

以實作評量方式探討引導發現式教學模式之 學習成效——以「聲音」概念為例

顧炳宏¹ 陳瓊森² 溫燮純^{1、*}

¹國立彰化師範大學 科學教育研究所

²國立彰化師範大學 物理學系

摘要

本研究主要目的在探討實作評量和紙筆測驗此兩種不同評量方式對國中八年級聲音概念引導發現式教學成效之影響。本研究主要採準實驗研究法，針對三個實驗——控制組別，六個班，總人數203位的八年級學生，以質性、量化資料收集與分析方法並行的方式，探討引導發現式教學和傳統講述式教學，於不同評量情境下，對學生概念學習成效之影響之差異和成因。研究結果顯示，紙筆測驗不易測得學生真正的理解和能力，因此以聲音概念紙筆測驗作為評量工具時，無法顯現出引導發現式教學和傳統講述式教學兩者之間概念教學成效之差異；相反的，實作評量比紙筆測驗更能表現出學生真實的學習成效，因此若以聲音概念實作評量作為評量工具時，則可顯示引導發現式教學在概念學習成效上優於傳統講述式教學。此外，本研究根據研究結果亦衍申出「教學形式和評量形式應相互搭配」此一重要結論。

關鍵詞：引導發現式教學、紙筆測驗、實作評量、聲音概念

壹、緒論

近年來，建構主義已成為科學教育中主要的核心思想觀念，其強調學習者的主動性，重視主動參與式的學習，強調「發現式」或「問題解決式」的學習活動，讓學生透過對問題情境的思考、蒐集資料、分析，設計解決方案、討論分享等活動，主動參與學習(朱則剛，2002)，此種理念與「引導發現式教學法」的教學理論觀點基本上是相同的。

引導發現式教學源於Bruner (1960, 1961) 所提倡的發現式教學法，指的是在學生進行探索前或探索的過程中給予指示和引導，以提問的方式與學生互動，鼓勵學生主動參與學習，經由觀察、操作、實驗、討論、推理、歸納和綜合等學習活動，將教材組織為有用的形式，讓學生在探索的過程中發現原理原則(顧炳宏、陳瓊森、溫燮純，2011)。

我國《國中小學九年一貫課程綱要》中所強調之「主動探索與研究」基本能力，

*通訊作者：溫燮純

(投稿日期：民國101年10月10日，修訂日期：民國102年4月15日，接受日期：民國102年4月17日)

是必須靠學生自己主動、積極、自動自發、自主性的投入學習活動，蒐集資料，鍥而不捨地尋找答案，澄清概念，發現知識的真理，並藉由互動過程中能說清楚並解釋自己的觀點(教育部，2003)；其精神與引導發現式教學及建構主義強調讓學習者經由問題解決的過程主動建構個人的知識、能力和興趣(National Research Council [NRC], 1996)實際上是一致的。

在九年一貫課程中，聲音概念是一個重要的教學單元。雖然聲音是人類最常接觸的一種「感覺」，對學生來說是相當自然的一種現象，但在進入國中階段後，除了開始引進許多新的科學概念名詞外，學生還必須從波的觀點去學習各項關於聲音的科學概念，惟研究顯示學生往往無法理解真實聲音與波的概念之間彼此的連結關係(Linder, 1992; Linder & Erickson, 1989)。有鑑於此，研究者以學習環理論為架構設計了一系列引導發現式的教學活動，以協助學生從具體的感官體驗中理解抽象的聲音及聲波概念(顧炳宏、楊孟欣、陳瓊森，2009)，本研究目的之一即在評估此教學活動設計之成效。

基於評量是整體教學的方法或過程之一，用來觀察及界定學生所有與教學相關的表現，評量的方法或過程必須讓學生表現出有意義的學習結果(王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯、張淑慧，2008)；因此，如何發展出一個可與教學活動相互搭配和輔助的評量方式也是值得深思的問題。一般的紙筆測驗僅能呈現文字或靜態的圖片，而不能表達實際的聲音或動態的影像，因此難以描述需透過感官方能感受到的相關聲音現象。這樣的限制增加了紙筆測驗真實地估量出學生聲音概念理解程度的困難度，因而需要藉助有別於傳統紙筆測驗的方式以評量學生的學習情況。

由於實作評量可以在各種不同真實程度的模擬情境之下，有系統的去評量學生的實作表現，著重於探測學生在真實情境下應用知識與技能的能力(王文中等，2008)，所以相當適合用以作為聲音概念單元教學的評量工具，讓學生真正從實際的聲音情境中展現其對於聲音概念如頻率、音調等概念的理解，了解學生在真實情境下的實際表現究竟是如何，以突破紙筆測驗本身在聲音單元中作為評量工具所具有的限制。根據施測情境的真實性程度來分，在教學情境下常用的實作評量可以分成下列五種類型：(1)紙筆表現；(2)辨認測驗；(3)結構化表現測驗；(4)模擬表現；和(5)工作範本(余民寧，2007)，考慮到太過開放的評量方式如工作範本或模擬表現，可能因耗費時間過長而影響教師正常的教學進程規劃，因此本研究採用的實作評量形式乃是結合紙筆表現與辨認測驗兩種類型的實作評量，以影片模擬各種真實的聲音情境提出問題，讓學生透過紙筆作答，顯示出學生聲音概念的學習成就。

綜合以上所述，本研究目的是針對國中八年級自然與生活科技領域中之「聲音」概念，發展適當的實作評量工具，並探討實作評量和紙筆測驗此兩種不同評量方式對聲音概念引導發現式教學活動設計成效之影響。本研究之待答問題如下：

- (一)接受引導發現式教學和傳統講述式教學之學生，採紙筆測驗時，其在聲音概念的學習成效有何差異？
- (二)接受引導發現式教學和傳統講述式教學之學生，採實作評量時，其在聲音概念的學習成效有何差異？
- (三)對於接受引導發現式教學的學生來說，不同評量方式對學生學習成效評量之結果有何差異？

貳、文獻探討

一、建構主義、發現式教學及引導發現式教學

過去數十年來，科教和數教領域興起了一股「建構主義」的風潮(Cobb, 1988)，建構主義受到許多科教研究者與教學者的重視，其對於學習的觀點對當今的科學教育的理論基礎與教學實務均有非常重大的影響(Matthews, 2002; Staver, 1998)。

1970年代以前，科學教育領域對於學習的看法主要受到行為主義學習理論的影響，認為學習是知識「輸入」而後「輸出」的知識轉移過程(涂志銘、林秀玉、張賴妙理、鄭湧涇，2008)。然而隨著認知心理學和科學哲學的持續發展，人們發現知識並非是由個體被動的接受，而應該是學習者主動建構知識的過程(Tsai, 1998, 2003)。建構主義便是在強調此種學習的主動性，反對知識的接受觀。建構主義的基本論點是，學習者並非由外在世界中將知識傳送進入記憶之中，而是依據其既有經驗與世界互動，而創造對世界的詮釋。

一般而言，在教育學界或心理學界，常將建構主義之起源歸結於心理學家Piaget (1972)或是極力倡導建構主義思想的Bruner (1986, 1990)，因而Bruner所提倡的發現式教學亦承襲了建構主義的精神(朱則剛，2002)。發現式教學法則是指教師在學生學習概念和原理時，不是將教材的最後形式直接提供給學生，而是向學生提供一種問題情境，只是給學生一些事實(例)和問題，讓學生積極思考、研究，自行發現並掌握教材的知識結構的一種方法(Bruner, 1960, 1961)。上述可看出發現式教學和建構主義兩者理念基本上是一致的。

然而，發現式教學常會遭遇到「時間」和「錯誤」兩問題的限制。在教學過程中讓學生自己發現概念及問題比傳統教學需要花更多的時間，或是學生在面對較複雜，需要探索並且容易出錯的學習情境，往往會造成學生思考上的錯誤。舉例來說，發現式教學法因強調學生的主動探究精神，所以在「純」發現式教學法的歷程當中，教師為避免給學生太多干涉，相信學生能透過觀察，自己發現自然的現象、規律。但在對於教師所創造的情境下，學生對於要觀察的新現象毫無概念，也不知道要觀察些什麼。因此，學生大多只能回答出他原本就已經知道的東西，而無法回答出新概念，到最後使用「純」發現式教學法的教師就必須自問自答，變成講述式的知識灌輸。再者，經過多次的純發現教學，學生也會發現活動縱使有趣，但對於知識還是要透過教師的講述才能獲得，漸漸覺得無聊且缺乏成就感(詹志禹，2002)。

相對於「純」發現式教學法，引導發現式教學會在學生觀察前給予學生一些引導或指示，並在過程中設計步驟，指示學生觀察重點與思考方向，以提問的方式與學生互動，鼓勵學生主動參與學習，經由觀察、操作、討論、推理、歸納和綜合等學習活動，讓學生在探索的過程中發現原理原則，逐步引導學生建構必要的知識(顧炳宏等，2011)。因此，除了學者建議使用教師引導發現(guided-discovery)的方式外(Skinner, 1968)，許多研究亦顯示引導發現式教學成效優於純發現式教學(Collette & Chiappetta, 1989; Craig, 1956; Gagné & Brown, 1961)。

二、實作評量

以知識建構的觀點來說，評量作業不只是評量學生的概念知識，也要評量學生的思

考能力。然而，傳統紙筆測驗的過度使用與強調，使得學生的學習，偏差到將大部分的時間、精神用於學習零碎的知識(吳璧純，2002)。在當今建構論的思潮下，實作評量是指異於傳統測驗的一些評量方式。整體來說，使用傳統紙筆測驗雖然可以知道學生在特殊情境下可能具備的知識是什麼，但是，我們必須使用實作評量才能得知學生在真實情境下的實際能力表現是什麼。因為實作評量關心的重點，在於學生在真實情境下應用知識與技能的能力，所以在各種真實的學習情境下，實作評量應是較能真實判斷學生學習成就的評量方式之一。以下針對實作評量與其他評量模式之間的關係、實作評量之定義、要素、分類和設計做介紹。

(一)實作評量vs.其他評量模式

1980年代開始，不同於傳統紙筆測驗的評量方式逐漸受到重視與提倡，這些不同於傳統紙筆測驗的評量方式包括了另類評量(alternative assessment)、多元評量(multiple assessment)、真實評量(authentic assessment)、實作本位評量(performance-based assessment；涂金堂，2009；Linn & Gronlund, 2003; Linn & Miller, 2005)。其中，另類評量強調應提供有別於傳統紙筆選擇題測驗的評量方式，真實評量著重在給予學生真實情境的作業內容，實作評量則主張學生實際的操作或表現出完成某種任務的能力。雖然實作評量有時會被認為等同於真實評量或另類評量，但三者實際上並不適合相互替換使用。另類評量重點在與傳統紙筆測驗的對比，真實評量則強調真實的情境；實作評量則是介於兩者之間，比另類評量的意義豐富，但並不如真實評量那樣強調極端真實的情境(Linn & Gronlund; Linn & Miller)。以評量學生使用外語的能力為例，真實評

