

胡詩菁、鍾靜（2015）。
數學課室中應用建構反應題進行形成性評量之研究。
臺灣數學教師，36（2），26-48。

數學課室中應用建構反應題進行形成性評量之研究

胡詩菁¹ 鍾靜¹

¹國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

近年來，關於評量的研究日漸重視課室形成性評量對於教師教學與學生學習的影響。而建構反應題的題型設計不但可以幫助老師更容易了解學生的思維，提供適性的指導，更可以充實數學學習的內涵。本文探討國小教師以建構反應題於四年級數學課室進行形成性評量之實施歷程，目的在了解教師在課室中如何使用建構反應題，以及建構反應題對教師教學與學生學習的助益。

關鍵詞：形成性評量、建構反應題、數學課室評量

壹、前言

2000年《學校數學原則和標準》將評量列為六個原則之一，認為「評量應該要能促進學習數學重要內容，以及提供教師和學生有用的資訊。」(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000, p.22)；評量之於數學教學的重要性可見一斑。近年來，評量理論受到教學與課程理論的影響，強調以學生為中心，評量也因而轉向課堂脈絡的評量(江文慈，2007)。相較於大型評量，課室評量具有持續更新、動態歷程、立即回饋等特性；而不同功能的課室評量系統也成為新的評量趨勢(鍾靜、陸昱任，2014)。

評量方式雖然非常多元，但以傳統紙筆測驗最為方便，因此廣為大多數老師使用。不過傳統紙筆測驗不僅題數多，題型的設計也難以看出學生解題思維過程，因而測驗結果也比較無法判斷學生學習的迷思概念，進而給予學生適性的幫助。臺北市國民小學數學科基本能力檢測從民國96年起引入「建構反應題」(constructed response item)，增加非選擇題型，以評量學生學習成果，了解學生學習狀況。由此可知，建構反應題能夠提供較多的學生學習訊息，促使教師做出較佳的教學決定，真正幫助學生學習。

若在課程單元進行時，以適合的建構反應題進行課室評量，由於題型設計與答題要求，理應較能了解學生解題困難與答題迷思，進而給予學生最有效能的指導。本文為教師探索數學教學現場以建構反應題進行課室形成性評量的實施歷程，目的在了解教師在課室中如何使用建構反應題，以及建構反應題對教師教學與學生學習的影響。期待藉助不同的題型，改善筆者多年來數學課室缺乏評量的窘況，間接提升學生學習表現。

貳、建構反應題與形成性評量

數學課室評量方式非常多元，評量的形式更直接影響學生的學習方式。教師在數學課室進行評量活動，目的是為了促進學生學習，那麼挑選合適的評量題目也就非常重要，值得教師深思與探討。

一、形成性評量的內涵

教學評量若依據教學歷程前後順序和評量目的來考慮，教學評量可區分為：安置性評量、形成性評量、診斷性評量和總結性評量(余民寧，2011)。這四種評量是教師在教學中經常使用的四種課室評量方式，因為評量目的不同，使用時機也各異。其中，形成性評量已被證實對於學生學習有顯著影響(Wylie & Lyon, 2009; Shepard, 2000)，應是教育現場的老師可以多加著墨

的評量方式。

形成性評量是一種強調在教學過程中的評量方式，它落實於日常教學之中，評量的範圍小，可能只是一個概念而已，卻可以提供立即性的資訊，讓教師清楚了解個別學生的學習狀況；這些訊息不但提供回饋給教師，也同樣的提供回饋給學生，同時幫助師生雙方改進教與學。因此，形成性評量有兩個重要的特徵：第一、它可以針對教師的教學策略提供有效的回饋，幫助教師調整自己的教學或改變教學的順序，進而提高學生的學習；第二、形成性評量對學生是有幫助的，它能幫助學生找到需要投入更多時間跟精力去學習的部分，並幫助學生思考是否需要調整自己的想法（Phelan, Choi, Vendlinski, Baker & Herman, 2011）。

再者，形成性評量是重視描述性、非評斷性的評量方法（Manatt, 1998；引自郭國楨、駱芳美，2004），評量結果主要提供教師調整教學的有效證據（Keeley & Tobey, 2011），並非要老師給予學生評分、等第，甚至將學生分級。Ginsburg（2009）指出形成性評量可以透過觀察（observation）、任務（task）、臨床對話（clinical interview）等方式實施。因此，形成性評量無形中提高教室中學生之間和師生之間的互動，也促進了學生學習。

綜上，筆者亟欲在教室中建立一個持續性的形成性評量系統，一方面檢視學生學習、指引教師教學，一方面提升學生學習成效。

二、建構反應題的優勢

建構反應題（constructed response items）是一種開放性的紙筆測驗試題類型設計，要求學生運用自己的知識技能、批判思維發展或建構出答案（Tankersley, 2007）。在課堂教與學的過程中，認知目標的高層次目標，例如：分析、整合和評價，往往需要建構性題目才能做出適當的評量，學生必須以自己的方式表達與建構出答案（張淑慧，2004）。Tankersley（2007）指出建構反應題的價值在於深入了解學生實際能應用來解題或轉移到真實生活情境的技能和理解，要求學生運用知識、技能和真實世界批判性思維能力，依照題意回答問題。現今資訊爆炸的教育環境中，上述這些能力日顯重要；學生的批判思考能力若有機會在教學與評量過程中被啟發出來，才能教出適應未來社會的能力。如果教師希望蒐集學生解題迷思，做為調整教學內容的參考，或者補救教學的依據，那麼建構反應題會是最佳的選擇。

再者，國際大型測驗如國際學生能力評量計畫（the Program for International Student Assessment [PISA]）、國際數學與科學教育成就趨勢調查（Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]）的試題，除了選擇題之外，都有開放性的問答題。此類題型的主要目的在於讓學生自己建構答案，提出解題的觀點以及支持的理由和論證，以了解學生形成、應用及詮釋數學的能力，此與建構反應題型設計理念相同，足見建構反應題此一評量型態近年來亦倍

受國際大型評量重視。Shepard (2000) 提出新式課室評量的內容與形式可以更多元，例如：觀察、口頭提問、明確的任務 (significant tasks)、報告、演示或學生自評。建構反應題一題只針對一個數學概念進行設計與測驗，是一種目標明確的數學任務，評量時間短，有效檢驗單一學習概念；因此，建構反應題實可作為教師用於課室評量的題目。

綜上所述，筆者決定於數學課室中嘗試以建構反應題作為形成性評量的小型任務，於教學中各個段落實施評量，檢驗學生學習狀況，同時收集資訊，作為適度調整教學程序的依據，達到促進學生學習的目標。

