
結合情境學習理論的影片教材之研發 --以物理劇場為例

洪耀正^{1*} 李英德² 羅道正²

¹逢甲大學 物理教學研究中心

²逢甲大學 光電學系

摘 要

物理劇場是以情境學習理論為基礎，以微電影的形式呈現學生利用簡單且容易取得的量測工具，探索科學博物館內展示器材所展現的物理現象。其設計理念包括建立與真實世界相關的學習情境，同時力求學習情境的生活化與趣味化，藉以引起學生的學習意願。研究團隊在劇情當中呈現了科學探究歷程，包括觀察現象、提出問題，以及透過同儕互動與討論擬定研究方法，並利用實驗得到合理的結果。目前共計完成聲音、電磁感應，以及幾何光學三個主題。為了解物理劇場是否達到預設的成效，研究團隊選定大學一年級理工科系學生進行試驗性研究。研究結果顯示物理劇場在引起學習興趣、教學成效以及內容的實用性等方面，都能獲得非常正面的肯定。目前物理劇場已被收錄在教育部磨課師大學普通物理實驗相關課程之中，並獲得獎項的肯定。由於物理劇場所呈現的科學探究歷程恰與我國十二年國教所強調的素養導向之課程目標十分吻合，因此除了作為大學端的普通物理實驗教材之外，未來亦可作為高中端開發探究與實作課程的參考。

關鍵詞：物理劇場、探究與實作課程、情境學習、磨課師

壹、背景與動機

人類對其所處世界的好奇與探索，促成了科學的發展。藉由周遭的現象觀察，提出假設並藉由實驗證明，大自然運行的法則在時間的淬煉下逐漸成為教科書上條列的科學知識。同時，這些知識也經由各

式各樣的發展歷程，轉變成現代人不可或缺的科技產品，並衍生出個人日常所遭遇之科學相關的生活問題與社會議題。因此，現代國民必需具有足夠的「科學素養」以解決生活問題、參與相關科學議題的討論與決策。而現代科學教育的主要目的即在培養國民的科學素養。

這樣的思維也從十多年前開始影響我

* 為本文通訊作者

國的科學教育。我國自九年一貫課程開始將教育目標從原先的知識學習觀點，轉換成重視能力培養的觀點(陳泰然, 2001)，其中「自然與生活科技」課綱即訂定此領域的學習應該培養國民的科學與技術的精神及素養。而即將推動的十二年國教課綱更加強了此一理念，明訂自然科學領域課程目標為啟發科學探究的熱忱與潛能、建構基本科學素養、與奠定持續學習科學與運用科技的基礎等等(教育部, 2015)。相較於先前的教育目標，新課綱最大的改變是強調「素養導向」，包含提供學生探究學習、問題解決的機會，養成「探究能力」，以及協助學生了解科學知識產生的方式和養成用科學思考與探究習慣的「科學的態度與本質」。某種程度而言，素養導向的自然科學教育目標即是讓學生學會如何像科學家一樣思考，藉以對日常生活中的事物產生興趣與好奇，發現並提出問題，並以合乎邏輯的方法解決問題。最後養成參與地區性與國家層級科學議題的決策能力。

然而培養「科學素養」並不是一件容易的事，起碼不是傳統強調知識授予的教學模式可以輕易做到的。為了因應此變革，十二年國教自然領域課綱在高中端新設了必修領域課程：探索與實作課程(教育部, 2015)。探索與實作課程回歸科學研究的本質，從學習者對日常生活與大自然的好奇、滿足求知慾望或生活需求出發，促使其發現並提出問題。接著建立假設模型，並以實驗驗證或者推翻假設，最後經由分析、歸納而給出結論。其中「探索學習內容」

包含了四個主要項目：發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享。而「實作學習內容」是搭配探索學習的實作活動，例如觀察、資料蒐集、實驗架設、測量、數據處理、歸納、解釋與論證等等。儘管立意良善，然而過往的教學現場與師資培訓缺乏類似的教學模式，因此新設的探索與實作課程仍讓高中端教師感到極大的迷惘與憂心。如何因應探究與實作課程並達成課程目標，便成為推動十二年國教自然領域極需解決的課題(張仁壽, 2016)。

甚麼樣的教學理論吻合探究與實作課程的精神呢？就現有的教學理論而言，情境學習理論(situated learning)恰可提供探究實作課程嚴謹的理論基礎(Brown, Collins, & Dugid, 1988)。情境學習理論強調學習者應在真實的情境中，透過實際的活動進行探索、發現蘊含其中有用的資訊與意義。同時與師長、同學進行社會互動，藉此對知識進行合理化以及有意義的詮釋，最後建立個人認知體系(許瑛珺、廖桂菁, 2002；楊家興, 1995)。這些內涵完全契合探索與實作課程的理念。儘管情境學習重視教學活動的真實性，但並不代表活動一定必須處在真實的場域之下。只要教學活動所利用的情境能夠如實呈現現實的情況，就足以稱做真實的(Moore, et al., 1994)。這表示就算是多媒體影片，只要能讓學習者沉浸在類似真實的情境脈絡中，體現主動操作探究與社會參與的歷程，便合乎情境學習的內涵。因此本研究以物理概念為教材內容，運用情境學習理論，研製適合高