量強調需真正與外國人進行口語溝通的能力，但礙於實務上的限制，實作評量則可能僅透過教師與同儕之間使用外語做模擬溝通。

簡言之，實作評量與真實評量均屬於一種另類評量，而實作評量與真實評量的差別便在於真實性的程度，而實作評量所提供的情境可以是一種簡化的情境，只要是一種可想像的真實亦可(Lesh & Doerr, 2003)，此也可以是一種實作評量(楊凱琳、林福來、蕭志如，2012)。如果某些限制使得無法要求學生實際動手操做，那麼電腦模擬作業或許是個不錯的替代方式(Linn & Miller, 2005)。

(二)實作評量之定義與特徵

雖然實作評量目前雖未有一致的定義(王文中等，2008；余民寧，2007；陳文典，2000；彭森明，1996；Linn & Gronlund, 2000; Stiggins, 1987)，但學者(王文中等)認為其仍具有一些共同的特徵：1.需要有被評量者實作的表現、2.評量需要在真實的情境中完成、3.具有較不具結構的開放性問題、4.重視問題解決的過程與結果、5.重視小組的互動、6.具有彈性的解題時間以及7.多向度的評分系統。

大體而言，實作評量可以被表示為「讓學生在真實或模擬的情境中執行作業(task)，展現其將知識和理解化為行動的能力，並由教師廣泛的收集相關資料(包含過程與結果)，以了解和評估學生學習狀況的一種評量方式」。

(三)實作評量之分類

根據施測情境的真實性程度來分，在教學情境下常用的實作評量可以分成以下五種類型(余民寧，2007)：1.紙筆表現；2.辨認測

驗；3.結構化實作測驗；4.模擬實作以及5.工作範本。

實施實作評量的情境越真實，其結果越能真正顯示出學生的學習成果。但是，礙於時間、經費、設備與實施計分等外在條件的限制，造成了模擬真實情境的困難度。因此，在符合測量表現的高真實性測驗與現實環境的限制下取得平衡點，則是設計實作評量的一大考驗。

考慮到太過開放的評量方式可能因耗費時間過長而影響教師正常的教學進程規劃，因此本研究採用的是結合紙筆表現與辨認測驗兩種類型的實作評量，以影片模擬各種真實的聲音情境提出問題，讓學生透過紙筆作答，顯示出學生聲音概念的學習成就。

(四)實作評量的設計

由於學者對實作評量的定義並無一致，採取的方式種類繁多，因此實作評量的設計自然也不易遵守一定的程序，依據本研究採用的實作評量形式，整理文獻後將實作評量的發展程序大致分為三個步驟，分別為確定評量目的、設計評量的題目以及確定評分標準和計分方式。

1. 確定評量的目的

評量設計的第一要務便是要決定評量的目的(Stiggins, 1987)，若無明確的評量目的，將難以辨認和定義學生的表現行為，且不易建立適當的評分標準和計分順序。在決定評量目的與對象後，必須先將學習中重要的學習成分列出，再依據學科的認知基礎確定學生必須學會的知識內容和技巧(構念中心)，再依據題目情境決定什麼才是學生真正好的表現(表現中心；王文中等，2008)。

2. 設計評量的題目

Wiggins (1998)指出，實作評量的題目應該要盡可能模擬真實情境、包含精確的內容和標準以及能引誘出學生的表現。

雖然真實的問題情境可以引起學生的興趣，但是要確定問題的情境符合大多數學生的經驗範圍，避免偏袒某類型的學生，因為有些學生的生活經驗可能不包含問題中的情境。至於精確的內容和標準，教師可藉由工作、任務和課程分析來確定評量的範圍(Crocker, 1997; Dunbar, Koretz, & Hoover, 1991; Messick, 1995)。此外，實作評量若是要引誘出學生的表現，題目應該要能引導學生運用所學知識，思考所給予的線索以完成任務。

實作評量的特色在於，透過選擇可以讓學生用到所學知識或技能的評量情境，將認知概念與技巧融合在評量情境中，讓學生在情境中表現學習的成果。

3. 確定評分標準和計分方式

依不同的評量目的，實作評量可針對學習過程與結果，在評量過程中進行觀察，在觀察的過程中，完整且確實的記錄學生的表現，也是實作評量的特色之一。然而，在選擇要記錄的項目時，則必須考慮評分的標準。在發展實作評量的每個過程中，均要思考記錄與評分的標準是否能判斷學生的表現(Brualdi, 1998)。

Quellmalz (1991)認為好的評分標準包含了：重要性、逼真性、概括化、發展適切性、易接受性以及實用性等六個特徵。這幾個特徵表示實作評量標準必須要能：反映學生的重要表現、代表典型情況下學生反映的標準、應用到其他相似的任務上、顧及學生發展的連續性和適切表現的範圍、要能讓參與者(學生、家長及教育工作者)了解其所代表

的含意、要能明確的暗示學生學習表現的品質和改善之作法。

實作評量的完整性取決於完善的評分標準，評分標準不僅提供學生一個能力的規範，也是對結果的詮釋與應用之重要依據。透過良好的評分標準所構成的完善評量，其實就等於是一套好的教學(張敏雪，1998)。整理學者(李坤崇，1999；陳文典、陳義勳、李武雄、簡茂發，1995；Airasian, 1994, 1996; Burger & Burger, 1994; Linn & Burton, 1994)的看法並根據本研究所使用的實作評量形式，決定實作評量的標準時應把握以下的原則：(1)標準應該是教師可以明確判斷的行為，並且以量化的特徵來界定標準；(2)避免使用模稜兩可的文字；(3)儘可能按學生表現行為出現的順序來呈現實作標準；(4)一個標準中避免包含過多的概念；(5)標準應採取學生在該單元或主題應達成的學習成就來評定，不應以學生彼此間的相對性比較做為基準；(6)標準的設計要適當，評量標準要學生達到基本的表現要求，但也不能高到大部分學生都無法通過。

另外，在計分的部分，則是要以評量標準為基礎，明確記錄出學生的表現。以本研究聲音概念實作評量來說，分數的評定來源

主要是學生的認知過程如獲取資訊、辨識、組織資訊、判斷的能力等。

參、研究方法

本研究採用準實驗研究法，以質性、量化資料收集與分析方法並行。量化資料主要以「聲音概念實作評量」和「聲音概念紙筆測驗」為蒐集工具，再輔以合作教師及學生的晤談收集質性資料，深入探查教師與學生對於教學和評量方式的看法和感受；綜合質和量的資料以回答本研究的待答問題。以下即針對研究設計、對象、工具、資料收集與分析加以說明。

一、研究設計與研究對象

本研究主要採準實驗研究法，探討引導發現式教學(Guided-discovery Teaching, GT)和傳統講述式教學(Lecture Teaching, LT)，於實作評量(Performance Assessment, PA)和傳統紙筆測驗(Paper-and-pencil Test, PT)情境下，在聲音單元之教學成效有何差異。實驗操弄依教學法和評量方式的不同，分為(1) GT-LT-PT組、(2) GT-LT-PA組以及(3) GT-PA-PT組，三組研究結果分別對應本研究的三個待答問題，實驗設計如圖1所示。

教學 \ 評量	評量	
	聲音概念實作評量 (PA)	聲音概念紙筆測驗 (PT)
引導發現式教學 (GT)	(2) 實驗組 GT-LT-PA	(3) GT-PA-PT 實驗組 對照組
傳統講述式教學 (LT)	對照組	(1) 實驗組 GT-LT-PT 對照組

圖1：研究設計矩陣圖

本研究以中部某縣市甲、乙、丙三所國中之八年級學生為研究對象。實施教學與評量內容為自然與生活科技領域八年級下學期之「聲音」概念。本研究所有教學措施均配合學校課程進度，在正常課室教學時間進行，為期一週，教學時數共五節，每節45分鐘，合計225分鐘。以下針對各組實驗設計、研究對象以及教學和評量方式分別加以說明。

(一) GT-LT-PT組

本組合作教師為甲國中的自然科理化教師，代號為A教師。A教師具有9年以上教學資歷，曾於某大學科學教育碩士班進修並取得碩士學歷，因此對引導發現式教學有相當程度之認識。本組以A教師所任教的兩個八年級學業成績相當之班級學生為研究對象，並將兩班隨機分配為實驗組和對照組。實驗組採用的是聲音概念引導發現式教學活動，班級代號為A₁，樣本學生有36人；「對照組」則採用傳統講述方式為主的教學方式，班級代號為A₂，樣本學生有38人。兩組學生均在教學開始三週前接受「聲音概念紙筆測驗」前測，並於教學結束後一週接受「聲音概念紙筆測驗」後測，藉以瞭解採紙筆測驗時不同教學方式對學生概念學習上的成效之影響差異。

(二) GT-LT-PA組

本組合作教師為乙國中的自然科理化教師，代號為B教師。B教師具有19年以上教學資歷，曾於某大學科學教育碩士班進修並取得碩士學歷，對引導發現式教學以及實作評量之理論與作法均有認識。本組以B教師所任教的兩個八年級學業成績相當之班級學生為研究對象，並將兩班隨機分配為實驗組和對照組。實驗組採用的是聲音概念引導發

現式教學活動，班級代號為B₁，樣本學生有32人；「對照組」則採用傳統講述方式為主的教學方式，班級代號為B₂，樣本學生有34人。兩組學生均在教學開始三週前接受「聲音概念實作評量」前測，並於教學結束後一週接受「聲音概念實作評量」後測，藉以瞭解採實作評量時不同教學方式對學生概念學習上的成效之影響差異。

(三) GT-PA-PT組

本組合作教師為丙國中的自然科理化教師，代號為C教師。C教師具有15年以上教學資歷，曾於某大學物理教育學程碩士班進修並取得碩士學歷，C教師平時便有進行引導發現式教學的經驗，對於實作評量亦有相當程度之認識。丙國中因地處郊區，因此學生程度相較於前兩組頗為低落，對於學習並無太強的動機，對考試成績亦不甚在意，遇到不懂或文字敘述太長的題目，多半以猜測甚至空白予以應付，其在前測成績上(表5)明顯遜於前兩組學生即為此故。本組以C教師所任教的兩個八年級學業成績相當之班級學生為研究對象，並將兩班隨機分配為實驗組和對照組，班級代號分別為C₁和C₂。實驗組和對照組樣本學生人數分別為32人和31人，均採用聲音概念引導發現式教學活動，惟在評量方式方面，實驗組學生在教學開始三週前接受「聲音概念實作評量」前測，並於教學結束後一週接受「聲音概念實作評量」後測；對照組學生則在教學開始三週前接受「聲音概念紙筆測驗」前測，並於教學結束後一週接受「聲音概念紙筆測驗」後測，藉由不同的評量方式檢視引導發現式教學對「聲音」概念之教學成效。