三、引入建構反應題進行課室形成性評量

教師在數學單元教學過程中進行形成性評量以促進學生學習，必須配合該單元重要數學知識或概念的教學流程，才能適當選擇評量的時機點。Gagne 於 1962 年所提出學習階層分析的概念，他認為學習任何較高層次的智力技能之前，都要先學會一組先備技能；如果掌握這些先備技能，將有助於學習較高的技能，也很有可能精熟最高層級的學習目標 (Jonassen, Tessmer, & Hannum, 1999)。因此教材可以切分為數個連續性的活動來進行教學。

筆者擬以 Gagne 的學習階層分析模式為基礎，將教學單元依照不同概念切分為多個學習活動；輔以建構反應題進行形成性評量，於教學單元中對重要的數學概念或常見學生迷思概念、錯誤類型，以隨堂測驗的方式，進行五到十分鐘的評量，測量學生學習的進展。建構反應題的題型設計，會要求學生寫出解題思考歷程，因此極有助於教師據以瞭解學生學習狀況，進而分析學生學習資料，作為下一步教學決定的參考。

筆者操作數學課室教學與評量之模式如圖 1 所示，教學前依單元內的數學知識與概念將整個單元切分為數個小活動，同時製作評量單；評量活動以「動動腦時間」為名嵌入安排於各教學活動後，教學活動與評量活動如齒輪一般互相嵌入；建構反應題以虛線框表示該數學概念可能較為簡單，教師觀察多數學生已經學會，不一定需要評量，或目前沒有收集到適合的題目可配合進行；外側的弧形鍵號則表示教學與評量之間相輔相成的循環關係。

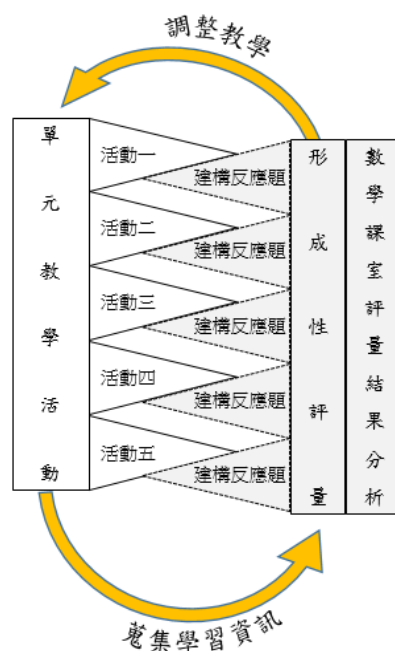


圖 1 數學課室教學與評量模型

參、研究設計與實施

筆者嘗試以建構反應題作為數學課室形成性評量的小型任務，茲將評量設計與實施方式簡述如後。

一、研究場域

筆者任教於北市中正區一所大型公立小學，教學年資 14 年，目前擔任四年級級任導師，班級人數三十一人，其中男生 15 位，女生 16 位。筆者於學生三年級時即任教該班，因此對於學生背景與學習狀況有相當程度的了解。班級學生思維活潑，多數勇於發表、討論，亦能投入學習。

二、教學單元與建構反應題選取

筆者於課室中使用之建構反應題主要來源為臺北市基本學力檢測歷年建構反應題試題，其次參考過去數學教育碩士研究論文中設計之題目，選取適合四年級數學教學單元者用之。筆者於學生四年級上學期後期開始，嘗試在某些單元以二、三題建構反應題進行形成性評量，本文則選擇四年級下學期「三角形與四邊形」和「等值分數」兩個不同數學主題之單元，使用更多

的建構反應題，因為這兩個單元目前所收集到的適用題量較多，筆者比較容易運用。

「三角形與四邊形」與「等值分數」兩個單元的教學活動、教學目標及筆者所使用的建構反應題題目代號整理如表 1 及表 2，詳細試題內容請參見附錄一與附錄二。

表 1

三角形與四邊形單元教學及使用之建構反應題

節次	教學活動	教學目標	建構反應題 (對應之分年細目)
一	活動一：用邊長將三角形分分看	以邊長為條件區分一般三角形、等腰三角形和正三角形	1-1 (4-s-01)
二	活動二：認識等腰三角形的性質	透過操作了解等腰三角形的性質與各部位名稱	1-2 (4-s-02)
三	活動三：用角度將三角形分分看	透過測量認識鈍角、銳角和直角三角形	-
四	活動四：畫垂直線	了解垂直的意義並利用三角板畫出垂直線	-
五	活動五：畫平行線	了解平行的意義並利用三角板畫出平行線	1-3 (4-s-06)
六	活動六：認識平行四邊形和梯形	利用三角板檢查四邊形對邊，進而認識平行四邊形和梯形	-
七	活動七：檢驗平行四邊形和梯形	應用已知性質檢查四邊形是否為平行四邊形和梯形	1-4 (4-s-07)
八	活動八：雙胞胎圖形	透過平移、旋轉和翻轉等操作認識全等圖形的對應關係	1-5 (4-s-03)
九	活動九：方格紙上畫四邊形	在方格紙上畫出各種四邊形	-

表 2

等值分數單元教學及使用之建構反應題

節次	教學活動	教學目標	建構反應題 (對應之分年細目)
一	活動一：等值分數家族的祕密	透過細分一維、二維圖形找等值分數	2-1 (4-n-08)
二			2-2 (4-n-08)
三	活動二：分數比大小	以 $\frac{1}{2}$ 為基準量比較分數大小	2-3 (5-n-07)
四			利用找等值分數比較異分母分數的大小
五	活動三：怎麼分才公平？	理解整數相除商等於分數	2-5 (4-n-07)
六	活動四：解題	用除法算式記錄問題，並用分數表示結果	-
七			2-6 (4-n-08)

三、教學與評量流程

筆者於一個數學概念教學之後，以建構反應題評量單進行「動動腦時間」，亦即形成性評量活動；待評量結束，立刻以實物投影方式請不同學生上台分享解題方法，使全班同學欣賞不同答題策略，經由全班討論與互動，增進學生對於數學概念的理解。若學生解題多有困難，則調整教學程序，回到原概念補救教學，或以學生錯誤解題策略為例，引導全班討論，破除解題迷思，最後再以類題二次測驗，了解學生學習進程。整個過程如圖 2 所示。

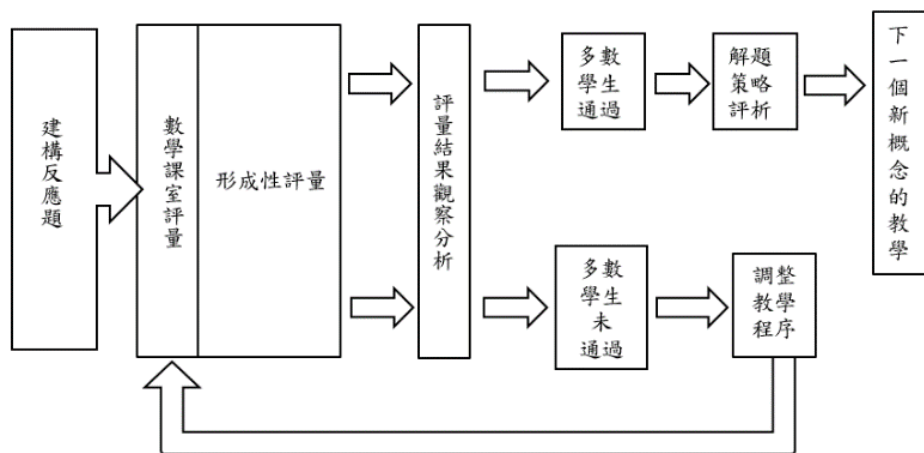


圖 2 運用建構反應題進行評量之流程

四、資料收集與分析

本文探討以建構反應題進行形成性評量對教師教學與學生學習之影響，筆者資料收集的來源多元，內容包含學生評量單、課室錄影、教學反思札記、學生訪談等。藉由收集多樣資料、運用多方來源，獲取不同時間點的訊息，提高資料分析的精確度與可信度。