中學生及大一學生學習之影片教材。該教材以「物理劇場」的形式，呈現學生利用手邊容易取得的量測工具(例如手機 App 或免費電腦軟體)，探索科學博物館內展示器材所展現的物理現象。目前已完成製作的影片包含「聲音」(逢甲磨課師，2014)、「電磁感應現象」(逢甲磨課師，2015)、「潛望鏡」(洪耀正，2017a)、「望遠鏡」(洪耀正，2017b)。這些影片並已收錄為臺灣磨課師課程(李英德、羅道正、洪耀正，2017)，該課程並獲得由資策會與中華民國數位學習學會所頒發之 2015 第二屆金質學習科技產品選拔金質獎，同時也榮獲教育部 2017 年磨課師標竿課程獎之肯定。本研究希望藉此情境式的物理劇場，促使學生建立相關物理概念，並將所學應用在日常生活上。亦期待該影片教材能落實十二年國教素養導向的課程目標，作為未來開發探究與實作課程的參考。同時本文也可供有志於拍攝科學傳播影片或籌拍磨課師課程的大學與中學教師參考。

貳、文獻探討

一、情境學習理論

情境學習(situated learning)是近三十年興起的學習理論，該理論從探討與省思學習本身的意義出發，試圖賦予學習真實性與社會性的意涵。情境學習的名詞是由 Brown, Collins, & Dugid (1988) 等人所提出，然而在此之前，Scribner (1984) 與 Suchman (1987) 已在其研究觀察中，蘊含了情境學習的概念。藉由觀察操作影印機的人機互

動現象，Suchman 提出了「情境行動」(situated action)的觀點，認為人類的學習是透過與其所處情境內事物的操作與互動，自己發展出知識體系的過程。反之，一旦知識脫離了真實的情境，則學習將退化成玩抽象符號的遊戲，不容易形成長期記憶，也無法應用到現實之中，甚至造成學習者的認知負荷(Anderson, Reder & Simon, 1996)。也因為如此，Brown et al. 強調學習者必須處在情境所建構起來的脈絡(context)中。而知識是學習者與情境環境互動的產物，其蘊含在情境脈絡與學習活動裡。

從學術層面來看，情境學習的主要論述來源有兩個，分別是從人類學角度出發，標榜「社會實踐中的參與歷程」，以及從心理學傳統出發，強調「思考與行動的情境性」(胡蕙芬、張英傑，2009；黃永和，2007)。情境學習強調學習行為應架構在與真實世界接軌的活動裡，學習者在真實活動中探索，透過與同儕、專家(或是教師)、社群間的互動，建立起自身知識的系統。換句話說，「社會實踐中的參與歷程」意指學習是透過參與社會互動而達成獲得知識或能力的目標，而「思考與行動的情境性」意指學習必須發生在有意義且與真實世界同調的情境。

情境學習對現代教學具有相當多引人深思的啟示(黃永和，2007；陳慧娟，1998)。首先，知識隱匿於情境脈絡當中，透過參與和互動學習者才能真正了解它們。因此，學習應強調主動操作探究，教學的情境宜

取材於現實生活中。同時在現實情境中進行活動，可以讓學習成為對未來具有持續性的發展歷程。這些觀點已經被應用在不同領域的實證研究，例如物理與化學概念的學習(張敬宜，2001；Aufshnaiter & Welzel, 1997)、數學解題能力的培養(張英傑、張素宜，2008；胡蕙芬、張英傑，2009)，以及地球科學知識的建立(許瑛珺、廖桂菁，2002)。

其次，學習是一個涵化(acculturation)的歷程，教學應在真實情境中提供使用該專業知識與社會互動的機會，促使學生深入瞭解該專業文化的內涵。涵化乃由Powell所提出(國家教育研究院，2000)，原本用以描述西方文明對美洲印地安土著文化的影響作用。現在泛指兩個或兩個以上的文化經由持續的接觸，造成一個文化接受其它文化(單向)或是所有文化相互影響的歷程和結果。就字面上而言，學習與文化似乎扯不上關係；然而情境學習理論描述的學習過程，即是學習者藉由社會互動與團體活動，逐漸接受該社群所具有的專業知能與專業文化的歷程(Lave & Wenger, 1991)。這是由教科書上提供空泛例子，但缺乏文化內涵與真實活動的教學方式所無法賦予的(Brow, Collins & Dugid, 1989)。

再者，藉由知識所具有的社會共享與分配的特性，提供異質性團體將有助於形成「近側發展區」(Zone of Proximal Development, ZPD)，亦即學習者所表現出的問題解決能力將超越單獨學習時所表現

出的能力，到達潛在的發展層次。Lave & Wenger (1991)認為認知是複雜的現象，學習活動是生手與專家產生社會互動、共同參與的過程。依循這個論點，McLellan (1996)指出實踐情境學習的操作方式包含學徒制、合作學習，學習指導等異質性團體的模式。具有認知差異之同儕間的互動、觀摩，所製造的認知衝突，正也是提升近側發展區的重要機制。