二、資料收集與分析

(一)聲音概念紙筆測驗

此份測驗卷的主要目的，在於利用紙筆測驗方式評量學生在聲音概念之學習成效。測驗內容根據自然與生活科技領域理化「聲音」概念之課程內容標準，以及本研究使用的教學活動設計之教材與實驗活動為主要內容；此外，再以張靜儀與陳世峰(2002)所設計之小學聲音迷思概念「二階段評量診斷工具」為依據，釐清學生從小學到國中階段所保有之聲音迷思概念，作為測驗設計的參考。

測驗設計之初，先利用雙向細目表設計半開放式問答題之概念問卷，總題數20題，每題皆為二階段半開放式問答題，對385名國中學生進行測驗，並依據學生之回答編寫成選擇題。測驗形成過程中，先檢視測驗命題是否與聲音概念之雙向細目表，藉以取得內容效度；再經由三位物理教育專家(一位大學物理系物理教育專長教授和兩位任教年資五年以上之國中理化教師)協助審核以取得專家效度。完成後之聲音概念紙筆測驗共包含了傳聲介質、物體振動發聲、音量一振動、音

量一波、音調一振動、音調一波、音色、音量一音調一波、音調一音色一波、音調一振動一波等十個主要概念，總題數為20大題。試卷經311位國中九年級學生實施預試並分析， KR_{20} 信度達.837，顯示本測驗具有不錯的信效度。最後，依據以上資料列出各題所對應之相關概念和認知層次的雙向細目表，如表1。

為有效了解學生是否對「聲音」概念確實理解，多數題目均包含有兩部分的回答：第一部份為「我認為」，藉由題目提供情境脈絡，讓學生做選擇性的回答；第二部分則為「因為」，提供理由讓學生選擇，以支持其第一階段的回答。計分方式為僅學生在此兩部分之回答均答對，該題才算答對，計一分；只要任一部分答錯，則算答錯，計零分。另外，有些題目包含了兩小題，為評量學生概念上的完整性，因此任一小題錯誤則該大題亦計為零分，兩小題均答對方計為一分。其餘少數題目則為單純的選擇題。根據上述，本概念測驗總分為20分。

本研究之「聲音概念紙筆測驗」前、後測均為同一份試題。為避免學生對於題目還

表1：聲音概念紙筆測驗雙向細目表

概念組成	認知層次				
	知識	理解	應用	分析	綜合
傳聲介質	1	2、3			
物體振動發聲	17				
音量一振動	4				
音量一波			5		
音調一振動		6、7、18	9	20	12
音調一波		15	8、10		
音色	13				
音量一音調一波		11			19
音調一音色一波		14			
音調一振動一波		16			

存有記憶，干擾測驗結果，除了於前測完畢時不提供試題答案，在前、後測的題號編排上順序不同，故合理假設前測不會干擾到教學完畢後實施的後測。部分「聲音概念紙筆測驗」示例題目請參閱附錄一。

(二)聲音概念實作評量

本「聲音概念實作評量」之題型設計與內容，均是以「聲音概念紙筆測驗」為依據，針對聲音概念中某些無法以文字敘述表徵其特性的命題，另行設計一真實情境，其中搭配了影片、聲音、圖片等素材，以形成本研究實作評量類別中的真實情境辨認測驗。

舉例來說，原紙筆測驗第14題(附錄一)為直接給予學生三個波形圖，並告知學生此三個波形圖是由吉他和鋼琴兩種不同樂器彈奏的聲音所得到，請學生回答哪兩個波形是由吉他所發出的聲音，以及哪兩個波可能分別是由吉他跟鋼琴發出，但是音調是一樣的。根據此題所設計之實作評量題型則是以影片和聲音取代原紙筆測驗中的文字和圖片。情境影片中提供真實的吉他和鋼琴聲，請學生判斷哪兩個波形是由鋼琴所發出的

聲音，以及三個波形分別對應的是哪三個聲音，情境影片如圖2所示。此命題之目的在於考驗學生在聽到聲音時，是否能真實判斷其音調或音色之不同，並能利用情境得到有關聲音的資訊，判斷其波形圖有何不同。

再舉例，原紙筆測驗第17題(附錄一)為告知學生不同長度的長尺其振動頻率不同，並直接給予長尺三種不同長度下的振動頻率，請學生回答何種長度的長尺有可能會發出聲音。根據此題所設計之實作評量題型同樣是以影片取代原紙筆測驗中的文字和數字。影片中提供了高速攝影機所拍下的長尺振動情形，讓學生從實際的長尺振動影像判斷何種長度的長尺會發出聲音，情境影片如圖3所示。此命題之目的在於考驗學生是否真正了解並體會「頻率」所代表的意義，即每秒振動的次數，並在情境影片中辨識出有關長尺振動頻率的訊息，並以此判斷長尺是否能發出聲音，而非記誦「頻率大於20Hz便可發出聲音」便可作答。

由於本「聲音概念實作評量」設計乃是以「聲音概念紙筆測驗」為依據，因此在概念內容上均相同，惟「聲音概念實作評量」是以影片呈現，因此需要考慮到學生觀看、

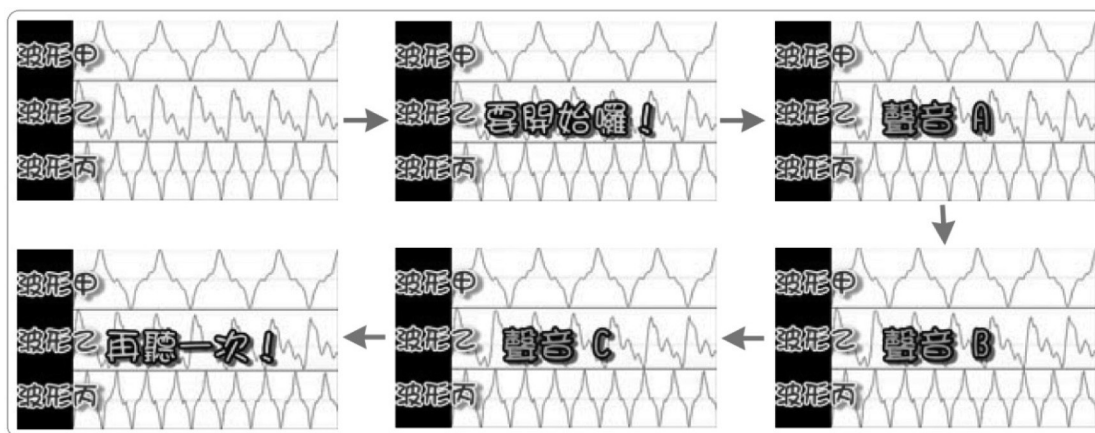


圖2：實作評量第14題情境影片

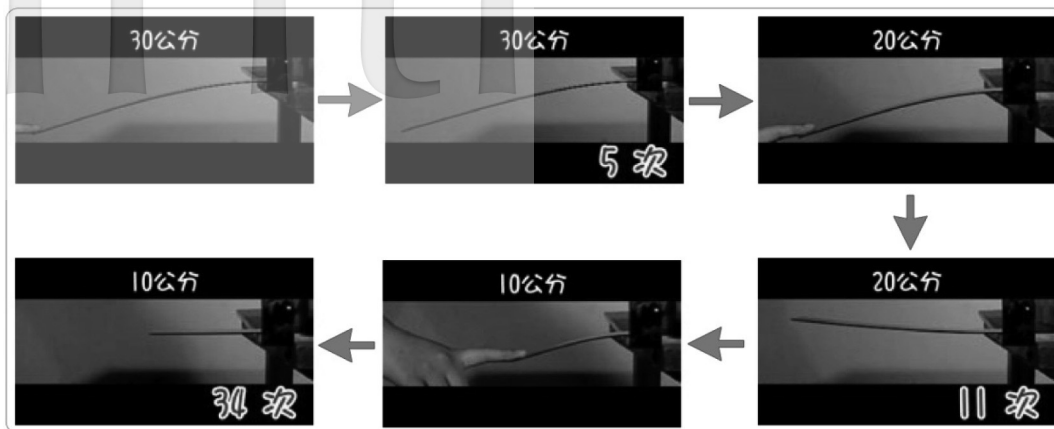


圖3：實作評量第17題情境影片

聆聽和進行紙筆作答時可能發生的問題。因此，本「聲音概念實作評量」影片完成後，除了先前協助審閱「聲音概念紙筆測驗」的三位物理教育專家外，研究者另外亦請一位大學資訊教育專家和一位國中資訊教師協助審核，以確定影片和聲音的長度與清晰度、各影片放映時機間隔、各聲音發響時機和間隔以及學生讀題和作答的時間等，避免學生因影片呈現和紙筆作答時間太過緊湊而產生評量效度不佳的問題。再經129位國中九年級學生預試，作文字、影片等方面之修正，確保表面效度及內部一致性效度；經預試結果分析 KR_{20} 信度為.851，顯示本「聲音概念實作評量」具有不錯的信效度。

本「聲音概念實作評量」概念內容和「聲音概念紙筆測驗」相同，共包含了十個主要概念，總題數為20大題，計分方式亦相同，測驗總分為20分。最後，依據以上資料列出各題所對應之相關概念和認知層次的雙向細目表，如表2。

本研究之「聲音概念實作評量」前、後測均為同一份試題，惟前、後測的題號編排上順序不同。部分「聲音概念實作評量」示例題目請參閱附錄二。

(三)合作教師與學生之晤談紀錄

研究者在教學結束之後對均對合作教師及各組學生進行半結構式晤談，了解教師與學生對於不同教學方式和評量方式的看法和感受。教師晤談編碼方式為「代號—教師晤談一年月日」，例如「A教師晤談—20110302」意指於2011年3月2日與A教師進行晤談之記錄；學生晤談編碼方式為「學生晤談一年月日—班級代號—座號」，例如「學生晤談—20110323—A₁03」意指於2011年3月23日與A教師實驗班座號3號學生進行晤談之記錄。

教師晤談的部分，研究者在教學活動及後測結束後與合作教師進行半結構式晤談，藉以了解教師對於引導發現式教學活動設計和評量方式的看法，在使用過程中是否遭遇到問題與困難，以及在課室活動中的適用程度；並且了解教師對於不同教學與評量方式組合之看法，並與過去評量方式做比較。

在學生晤談的部分，在教學活動及後測結束後，依據量化資料的分析結果作為基礎，各教學組均挑選4位學生(成績表現較高和較低各兩位)進行晤談，以了解學生對於不

表2：聲音概念實作評量雙向細目表

概念組成	認知層次				
	知識	理解	應用	分析	綜合
傳聲介質	1	2、3			
物體振動發聲			17		
音量—振動		4			
音量—波				5	
音調—振動				6、7、9、18、20	12
音調—波				8、10、15	
音色	13				
音量—音調—波		11			19
音調—音色—波				14	
音調—振動—波				16	