肆、研究結果

北市基本學力檢測試題評閱方式，以及梁意珍（2014）編製建構反應題的學生解題表現分析，均採國際教育成就調查委員會（The International Association for the Evaluation of Educational Achievement）每四年一個週期所舉辦的數學和科學教育成就趨勢調查專案（TIMSS）相同的評閱方式，每一題的評閱均採 2 分、1 分及 0 分三種等第（楊美伶，2011；梁意珍，2014）。2 分是指能正確解題且能清楚說明；1 分是指正確解題但未完整說明或部分正確解題；0 分是指不正

確解題或空白（林碧珍、蔡文煥，2005）。評量結果僅予以分類，供筆者教學參考，不做評分計算成績之用。

以下就筆者嘗試以建構反應題進行評量之兩個單元——「三角形與四邊形」和「等值分數」兩個單元所收集到的資料進行結果分析。

一、三角形與四邊形單元學生評量表現與教師教學處理

三角形與四邊形單元所使用的建構反應題有一共五題，於課堂中相關數學概念教學完畢後進行；學生答題概況如表 3 所示。

表 3

三角形與四邊形單元建構反應題學生答題結果分析

評分類別	2 分		1 分		0 分	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
1-1	5	16.13%	0	0%	26	83.87%
1-2	28	90.32%	3	9.68%	0	0%
1-3	25	80.65%	6	19.35%	0	0%
1-4	16	51.61%	13	41.94%	2	6.45%
1-5	14	45.16%	3	9.68%	14	45.16%

(一) 題目敘述及答題要求影響學生作答

由表 3 觀之，題目 1-1 通過人數特別少，筆者於評量前即認為題目 1-1 敘述不容易讓學生了解可以用組合的方式找出三角形，學生很可能根本不懂題目真正的意思，因而未能正確解題；加上題目要求學生提出解題說明，更增加了題目的難度。因此筆者設定本題關注的焦點為：學生能夠正確分辨本題圖中左下方近似三角形之形狀為四邊形；筆者希望學生不會因為該四邊形的其中一邊非常短，而誤將其判斷為三角形。從學生答題結果發現，真正誤將左下角之四邊形判斷為三角形的學生有 2 位，其餘近九成四之學生皆能夠正確分辨三角形與四邊形，筆者認為已達成教學目標。

再者，題目要求學生說明解題思維，多數學生以不同顏色標示，也有學生利用編號來區分，如圖 3 所示；不過組合的三角形部分較難以顏色清楚表達，因為顏色重疊部分使版面不易辨識，因此編號的方法較為適用，最後筆者亦使用編號方法教導學生解答此類型題目。

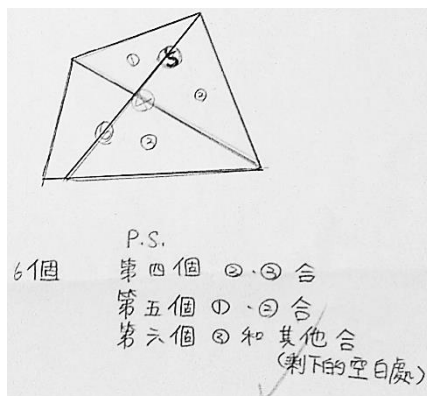


圖 3 學生 S36 以編號方式表達問題 1-1 之解題思維

總之，問題 1-1 雖然通過率極低，但是卻提供學生另一思考類型的題目，並且藉此學習到有效且清楚的紀錄方法。所以從學習的觀點來看，本題亦具有相當價值。

(二) 學生於例行性與非例行性試題表現迥異

與問題 1-1 相反，問題 1-2 通過率高達九成，筆者分析原因，判斷本題與課本認識等腰三角形的操作活動題型相同，情境皆為長方形色紙對折後斜剪一刀，將紙打開之後形狀為等腰三角形，因而本題對學生而言屬於情境熟悉的例行性題目。教學後使用問題 1-2 於形成性評量時，有九成的學生通過，了解並能夠說明對折後的色紙斜剪一刀可得等腰三角形；其餘一成學生雖未通過，卻能寫出等腰三角形答案，只是說明敘述不夠清楚完整。可見學生能夠輕易轉移課堂中操作性活動所習得之數學概念於相同情境試題中，因此本題通過率是五題當中最高的。

(三) 評量結果促使教師另行設計教學活動增進學生圖形轉換能力

問題 1-5 是有關全等圖形的試題。筆者於評量進行之前即預估本題通過率會很低，因為課本習作的練習題，都是簡單的全等三角形或全等四邊形，相較之下，六連塊的題目難度明顯較高；加上題目要求學生寫出解題想法，對於解題，無異於雪上加霜。不過正確解題的學生當中仍然出現許多有效的解題思維值得欣賞，讓評量之後的討論與分享精采絕倫、掌聲不斷。以下為當日筆者之反思札記：

我發現有好幾個孩子的答題表達方式很不錯，於是拍照打算利用早自習請學生自己說一說自己的想法。今天在分享解法的時候，學生都能主動上台解釋自己的想法，其他同學也能夠比較出哪一種方法表達得比較清楚，我看得出來，他們是樂於欣賞他人的解法，會想去聽同學說明。對於表達方式很清楚的學生我也請大家拍拍手鼓勵。(札 1040402)

學生解題思維除了以文字表達之外，亦有使用畫圖方式呈現想法，能夠正確解題的學生當中，大多觀察圖形凸出點的排列規律，以編碼方式找出圖形組合規律，判斷正確答案，找出與眾不同的圖形，如圖 4 所示。而這也是所有解題方法中筆者認為最清楚、最快速的方式，學生