總而言之，情境學習理論的核心要素為具有真實情境的環境、情境環境中所遭遇的問題，以及在同儕互動中建構的知識。因此若要將情境學習理論應用在教學設計上，基於「思考與行動的情境性」，教師應設計豐富的學習環境，以真實世界中的範例與問題引導學生從各種不同的觀點來進行思考。藉由問題的陳述、釐清與解決，協助學生發展出完整的知識體系。基於「社會實踐中的參與歷程」，教師得建立適合發展具有互動、合作或是衝突的學習情境，使學生透過同儕間的討論、分享，解構情境所遭遇的問題；在同儕互動中建構知識體系。最後，此情境模組設計可適合各種不同學習內容，以便其它教師根據其脈絡發展不同的教學內容(朱則剛，1994)。

二、情境學習理論與科學博物館

科學博物館強調群眾以主動建構的方式進行學習，藉由參觀者與多樣化展示品的直接接觸，以達成認知領域與情意領域的教學目標。對於科學博物館內的學習環境特性而言，情境學習理論是一個非常具

有參考價值的學習理論。基於情境學習理論並配合適當的教學策略，參觀者將可將情境所提供的素材內化到認知架構中，達到學習的目的(蔡秉宸、靳知勤，2004)。同樣的，學校教育亦可利用科學博物館，使之成為教師在實現情境教學時的重要場域。以下我們分別由情境理論的兩個主要論述出發，來說明科學博物館對情境學習理論的重要性。

從「思考與行動的情境性」來看，科學博物館透過多元的展示類型，包括大型互動設施、實體與實景、展示模型、科學遊戲、多媒體素材等等，其可以建構一個有意義且與真實世界同調的情境。而 Lord & Lord (1997)認為科學博物館在培養學習者的層面--包括興趣與態度--尤具效果。因為上述豐富且有趣的情境，能夠吸引參觀者主動透過眼睛觀察，透過肢體去感受、觸摸與操作，透過耳朵聆聽，以及透過心靈去領會、思考，與學習。因此科學博物館所營造出來的氛圍，滿足情境學習理論一再強調的：知識隱匿於與現實相關的情境，學習應強調主動操作探究。

從「社會實踐中的參與歷程」來看，Semper (1990)認為發生在科學博物館中的學習經驗，隱含有社會參與及社群互動的歷程。一方面參觀者多半由社群的方式組成，藉由參觀過程中來自社群不同成員的討論、意見交換、操作展品尋找證據或是進行驗證、進行歸納總結，從而得到新建構的知識或是修正舊知識錯誤的概念，就是一個典型的社會參與歷程。另一方面，

現今科學博物館往往提供豐富的教育活動，並於活動中建立了不同層次的社會互動：例如解說員與學習者之間的非正式師徒關係，以及活動中來自不同團體、年齡層、知識背景之學習者的合作學習關係。這滿足了情境學習理論另一個重要的精神：藉由社會互動與團體活動，達成獲得知識或能力的目標。

儘管如此，科學博物館在做為實現情境教學的重要場域方面仍有其先天上的限制，尤其是地域上的限制。現實中，教師很難將科學博物館直接作為教學場域，更遑論在該場域中發展具有互動，合作或是衝突的學習情境。事實上，情境教學雖然重視教學活動的真實性，但並不代表活動僅能侷限在教室之外，或是教室外的教學成效就一定比較好。只要教學活動所塑造出來的情境與真實情況吻合，具有明確的目標，就可稱做真實的(Moore, et al., 1994)。換言之，我們可以藉由錄製多媒體影片，重現科學博物館的學習場域，讓學習者沉浸於貼近真實的情境脈絡中。藉由參與影片情境中的活動(或是結合課堂上的活動)，經過討論、分享，解構情境所遭遇的問題，最後建構相關知識體系，一樣吻合情境學習的核心要素。因此，本研究旨在製作結合情境學習理論的影片教材：物理劇場，藉以將科學博物館作為課堂上的情境場域，破除地域上的侷限。

參、開發過程、設計理念與試驗性成果

一、開發過程

物理劇場在開發之初，由本研究團隊偕同參與演出的三名大學生至國立自然科學博物館的科學中心進行勘查。研究團隊以一般參觀民眾的觀點出發，親自體驗並探索館內所有展品，閱讀展品說明，並試圖以物理概念與原理解釋所觀察到的現象。在此過程中，研究團隊意識到若缺乏實驗量測進行定量分析，參觀者將無法真正理解某些展品(尤其是聲音、磁學，以及光學相關的展品)背後的機制，僅能知其然而不知其所以然，從而停留在知識學習的層級。因此研究團隊利用文字、照片與錄影，詳細記錄此類展品的內容、展品說明與操作方式，作為日後討論與開發實驗的依據。

為了克服傳統實驗室儀器難以攜帶至科學博物館的困難，研究團隊蒐集並大量研讀以手機 App 或免費電腦軟體進行實驗量測的相關文獻，並參考先前紀錄的展品內容，經由成員彼此腦力激盪、溝通、協商、尋求共識後，初步擬定數個具有可行性的探索實驗。

研究團隊偕同演出的同學，再赴自然科學博物館進行二次勘查。此次的重點在於親自攜帶筆電、手機，以及相關簡易器材，確認團隊擬定之探索實驗的可行性。透過實際操作與分析，檢視各個探索實驗的成果，並記錄實作過程中所遭遇的困難或是出乎意外的結果。經由現場的討論、修正、以及篩選，完成探索實驗的初步設定。