同教學方式之感受、學習狀況，並請學生比較對於不同的評量方式之看法與接受度。

肆、研究結果與討論

一、引導發現式教學和傳統講述式教學在紙筆測驗學習成效上無明顯差異

為了解接受不同教學法之學生在紙筆測驗上聲音概念學習成效之差異，本研究先針對GT-LT-PT組學生的「聲音概念紙筆測驗」前後測成績進行統計分析。

首先，研究者先以成對樣本 t 檢定方法，檢視兩不同教學組學生在前後測成績上是否有差異，分析結果如表3。結果顯示，不論是實驗組或對照組，其後測分數對前測分數均達顯著差異，表示不論是接受引導發現式教學或是接受傳統講述式教學之學生，在聲音概念紙筆測驗的成績上均有顯著的進步。

若進一步將兩組之聲音概念紙筆測驗的後測分數進行共變數分析(表4)，結果發現兩種教學法對後測成績之影響效果沒有顯著差異($F = 1.01, p = .32 > .05$)，表示在GT-LT-PT實驗設計組中，接受引導發現式與傳統講述

表3：GT-LT-PT實驗組和對照組成對樣本 t 檢定分析表

	人數	前測		後測		t 值	Cohen's d
		平均數	標準差	平均數	標準差		
實驗組	36	8.47	2.98	16.14	4.11	11.98*	-3.64
對照組	38	10.79	3.88	16.71	4.38	9.46*	-2.16

* $p < .05$

表4：GT-LT-PT實驗組與對照組共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	p 值	Cohen's d
組別	13.48	1	13.48	1.01	.32	0.14
誤差	951.65	71				

式教學之學生，在聲音概念紙筆測驗的表現沒有顯著差異。

為了解接受引導發現式教學和傳統講述式教學之學生，採紙筆測驗時在聲音概念的學習成效上為何無顯著差異，研究者於教學活動結束後與本組合作教師進行半結構式晤談以獲得更深入的資訊。

研究者先就合作教師對引導發現式教學和傳統講述式教學的看法進行瞭解。首先，A教師認為，針對聲音概念教學部分傳統講述式教學的確有許多無法突破的困境，例如：頻率概念無法呈現聲音與波形變化的連結，只能利用畫圖和講述的方式告訴學生，學生不易有很深的體會。

R：您以往在聲音單元上課的方式是如何？有哪些常做的活動？

A教師：我覺得以往這邊實驗倒是很少，大部分都是用講述的……是會讓兩個不同的學生講講話，找出是誰的聲音啦，那也只是在講音色的部分，大部分還是直接陳述比較多，或是畫圖形，讓他們提出他們平常的經驗，比如像心電圖(笑)，學生比較常看到的波形概念就只有心電圖，只能去想像聲音不同時振幅還有頻率的變化。感覺上大多是靠想像，但是如果實際對它有具體的瞭解就比較沒辦法。(A教師晤談—20110302)

受限於傳統教材與講述式教學的限制，學生在聲音概念不易有真實的感受，並理解聲音與波的關係；相反的，引導發現式教學可以彌補傳統教材和講述式教學的限制與缺

失。A教師這麼說：

R：在引導發現式聲音概念活動設計中，有哪些活動讓您印象較深刻？

A教師：那個訊號產生器，那個很棒。從不同頻率聲音的表現到大小聲，他都可以表現出來，學生是很有感受的……訊號產生器有一個難以取代的原因就在於，它輸出的量是很規律且可以控制的，可以讓學生實際聽到，包括最低頻率與最高頻率的展現，就是20Hz以下沒有聲音還有超聲波，對學生都是很好的經驗。……這次的活動設計裡還有用到麥克風還有示波器，可以呈現不同的同學所講出來的波形，甚至是用音叉還有其它的樂器去呈現出它們的波形，我想這是最直觀而且最實在的。……我想以這種教學方式能幫助學生理解，引導進入基本概念部分很有用，對於先備知識或平常刺激經驗比較少的，就很難去想像，我們認為理所當然的東西，一問學生都不太確定是什麼，所以創造這些經驗對學生的學習來講是很有幫助的。(A教師晤談—20110302)

從以上質性資料中可以了解，教師認為引導發現式教學在概念相關現象的表徵，以及這些表徵方式對於學生學習上的幫助，相較於傳統講述式教學應該是較好的。然而，從量化資料分析結果卻發現，接受引導發現式教學和傳統講述式教學之學生，採紙筆測

驗時，其在聲音概念的學習成效並沒有顯著差異。針對這樣的矛盾，A教師提出他的看法：

R：您認為引導發現式教學的成效可以由紙筆測驗展現出來嗎？

A教師：我覺得要完全展現是要打折扣的。因為有些上課的東西紙筆測驗是沒有辦法呈現出來的，比如說像是頻率這件事，本來頻率是要學生去數，才能知道他曉不曉得，有沒有理解頻率是什麼意思，但是考卷上面通常直接就會跟你說頻率是多少多少。還有像是音調和頻率的關係，本來音調高低是要用聽的才對，然後頻率是要用看的或是用數的，可是考卷又沒辦法跑出影像或者是放出聲音來給你看或給你聽，都是直接就跟你說頻率是多少，然後音調是高還是低。像這樣就會測不出來學生是不是真的懂那些東西。……引導發現式教學對紙筆測驗來說學習成效一定會有的，但是紙筆測驗只能表現某一部份的能力，但對於學生真正能力的檢測是要打折扣的。

R：如果現在有兩個班，一班接受講述式教學，另一班接受引導發現式教學，結果在紙筆測驗表現上沒有顯著差異，老師您認為原因可能是什麼？

A教師：引導發現式的教學對學生是很吸引他不排斥的，進入概

念理解也是很有用的，但結果會沒有差異，代表講述式教學對紙筆測驗那種考試，用逼的就會有成效了。我們多年來的經驗都是考紙筆測驗阿，那種逼的越緊的班成績越好阿，有些概念用背的就可以了，但我們都知道概念用背的只是應付短時間的考試，但是很快就會忘記了，學生也不是真的了解。……因為紙筆測驗就只是紙筆。我們一般的考試都是採用紙筆測驗，所以有些老師就可以用紙筆的方式達到他要的效果，可以用背的用抄的用寫的用重複一直考的，考試成績就可以被逼出來。意思就是說，如果用講述的方式，還是可以在成績表現上不錯，等於是說用紙筆的方式教學，在紙筆測驗的產出當然可以不錯，因為是一樣的方式嘛！（A教師晤談—20110302）

由晤談資料分析結果表示，合作教師認為使用傳統紙筆測驗檢測學生的學習成效時，可能僅能顯現較為片面或制式的概念知識，不易得知學生是否真正了解聲音概念其中的變化與對應關係，因而利用引導發現式教學所訓練學生思考、分析的能力，不易利用紙筆測驗將其表現出來。此外，由於紙筆測驗的過度使用，使得教師在教學過程中不斷強調知識的記憶與背誦，因此儘管學生沒有得到完整的概念理解，但藉由記憶和背誦仍然可以在紙筆測驗上獲得不錯的成績，使得傳統講述式教學組學生之紙筆測驗成績不亞於引導發現式教學之學生。

綜合以上所述，本節研究結果一方面表示接受引導發現式教學的學生不易透過紙筆測驗展現出他們的理解，另一方面也顯示紙筆測驗不易提供學生反省其概念理解不足的機會，甚者可能鼓勵其透過背誦以期在紙筆測驗上取得好成績。

二、引導發現式教學在實作評量學習成效上優於傳統講述式教學

為了解接受不同教學法之學生在紙筆測驗上聲音概念學習成效之差異，本研究先針對GT-LT-PA組學生的「聲音概念實作評量」前後測成績進行統計分析。

首先，研究者先以成對樣本 t 檢定方法，檢視兩不同教學組學生在前後測成績上是否有差異，分析結果如表5。結果顯示，不論是實驗組或對照組，其後測分數對前測分數均達顯著差異，表示不論是接受引導發現式教學或是接受傳統講述式教學之學生，在聲音概念實作評量的成績上均有顯著的進步。

進一步將兩組之聲音概念實作評量的後測分數進行共變數分析(表6)可發現，實驗組與對照組的後測成績有顯著差異($F = 15.66$ ， $p = .00 < .05$)，且實驗組在後測分數上顯著優

於對照組。此結果表示，在GT-LT-PA實驗設計組中，接受引導發現式教學之學生在聲音概念實作評量的表現上優於接受傳統講述式教學的學生。

為了解為何接受引導發現式教學和傳統講述式教學之學生，採實作評量時便能顯現出引導發現式教學之成效優於傳統講述式教學，研究者於教學活動結束後與本組合作教師及兩組學生進行半結構式晤談以獲得更深入的資訊。

首先，接受傳統講述式教學之學生表示，在音調對應頻率高低的部份無法理解，而聲音對應波形的部份更覺得抽象，也不知道為什麼聲音會用波來表示，所以這方面的概念容易混淆。學生這麼說：

R：你覺得這個單元有哪些地方是覺得困難的或者抽象不容易懂的部分？

翰：應該是頻率吧。

R：那你知道什麼是頻率嗎？

翰：就是每秒振動幾次阿。可是還是不懂跟聲音有什麼關係，為什麼振動很多次聲音就是高一

表5：GT-LT-PA實驗組和對照組成對樣本 t 檢定分析表

	人數	前測		後測		t 值	Cohen's d
		平均數	標準差	平均數	標準差		
實驗組	32	12.03	4.04	18.38	4.23	9.56*	-1.54
對照組	34	10.78	4.52	13.94	4.97	4.54*	-0.67

* $p < .05$

表6：GT-LT-PA實驗組與對照組共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	p 值	Cohen's d
組別	210.08	1	210.08	15.66*	.00	0.97
誤差	845.11	63				

* $p < .05$

點，很少次聲音就低一點。還有波形也不是很懂，是知道有什麼振幅高低、疏密，但就不是很懂為什麼聲音會跟那些波的東西有關係。

R：為什麼老師有上過還是覺得很難？

翰：因為上課老師就是講一下，頂多就是看看課本圖片，或者是老師在黑板上畫的圖，可就是很難想像聲音的振動跟波形、頻率那些到底有什麼關係，也很容易忘記。(學生晤談—20110323—B₂04)

相反的，引導發現式教學在教材的設計上，強調看得到、摸得到、感覺得到，讓學生對於聲音概念有感受也能真實的體會，幫學生建立經驗，因而對學生的概念理解是有幫助的。引導發現式教學組的學生這樣說：

