教學內容，「多面體」一詞，作為回應，班級討論重點由積木共同點轉向何謂多面體。

深度晤談時，教師表示「其實我比較想要進行的方式是，ㄈㄩ佈郎就一堆你去分類，……讓他察覺說這個有彎的，那種都是平的，我覺得這樣更自然，只是我沒有辦法找到這麼多的教具。……（行 20417）」。焦點座談時，教師亦對教科書圖示有所批判「我覺得這一頁最失敗的地方，就是第一個它拿的全部都是多面體……（行 30210）」，「我覺得它應該從是多面體和不是多面體兩個去分，分出來以後弄出一個定義……（行 30212）」。由上可發現，雖然教師批判的對象是教科書的具體物表徵，但實質上是對引入多面體概念的任務表徵感到不滿意，其主張應以分類活動引入，故教師此一數學教學知識影響其對教科書之批判。另外，教師習慣使用開放性問話引發數學討論此一數學教學知識亦涉入此一佈題調整。除此之外，教具數量是造成其計畫課程與落實課程落差之脈絡因素。

三、省略

所謂省略是指「除去教科書原安排之活動或佈題，且未在單元課堂期間進行相關內容之教學」。芳老師針對本單元的此類調整主要為佈題上之省略，由圖 2 可看出，教師所省略的多為教科書活動二「長方體與正方體」的佈題。

深度晤談時，教師表示單元課堂期間省略的教科書佈題，有些乃移至複習時進行，如長方體構成要素之認識與個數計數等簡單的教材內容，相關說明如下：「這個其實透過操作他都會，沒有小孩不會，就是做好以後去問，所以複習的時候就做，我就問他們這個東西有幾種長度？哪三種？有幾個頂點？三種長度每一種幾根？這個就是複習的時候去做，因為我覺得這個東西太簡單，真正的重點應該還不只這些（行 20530）」。

此外，教師亦表示當自己能掌握課本佈題意圖時，就能增減課本佈題。「我在選的時候一定是我知道這一題的用意是什麼。假設我可以用這一題帶出下一題的意圖的話，我就會一次解決，我會覺得我不必用第二個佈題來帶這個東西。我如果覺得這一題跟這一題中間跳太快，我會再加一題。所以重點就是我要知道課本佈題的意圖（行 20588）」。

由於正方體為長方體之特例，當教師花了大量時間鋪陳長方體透視圖教學，且正方體構成要素之認識已移至正多面體活動後，未於本單元課堂期間實施正方體骨架製作應為刻意省略之結果。整體而言，涉入教師此一調整之因素主要有二：一為有限的教學時間此一脈絡因素，另一則為教師用以判斷佈題難度以及佈題間關係之數學教學知識。

四、重組

所謂重組是指「以教科書原有之活動或佈題為素材，但以不同順序進行教學」。芳老師針對本單元的此類調整包括活動與佈題上之重組。分別說明如下：

（一）對調「認識正多面體」與「長方體透視圖」兩活動順序

由圖 2 可發現，芳老師將教科書的活動二「長方體與正方體」調整

為聚焦於「長方體透視圖」之教學，且將其與活動三「認識正多面體」之教學順序對調，此可視為活動重組之例証。相關詮釋如晤談原案 8。

晤談原案 8

20523 研：您這個單元好像先上多面體到正多面體，再回來長方體講透視圖，最後再到面的垂直跟平行，為什麼做這樣的調整？

20524 師：我覺得這樣比較順。

20525 研：如果照課本教可能會有什麼問題？

20526 師：也不會有什麼問題啊！只是我覺得課本的流程我上起來可能會比較ㄅㄥ吧，看了以後，我決定用我的順序來上，我並沒有說它的不好，是我會選擇一個我覺得比較順暢的方式。因為我要加東西上去，我認為做出透視圖需要比較多時間，因為我確信我需要超過一節課的時間才能做這件事情，所以我會把它放在比較後面的地方。……我會看整個單元，我習慣找到一個自己覺得比較順的流程。