團隊成員結合情境學習理論與多年執教高中話劇社的經驗，撰寫物理劇場劇本

草稿。經由所有成員共同討論，參考演出同學對生活化情境的建議，完成「聲音」之劇本。

研究團隊偕同演出同學、研究團隊所屬學校之磨課師攝影團隊(含專案經理、導播、攝影同仁 3 名、燈光、收音、與助理)，赴自然科學博物館進行正式開拍前的勘驗。此次的重點在於確定演員的走位、熟悉劇本與台詞、確認電源是否可用，以及攝影機與燈光的定位。經彩排無誤後，擇日進行正式開拍，並花費超過 9 個小時完成拍攝。

研究團隊偕同後製團隊進行影片剪輯、加入開場與背景音樂、字幕，完成物理劇場「聲音」。依循相同流程，完成「電磁感應現象」的製作。最後將場景移至高雄科學工藝博物館，花費約 6 個月時間完成「潛望鏡」與「望遠鏡」的開發、拍攝與製作。

二、設計理念與成果

如同先前所提到，情境學習理論運用在教學設計上應考慮「思考與行動的情境性」，亦即教師應以真實世界中的範例與問題引導學生思考，藉由問題的提出與解決，協助學生建立相關的知識體系。同時基於「社會實踐中的參與歷程」，教師應建立利於同儕互動的情境，以合作學習方式達成預期的教學目標。此外，此情境教學設計模組可推廣到各種不同學習的內容，以便其它領域教師使用。根據這樣的原則，同時參考十二年國民基本教育自然科學領

域課程目標，結合多年執教話劇社的經驗，本研究團隊完成了一系列物理劇場的劇本。以下為此系列物理劇場的設計理念。

(一) 建立與真實世界相關的學習情境，同時力求學習情境的生活化與趣味化，藉以引起學習意願與興趣。

物理劇場的情境場域皆在科學博物館，其中「聲音」與「電磁感應現象」在國立自然科學博物館取景，而「潛望鏡」與「望遠鏡」則移師到高雄科學工藝博物館。由於此類科學博物館具有多元的展示器材、互動設施，因此提供了豐富且與真實世界同調的情境。為了引起學生的共鳴與學習意願，我們在劇情的編排上極度重視生活化與合理性，而不是為了運用情境學習理論便將觀眾直接置入科學博物館。例如「有趣的電磁感應現象」的劇情藉由時下流行的手機遊戲開始，引出智慧型手機 App 可量測磁場的概念，而發展出到國立自然科學博物館進行實驗探索的內容。又例如「幾何光學」從規劃高雄旅遊行程出發，衍生出參觀高雄科學工藝博物館尋找課業報告的研究主題，而後進一步探索幾何光學相關的實驗展示。

物理劇場的預設觀眾為高中學生與大一學生，因此我們在對白與劇情當中，引入年輕人熟悉的元素或是口吻，並以詼諧有趣的形式呈現，試圖引起預設觀眾群的興趣與共鳴。例如「電磁感應現象」的開場：

B：你怎麼在這裡壓？你在這裡做甚

麼？

C：我在玩神魔壓。等一下等一下，我馬上要抽卡了。

B：好啊，你就不要抽到巨象。

C：才不會。(滑動手機。)

B：巨象。就跟你說不要在實驗課後抽卡，有詛咒的。

C：對不起，我以後不會在實驗課後抽卡了。

B：亂講你也信。ㄟ，我跟你講喔，你知道手機除了玩遊戲、聽音樂之外，還有其它功能嗎？

C：喔我知道。手機嘛，一定可以講電話。這不是廢話嗎？

B：好像很厲害。沒有啦，我跟你講，手機除了做這些事情之外，還可以做物理實驗...

或是「電磁感應現象」第二幕的結尾：

C：那我現在把操作面板蓋起來，不讓你們看到我按了甚麼。你們要猜出來我按了甚麼喔。

(按下按鈕，A、B 觀看手機)

A：你剛剛是按比大。

C：一次不算，再一次。

B：你剛剛是按比小吧。

C：看來你們已經變成賭神了。不行，賭場老闆看不下去了(拿額外的磁鐵干擾 App)。

A：ㄟ，哪有人這樣的。

以及「望遠鏡」的對話：

A：好，這時候就派上我隨身攜帶的武器，LED 光源。只要我們從很遠的地方去照射透鏡，這時候光線會近似平行光，那就可以用你剛剛的方法去量測它的焦距了。

B：ㄟ，應該是說，你隨身帶這個 LED 要幹嘛？

A：我身為一個 Pro 級的光電系大三學生，帶著 LED 光源再正常不過了。

B：是這樣，你確定不是專業的宅男？

A：是未來偉大的光電工程師。

B：是未來偉大的光電宅男工程師？

A：...我們可以趕快量測了嗎？

類似的對白與元素亦出現在其它劇情段落。

(二) 呈現科學探究歷程，包括觀察現象、提出問題，並透過同儕互動與討論擬定研究方法，以適當的工具或儀器得到合理的結果。

教材開發之初，研究團隊拋棄物理專業上的任何主觀與成見，偕同參與演出的同學以預設觀眾群的視角與觀點，重新探索館內所有的展品。在此過程中，我們回到科學研究的本質，亦即由觀察現象出發，發掘問題，並試圖以預設觀眾群手邊可取得的量測工具(例如手機 App 或免費電腦軟體)獲得問題的解答。而在隨後的劇情編撰階段，我們將自身探究的歷程忠實地呈現在劇情之中，利用劇中人物之間的互動、討論、研擬研究方法，以及進行實驗量測，