只要在圖形同一側開始編號，就會發現乙圖的號碼組合與其他三個圖不同。學生能自行發現這個方法真的很令人激賞！

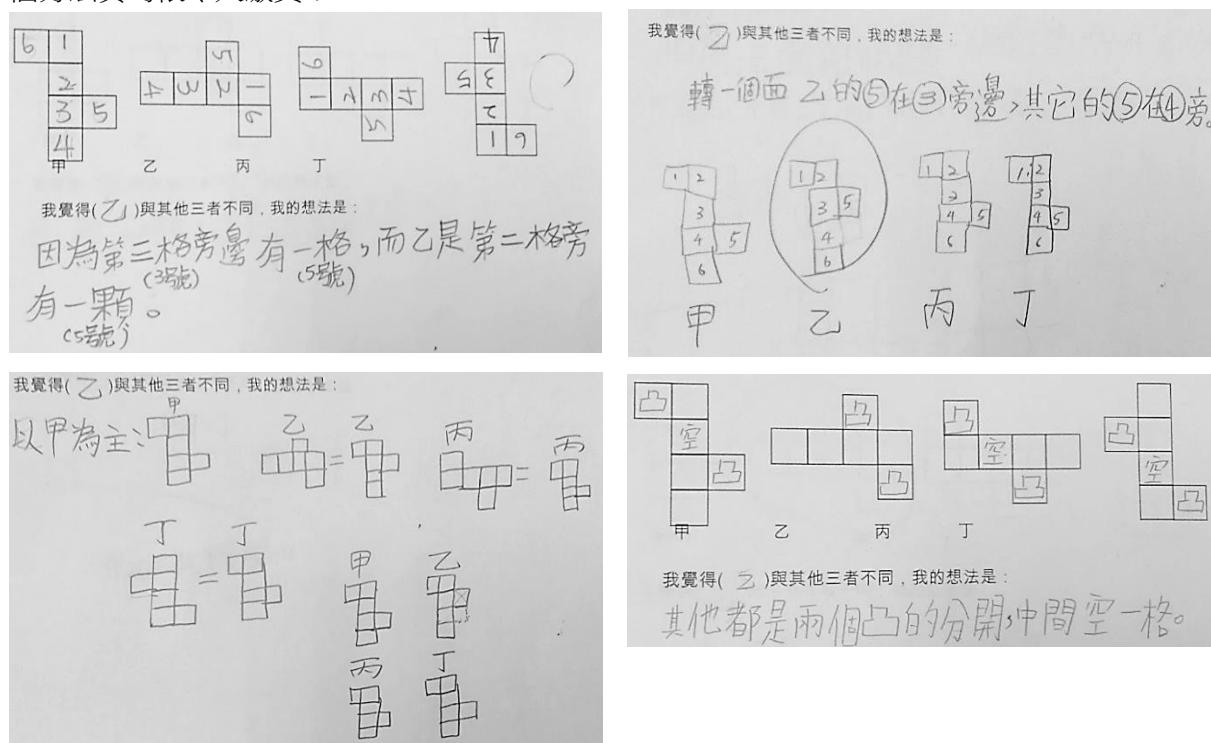


圖 4 學生 S22、S34、S7、S2 以不同表達方式找出圖形組合規律解答問題 1-5

筆者利用單槍投影機，將預先拍好的照片投影，再請答題學生自己說明。這些照片取自能夠正確答題的學生評量單，除了正確答題之外，他們的共同點是能夠以多元方式表達解題想法。

從學生們的神情來看，他們樂於欣賞其他同學的分享，每一種解題方式雖然不盡相同，不過看到評量單上的寫法加上口頭解說，台下學生都能了解各種策略並且沒有提出異議，有時甚至還伴隨驚嘆聲，可見學生對這些不同解法都能夠認同，並且欣賞每一種方法。如此一來，答錯的學生可以學習正確且多元的解題策略，答對的學生能練習發表，並得到肯定，可謂一舉數得之法。

體認到學生圖形轉換能力之不足，筆者於是另行設計「七巧板拼排圖形」與「五連塊繪圖活動」，增加學生各式圖形操作機會，促進空間幾何思考能力的發展。

二、等值分數單元學生評量表現與教師教學處理

等值分數單元所使用的建構反應題有一共六題，於課堂中相關數學概念教學完畢後進行；學生答題概況如表 4 所示。

表 4

等值分數單元建構反應題學生答題結果分析

評分類別	2 分		1 分		0 分	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
2-1	9	29.03%	0	0%	22	70.97%
2-2	30	96.77%	1	3.23%	0	0%
2-3	17	54.84%	7	22.58%	7	22.58%
2-4	18	58.06%	3	9.68%	10	32.26%
2-5	20	64.52%	7	22.58%	4	12.90%
2-6	29	93.55%	2	6.45%	0	0%

(一) 單位分數內容物為多個個物的圖形表徵學生答題有困難

本單元一開始學生就學習等值分數，雖然課本上的圖例開始出現「單位分數內容物為多個個物」的圖像表徵，不過課本圖例都是表徵真分數，問題 2-1 問的卻是假分數，學生的認知仍然停留在四上「單位分數內容物為 1」的分數概念中，因此的通過率極低，不到三成。筆者於學生測驗時行間巡視，即發現多數學生答題有誤，於是在測驗後立即講解並以類題：「一盒餅乾有八片，畫圖表示四分之五盒。」，請學生作答於數學作業簿中，不過成功作答者仍然不多。筆者當下反思講解問題 2-1 以錯誤例為多，是否學生仍不理解「單位分數內容物不一定為 1」？接下來筆者以許多正例再次更仔細說明，尤其強調「單位分數內容物不一定為 1，也可能超過 1」的概念，並於下課前再以縮小數字的類題：「一箱西瓜有四個，畫圖表示二分之三盒。」進行測驗，堅持要學生畫完再下課。學生至此已經可以順利答題，只剩一人須經同學教導才能作答。

雖然該堂課進度比預期慢，不過經由問題 2-1 發現學生學習困難，立即予以補救輔導，不就是形成性評量的精神所在？本節為等值分數概念教學之後一節，學生可能因為初學等值分數，概念尚未完全建立，因此評量結果表現不佳；隨著課程進行，本單元其他各題建構反應題，如問題 2-2、2-4，仍然測驗等值分數的概念，學生就有較佳的評量表現。

(二) 善用 $\frac{1}{2}$ 分數比大小不一定要通分

乍看問題 2-3，分數 $\frac{19}{40}$ 和 $\frac{18}{35}$ 的分母或分子不但數字大，而且還有 19 這種質數，似乎不可能是四年級學生會處理的問題。不過細看題目數字設計，就可以發現這其中是有玄機的。分數比大小的題目不是將分母換成相同的數相比，就是把分子換成相同的數相比，但是還有一種方法是跟 $\frac{1}{2}$ 相比。分數 $\frac{1}{2}$ 對學生而言就是「一半」，學生只要分辨題目中的分數比「一半」大或小，就可以成功解題。

筆者講述分數比大小的方法時，除了找出等值分數使兩個分數的分母都一樣之後比較分子

之外，也有介紹分子相同比較分母的方法；而跟 $\frac{1}{2}$ 相比的方法，當時使用的例題是 $\frac{6}{12}$ 和 $\frac{5}{9}$ ，數字比較小。當時可能因為數字小，學生多數都可以理解；不過問題 2-3 題目中的分數數字比較大，答對的人數雖然超過一半，但仍有另外兩成多的學生方法錯誤或是不會解題，一時之間分辨不出題目與 $\frac{1}{2}$ 有關。但由於此類題型在課本中沒有強調，加上當時時間緊迫，評量討論之後並未進行二次測驗。

(三) 題目長訊息多考驗學生分數概念

經過分數單元各節教學以及多題的建構反應題檢測之後，學生對於分數部分量與整體量關係已經較能掌握，使用於解題教學活動之後的問題 2-6 通過率超過九成，且未達 2 分組的兩名學生皆因為題目訊息多，算到最後自亂陣腳，而未能成功答題，甚為可惜，如圖 5 所示。

Figure 5 displays two students' handwritten solutions for problem 2-6, illustrating errors in understanding fractions.