由上可知，芳老師將「長方體透視圖」活動往後移並非因認為教科書之排序不妥，是因其評估調整後之透視圖活動需較長時間鋪陳，而其個人習慣將費時較久之活動安排於後，故將兩活動加以對調。由是，影響教師此一調整之因素主要為教師的個人習慣。

（二）將正方體的部分佈題移位至「認識正多面體」活動

由圖 2 可發現，正方體面、邊、頂點個數之計數（2-4 與 2-5）原為教科書「長方體與正方體」活動中之佈題，芳老師在實際教學時，將

其移至「認識正多面體」活動中進行，此可視為佈題重組之例証。至於教師對其平日的教科書使用方式之相關詮釋則如晤談原案 9：

晤談原案 9

20530 師：通常我在一個單元教學前，第一個我會看它的標題，我看到每一個標的時候我都會想到，他們的基礎是什麼，我可以玩什麼。……所以我會看它的標題決定我要擺的內容，再把我要的內容串起來，這沒有什麼依據，根本就是隨性。

20531 研：有些老師會完全照著教科書的內容教學。

20532 師：我不太會那樣做，比如說我看教科書的佈題，一頁可能有一題、兩題、三題，我只要看了它的佈題方式，我就立刻知道說你的意圖是什麼，為什麼你要先放這一題再放那一題，就是我可以馬上看出來這一頁到底要做什麼，就知道要用哪一種方式來進行，我不要偏離你的意思，但是我可以什麼方式來進行。但是我認為多數老師看不見，多數老師看不見第一題跟第二題的關係，他們認為只是橘子變蘋果然後數字改一下，他們認為可能只是情境跟數字的改變重新佈題，可是其實我覺得所有的佈題都有意圖跟層次，可能我寫課本啦，所以我對這個東西比較敏感一點，我會很直覺的就問自己第二題跟第一題的差別在哪裡，為什麼要先教第一題才能教第二題，為什麼不能換，其實我看這個東西還蠻敏銳的，我大概看了之後就可以確定說，我應該用什麼方式上課，而且也不會偏離它的意思。

由上可發現，基於長期的教科書編寫經驗，芳老師對自身掌握教科書意圖之能力非常有自信，習慣選擇自己的教學方式與流程，亦強調其教學調整不會偏離教科書之意圖。換言之，芳老師將教科書定位為方向之指引以及基本素材之提供。由是，影響教師此一調整之因素主要為教師對教科書定位的個人觀點與教科書使用習慣。

伍、結論與建議

本研究的結論與相關討論如下：首先，當將教科書調整視為教師於單元課堂教學期間，對教科書的活動與佈題所做的顯著改變，發現個案教師課堂上對教科書多面體單元之調整類型包括：新增、取代、省略，以及重組等四類。所謂新增是指增加教科書原未安排之活動或佈題至教學中；取代是指教學時，將教科書原安排之內容以不同活動或佈題代替之；省略是指除去教科書原安排之活動或佈題，且未在單元課堂期間進行相關內容之教學；重組是指以教科書原有之活動或佈題為素材，但以不同順序進行教學。其中，活動層次之調整僅包括活動之取代與重組；至於佈題層次之調整則四類兼有之。相較於 Sherin 與 Drake (2009) 之三種調整類別，重組是本研究個案針對本單元教科書所產出的新調整類別，至於新增則是原創造類別的重新命名。值得一提的是，研究者只是如實地描述個案教師對本單元教科書之調整情況，並未主張調整類型多寡與教師專業、教科書品質間具對應關係。此外，個案教師針對教科書多面體單元的不同活動與佈題，有不同的調整決策，此一結果與 Brown 與 Edelson (2003) 對於教師使用類型會因時間點與情境不同而不同之觀點一致。由於本研究僅針對個案教師及單一單元，故每位教師有一主要的教科書使用或調整類型之說法 (Remillard & Bryans, 2004; Sherin & Drake, 2009) 的合適性，尚待進一步探究。