完整重現科學研究的歷程。例如「聲音」第一幕的劇情流程如下：

(觀察)敲打木琴琴鍵，發出不同聲音→(提出問題)不同長度的琴鍵，聲音高低為什麼會不同→(討論)與滿足駐波的頻率有關，而錄音軟體可分析聲頻→(實驗)利用麥克風、筆電與錄音軟體 audacity 進行實驗→(分析結果)甫敲擊時量到各種頻率，但僅有特定頻率才會繼續延續→(觀察並提出問題)琴鍵下方管子的功能→(討論)其為共振管，能加大琴音音量→(實驗)將共振管塞住，比較塞住前後聲音的差異→(分析結果)共振管能讓音量變大，同時讓聲音延續的時間增長→(提出問題)不同琴鍵對應的共振管長度不同→(討論)不同頻率的聲音滿足駐波條件的不同。

整個劇情流程著重在探索與實作，而非傳統多媒體教材所強調的知識傳遞。又例如「望遠鏡」的劇情流程：

(觀察)觀察組成望遠鏡的透鏡組→(提出問題)為何該透鏡組可作為望遠鏡→(討論)望遠鏡的原理與以及透鏡焦距會影響放大倍率→(提出問題)如何測量凸透鏡的焦距→(討論)平行光入射凸透鏡將匯聚於焦點，透鏡至焦點即為焦距→(實驗)量測所有目鏡與物鏡的焦距→(提出問題)哪一透鏡組的放大倍率最大→(討論)可使用「幾何光學」免費軟體進行數值模擬，但仍欠缺物距長度→(建立模型與數值模擬)

量測物距並以「幾何光學」建立模型，進行數值模擬→(分析結果)望遠鏡的成像為倒立虛像，並找出放大倍率最大與最小的透鏡組→(實驗)確認模擬結果與實驗觀測結果一致。

呈現探索者利用建立模型與數值模擬的方式，事先預測結果並以實驗進行驗證。類似的科學探索歷程亦出現在其它不同主題的物理劇場之中。

多媒體影片教材的特點之一在於可隨時暫停撥放，教師得以穿插額外的說明、補充、演示，甚至安排相關的課程活動。因此採用物理劇場的授課教師，亦可在劇中人物提出問題之後，暫停影片並請學習者進行同儕討論，澄清價值，如此得以更進一步落實情境學習理論的精神。

(三) 可適合各種不同學習內容，以便其它教師根據其脈絡發展出不同的教學內容。

博物館的展示主題與展品並非僅僅侷限於物理領域。舉凡生命科學、地球科學、工程科學、工藝技術、歷史文物、人類文化，與美術雕刻等等，都是各類博物館常見的展覽題材。因此「物理劇場」的概念，可適用於各種不同的學習內容，作為任意學習主題的載體。其它學習領域的教師，亦可結合情境理論與對應的博物館場域，構思並製作出相關的劇場教材。

除此之外，物理劇場的概念亦可拓展至科學博物館以外的場域與情境，包括重

現學生專題研究的發想與實作過程，甚至是探索高中端科展得獎作品等等。這也是本研究團隊目前正規畫中的開發方向。

三、試驗性研究成果

為了瞭解「物理劇場」對學生而言是否具有吸引力、內容難度是否設計得宜、是否能夠引起學生對物理的興趣與動手實作的意願、是否能與日常生活接軌並具有啟發性，以及學生對影片的整體觀感，研究團隊設計了物理劇場觀後意見表供學生於觀看影片後填寫。研究樣本為理工科系大一學生，人數為 55 人，研究團隊利用普通物理實驗課堂撥放影片並於觀看後請學生填寫意見表。影片播放過程中教師沒有穿插額外的說明，也沒有安排相關的課程活動，單純針對影片內容請學生填寫。因稍後需進行正規實驗課程，為避免增加學生負擔而造成厭煩感，意見表僅包含十一個問題；同時施測時採匿名方式，以期獲得學生的真實感受。意見表採用 Likert 五點方式，分別為「非常同意」、「同意」、「沒意見」、「不同意」、「非常不同意」，分數依序為 5~1 分，意見表的最後統計結果如表 1 所示。施測時研究團隊將題目的次序進行打亂，因此表中各個題目的編號與施測時的編號並不完全相同。本意見表施測所得之 Cronbach α 係數為 0.90，代表其具有良好的信度。

影片的趣味化從而引起學生學習興趣是「物理劇場」的設計重點之一，而問題 1~2 的統計結果顯示有 94.5%的學生同意

物理劇場是有趣的，同時有 87.3%認為其比傳統物理教科書更具吸引力。兩個題目的平均值都在 4.25 左右，這代表「物理劇場」初步達成團隊的預期目標。問題 3~4 則反映內容難度是否設計得宜，影片是否