Student S29 (Left):

- Calculations: $3 \times 8 = 24 \rightarrow$ 總共有幾片; $24 \div 2 = 12 \rightarrow$ 24 片分給每人 2 片; $8 \div 4 = 2 \rightarrow$ 8 片分成 4 部份, 所以 $\frac{1}{4}$ 有 2 片; $12 - 2 = 10 \rightarrow$ 把多的 $\frac{1}{4}$ 扣掉.
- Diagram: Three circles, each divided into 8 equal sectors. The first circle has 2 sectors shaded, the second has 4 sectors shaded, and the third has 6 sectors shaded.
- Answer: A: 10 份

Student S23 (Right):

- Calculations: $8 \times 3 = 24$; $24 \div 2 = 12$.
- Answer: A: 12
- Explanation: 因為他有 3 份披薩, 然後每份有 8 片, 所以我就 $8 \times 3 = 24$ 是 3 份共有 24 片, 再把 $24 \div 2 = 12$.

圖 5 問題 2-6 學生 S29、S23 答題錯誤例

學生表現超乎筆者預期，原以為題目文字敘述長，數字訊息多，情境較為複雜，學生無法順利作答；沒想到多數學生處理三種單位、四個數字同時出現的複雜問題，依然能夠迎刃而解。同樣的題目在他班測驗，只有 10 人通過，聞之令筆者精神大為振奮！縱觀學生解題策略，有以文字敘述、有以數字計算、有畫圖表達...，解題策略不一，但由解題過程中皆可判斷學生對於分數概念清楚，知其然亦知其所以然，如圖 6 所示。

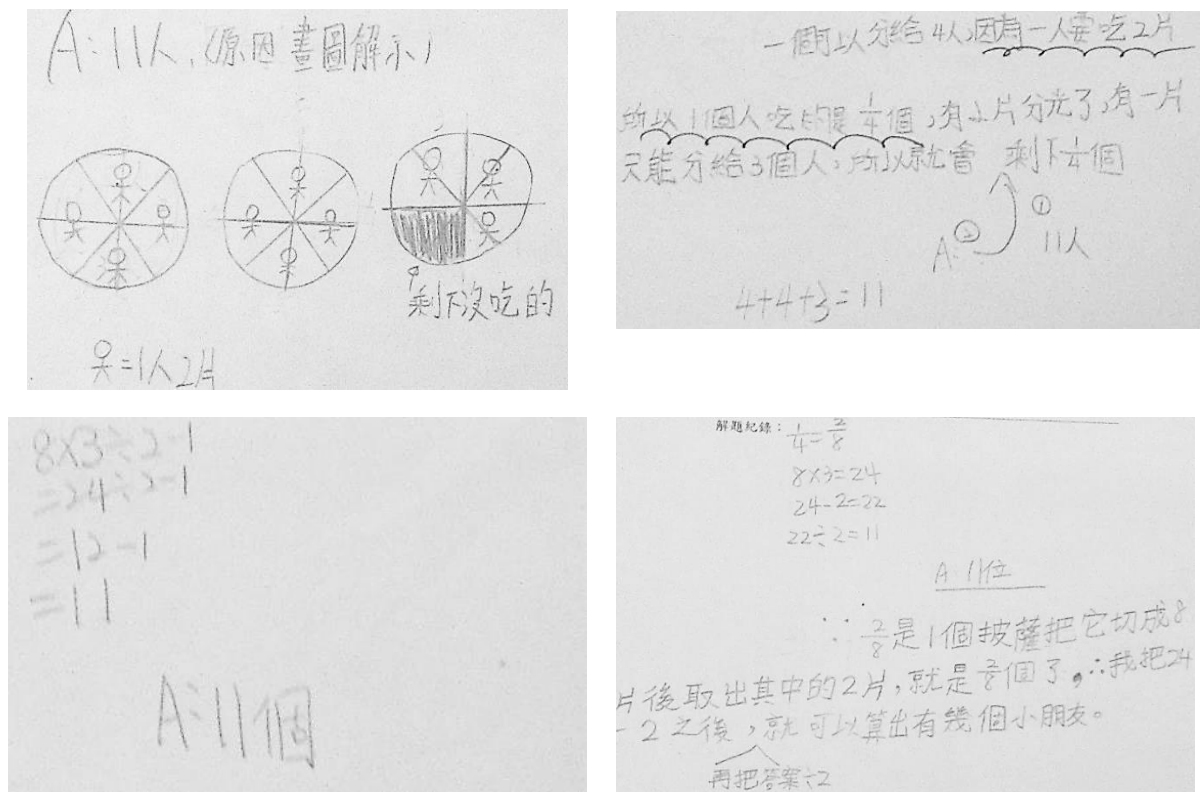


圖 6 問題 2-6_學生 S33、S25、S24、S12 答題正確例

李源順（2013）指出分數的教學，最重要的是要注意「單位」的變化。如果老師上課沒有特別提醒學生留意，學童通常不會注意「單位」的問題；那麼遇到單位變化複雜的題目就不容易正確解題。經過一題又一題建構反應題的評量與討論，學生對於分數概念的學習亦愈形清晰，因此能順利將其理解表現於評量結果；較單元初始所評量的問題 2-1，各題答題狀況明顯隨著時間流轉有穩定進步的趨勢。

透過建構反應題進行形成性評量，著實讓筆者見識到藉由評量結果發現學生學習困難，繼而思考教學調整之處的歷程。即使教學進度暫時落後，教師也應以學生學習為教學主要考量點，畢竟穩固學生基礎概念，才能有助於下一階段的學習；萬不可為了趕進度而忽略學生學習的問題。從評量結果可明顯看到學生學習的進展，倒吃甘蔗的滋味也是筆者始料未及的。

伍、討論

本文探索數學教學現場以建構反應題進行課室評量的實施歷程，希望了解教師在課室中使用建構反應題的實況，以及建構反應題對教師教學與學生學習的效果。以下就教師及學生兩方面簡述以建構反應題作為形成性評量小型任務的影響。