其次，影響本研究個案教師調整教科書之因素來源主要有三：（一）教科書的表徵。包括 1. 具體物表徵，如：多面體製作活動所產出的具體物表徵僅呈現柱與錐等特殊正例。2. 任務表徵，如：由長方體骨架製作直接轉換至透視圖認識，其間的任務表徵鋪陳過於簡略。3. 概念表徵，如：僅在視圖上加三條虛線即告知此圖示謂之透視圖，無法讓學生瞭解透視圖構成要素間之關係。（二）教師的個人知識與習慣。包括 1. 數學知識，如：教師個人有關多面體、透視圖等之數學知識。2. 學生學習數學之知識，如：瞭解高年級學生對透視圖之學習有困難。3. 數學教學知識，如：使用開放性問話並強調「為什麼」以進行數學討論與概念澄清、資料庫中備有多元有趣的活動等。4. 個人習慣與觀點，如：個人使用教科書之習慣、強調「嘗試」與「有趣」之個人觀點。（三）情境脈絡。包括 1. 時間，如：有限的教學時間。2. 教具數量，如：非多面體數量有限造成計畫課程與落實課程間之落差。3. 專家支持，如：尤拉公式引入時的專家支持是一大助力。相較於 Brown（2009）的三類教師資源，本研究除將目標與信念重新命名為個人習慣與觀點外，尚將學生學習數學之知識自數學教學知識中獨立出，除因該類別是多數學者認同的知能類別之一外，更重要的是個案教師經常提及教學經驗所得學生知識，尤其對高年級學生學習困難點之關注引發此次透視圖教學之取代調整。另外，本研究所得三類情境脈絡因素亦與 Lloyd 等人（2009）整理的三類脈絡因素有所不同。此外，值得一提的是，由於個案教師事務繁忙，上述影響調整之因素主要整理自單元結束後的深度晤談和焦點座談資料，若能於每節課後進行晤談或取得每次課後的教學說明與反思，甚至單元開始前亦能進行晤談，相信將使所得影響教師轉化正式課程的因素更具說服力。

此外，本個案研究所引發之相關思考與建議有三：

一、教科書設計方面

教科書作為課程最重要的載體，教科書設計品質的提升是提高教學品質的重要環節。由前述分析可知，透視圖的概念表徵與任務表徵，以及多面體的具體物表徵是芳老師對本單元教科書內容主要不滿意處。當對透視圖教材進一步檢視可發現，課本僅在視圖上加三條虛線，即告知學生像這樣的圖示謂之透視圖，但習作卻出現透視圖三虛線繪製問題（未提供三虛線交點），故教科書內部對透視圖教學目標即有「辨識」與「理解」兩種不同層次之差異；另外，基於長期高年級教學經驗，芳老師所提有關學童在透視圖學習有困難之建言以及所做的大幅調整，值得教科書編輯群重新思考何種概念表徵與任務表徵設計，才能讓學生的透視圖學習更為有效。就多面體的具體物表徵而言，芳老師在課堂上刻意製造不規則形體，可發現其對避免學童認為多面體僅包含柱與錐此一低度外延（under-extension）現象（Chater, Lyou, & Myers, 1990）之正視與調整。由於現場教師對教科書有不同程度之依賴，未必能察覺例子選用對學童之可能影響，故建議教科書針對概念介紹所提供的具體物表徵可選擇一般例而不僅是特殊正例。

另外，本單元活動三「認識正多面體」活動對應的能力指標是「5-s-06 能運用『頂點』、『邊』與『面』等構成要素，辨認簡單立體形體」。由於指標 5-s-06 說明項中提及正方體與正四面體，本版本教科書以正多面體來加以組織；然而，正多面體概念對國小學生的學習較困難與抽象，且其對教師而言亦非熟悉之概念，如芳老師於多面體活動中，曾指出「每個面都一樣大，我們會給它另外一個名字，叫做正多面體」（原案 1），忽略「每個頂點相接的面一樣多」此一條件。由是，從課綱制定及教科書設計層面來看，能力指標 5-s-06 所謂的簡單立體形體為何，是需凝聚共識的部份；且若該指標不包括正多面體，教科書設計者可思考其他引入正四面體等簡單立體形體之方式。此外，芳老師曾主張應提