R：你覺得上課哪些活動讓你覺得較有趣，印象深刻的？

珊：我覺得其實很多都還蠻好玩的。像是那個什麼訊號產生器的，接上喇叭後竟然真的會發出聲音耶，而且頻率調高還真的可以看到喇叭振動得越來越快，聲音也越來越高。還有那個示波器也很有趣，不管是接麥克風還是訊號產生器都可以看到波形，一開始看到的時候真的覺得還蠻酷的。

R：那麼你覺得這些活動能夠幫助你學習嗎？

珊：當然可以阿，老師說的東西都很容易懂，因為有實際的東西

可以看吧，不然什麼波形的應該會不知道在說什麼吧。(學生晤談—20110323—B₁28)

在前一小節的資料分析結果發現，雖然引導發現式教學確實比傳統講述式教學更有助於學生的學習，但是學生的學習成效，亦即教師的教學成效是否能確實反映出來，評量方式似乎是另外一項需要考量的重要因素。B教師也提出類似的看法：

R：老師覺得有沒有哪些聲音概念是紙筆測驗不容易考得出來，但透過實作評量比較可以的？

B教師：紙筆測驗都是在圖形上的，聲音三要素都只能用敘述或圖形表現，其實大多都並沒有真的感覺到聲音的部分。紙筆測驗只要把聲音概念文字上的關係連結好就好了，實作評量就必須要去辨識，在之前的教學就必須要很清楚才行。這的確是不同能力的展現，這樣的實作評量的確是能展現一個人對聲音的實際感受，但是傳統紙筆只是在問你有沒有這個知識，但不代表你對聲音的感受到理解是完全清楚的。(B教師晤談—20110304)

由於本研究之實作評量與紙筆測驗均包含了完整的聲音概念，可檢測學生的概念完整性，但相較於傳統紙筆測驗的制式化題型，實作評量提供了更高層次的評量題型；藉由真實情境的呈現，讓學生在作答時必須先判斷聲音的不同，再進入到概念判斷與選擇。學生對於此種較高層次的評量方式，必須先對聲音有透徹的理解方能做出正確的判

斷，僅靠記憶和背誦不易在此種實作評量方式中獲得較好的分數。B老師這麼說：

R：您覺得這樣的實作評量會改變學生對考試的看法嗎？

B教師：會阿，一定會，學生會發現考試的目的不在於你的答案是否正確，而是你接觸到一個真實的情境，利用你所學的概念，去選出最適當的。或許答題方式還是一樣用紙筆，但是他在產出這個答案時就有另一個層面思考，不再是只有紙筆，紙筆的東西真的太死了。

R：您說的「另一層面的思考」是？

B教師：我的意思是，以前你就算不懂頻率是什麼意思，你還是可以靠去背「頻率高的就是音調高」去解題目，但是碰到這種實作評量就不行了，如果你不懂頻率，那麼你看到影片的時候就不知道影片的畫面到底要傳達什麼，因為已經不是直接跟你說頻率高或頻率低了，而是要你自己看影片去判斷。

R：您的意思是說，用背的方式沒辦法很難去應付這種實作評量？

B教師：對阿，很難吧。因為你只是把它背下來而已阿，頻率、音調、音色都是這樣阿，你背下來，但是你其實不知道它代表什麼，實際生活中它代表什麼。像音色，你可能可以背波形不同代表音色不同，但是當

你真的聽到三個聲音的時候，你就是真的要去判斷哪幾個音是一樣的樂器，哪一個不是，這些就不能背了，而是考你真正的能力。音調也是一樣阿，你如果沒有這個能力分辨高低音，那你一聽到實作評量裡面的聲音的時候，應該就不行了，但是如果是平常(紙筆測驗)的話就還是可以應付，因為考卷會直接就寫誰頻率高，誰頻率低，像這樣就會讓不懂的學生有漏洞可以鑽。(B教師晤談—20110304)

對照組學生也表達了類似的意見：

R：你平常考試都蠻高分的，可以說說看為什麼這次考試會特別低分？

毅：(笑)因為考試的方法沒遇過。

R：什麼意思？

毅：這次考試的方式超怪的，全都是聲音和影片，一開始看到的時候有點傻眼，不知道到底是什麼意思，所以就有點亂寫。

R：怎麼樣傻眼？

毅：比如說有一個好像是有尺振動的影片，然後問哪個會發出聲音，可是我又沒有聽到影片裡面有聲音，就只好用猜的。

R：你沒有想過它可能是要考什麼嗎？

毅：我是知道人耳可以聽到聲音的頻率在20 ~ 20,000Hz之間，可是不知道影片是

不是在考這個。(學生晤談
—20110323—B₂05)

上述教師和學生的晤談資料顯示，由於紙筆測驗是以文字去取代原本應藉由感官體驗的聲音描述，如音調、頻率、振幅等，因此不易檢測出當學生遭遇真實聲音情境時，其是否仍能做出正確的反應與回答。然而實作評量方式之測驗是模擬真實情境，與日常生活中的真實經驗聯結，學生在作答時必須喚起本身對聲音概念的理解。因此，從評量的角度而言，實作評量應較能真實測得學生在聲音概念之理解能力。

三、接受引導發現式教學學生的實作評量表現優於紙筆測驗

為了解接受引導發現式教學之學生，在實作評量及紙筆測驗結果的差異，本節主要從GT-PA-PT實驗組和對照組學生在前、後測得分上的差異情形進行比較與分析。

首先，研究者先以成對樣本 t 檢定方法，檢視兩不同教學組學生在前後測成績上是否有差異，分析結果如表7。結果顯示不論是實驗組或對照組，其後測分數對前測分數均達顯著差異，表示接受引導發現式教學之學生，不論是以實作評量或是紙筆測驗進行考核，兩者在成績上均有顯著的進步。

進一步檢視實驗組和對照組成績進步幅度上之差異，由圖4的前後測差異趨勢圖可以看出，實驗組學生在前、後測平均成績進步幅度為7.93分，對照組學生前、後測平均成績進步幅度則為4.55分，實驗組學生平均成績進步幅度大於對照組學生；亦即，同樣為接受引導發現式教學，學生在實作評量表現上的進步幅度會優於紙筆測驗表現。

由於實驗組和對照組學生所接受之測驗形式並不相同，無法直接從單純的成績分數去判斷兩者之差異，因此研究者採取「前後

表7：GT-PA-PT實驗組和對照組成對樣本 t 檢定分析表

	人數	前測		後測		t 值	Cohen's d
		平均數	標準差	平均數	標準差		
實驗組(實作評量)	32	5.63	2.46	13.56	3.30	20.84*	-2.72
對照組(紙筆測驗)	31	5.87	2.77	10.42	3.51	9.45*	-1.43

* $p < .05$

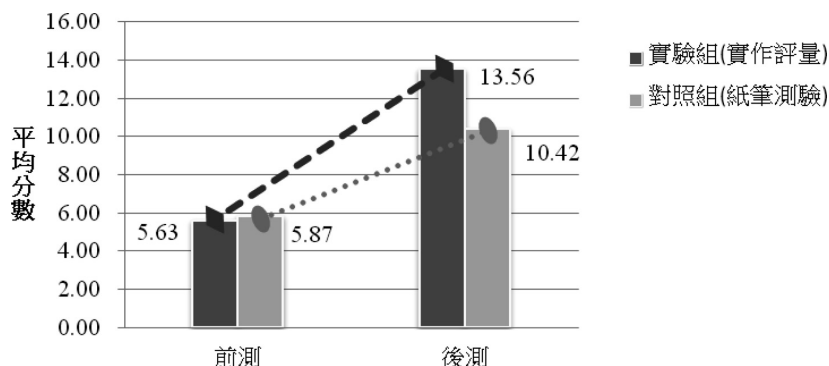


圖4：GT-PA-PT實驗組與對照組前後測差異趨勢圖

測差異指數」對各組學生在前測和後測中答題狀況的差異進行分析與比較。

「前後測差異指數」指的是學生在前後測某題中答對與否之差異狀況，計算方式為「後測分數－前測分數」，共有三個數值，分別為+1、-1、0。若學生在前測某題答錯，而在後測該題答對，則前後測差異指數為+1；若學生在前測某題答對，而在後測該題答錯，前後測差異指數則為-1；若學生在前後測某題均答對或均答錯，則前後測差異指數為0。

GT-PA-PT實驗組和對照組學生在「前後測差異指數」的平均題數分佈狀況如圖5。由圖5顯示，在前後測差異指數「+1」的部分，實驗組平均題數為9.41題，對照組則為7.61題；在前後測差異指數「-1」的部分，實

驗組平均題數為1.50題，對照組則為3.07題；至於在指數「0」的部分，實驗組平均題數為9.13題，對照組則為9.36題。實驗組和對照組學生的「前後測差異指數」分佈，以「+1」和「-1」之指數部分差別似乎較大，指數「0」部分則似乎較無差別。

研究者進一步針對實驗組和對照組學生在各指數上的平均題數進行獨立樣本 t 檢定分析，分析結果如表8。分析結果顯示，實驗組和對照組在指數「+1」和指數「-1」的部分有顯著差異，指數「0」的部分則無顯著差異。實驗組在前後測差異指數「+1」部分的平均題數顯著高於對照組的學生，而在前後測差異指數「-1」部分的平均題數則是顯著低於對照組。亦即，接受實作評量的學生前測答錯、後測答對的平均題數顯著高於

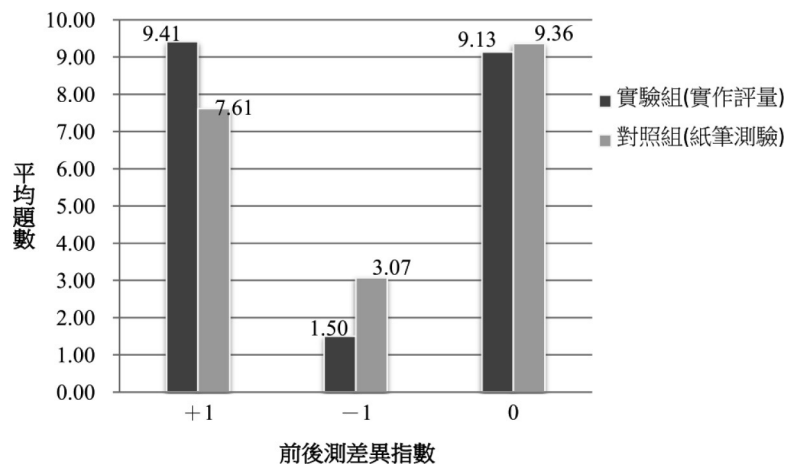


圖5：GT-PA-PT實驗組與對照組「前後測差異指數」分佈圖

表8：GT-PA-PT之實驗組一對照組「前後測差異指數」 t 檢定分析表

前後測差異指數	t 值	自由度	顯著性	Cohen's d	平均差異	標準誤差異
+1	3.15*	61	.00	0.81	1.79	.57
-1	-5.89*	61	.00	-1.50	-1.56	.27
0	-0.36	61	.72	-0.09	-0.23	.63