一、應用建構反應題進行形成性評量能有效引導教師做出明確教學決定

建構反應題每題皆針對一個數學概念編製，且時常要求學生寫下答題理由，藉由觀察分析學生答題敘述，對教師教學能有實質助益，筆者就實務操作經驗將發現簡述於後。

(一) 建構反應題能幫助教師更了解學生思維提供學生更適性的指導

建構反應題的題型設計非常適合教師於相關數學概念教學完畢後進行形成性評量。除了一道題目偵測一個數學概念，容易聚焦之外，相較於以往以課本習題作為形成性評量試題，建構反應題多屬於非例行性題目，學生需要將學習轉移至新的情境，在新的情境中展現自己的理解程度。張淑慧（2004）及楊美伶（2011）均指出建構反應題可提供教師有關學生錯誤的迷思概念，利於做教學診斷或補救教學。筆者的確發現，藉由個別學生答題敘述，教師可以比較清楚學生思維，便於從不同學生的迷思點切入，進行適性的指導。例如前述圖 5 所示兩位學生於問題 2-6 解題錯誤，不過由解題敘述觀之，可知兩位學生都知道三個披薩可以分給 12 人，但對於剩下的 $\frac{1}{4}$ 個（2 片）披薩是一人份，則出現混淆及忽略。教師此時介入指導就不必將題目從頭教起，只需針對學生錯誤迷思處進行解說即可。

(二) 以建構反應題作為教學過程中的評量題目能有效引導教師調整教學程序

Keeley 與 Tobey（2011）指出，形成性評量提供有價值的訊息讓教師用於做教學決定。筆者於學生評量時間，經由行間巡視即可大致了解全班答題情形，蒐集有力的學生學習證據，提供教學明確的方向，立即調整教學的下一步驟，指引教師做出教學決定。班級學生多數成功答題，可顯示先前的教學活動有效引導學生學習，因此可以繼續下一階段新概念的學習；倘若班級學生多數無法成功答題，則顯示先前設計的教學活動對學生概念學習尚有不足之處，教師可針對學生呈現於評量單的共同迷思，更清楚仔細的深入解說指導，或思考其他教學活動進行補救教學，鞏固學生的學習，再進行下一階段的學習內容。前述筆者進行等值分數教學時，以問題 2-1 進行評量，發現學生學習狀況不佳，立即決定調整教學程序，以相似類題反覆進行練習，確認學生理解等值分數圖像表徵方法。以下為當日筆者之反思札記：

不知道是否因為第一題動動腦不夠仔細講解，所以學生的反應不怎麼對勁，我立刻感受到他們還是不會。這次我請了兩三個學生講解，而且是用正例，但是第一題我是用反例較多。難道這樣也會有不同學習結果？！後來下課鐘聲竟然就響了，我實在不甘心，一節課都在畫圖，還畫不好？！到底怎麼回事？我堅持要再出一題，利用離開卡的概念，寫完的人交出本子給我改完才下課！

（札 1040505）

尤其數學學科特性，學習概念經常是螺旋式的出現，由淺至深，有脈絡可循，假使舊經驗無法奠定良好學習基礎，就如同地基不穩的建築物，無法順利興建大樓，恐將影響新概念的學習，為人師者不能不慎思。

(三) 教學時間與評量時間的掌握教師需以學生學習為前提彈性處理

教師以建構反應題進行形成性評量，初期需要花費較多的評量時間，因為教師對於教學與評量的操作模型不夠熟練，學生對建構反應題的答題要求也感到陌生，雙方都需要時間適應新的教室教學措施。不過由於一次只有測驗一題，師生都不會感覺壓力過大，除非題目本身偏難，否則評量所費時間不會太長，加上評量後的討論時間，總共約需 10-20 分鐘。因此，教師可以較為彈性的處理課堂時間分配，依照每一建構反應題题目的難易程度，將教學時間與評量時間做不同的安排，以達到學生學習效果為主要考量點。

綜上，以建構反應題進行形成性評量對指引教師教學確有積極正面的影響，符合 Tandersley (2007) 所提出「建構反應題促進教學與學生學習」觀點。

二、應用建構反應題進行形成性評量對學生學習有正面的助益

筆者嘗試以建構反應題作為兩個數學單元的形成性評量小型任務，並於教學與評量後進行非正式的學生訪談，茲將實作發現簡述於後。

(一) 以建構反應題作為教學過程中的評量题目有利於提升學生學習動機

不論學習成就高低，各種程度的學生都非常喜歡動動腦的題目，與課本相較，學生更喜歡挑戰需要深度思考的建構反應題，反而認為課本習題枯燥無味；解動動腦的題目讓學生覺得自己更靈活、更聰明。

T：寫動動腦的題目有沒有真的有動到腦的感覺啊？

S8、S7、S13：有。

T：跟寫課本習作的题目的動腦程度比一比看看。

S7：有，因為課本習作的題目每次都會幫我們寫好算式。

S8：對！都列好算式只叫我們寫答案，然後下面只有兩個題目讓我們實際練習而已。

T：太少喔？

S8：對！動動腦（指建構反應題評量單）就一片空白，然後上面就有文字題目問我們……

T：聽起來你們比較喜歡動動腦的題目，課本習作的題目雖然比較簡單，小朋友卻不喜歡？

S13：對呀！

T：小朋友喜歡難的！真是令人驚訝！所以你們有大腦絞盡腦汁的感覺，會讓你們覺得我是個有用的人，我的大腦今天有工作。你們都有這樣想嗎？

S13：對！

S8：可以比愛迪生還要聰明。

(訪 S1040522)

郭生玉（2010）指出，評量對學生的回饋在於增進學生了解教學目標、激發學生學習動機與增強學生的自我了解。也就是評量結果可以使學生更能掌握自己的學習狀況，進而主動發展自己的能力，做自己學習的主人（Wylie & Lyon, 2009）。筆者透過與學生訪談也得知學生的確有這樣的反應。

T：那如果動動腦題目寫錯了會有什麼感覺？

S13：就改呀！反正這是事實。

S8：就覺得自己不夠好，要再多複習。

T：如果寫錯或者是覺得很難，不是會亮紅燈或黃燈（評量單自評）嗎？那會讓你們更認真聽同學上台講解嗎？

S13：會呀！

T：為什麼會？

S13：因為我不懂啊！

S7：要學習新的方法啊！

S13：對啊！有些不懂的方法、跟有些不會的方法，還有些你不知道的東西，都可以聽到。

（訪 S1040522）

此外，學生也很喜歡聽同學發表不同做法，因為可以學到不同解題策略，幫助自己更了解數學概念、更靈活運用解題策略。即使原本不會寫動動腦題目的人，經過同學講述，也能夠了解解題方法。