供多面體及非多面體物品讓學生分類以引出多面體概念，因分類活動是八十二年版課程經常使用之活動，芳老師曾積極參與該課程實驗工作，此一現象似乎暗示該課程使用經驗對芳老師之影響，亦即 Remillard (2005) 所謂通過課程使用而產生教師的學習，若然，建議教科書編者應正視教科書對教師所具之教學功能並善加利用。尤其教師手冊是編者與教師溝通相關理念與意圖之主要管道，故建議教科書編寫者對教師手冊中活動與佈題等相關意圖與脈絡之敘寫應更詳實。

二、師資培育方面

由上述分析可知，芳老師的數學知識、學生學習數學之知識、數學教學知識、個人習慣與觀點等是影響其進行教科書調整的個人因素，本研究建議職前與在職的師培課程應提供包含數學知識、數學教學知識，及學生學習數學之知識等專業知能。針對個人習慣與觀點此一因素，由於長期的教科書編寫經驗使芳老師對自身掌握教科書意圖之能力有信心，且經常嘗試用有趣的活動調整教科書。若其經驗值得參考，則讓教師體會自己能妥適地解讀教科書且有教學設計能力即是當務之急。本研究建議可於數學教材教法等師培課程中，提供職前教師教科書解讀與教學設計討論之機會；至於在職教師的專業成長，則可針對版本比較及教學活動設計等面向，創造長期且規律的討論會。甚至，邀請專家教師針對特定單元的教科書調整過程進行案例分享亦是一可行之方式。此外，本研究亦建議可進一步以日本小學教師的學課研究（簡紅珠，2007）為借鏡，進行學校本位的教師專業發展與教學改善。以芳老師為例，其經常針對學生問題思考嘗試解決方案，並於實施後反思以利下次教學改進，即便如此，有部份細節仍是從觀察者角度較能察覺出。例如：本研究焦點座談最後針對芳老師的透視圖教學所提意見引發其進一步思考，至於課堂溝通用詞與數學名詞抵觸的提醒亦使其未來有修正之機會，故

以課堂教學為討論主題之專業發展活動對教學者有直接之幫助，至於其他參與者亦能透過教學觀察與相關議題討論，學到促進教學與學習品質的多元觀點與策略。

三、未來研究方向

本研究雖聚焦於課堂上的教科書調整，但研究期間發現，由於芳老師經常使用開放性佈題，學生回應未必在其預期範圍內，甚至學生的安親班經驗會造成教師之意外挫敗，例如焦點座談時，其指出「我覺得被我自己組織過的課程應該是順利的，可是第一節課我就覺得上的不順利，原因是有一些在安親班上過的孩子，他很快地講出這個定義（行 30127）」；「當我問他說這些東西有什麼共同點的時候，他們就會說：哦，它們是多面體，這個詞就出來了。我請他解釋多面體這個詞的時候，他們就講說：哦，每一個面都是平面、每一個邊都是直線，然後一定要超過幾個面。我原先要的不是這樣的討論，我要的是你歸納出一個東西來，然後我們再引出多面體這個詞（行 30129）」。上述說法引發我們思考：當教師使用開放性問話時，學生於安親班學過的教材極可能成為學生回應之內容，其不僅可能與教師預期的教學順序相反，甚至超出當節課之教學目標，如「四面以上」。在上述情況下，教師如何因應呢？由於教師的課堂實踐包括主動佈題以及對學生的因應佈題，教師對教科書之調整屬於前者，為使對教師的課堂實踐有全面之理解，教師對學生回應的因應佈題是另一值得進行之研究主題。此外，安親班對學校教學之影響是一必須正視之議題。除了針對不同教師、不同數學主題的課堂教學探究安親班因素引發的師生互動歷程外，從中進一步區分出有效與無效處理之案例進而理論化，似乎是未來提升教師效能的可行研究方向。

致謝

鍾靜教授對本文的初稿內容多有啓迪與參與協助成形，特此誌謝。本文依據之研究，其執行蒙國科會提供經費補助（計畫編號：NSC 100-2511-S-152-007-MY3），一併申謝。

A Case Study of a Mathematics Teacher's Use of the Textbook: Adapting the Teaching Activity on Polyhedron