具有教學成效。這兩個問題都獲得了超過 96%的同意比例，顯示學生可以理解影片中所呈現的科學探究歷程，並因而學到物理工具的使用方式以及獲得物理知識。

表 1：物理劇場觀後意見各題作答比例統計表

題目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意	平均值
1. 這個物理劇場影片是有趣的。	17 (30.9%)	35 (63.6%)	3 (5.5%)	0 (0%)	0* (0%**)	4.25
2. 這個影片比傳統物理教科書更能吸引我。	22 (40.0%)	26 (47.3%)	7 (12.7%)	0 (0%)	0 (0%)	4.27
3. 這個影片內容不難，我可以看得懂。	20 (36.4%)	33 (60.0%)	2 (3.6%)	0 (0%)	0 (0%)	4.33
4. 我可以從影片中學到物理相關工具或知識。	25 (45.5%)	29 (52.7%)	1 (1.8%)	0 (0%)	0 (0%)	4.44
5. 這個影片引發我對該物理主題的興趣。	11 (20.0%)	28 (50.9%)	16 (29.1%)	0 (0%)	0 (0%)	3.91
6. 這個影片引起我親自動手做的念頭。	12 (21.8%)	21 (38.2%)	21 (38.2%)	1 (1.8%)	0 (0%)	3.80
7. 影片鼓勵我們善用工具，自己找出周遭物理現象產生的原因。	24 (43.6%)	26 (47.3%)	5 (9.1%)	0 (0%)	0 (0%)	4.35
8. 影片中學習到的工具或知識，可以應用到日常生活當中。	22 (40.0%)	27 (49.1%)	6 (10.9%)	0 (0%)	0 (0%)	4.29
9. 這個影片讓我思考了以前不曾想過的問題。	16 (29.1%)	25 (45.5%)	13 (23.6%)	0 (0%)	1 (1.8%)	4.00
10. 整體而言，我喜歡這個影片。	17 (30.9%)	35 (63.6%)	3 (5.5%)	0 (0%)	0 (0%)	4.25
11. 我希望以後有機會再觀看其它不同主題的物理劇場。	19 (34.5%)	33 (60.0%)	3 (5.5%)	0 (0%)	0 (0%)	4.29

人數*(百分比**)

題目 5~6 是希望了解藉由物理劇場是否能引發學生對相關物理主題的興趣，以及引起其親自動手做實驗的動機。相較於其它問題，學生對這兩個題目的意見平均值是較低的，甚至有學生不同意影片可以引起其動手做的念頭。事實上，這樣的結果也是完全可以理解的。根據最新的國際數學與科學教育成就趨勢調查結果 (Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS)，絕大多數臺灣學生對於數學及科學表現出「不喜歡」、「沒自信」和「認為不重要」的態度(王韻齡，2016)。因此我們無法奢求僅僅藉由幾部影片的觀看，便可扭轉大一學生從小到大對物理的刻板印象，更遑論進一步誘發動手做實驗的念頭。然而這也說明了向下推行強調探究與實作課綱的必要性與重要性。研究團隊未來也擬利用相同的影片教材，探討不同階段學生(國中生、高中生，與大一學生)對這兩個問題回應上的差異。

物理劇場在教學設計上考慮情境學習理論，亦即應以真實世界中的範例與問題引導學生思考，以適當的工具或儀器了解周遭現象的成因，並將所學到的概念回歸於生活應用中。因此問題 7~8 便在檢測這樣的理念是否能夠清楚地傳遞給學生。統計結果顯示 90.9%的學生同意影片鼓勵學習者善用工具，自己找出周遭物理現象產生的原因，而 89.1%認為影片中的內容確實可以應用到日常生活中，與現實世界接軌。

問題 9 是為了檢測物理劇場是否具有

啟發性，讓學生思考以前不曾想過的問題。原本研究團隊認為影片中的探究過程呈現與傳統教材截然不同的思維方式，提出許多發人省思的問題，應可獲得觀看者的肯定。然而受測平均值卻是略低的，僅有 4.00，同時有一名學生勾選完全不同意的選項。後經訪談發現，該學生認為影片主要傳遞的「物理觀念」是高中所學內容，因此這些問題他以前就想過，只是當時不知道如何解決。部分填選沒意見的學生也有類似的回應。這顯示學生在接觸新的概念時，其實是有自己的想法以及想釐清概念成因的好奇心。然而傳統的教學模式長久以來忽視了這個部分，因而逐漸扼殺了學生的獨立思考能力、好奇心，以及對自然科學學習的熱忱。研究團隊期待未來藉由新課綱的推動，能夠找到解決此問題的有效途徑。

最後，學生對於問題 10~11 的意見顯示，他們喜歡此系列的影片，同時願意再觀看其它不同主題的物理劇場(94.5%)。考慮對象為普遍對學習缺乏熱忱、對物理不感興趣的大學生，這樣的結果讓研究團隊感到振奮。這代表說適度地改變教材內容與教學模式，將有機會找回學生對學習的意願。而其中關鍵的要素在於教材內容必須是有趣的、學生可以理解並因此學到有用的工具或知識，同時可以將所學進一步應用到日常生活當中。