* $p < .05$

接受紙筆測驗的學生，而前測答對、後測答錯的平均題數則是顯著低於接受紙筆測驗的學生。

由於本研究之「聲音概念實作評量」之題型設計與內容乃是以「聲音概念紙筆測驗」為基礎，兩評量試卷中各題均相互對應，且前、後測均為同一份試題(僅題號編排順序不同)，學生在作答時乃是應用相同課堂所學之聲音概念，差別僅在於評量之形式不同；考慮以上原因，前述分析結果似乎表示，同樣為接受引導發現式教學，學生在實作評量的情境下正確回答問題的能力會優於紙筆測驗情境。

為了解接受引導發現式教學之學生為何在不同評量形式中，正確回答問題的能力會有差異，研究者在教學活動結束後與合作教師及兩組學生進行半結構式晤談以獲得更深入的資訊。

首先，接受聲音概念實作評量的學生表示，由於實作評量的模擬情境與上課情境相似，在作答時容易與學習過的概念連結，答題時感覺很真實也較容易知道自已的問題在哪裡。晤談資料如下：

R：你覺得這次的考試方式和平常比較起來有什麼特別的地方？

佑：和平常的考試很不一樣阿，平常考試就是寫考卷，可是這種考試是要一邊看影片一邊作答的，而且影片裡面都有真的東西，像是聲音或是影片，所以很不一樣。

R：這樣的真實情境對你作答時的思考會有影響嗎？為什麼？

佑：應該有吧，因為考試的題目跟上課的方式很像，那些高

低音、波形都是上課有聽過看過的，在寫答案的時候就會比較知道題目要問什麼，也比較好去聯想上課有做的實驗，比較不會陌生。(學生晤談—20110330—C₁09)

相較之下，由於引導發現式教學與紙筆測驗的表徵方式不完全相同，因此接受聲音概念紙筆測驗的學生，在作答過程中較不易和上課學習之經驗產生直接的連結，也因為學生在回想上課所接觸的素材再轉換成文字敘述時，要花費比直接接觸情境更久的時間做判斷，因而易於造成概念的混淆。對照組學生這樣表示：

R：你覺得上課教的東西和考卷裡面考的東西有相同嗎？

錡：有阿，考卷裡面考的老師都有教阿，只是感覺有點不同。

R：感覺不同？什麼意思？

錡：上課的時候老師有拿很多東西給我們看，讓我們做，感覺比較真實；可是考卷上的東西就是死板板的，都是字，所以就覺得不一樣。

R：這樣對你寫考卷會有影響嗎？

錡：我覺得會有耶。上課時候老師有給我們用喇叭聽聲音、用示波器看波形阿，還有訊號產生器那些的，都有真的東西。可是考試的題目都不是真的有聲音，有沒有一些真的東西，全部都是文字，不然就是只有一些圖片。看題目都要再想一下上課的樣子，就會花一些時間，再回來回答問題

有時候就會亂掉。(學生晤談—20110330—C₂07)

由上述學生晤談資料可以了解，雖然學生同樣都接受引導發現式教學，也都同樣以課堂所學聲音概念回答試題，然而由於評量形式和教學方式的相似程度不同之緣故，學生正確回答問題的能力似乎也由此產生了差異。

因為實作評量形式和引導發現式教學的上課方式相似，因此實驗組的學生在前後測差異指數「+1」部分的平均題數是較高的，也就是說，接受實作評量的學生教學後的正確回答率是較高的。相反的，因為紙筆測驗形式和引導發現式教學的上課方式較不相似，學生回答問題時較容易產生混淆，因此接受紙筆測驗的學生教學後的正確回答率是較低的，因此在前後測差異指數「+1」部分的平均題數較低，同時，這也可解釋為何對照組學生前後測差異指數「-1」部分的平均題數較高的原因。

針對在不同評量形式下，教學方式之成效會產生差異的問題，合作教師也提出了類似於學生的看法：

R：假設一個情況，有兩班都接受引導發現式教學，一班用紙筆測驗，另一班用實作評量，您覺得哪一班的成績結果會比較好？

C教師：意思是一樣的教學，配不同的評量方式嗎？我過去沒有這部分的經驗，但我猜想應該是實作評量比較好。

R：為什麼您會這麼認為呢？

C教師：我覺得可能是因為引導發現式教學的上課方式跟實作評量是比較符合的，所以學生在

考試的時候面對的情境都是跟真實上課時一樣，比較能引發他在作答時回想上課情境，當然就比較呈現他真實學習到的，這樣成績可能就會比較好。(C教師晤談—20110309)

C教師提出一個重要的訊息：「評量方式與教學方式的相似與否，可能會影響最後評量的結果」。由於實作評量利用真實素材出題，學生在面對試題時能與學習時的情況有較好的連結，因此雖然同樣是接受引導發現式教學，學生在面對與教學情境相似的實作評量試題的表現，會優於與教學情境較為不同的紙筆測驗表現。

實作評量除了能讓評量的情境和學習時的情境兩者彼此吻合外，由於其包含了對真實素材的辨識，因此更能了解學生將所學應用到真實情況的能力與程度，亦即，實作評量比紙筆測驗更適合測驗學生的真實能力。C教師這麼說：

R：學生對於兩種作答方式的挑戰性，您認為會有差異嗎？

C教師：我想是有的，實作評量多了聲音的辨識，在進入到思考部分，挑戰性是有增加的。至於鑑別度的部分，當然實作評量可以真的把有能力的測出來，應該是有感覺的部分都能測出來。

R：您的意思是說，如果學生在聲音的辨識上沒有問題，學生就能夠將他認知部分的能力表現出來嗎？

C教師：是阿！如果我們在教學時就幫他把頻率與高低音的連結

做好，在聽到真實聲音時，只要他能辨認出來就可以連結到他頻率的不同的。

R：意思是實作評量可以較真實的測出學生在聲音概念的理解嗎？

C教師：我想是的，實作評量是要真實的對照你的情境，因為聲音是很實際的東西，如果真的能夠對照出來，才能算是真的理解。(C教師晤談—20110309)

長久以來國中的教學方式受到紙筆測驗影響，普遍只使用傳統講述式教學(吳挺鋒，2010)，導致學生對於學習的目的侷限於知識的獲得，真正應用知識的能力通常被忽略。合作教師表示，學生在學習時大多接受傳統講述式教學，沒有接觸過真實的聲音、波形，若在考試時使用實作評量對學生來說是很大的衝擊，但是對於學生的能力檢測是有價值的，因此，若要使用實作評量，教師的教學方式就必須改變。然而，從傳統講述教學改變成如引導發現式教學此種建構導向的教學方式的同時，若要評量出學生真實的能力，只靠紙筆測驗是不夠的，相較之下，實作評量較能更完整的呈現出引導發現式教學之成效。C教師的觀點如下：

R：老師認為實作評量對教學有什麼影響嗎？

C教師：如果分成有做引導發現式教學跟沒做引導發現式教學，都使用實作評量，這樣兩個班的差異就會很大。如果教學都用傳統的方式，學生從來都沒聽過這些聲音，也沒看過真實

的波形變化，考試就用實作評量對學生來說會有驚嚇的感覺，以前是老師講，最後在紙筆上呈現，現在用實作評量考他實際的聲音，對學生來說那個學習的目的性就會有所不同，所以如果在實際教學上的改變，真的要做實作評量，教學方式就要改變，整個教學的目的到策略都要改變。

R：那老師認為較活潑的探究式教學需要搭配比較另類的評量才能顯現出教學效果嗎？

C教師：當然活潑的教學會引起興趣，如果是使用引導發現式教學導引學生在情境中學習每個概念，在考試時也用實作評量，當然比較能反應它的成效啦。

R：那老師認為它能呈現的學習成效有哪些？

C教師：如果我們用引導發現式教學，最基本的概念理解應該都有，但一定不只這樣，對思考、辨認、判斷、應用的能力都有幫助。如果還是用紙筆測驗，能考到的當然就很少，就一定需要比較特別的評量才能展現。當然，什麼樣的教學就該用什麼樣的評量才最適當阿。(C教師晤談—20110309)

相較於前兩節之研究結果，本節進一步揭示「教學形式必須與評量形式相互搭配」之概念和重要性。一方面，實作評量雖然能更真實的反映出學生的學習成效，但若

教師的教學沒有隨之轉變成較具建構導向的教學方式，那麼實作評量便缺少素材，「評量應該是好的教學方式的映像」(Bransford, Brown, & Cocking, 2000, p. 244)。另一方面，如引導發現式教學此種建構導向的教學方式雖然能夠將生活中的經驗融合到教學中，幫助學生理解並建立完整的概念，但若缺少適當的評量方式，便不易讓學生表現出有意義的學習結果。因此，設計出有一套能與教學活動相互搭配和輔助的評量，便成為教學者或教育研究者之重要任務。

伍、結論與建議

本研究以聲音概念為教學主題，探討引導發現式教學模式和傳統講述式教學在不同評量環境下對學生聲音概念學習成效之影響與差異。整體而言，引導發現式教學對學生概念學習之成效優於傳統講述式教學，而實作評量則更能真實的估量出學生的學習成效，並適合搭配引導發現式教學作為教學評量之方式。以下為本研究獲致之結論。

一、紙筆測驗不易測得學生真正的理解和能力

引導發現式教學成效雖應優於傳統講述式教學，但並不易以紙筆測驗成績反映出來，原因有三點：第一，紙筆測驗可能不易測得學生的真實能力；第二，紙筆測驗可能僅能顯現學生較為片面或制式的概念知識，且學生可能在對概念尚無完全理解之情況下，仍可透過背誦在紙筆測驗上取得較好的成績；第三，紙筆測驗的過度使用可能使教學者過於關注紙筆測驗能測驗到的部分，而忽略檢視學生是否達到較完整的理解。

二、實作評量比紙筆測驗更能表現出學生真實的學習成效

經實作評量成績結果發現，引導發現式教學組之學生表現優於傳統講述式教學組。結合學生和教師晤談資料分析顯示：第一，引導發現式教學能幫助學生學習，建立完整的概念；第二，實作評量比紙筆測驗更能表現出學生真實的學習成效；第三，紙筆測驗的過度使用可能使學生的學習窄化，僅注重概念的記憶而非確實的理解，當面對真實情境之考驗時，學生便容易顯現其概念理解上的缺失。因此，實作評量較能反映出引導發現式教學成效優於傳統講述式教學，而傳統紙筆測驗相對來說較不易顯現出引導發現式教學之成效。