Summary

Introduction

It is found that some pre-service teachers are not sure how to appropriately interpret and adapt the mathematics textbook in teacher education programs, because sometimes the textbook adaptations they make deviate from the original intention of the textbook. This phenomenon calls attention to the fact that textbook adaptation is a big challenge to the pre-service teachers. However, over the past ten years in Taiwan, the teachers who teach fifth and sixth grade of mathematics are most likely less experienced junior or substitute teachers. Thus, the issue of the textbook adaptation becomes more critical when lessons are getting more difficult in primary five and six. Moreover, as solid geometry receives relatively less attention in Taiwan, this study chooses the unit of polyhedron to explore how a fifth grade teacher adapts mathematics textbook in order to understand the factors that affect the adaptation in teaching this unit.

Methods

The data of this study was collected from a primary school teacher, also an experienced textbook editor, who has been teaching for twenty years; the method used includes classroom observation, in-depth interview, and focus group discussion. Seven lesson protocol copies are used to explore the types of textbook adaptation. A copy each for in-depth interview and focus group is used to analyze teacher's intention and the influential factors.

The types of textbook adaptation are suggested by Sherin and Drake (2009): to create, replace, and omit. The influential factors are analyzed according to the three elements (teacher, curriculum and context) proposed by Remillard (2005) in his concept of the “framework of components of teacher-curriculum relationship”. The first two elements (teacher and curriculum) refer to Design Capacity for Enactment (DCE) framework (Brown, 2009). Teacher resources include subject matter knowledge, pedagogical content knowledge, and goals and beliefs. Curriculum resources include physical objects and representations of physical objects, representations of tasks (procedures), and representations of concepts (domain representations). Context refers to time, aspects of the local cultures, and the extent and nature of support provided for the teacher, as suggested by Lloyd, Remillard, and Herbel- Eisenmann (2009).

The analysis process is a circulated and evolved procedure, and during the process, some new types may appear and certain old types may need modification or be abandoned.

Results

This study found four types of textbook adaptation used by the teacher in teaching the unit of polyhedron, including addition, replacement, omission and reorganization. Addition is to add new activities or questions originally not in the textbook. Replacement is to replace textbook activities or questions with different ones. Omission is to remove textbook activities or questions entirely with neither replacement nor addition. Reorganization means teaching the textbook material in a different order.

Three factors may affect the adaptation. The first one is the representation of the textbook, which includes physical objects, tasks, and concepts. The second factor is teacher’s personal knowledge and habit which includes mathematics knowledge, knowledge of students’ mathematical learning, mathematics pedagogical content knowledge, and personal habit and perspective. The last one is the context which includes time, quantity of teaching aids, and support from the experts.

Conclusion

By comparing with three types proposed by Sherin and Drake (2009), this case study summarizes four types of textbook adaptation, where “addition” is used as a substitute for the idea of “to create”, and reorganization is a new type suggested in this study. This study only presents the way the teacher adapts the mathematics textbook in her lesson; the discussion does not include the relation among the adaptation types, the teacher’s professionalism, and the quality of the textbook.

Three representations of the textbook which affect teacher’s adaptation in this study correspond to curriculum resource mentioned by Brown (2009). However, the four aspects suggested in the teacher’s personal knowledge and habit are different from the three teacher resources proposed by Brown. Goals and beliefs (Brown, 2009) are renamed to personal habit and perspective. In addition, knowledge of students’ mathematical learning is singled out from mathematics pedagogical content knowledge, not only because it is one of the most recognizable types of knowledge, but because students’ learning difficulty requires the teacher’s concern and triggers the replacement in perspective drawing activity. The aspects proposed in context are also different from those summarized by Lloyd et al. (2009). Last but not the least, this study makes suggestions on the design of the textbook, teacher training and important aspects of further study.

參考文獻

李美穗（2011）。國小數學教師系統專業發展方案建構與實施。載於鍾靜（主編），*數學領域輔導團永續經營論文集：分享與傳承*（頁 31-52）。臺北市：國立臺北教育大學。

[Lee, M.-S. (2001). Construction and implementation of professional development programs for elementary school mathematics teachers. In J. Chung (Ed.), *Proceedings of sustainable management of mathematics advisory group: Sharing and inheriting* (pp. 31-52). Taipei, Taiwan: National Taipei University of Education.]