S13：我們寫完老師會要我們報告，這樣本來寫完還不會的人就懂了。

S8：可以學到更多的知識，可能將來遇到一種題目這種方法不行，另一種方法就可以啊！

S2：可以學到更多方式，然後運用得更靈活。

T：你怎麼知道自己有沒有運用得更靈活？

S2：就是本來自己是用比較爛的方法，但學到別人比較好的方法就可以換成比較好的方法。

T：你曾有這樣的感覺啊！

（訪 S1040522）

最後，多數學生表示更喜歡上數學課，甚至還有人認為每一天、每一科目都要有動動腦時間，讓學習更有趣、更有挑戰性。

S8：老師，我有一個想法，就是每個科目每一天都要來個動動腦，每一天都要、四個科目都要。

T：就是最好每個科目老師都要有一些比較有挑戰、比較有變化的題目給小朋友想一想。

S13：不然的話，上課都是會的，這樣就沒有什麼有趣的。

S7：然後就會睡著了！

S8：而且上課的時候記得東西又不容易很多，然後發下來動動腦可以知道自己哪裡有錯什麼的？然後可以改正。那個方法就可以運用在考試（指大考）裡面。……

T：（對S2高生）你都會的情況之下，你到底覺得這些題目對你有甚麼幫助啊？

S2：讓課程能夠（S8：生動有趣）（S13：讓智商加高）更有趣味。

T：所以你們喜歡上數學課嗎？

S8、S13：滿喜歡的。

T：以前就喜歡數學課嗎？

S13：對呀！

S8：可是我三年級的時候我都在發呆。

T：對！我覺得你三年級的時候數學課比較會分心發呆，但是四年級開始你就比較用心。

（訪 S1040522）

（二）以建構反應題作為教學過程中的評量題目可充實數學學習內涵

建構反應題的目的在於了解學生數學概念理解情形、應用解題能力、解題思考歷程、推理能力與數學表徵能力（楊美伶，2011）。教師選擇建構反應題作為課室形成性評量的小型任務，除了檢驗學生學習狀況，無形之中，亦培養上述多種數學能力，擴充數學學習內涵。此外，學生不管是書面文字表達能力或是口語表達能力也都有提升，甚至間接影響學生課堂參與度及學習態度，進而提高總結性評量成績表現。因此，應用建構反應題進行形成性評量對學生學習有正面積極的影響。

陸、結語

筆者持續以建構反應題進行形成性評量，並於評量後立即提供回饋給學生，讓師生雙方都即時了解個人的學習狀況；因此，老師可根據觀察蒐集的學習證據調整教學程序，而學生也能依照自己的評量表現適度調整學習態度，其結果可謂雙贏。以下筆者提出實際操作教學與評量模型時，教師須掌握的原則。

一、評量是教學中的一環不與教學混為一談方能發揮其功能

教師引入建構反應題作為課室形成性評量的小型任務為新的嘗試，故初期應明確告知學生形成性評量的用意，是為了讓老師更了解學生學習狀況，幫助學生學得更好。雖然評量結果並未計分，也不予學生分級，但並非以教學觀點視之。評量的過程學生皆獨立完成試題，自己面對學習的責任，調整學習的態度。不論是老師或學生，都應該明瞭教室中評量與教學活動的差異，才能發揮形成性評量的應有的功能。

二、評量後立即鼓勵學生分享多元解題策略給學生回饋能鞏固數學概念

由於建構反應題的題型設計靈活，通常都可以有一種以上的解題策略，評量後教師若立即進行解題策略研討，方能達到積極的效果。原本會解題的學生可以藉由上台分享自己的解題方法，得到正面的回饋，且同時提升口語表達能力及後設認知能力；其他的學生，不但能欣賞多元解題策略，學習更有效率的解法，還能強化該數學概念的學習；至於不會解題的學生，此時因為清楚自己的弱勢，更能專注於聆聽同儕的策略，學習解題的技巧。筆者曾經因為時間掌控不佳，沒有在評量後立即進行解題討論，延宕討論的結果使學生無法得到立即性的回饋，如此形成性評量的積極效果也將打折扣。

三、配合相關班級經營技巧可增強學生學習效果

建構反應題的題目設計經常要求學生解釋理由，學生需要以畫圖或寫字方式回答問題，與回答課本習作中的一般數學題目截然不同。評量初期學生會感到答題有困難，不知如何表述才算是正確答題，顯得非常沒有信心。教師除了鼓勵學生將解題的想法盡量以文字清楚表達之外，還可以將優秀的學生作品（評量單）張貼於教室公布欄，並配合班級榮譽制度，予以蓋章加分等增強，刺激學生共同追求更佳表現。而公布優秀作品除了提供全體學生觀摩學習機會，一方面鼓勵優生的表現，一方面延伸學習於課後，讓上課時間仍然不能完全掌握解題技巧的學生還有持續學習的管道。筆者還發現，平時數學表現低成就的學生，在建構反應題的表現不一定比高成就的學生差，因此張貼其作品對於低成就的學生而言，更是一種鼓舞，能夠提高學習動機，減少對數學學習的恐懼。

教師引入建構反應題作為課室形成性評量的小型任務，能夠讓教師更了解學生思維，提供即時適性的幫助，並且活化學生的學習，對於教師及學生皆有積極正面的影響，值得現場教師在教室嘗試。

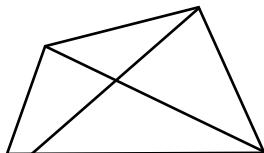
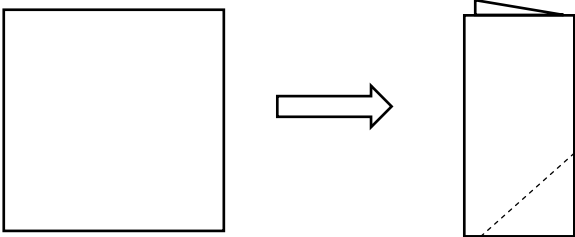
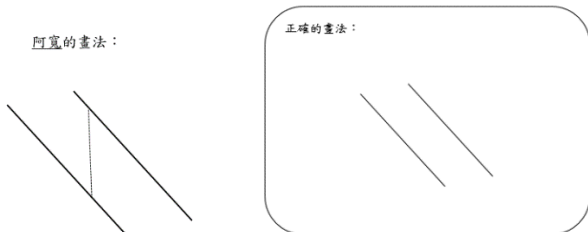
參考文獻

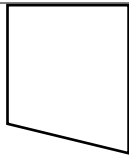
- 江文慈（2007）。超越測量—評量典範轉移的探索與啟示。**教育實踐與研究**，**20**（1），173-200。
- 余民寧（2011）。**教育測驗與評量：成就測驗與教學評量**（三版）。臺北市：心理。
- 李源順（2013）。**數學這樣教：國小數學感教育**。臺北市：五南。
- 林碧珍、蔡文煥（2005）。TIMSS 2003 國小四年級數學新試題的開發及建構反應試題診斷性編碼系統的製定。**科學教育月刊**，**280**，51-62。
- 陳清義（主編）（2015）。**臺北市國民小學 103 年度基本學力檢測計畫成果報告**。臺北市：北市教育局。
- 郭生玉（2010）。**教育測驗與評量**。臺北市：精華。
- 郭國禎、駱芳美（2004）。教師與教學評量：形成性評量與總結性評量的整合與運用。**教育研究**