三、教學形式和評量形式應相互搭配

本研究發現，雖然接受引導發現式教學之學生，不論是以實作評量或是紙筆測驗進行考核，兩者在成績上均有顯著的進步，但學生在實作評量的情境下正確回答問題的能力會優於紙筆測驗情境。究其原因可能源於實作評量的考試方式與教學情境較相似，學生在面對試題時能與學習時的情況有較好的連結，因此造成實作評量的評量成效優於紙筆測驗之結果。

第一節研究結論說明紙筆測驗較不易測得學生真正的能力，展現學生真正的理解程度；第二節研究結論說明實作評量相較於紙筆測驗更能表現出學生真實的學習成效。以此兩結論為基礎，本節更進一步揭示出「教學形式和評量形式應相互搭配」此一重要結論。實作評量最原始的訴求就是藉由評量的方式，了解學生將所學應用到真實情況的程度與能力，也就是希望評量學生真正到達理解的程度，然而評量應是整體教學的方法或

過程之一，教學過程中需要藉由評量來觀察及界定學生所有與教學相關的表現，如果無法設計出一套能與教學活動相互搭配和輔助的評量，那麼便難以真正評量出學生的學習成效。

儘管本文提供了支持引導發現式教學(屬一種探究導向教學)成效以及實作評量(屬一種真實性評量)效度的相關實徵研究證據，然而研究結果所給予更重要的啟示乃是「教學與評量應相互搭配」的觀念。或許引導發現式教學確實比傳統講述式教學有較好的成效，但若沒有適當的評量方式，自然無法顯現其在較高層次能力(認知或技能)培養上所能產生之效果；又雖然實作評量可能比傳統紙筆測驗更能顯現學生實際運用知識的能力，但若教學方式甚為傳統，則實作評量便缺少了評測的標的物，隨之失去其在教學中所能提供之功能。

教學方法以及評量方式的改進在過去已得到許多研究文獻的支持，然而「教學與評量應相互搭配」的理念目前在科教社群中仍屬於一種呼籲(Bell, 2007; Britton & Schneider, 2007; Hickman, Isola, & Reif, 2008; William, 2008)，而較少是一種實徵的結論。雖然本研究結果提供了此理念實徵證據的支持，但同時納入不同教學方式與不同評量模式的比較研究仍屬少數，此方向之研究仍值得持續的探討。

此外，或許讀者會有所疑問，究竟學生表現較好是因為引導發現式教學成效較好，或是因為實作評量能測出較高層次的能力，又或者是因為引導發現式教學與實作評量表徵兩者較為一致？本研究設計之實作評量確實提供了較高層次的題型，有別於紙筆測驗可單純以記憶方式便可應付，因而在第二個實驗設計組中，接受傳統講述式教學的學生

便不易回答實作評量之題目。在第三個實驗設計組中，因為兩班接受的均是引導發現式的教學，所以假設學生除了可回答實作評量的題目外，應也可處理紙筆測驗的題目，然而紙筆測驗組學生表現相較之下較不突出，因而根據師生晤談的結果判斷可能是教學與評量情境是否類似之緣故。

四、建議

(一)教學建議

雖然真實性評量經常受到擁護與提倡，然而擬真的程度越高，所耗費的時間、投注的經費、設備與人力以及計分的困難度也都會隨之提高，這些限制亦使得目前的測驗與評量工具多仍以紙筆測驗為主。若要改變此種困境，線上評量或電腦輔助評量不失為一有效之辦法；本研究所採用的實作評量形式便類似於一種電腦輔助評量，惟設計試題時必須附以較為真實的媒材表徵，如影片、圖片、聲音、動畫等素材，以落實真實性評量之基本精神。

(二)未來研究建議

由於本研究採行的實作評量形式是開放程度較低的辨識測驗結合紙筆表現，未來研究者或許可採用更為開放的實作評量形式，持續探討教學成效與評量形式兩者之間的關係。

本研究結果雖闡明「教學與評量應相互搭配」的結論，但可能也從中產生了「教學成效和評量效度相互證明」的循環論證問題。本研究採用了3個準實驗研究作為實驗架構，但若完全避免循環論證的疑慮，則需要更為嚴謹的研究設計。建議未來研究者可嘗試與同一學校的1～2位教師合作，並以其任教學生4～6班為樣本，以教學方式和評量

方式為變項設計成4個準實驗研究，作為實驗設計之條件，如此可降低合作教師的差異性以及增加受試學生的一致性，應可獲致更為嚴謹之研究結果。

此外，「前後測差異指數」乃屬本研究所設計之較具創意的一種資料分析方法，此方法可避免紙筆測驗和實作評量兩者成績無法互相比較的問題，提供了一種可合理判斷

兩種不同形式評量結果優劣的可能方式。此資料分析方法若應用在原本即可互相比較的測驗上(如一般的概念或問卷前後測)，或許可更為精準的判斷教學措施實際上的成效，即前後測差異指數中的「+1」和「-1」可視為特定教學措施的真正成效。此資料分析方法或許可增加未來研究者更多的資料分析手段、結果與詮釋。

參考文獻

1. 王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯、張淑慧(2008)。教育測驗與評量——教室學習觀點(第二版)。臺北市：五南。
2. 朱則剛(2002)。建構主義知識論對教學與教育研究的意義。收錄於詹志禹(編著)，**建構論：理論基礎與教育應用**(頁208-214)。臺北縣：正中。
3. 余民寧(2007)。教育測驗與評量——成就測驗與教學評量(第二版)。臺北市：心理。
4. 李坤崇(1999)。多元化教學評量。臺北市：心理。
5. 吳挺鋒(2010)。中學生科學興趣大調查——臺灣孩子八成不想當科學家。**天下雜誌2010年教育特刊**，460，70-75。
6. 吳璧純(2002)。從變異與選擇建構論的觀點看另類評量。收錄於詹志禹(編著)，**建構論：理論基礎與教育應用**(頁190-207)。臺北縣：正中。
7. 涂志銘、林秀玉、張賴妙理、鄭湧涇(2008)。符合建構論理念的教學策略對植物的養分與能量概念學習的成效。**科學教育學刊**，16(1)，75-103。
8. 涂金堂(2009)。教育測驗與評量。臺北市：三民。
9. 陳文典(2000)。實作評量的理念與實施。**科學教育月刊**，231，64-66。
10. 陳文典、陳義勳、李武雄、簡茂發(1995)。由馬里蘭州的學習成就評量與其在臺灣的試測結果看——實作評量的功能與運用。**科學教育月刊**，185，2-11。
11. 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程總綱綱要。臺北市：作者。
12. 張敏雪(1998)。教室內的實作評量。**教育資料與研究**，20，24-27。
13. 張靜儀、陳世峰(2002)。國小學童聲音概念二階段評量診斷工具之發展研究。**屏東師院學報**，17，401-440。
14. 彭森明(1996)。實作評量——理論與實際。**教育資料與研究**，9，44-48。
15. 詹志禹(2002)。認識與知識：建構論VS.接受觀。收錄於詹志禹(編著)，**建構論：理論基礎與教育應用**(頁12-27)。臺北縣：正中。

16. 楊凱琳、林福來、蕭志如(2012)。數學建模評量規準之研究。《科學教育學刊》，20(4)，319-342。
17. 顧炳宏、陳瓊森、溫嫻純(2011)。從學生的表現與觀點探討引導發現式教學作為發展探究教學之折衷方案角色的成效——以密度概念為例。《科學教育學刊》，19(3)，257-282。
18. 顧炳宏、楊孟欣、陳瓊森(2009)。多變的聲音——國中八年級聲波概念之教學活動設計。《科學教育月刊》，322，20-32。
19. Airasian, P. W. (1994). *Classroom assessment*. New York: McGraw-Hill.
20. Airasian, P. W. (1996). *Assessment in the classroom: A concise approach*. New York: McGraw-Hill.
21. Bell, B. (2007). Classroom assessment of science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 965-1006). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
22. Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people Learn*. Washington, DC: National Academy Press.
23. Britton, E. D., & Schneider, S. A. (2007). Large scale assessments in science education. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1007-1040). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
24. Brualdi, A. (1998). *Implementing performance assessments in the classroom* (Report No. EDO-TM-9806). Washington, DC: Eric Clearinghouse on Assessment and Evaluation. (Eric Document Reproduction Service No. ED 423 312)
25. Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
26. Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
27. Bruner, J. S. (1986). *Actual minds, possible words*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
28. Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
29. Burger, S. E., & Burger, D. L. (1994). Determining the validity of performance-based assessment. *Educational Measurement: Issue and Practice*, 13(1), 9-15.
30. Cobb, P. (1988). The tension between theories of learning and instruction in mathematics education. *Educational Psychologist*, 23(2), 87-103.
31. Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1989). *Science instruction in the middle and secondary schools* (2nd ed.). Columbus, OH: Charles E. Merrill.
32. Craig, R. (1956). Directed versus independent discovery of established relations. *Journal of Educational Psychology*, 47(4), 223-234.
33. Crocker, L. (1997). Assessing content representativeness of performance assessment exercises. *Applied Measurement in Education*, 10(1), 83-95.

34. Dunbar, S. B., Koretz, D. M., & Hoover, H. D. (1991). Quality control in the development and use of performance assessment. *Applied Measurement in Education*, 4(4), 289-303.
35. Gagné, R. M., & Brown, L. T. (1961). Some factors in the programming of conceptual learning. *Journal of Experimental Psychology*, 62(4), 313-321.
36. Hickman, P., Isola, D., & Reif, M. (2008). Using formative assessment and feedback to improve science teacher practice. In J. Coffey, R. Douglas, & C. Stearns (Eds.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 427-464). Arlington, VA: NSTA Press.
37. Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
38. Linder, C. J. (1992). Understanding sound: So what is the problem? *Physics Education*, 27(5), 258-264.
39. Linder, C. J., & Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11(5), 491-501.
40. Linn, R. L., & Burton, E. (1994). Performance-based assessment: Implication of task specificity. *Educational Measurement: Issue and Practice*, 13(1), 5-8.
41. Linn, R. L., & Gronlund, N. E. (2000). *Measurement and assessment in teaching* (6th ed.). London: Prentice-Hall.
42. Linn, R. L., & Gronlund, N. E. (2003). *Measurement and assessment in teaching* (8th ed.). London: Prentice-Hall.
43. Linn, R. L., & Miller, M. D. (2005). *Measurement and assessment in teaching* (9th ed.). London: Prentice-Hall.
44. Matthews, M. R. (2002). Constructivism and science education: A further appraisal. *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 121-134.
45. Messick, S. (1995). Standards of validity and the validity of standard in performance assessment. *Educational Measurement: Issue and Practice*, 14(4), 5-8.
46. National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
47. Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology*. New York: Basic Books.
48. Quellmalz, E. S. (1991). Developing criteria for performance assessments: The missing link. *Applied Measurement in Education*, 4(4), 319-331.
49. Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Applet on Century-Crofts.
50. Staver, J. R. (1998). Constructivism: Sound theory for explicating the practice of science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 501-520.