洪萬生（2003）。青少年的數學概念學習研究——子計畫五：青少年的立

體幾何概念發展研究（行政院國家科學委員會專題研究計畫 NSC91-2522-S-003-001）。臺北市：國立臺灣師範大學。

[Horng, W.-S. (2003). *Understanding and learning of solid geometry: Junior high school students* (NSC91-2522-S-003-001). Taipei, Taiwan: National Taiwan Normal University.]

教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域。臺北市：作者。

[Ministry of Education. (2003). *Grade 1-9 curriculum guidelines for mathematics learning area*. Taipei, Taiwan: Author.]

甯自強（1998）。透過課程發展人員問的形成共識增大兒童的學習機會：下一步。「國立嘉義師範學院八十六學年度數學教育研討會」發表之論文。嘉義縣：國立嘉義師範學院。

[Ning, T.-C. (1998). *Expanding children's learning opportunities by forming consensus among curriculum policy-makers, editors and teachers: A next step after development*. Paper presented at the Mathematics Education Conference of 1998 at Chiayi Teachers College, Chiayi, Taiwan, Chiayi Teachers College.]

甯自強（2000）。數學學習領域之編輯架構。高昇文教資訊，2，47-51。

[Ning, T.-C. (2000). A framework for editing primary mathematics textbooks. *Gao Sheng Educational Information*, 2, 47-51.]

翰林出版事業（2010）。國民小學數學五上。臺南市：翰林。

[Hanlin. (2010). *Primary 5 Mathematics*. Tainan, Taiwan: Author.]

簡紅珠（2007）。教師專業發展與教學改善：借鏡日本小學教師的學課研究。教育研究月刊，158，130-140。

[Chien, H.-C. (2007). Teacher professional development and instructional improvement: Learning from Japanese lesson study. *Journal of Education Research*, 158, 130-140.]

Ball, D. L., & Feiman-Nemser, S. (1988). Using textbooks and teachers' guides: A dilemma for beginning teachers and teacher educators. *Curriculum Inquiry*, 18, 401-423.

Brown, M. W. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, &

- G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 17-36). New York: Routledge.
- Brown, M., & Edelson, D. C. (2003). *Teaching as design: Can we better understand the ways in which teachers use materials so we can better design materials to support their changes in practice?* Evanston, IL: The Center for Learning Technologies in Urban Schools.
- Chater, N., Lyou, K., & Myers, T. (1990). Why are conjunctive categories overextended? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 497-508.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Freeman, D. J., & Porter, A. C. (1989). Do textbooks dictate the content of mathematics instruction in elementary schools? *American Educational Research Journal*, 26, 403-421.
- Goodlad, J. I. (1979). *Curriculum inquiry: The study of curriculum practice*. New York: McGraw-Hill.
- Kaput, J. J. (1991). Notations and representations as mediators of constructive processes. In E. von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 53-74). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic.
- Lloyd, G. M., Remillard, J. T., & Herbel-Eisenmann, B. A. (2009). Teachers' use of curriculum materials: An emerging field. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, & G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 3-14). New York: Routledge.
- Maturana, H. R. (1978). Biology of language: The epistemology of reality. In G. Miller & E. Lenneberg (Eds.), *Psychology and biology of language and thought* (pp. 27-63). New York: Academic Press.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1987). *The tree of knowledge: The biological roots of human understanding*. Boston, MA: New Science Library.
- Otte, M. (1986). What is a text? In B. Christiansen, A. G. Howson, M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education: Papers submitted by members of the Bacomet group* (pp. 173-203). Dordrecht, Netherlands: Reidel.

- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Education Research*, 75, 211-246.
- Remillard, J. T., & Bryans, M. B. (2004). Teachers' orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35, 352-388.
- Sherin, M. G., & Drake, C. (2009). Curriculum strategy framework: Investigating patterns in teachers' use of a reform-based elementary mathematics curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 41, 467-500.
- Stein, M. K., Remillard, J. T., & Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 319-369). Charlotte, NC: Information Age.