值得注意的是，以上問卷結果為學生單純就影片內容的回饋。誠如先前所言，授課教師可於影片間穿插額外的說明、演

示，以及安排相關的實體活動、實驗操作。同時可在劇情進行至「觀察現象」與「提出問題」等階段，邀請學生以同儕討論方式對於影片中的現象進行描述以及對於影片中的提問進行答辯。如此不但可以落實情境學習理論的精神，甚至有助於提升整體學習成效。目前研究團隊正準備將「物理劇場」搭配課堂活動與實驗研製成教案，以進行後續的應用研究。

肆、結論與建議

籌畫「物理劇場」的初衷為 2014 年本研究團隊應邀參加教育部磨課師課程徵件計畫。當時我們提出的磨課師課程主題為大學普通物理實驗相關課程，旨在基於某個選定的物理概念下，串起自然科學博物館的物理展示實驗、大學普通物理實驗、以及可於居家親自動手做的對應實驗。我們期待藉由這樣的串聯過程，達到引起學生興趣(藉由科學博物館)，提供嚴謹的實驗設計、量測、與分析歷程(藉由大學物理實驗)，以及彌補傳統線上磨課師課程無法實際動手操作的缺點(利用科學博物館與居家實驗)。另一方面，我們發現傳統物理實驗課程的設計常由理論原理出發，然後要求學習者遵循課本條列好的實驗步驟，最終得到期望中的理想數據與成果。在此傳統的設計下學生只能被動遵循各個步驟，卻不知步驟設計理念，也沒有容錯空間。然而，真實的科學研究並非如此：研究者必先從現象觀察開始，再提出問題，然後藉由實驗設計與一連串的失敗嘗試，才能

得到最終有意義的成果。因此研究團隊試圖於磨課師課程中重現科學研究的歷程，讓學習者從有趣的觀察現象出發，提出問題並提出實驗構想，最後由量測與分析後的結果釐清隱藏於現象背後的概念與原理。

恰逢強調素養導向的十二年國教課綱也在這段時間擬定草案，並意外地與研究團隊規劃磨課師課程的理念契合。經過研究團隊多次開會討論後，我們決定以情境學習理論作為課程開發的理論基礎，同時將「科學博物館」作為情境場域，結合戲劇的形式以引起學習者的學習興趣與動機。物理劇場的概念因而成形。後續的開發過程包含勘查、探索展示器材、閱讀文獻與蒐集量測工具、創意思考、現場實作並敲定探索主題、劇本撰寫、演員培訓、拍攝團隊溝通協調、正式錄製與影片後製等等。平均一部物理劇場的完整製作時間從 4 個月到 6 個月不等，動員了 12-15 位團隊成員。承蒙所有團隊成員的協力合作，物理劇場才能夠順利地完成拍攝。

十二年國教自然領域課綱的課程目標在於培養學生的科學素養，亦即讓學生學習如何像科學研究者一樣思考。對於任何一位教師而言，這並不是一件容易的事，目前也缺少足夠的教材或範例供教師參考。而本研究團隊所錄製的物理劇場以探究科學博物館為核心，恰可作為教師授課使用的影片教材，甚至在此基礎上開發新的探究與實作課程運作模式：教師可在影片撥放時穿插教師提問，進行分組討論，同時利用影片中介紹的手機 App 或免費電腦軟

體，進行相關實驗實作。另一個有趣的現象是，擔綱演出的同學從參與發想到完成演出「望遠鏡」後，竟有感而發嘆道：「這應該是我這輩子最了解望遠鏡原理的一刻。」換個角度來看，相較於課堂上靜態觀賞影片的學生，實際參與影片開發、製作，以及拍攝的同學才是整個課程活動最大的受益者。除了付出更多的時間與心力，參與演出的同學歷經了完整的科學探究與實作的歷程(包含失敗的經驗)，這是在課堂上靜態觀賞影片的學生所無法體驗的。有鑒於此，讓學生參與製作科學探索歷程的影片，除了有助於學習成效的提升，增進其科學態度與本質，更可以作為未來開發課程的參考。依循這個概念所開發之結合科學研究、編劇、導演、表演藝術、攝影、影片後製的探究與實作課程，不但具有豐富的內涵，同時契合了現代教育跨領域合作與協同教學的趨勢。