51. Stiggins, R. J. (1987). Design and development of performance assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 6(3), 33-42.
52. Tsai, C. C. (1998). Science learning and constructivism. *Curriculum and Teaching*, 13(1), 31-52.
53. Tsai, C. C. (2003). The interplay between philosophy of science and the practice of science education. *Curriculum and Teaching*, 18(1), 27-43.
54. Wiggins, G. P. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
55. William, D. (2008). Improving learning in science with formative assessment. In J. Coffey, R. Douglas, & C. Stearns (Eds.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 3-20). Arlington, VA: NSTA Press.

附錄一 聲音概念紙筆測驗示例題

14. 有兩種樂器分別是吉他跟鋼琴，任意彈奏這兩種樂器得到下圖的三個波

(1)請問哪兩個波可能都是由**吉他**發出的？這兩個波的聲音主要的差別為何？

	<p>我認為：</p> <p><input type="checkbox"/> A、B</p> <p><input type="checkbox"/> A、C</p> <p><input type="checkbox"/> B、C</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p>	<p>因為：</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣</td> <td><input type="checkbox"/> A 音量大 C 音量小</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音調高 B 音調低</td> <td><input type="checkbox"/> A 音量小 C 音量大</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音調低 B 音調高</td> <td><input type="checkbox"/> B 音調高 C 音調低</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音量大 B 音量小</td> <td><input type="checkbox"/> B 音調低 C 音調高</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音量小 B 音量大</td> <td><input type="checkbox"/> B 音量大 C 音量小</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音調高 C 音調低</td> <td><input type="checkbox"/> B 音量小 C 音量大</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音調低 C 音調高</td> <td><input type="checkbox"/> 其他：_____</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣	<input type="checkbox"/> A 音量大 C 音量小	<input type="checkbox"/> A 音調高 B 音調低	<input type="checkbox"/> A 音量小 C 音量大	<input type="checkbox"/> A 音調低 B 音調高	<input type="checkbox"/> B 音調高 C 音調低	<input type="checkbox"/> A 音量大 B 音量小	<input type="checkbox"/> B 音調低 C 音調高	<input type="checkbox"/> A 音量小 B 音量大	<input type="checkbox"/> B 音量大 C 音量小	<input type="checkbox"/> A 音調高 C 音調低	<input type="checkbox"/> B 音量小 C 音量大	<input type="checkbox"/> A 音調低 C 音調高	<input type="checkbox"/> 其他：_____
<input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣	<input type="checkbox"/> A 音量大 C 音量小															
<input type="checkbox"/> A 音調高 B 音調低	<input type="checkbox"/> A 音量小 C 音量大															
<input type="checkbox"/> A 音調低 B 音調高	<input type="checkbox"/> B 音調高 C 音調低															
<input type="checkbox"/> A 音量大 B 音量小	<input type="checkbox"/> B 音調低 C 音調高															
<input type="checkbox"/> A 音量小 B 音量大	<input type="checkbox"/> B 音量大 C 音量小															
<input type="checkbox"/> A 音調高 C 音調低	<input type="checkbox"/> B 音量小 C 音量大															
<input type="checkbox"/> A 音調低 C 音調高	<input type="checkbox"/> 其他：_____															

(2)請問哪兩個波可能分別是由**吉他跟鋼琴**發出，但是**音調是一樣**的？那這兩個聲音主要的差別為何？

	<p>我認為：</p> <p><input type="checkbox"/> A、B</p> <p><input type="checkbox"/> A、C</p> <p><input type="checkbox"/> B、C</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p>	<p>因為：</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音量大 B 音量小</td> <td><input type="checkbox"/> B 音量小 C 音量大</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音量小 B 音量大</td> <td><input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音量大 C 音量小</td> <td><input type="checkbox"/> 因為是不同樂器發出的，</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> A 音量小 C 音量大</td> <td>所以音色會不一樣</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> B 音量大 C 音量小</td> <td><input type="checkbox"/> 其他：_____</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> A 音量大 B 音量小	<input type="checkbox"/> B 音量小 C 音量大	<input type="checkbox"/> A 音量小 B 音量大	<input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣	<input type="checkbox"/> A 音量大 C 音量小	<input type="checkbox"/> 因為是不同樂器發出的，	<input type="checkbox"/> A 音量小 C 音量大	所以音色會不一樣	<input type="checkbox"/> B 音量大 C 音量小	<input type="checkbox"/> 其他：_____
<input type="checkbox"/> A 音量大 B 音量小	<input type="checkbox"/> B 音量小 C 音量大											
<input type="checkbox"/> A 音量小 B 音量大	<input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣											
<input type="checkbox"/> A 音量大 C 音量小	<input type="checkbox"/> 因為是不同樂器發出的，											
<input type="checkbox"/> A 音量小 C 音量大	所以音色會不一樣											
<input type="checkbox"/> B 音量大 C 音量小	<input type="checkbox"/> 其他：_____											

17. 準備一根 45 公分的塑膠長尺固定在桌緣如圖一，分別讓長尺伸出桌面 30 公分、20 公分、10 公分，用手輕輕地去撥動長尺，得到長尺每秒的振動次數如表一。

你覺得在那一個情況下，我們有可能聽到長尺振動所發出的聲音呢？為什麼？

<table border="1" data-bbox="192 1391 371 1481"> <thead> <tr> <th>長尺長度</th> <th>每秒振動次數</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30公分</td> <td>4 次</td> </tr> <tr> <td>20公分</td> <td>8.5次</td> </tr> <tr> <td>10公分</td> <td>30 次</td> </tr> </tbody> </table>	長尺長度	每秒振動次數	30公分	4 次	20公分	8.5次	10公分	30 次	<p>我認為：</p> <p><input type="checkbox"/> 30 公分</p> <p><input type="checkbox"/> 20 公分</p> <p><input type="checkbox"/> 10 公分</p> <p><input type="checkbox"/> 都可以聽到</p> <p><input type="checkbox"/> 都不可以聽到</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p>	<p>因為：</p> <p><input type="checkbox"/> 不管長度是多少，長尺都無法發出聲音</p> <p><input type="checkbox"/> 因為是長尺，振動幅度太小不管振動幾次都聽不到</p> <p><input type="checkbox"/> 人耳可以聽見 20Hz 以上的振動</p> <p><input type="checkbox"/> 不管振動幾次，只要有振動就可以聽到</p> <p><input type="checkbox"/> 不管長度是幾公分，只要有振動就可以聽到</p> <p><input type="checkbox"/> 因為是長尺，振動幅度太小不管振動幾次都聽不到</p> <p><input type="checkbox"/> 其他：_____</p>
長尺長度	每秒振動次數									
30公分	4 次									
20公分	8.5次									
10公分	30 次									

附錄二 聲音概念實作評量示例題

14. 影片中利用兩種樂器分別是吉他跟鋼琴，分別發出不同的聲音 A、B、C，並且透過電腦的音訊軟體處理，得到波形甲、乙、丙。

(1) 請問哪兩個波可能都是由鋼琴發出的？這兩個波的聲音主要的差別為何？

我認為： <input type="checkbox"/> 甲、乙 <input type="checkbox"/> 甲、丙 <input type="checkbox"/> 乙、丙 <input type="checkbox"/> 其他：_____	因為： <input type="checkbox"/> 聲音聽起來一樣 <input type="checkbox"/> 甲音調高丙音調低 <input type="checkbox"/> 乙音調低丙音調高 <input type="checkbox"/> 甲音調高乙音調低 <input type="checkbox"/> 甲音調低丙音調高 <input type="checkbox"/> 乙音量大丙音量小 <input type="checkbox"/> 甲音調低乙音調高 <input type="checkbox"/> 甲音量大丙音量小 <input type="checkbox"/> 乙音量小丙音量大 <input type="checkbox"/> 甲音量大乙音量小 <input type="checkbox"/> 甲音量小丙音量大 <input type="checkbox"/> 其他：_____ <input type="checkbox"/> 甲音量小乙音量大 <input type="checkbox"/> 乙音調高丙音調低
--	--

(2) 你覺得這三個聲音 A→B→C 分別對應到哪一個波形呢？

我認為 A→B→C 應該對應到：		
<input type="checkbox"/> 甲→乙→丙	<input type="checkbox"/> 乙→甲→丙	<input type="checkbox"/> 丙→甲→乙
<input type="checkbox"/> 甲→丙→乙	<input type="checkbox"/> 乙→丙→甲	<input type="checkbox"/> 丙→乙→甲
<input type="checkbox"/> 其他：_____		

17. 影片中分別是長尺伸出桌面 30 公分、20 公分、10 公分，一秒內的振動情形。你覺得在那一個情況下，我們有可能聽到長尺振動所發出的聲音呢？為什麼？

我認為： <input type="checkbox"/> 30 公分 <input type="checkbox"/> 20 公分 <input type="checkbox"/> 10 公分 <input type="checkbox"/> 都可以聽到 <input type="checkbox"/> 都不可以聽到 <input type="checkbox"/> 其他：_____	因為： <input type="checkbox"/> 不管長度是多少，長尺都無法發出聲音 <input type="checkbox"/> 因為是長尺，振動幅度太小不管振動幾次都聽不到 <input type="checkbox"/> 人耳可以聽見 20Hz 以上的振動 <input type="checkbox"/> 不管振動幾次，只要有振動就可以聽到 <input type="checkbox"/> 不管長度是幾公分，只要有振動就可以聽到 <input type="checkbox"/> 因為是長尺，振動幅度太小不管振動幾次都聽不到 <input type="checkbox"/> 其他：_____
---	---

Exploring the Effectiveness of Guided Discovery Teaching by Performance Assessment on the Concept of Sound Wave

Bing-Hong Ku¹, Chyong-Sun Chen² and Meichun Lydia Wen^{1,*}

¹Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

²Department of Physics, National Changhua University of Education

Abstract

The purpose of this study mainly aimed to design guided discovery teaching activities and explore their effectiveness on the sound wave concept by performance assessment. A quasi-experimental method was employed in this study to explore the effectiveness of different teaching styles - guided discovery teaching and the traditional lecture teaching - on the sound wave concept by using different assessment formats - performance assessment and the paper-pencil test. Through both quantitative and qualitative data analyses, it was firstly found that compared with the traditional lecture teaching, guided discovery teaching did not provide better concept learning achievements in the paper-pencil test because of the failure of the paper-pencil test to probe the real understanding and abilities of students. Secondly, it was found that compared with the traditional lecture teaching, guided discovery teaching provided better concept learning achievements in performance assessment, which meant that performance assessment had better effects on probing students' concept learning than the paper-pencil test. Thirdly, based on the results mentioned above, this study also revealed the crucial conclusion of aligning the assessment format with the teaching style.

Key words: Guided Discovery Teaching, Paper-and-pencil Test, Performance Assessment, Sound Wave Concept

* Corresponding author: Meichun Lydia Wen