月刊，127，85-92。

- 張淑慧 (2004)。建構性題目的編製。載於王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯、張淑慧 (合著)，**教育測驗與評量：教室學習觀點** (201-220 頁)。臺北市：五南。
- 梁意珍 (2014)。國小平面圖形建構反應題之學生解題分析 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 楊美伶 (主編) (2011)。數學建構反應題與學生解題表現分析。臺北市：福德國小。
- 楊美伶 (主編) (2014)。學生數學解題思維探究—建構反應題解題分析 (上)。臺北市：北市教育局。
- 楊美伶 (主編) (2014)。學生數學解題思維探究—建構反應題解題分析 (下)。臺北市：北市教育局。
- 鍾靜、陸昱任 (2014)。以形成性評量為主體的課室評量新趨勢。**教師天地**，189，3-12。
- Ginsburg, H. P. (2009). The challenge of formative assessment in mathematics education: Children's minds, teachers' minds. *Human Development*, 52, 109-128.
- Jonassen, D. H., Tessmer, M., & Hannum, W. H. (1999). *Task analysis methods for instructional design*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Keeley, P., & Tobey, C. R. (2011). *Mathematics formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2005). *Mathematics assessment sampler grades 3-5*. Reston, VA: NCTM.
- Phelan, J., Choi, K., Vendlinski, T., Baker, J., & Herman, J. (2011). Differential improvement in student understanding of mathematics principles following formative assessment intervention. *The Journal of Educational Research*, 104, 330-339.
- Shepard, L. A. (2000). *The role of classroom assessment in teaching and learning* (CSE Technical Report 517). Los Angeles: National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing.
- Tankersley, K. (2007). *Tests that teach: using standardized tests to improve instruction*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wylie, E.C., Lyon, C. J., & Goe, L. (2009). *Teacher professional development focused on formative assessment: Changing teachers, changing schools* (ETS Research Report 09-10). Princeton, NJ: ETS.

附錄一

教學單元 三角形與四邊形		評量	試題
題號	題 目	目的	來源
1-1	<p>下面圖形一共有幾個三角形？請說明清楚。（可以用寫的，也可以用畫的）</p> 	<p>檢驗 學習 概念</p>	<p>梁意珍 (2014)</p>
1-2	<p>把一張色紙對折後，如圖沿著虛線剪一刀，剪下的那一個三角形（如圖），</p>  <p>打開後會是哪一種三角形？ 這是一個() 為什麼？</p>	<p>檢驗 學習 概念</p>	<p>梁意珍 (2014)</p>
1-3	<p>兩條平行線之間的距離到底該怎麼畫呢？ 阿寬的畫法錯了，被老師打叉，請你教他正確的畫法。</p> 	<p>應用 解題</p>	<p>梁意珍 (2014)</p>
1-4	<p>小安說下圖有平行的邊，所以是一個平行四邊形。你的看法呢？</p>	<p>檢驗 學習 概念</p>	<p>梁意珍 (2014)</p>



我認為這（是，不是）一個平行四邊形。

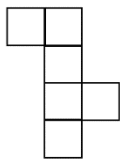
我的理由：

1-5 下列四個圖形中，何者與其他三者不同？

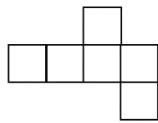
推理 梁意珍

請把你的想法寫出來。

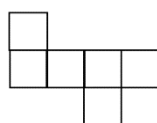
能力 (2014)



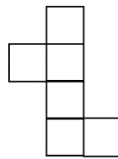
甲



乙



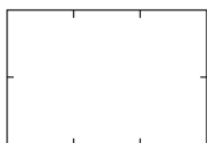
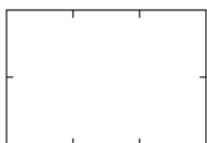
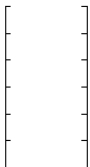
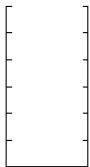
丙



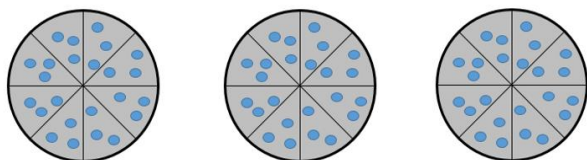
丁

我覺得()與其他三者不同，我的想法是：

附錄二

教學單元 等值分數		評量	試題來源
題號	題 目	目的	北市檢測年度 - 題序
2-1	一盒蘋果有 6 顆，請畫圖表示 $\frac{8}{3}$ 盒蘋果。	表徵 能力	楊美伶 (2014) 101 學年一第 2 題
2-2	媽媽買了 2 個一樣大的蛋糕，一個給哥哥，一個給妹妹。哥哥吃了 $\frac{2}{3}$ 個，妹妹吃了 $\frac{4}{6}$ 個。 (1) 畫出 $\frac{2}{3}$ 個蛋糕。 (2) 畫出 $\frac{4}{6}$ 個蛋糕。 誰吃的比較多？把你的想法寫下來。	表徵 能力 表達 思考 歷程	楊美伶 (2014) 102 學年一第 2 題
	(1) $\frac{2}{3}$ 個蛋糕 		
	(2) $\frac{4}{6}$ 個蛋糕 		
2-3	比比看， $\frac{19}{40}$ 和 $\frac{18}{35}$ 哪一個分數比較大？(把你的想法寫下來，只有答案不予給分)	表達 思考 歷程	楊美伶 (2014) 99 學年一第 3 題
2-4	小民和小英用兩個一樣大的杯子喝果汁。小民喝了 $\frac{1}{2}$ 杯，小英喝了 $\frac{1}{3}$ 杯。 (1) 在杯子圖示上用斜線分別畫出小民和小英喝的量。	表徵 能力 應用 解題	陳清義 (2015) 103 學年一第 1 題
	 小民喝 $\frac{1}{2}$ 杯		
	 小英喝 $\frac{1}{3}$ 杯		
	(2) 小民和小英共喝了多少杯果汁？把你的想法或作法寫下來。		
2-5	8 個人平分 3 個喜餅，每個人可以分到幾個喜餅？請畫圖表示怎麼分，並寫出作法及答案。	表徵 能力	楊美伶 (2014) 98 學年一第 4 題

2-6 二年 A 班舉辦同樂會，老師訂了 3 個披薩給小朋友吃。每個披薩平分成 8 片。每位小朋友都吃 2 片，同樂會結束後還剩下 $\frac{1}{4}$ 個披薩。請問二年 A 班有幾位小朋友？你怎麼知道的？



應用
解題
、
表達
思考
歷程

NCTM (2005)
(Grades 3-5)