參考文獻

- 王韻齡(2016)。TIMSS 國際評比臺灣學生數學、科學成績佳，熱情自信敬陪末座。2016 年 11 月 28 日。取自 <https://flipedu.parenting.com.tw/article/2960>。
- 朱則剛(1994)。建構主義知識論與情境認知的迷思—兼論其認知心理學的意義。**教學科技與媒體**，2，3-14。
- 李英德、羅道正、洪耀正(2017)。磨課師課程：大學普通物理實驗—手作坊。2017 年 3 月 1 日。取自 <http://taiwan.mooc.org/course/intro/openedu-263/> 大學普通物理實驗-手作坊。
- 胡蕙芬、張英傑(2009)。從情境學習理論分析美國 MIC 教材與我國數學教材之課程設計-以「算式與公式」與「四則運算」單元為例。**台灣數學教師電子期刊**，17，1-19。
- 洪耀正(2017a)。物理劇場：幾何光學(一) 潛望鏡。2017 年 1 月 22 日，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=nclIpLrQD2k&t=7s>。
- 洪耀正(2017b)。物理劇場：幾何光學(二) 望遠鏡。2017 年 1 月 22 日，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=ol0BeD9AIq8>。
- 逢甲磨課師(2014)。物理劇場：聲音—木琴與共鳴管、千里傳音、圓筒示波器。2014 年 11 月 25 日，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=AzmzZY84NtY>。
- 逢甲磨課師(2015)。物理劇場：有趣的電磁感應現象。2015 年 1 月 12 日，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=dBViaDNJ5Iw>。
- 陳泰然(2001)。對九年一貫課程近況的一些看法。**翰林文教雜誌**，18，6-8。
- 陳慧娟(1998)。情境學習理論的理想與現實。**教育資料與研究**，25，47-55。
- 國家教育研究院(2000)。雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網。查詢日期：2017 年 10 月 15 日，檢自 <http://terms.naer.edu.tw/detail/1310520/>。
- 教育部(2015)。十二年國民基本教育課程綱要—國民中小學暨普通型高級中等學校自然科學領域(草案) 查詢日期：2017 年 10 月 15 日，檢自 <http://www.naer.edu.tw/files/15-1000-10469,c639-1.php?Lang=zh-tw>。
- 張仁壽(2016)。教師如何因應「探究與實作」課程—以美國推動 NGSS 實作為例。**物理教育學刊**，17(1)，56-58。
- 張英傑、張素宜(2008)。小寶貝，我把數學變簡單了！--從情境學習理論談數學課程設計。**科學教育月刊**，313，9-17。
- 張敬宜(2001)。多元學習情境教學模組之研發—以「二氧化碳」主題為例。**科學教育學刊**，9(3)，235-252。
- 許瑛珺、廖桂菁(2002)。情境式網路輔助學習環境之研發與實踐。**科學教育學刊**，10(2)，157-178。

- 黃永和(2007)。《*情境理論與教學研究*》。台北市：華香園。
- 楊家興(1995)。情境教學理論與超媒體學習環境。《*教學科技與媒體*》，22，40-48。
- 蔡秉宸、靳知勤(2004)。藉情境學習提升民眾科學素養：以科學博物館教育為例。《*博物館學季刊*》，18(2)，129-137。
- Anderson, J. R., Reder, L. M. & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25(4), 5-11.
- Aufshnaiter, S. & Welzel, M. (1997). *Learning processes in the field of electricity: Results of a cross age study*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL, USA.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. 1989. Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1): 32-42.
- Lave, J. & Wenger, E. 1991. *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Lord, B. & Lord, G. D. (1997). *The manual of museum management*, London: The Stationery Office.
- McLellan, H. 1996. *Situated Learning Perspectives*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Moore, J. L., Lin X., Schwartz, D. T., Campbell, O., Hmelo, C., & Cognitive and Technology Group at Vanderbilt (1994). The relationship between situated cognition and anchored instruction: a response to trips. *Educational Technology*, 34(10), 28-32.
- Scribner, S. 1984. Studying Working Intelligence. In B. Rogoff & J. Lave (Eds.), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*. (pp.9-40. Cambridge), MA : Harvard University Press.
- Semper, R. 1990. Science Museums as Environments for Learning. *Physics Today*, 43(11): 50-56.
- Suchman, L. A. 1987. *Plans and Situated Action: The Problem of Human machine Communication*. New York: Cambridge University Press.

投稿日期：107年04月27日

接受日期：107年05月24日

Designing Video Teaching Materials Based on Situated Learning: A Case Study of Physics Theatre

Yao-Chen Hung^{1*}, Ying-Te Lee², and Dau-Jeng Lwo²

¹Physics Teaching and Research Center, Feng Chia University, Taichung, Taiwan

²Department of Photonics, Feng Chia University, Taichung, Taiwan

Abstract

Utilizing the theory of situated learning and the presentations through micro-films, we develop the Physics Theatre to show how students can make use of simple and accessible measuring tools in exploring physics phenomena revealed by the exhibitions in the science museums. The major concepts adopted in designing the Physics Theatre include constructing learning environment closely related to the real world, enhancing the bonds between learning situations and our daily life, and prompting students' willingness and inspirations of learning Physics. A few science inquiring scenarios appear in the Physics Theatre, such as observing phenomena, forming problems and hypothesis of the research targets through teamwork, figuring out and implementing the research methods, and draw reasonable conclusions from the analysis of the experimental results. So far, the films in the Physics Theatre cover three topics, i.e. Sound, Electromagnetic Induction, and Geometric Optics. To ensure its effectiveness in Physics teaching and learning, we choose the first-year engineering majored students as the pilot study group. The results show very positive responses in various aspects, such as stimulating learning interest, enhancing teaching achievement, and the practicability of the film contents. The Physical Theater has been included in the golden awarded massive open online course (MOOC) "University Physics Lab – SHM". The award was presented by the association of E-Learning ROC in a nationwide competition in 2015. Besides being served as teaching materials for laboratory experiments in college physics, the scientific inquiry processes showed in our Physics Theater turn out to coincide with the literacy-based course objectives of 12-Year Basic Education Curricula. In fact, our research and on-site applications have also indicated that this Physics Theater can be extended to the senior high school in the Physics hands-on and related inquiry developing courses.

Keywords: physics theatre, inquiry and practice courses, situated learning, massive open online course

* corresponding author