

科學魔術的意涵與設計

許良榮

國立台中教育大學科學應用與推廣系教授

黃佳媛、楊婷婷

國立台中教育大學科學應用與推廣系研究生、大學專題生

壹、前言

魔術是藝術百花園中的一枝奇葩，一直深受民眾喜愛，當科學以同樣的熱情回報魔術時，必將結出豐碩的果實。..... 劉錫印（2004）

魔術俗稱戲法，是人們喜聞樂見的一種娛樂方式，它有著悠久的歷史（王瑞良，2008）。魔術在大眾的心目中是神奇、有趣、不可思議的現象，因為魔術主要強調神秘性、娛樂性（徐岳川，1996）。近年來不僅電視綜藝節目設計的魔術單元，相當受到大眾的喜愛，坊間出版的魔術相關書籍、道具或玩具商品也蓬勃發展。林懿偉（2006）認為相對於「技巧魔術」，「科學魔術」在台灣仍屬於起步的階段。雖然科學魔術在台灣屬於起步階段，但是魔術的風潮逐漸擴展到科學教育的場域，已經頗為明顯。例如國立自然科學博物館的販賣部，展售魔術用品和道具；而以「科學魔術」為題的書籍也頗為常見。例如《魔法宅即變—80個科學魔術玩透透》（林懿偉，2002）；《趣味的科學魔術》（林慶旺，1993）；《77個不可思議的科學魔術》（王蘊潔翻譯，2001）.....等等。國外的相關書籍的出版亦頗為蓬勃，例如《Magic Science: 50 Jaw-Dropping, Mind-Boggling, Head-Scratching Activities for Kids》（Wiese, 1998）；《It's Not Magic, It's Science!: 50 Science Tricks that Mystify, Dazzle & Astound》（Buttitta, La Baff & Lundgren, 2007）；《Science Magic Tricks》（Shalit, 1998）.....等等。

由此觀之，魔術與科學相互結合是科學教育值得關切的面向之一。傅騰龍、經寶怨（1988）指出藉由魔術的呈現以提高學生的興趣，並學習魔術中內涵的科學原理，是推行科學普及和寓教於樂的良好工具。劉錫印（2004）則認為

魔術與科學有著不解之緣，許多魔術表演是借助於自然科學的規律，加上巧妙的構思和精湛的演技，製造出似乎違反常規的假像，引起人們的好奇，激發人們揭開謎底的求知欲望，它的創作和表演過程有許多值得借鑒的經驗。

但是在此風潮下，值得我們關心的問題是：編輯者或發展者是以直覺性，或是分析性的方式結合魔術與科學教育？以教育的理性基礎而言，應避免只是個人直覺性的行動，而應以理性分析的方式，分析所謂科學魔術的意義、理論基礎、功能與角色等等。另一方面；更基本的問題是：什麼是「科學魔術」？如果只是單純的、直覺的設計科學活動，再冠上「科學魔術」的名號，顯然缺乏嚴謹的科學性，這是研發與推廣「科學魔術」需要面對的問題之一。

以下本文討論魔術的意涵與分類、一般魔術與教學導向的科學魔術之差異、科學魔術教學設計的原則，最後提出科學魔術教學設計的步驟以及例子，期望能提供對科學魔術之教學有興趣的教師與學者的參考。

貳、魔術的意涵

維基百科（2009）對於「魔術」一詞，狹義的定義是一種以特殊的技巧跟設備，營造錯覺和認知偏誤，以娛樂觀眾，使他們覺得不可思議的表演藝術。廣義的定義是泛指各種以專業技巧或知識展示出讓人覺得歡笑、不可思議的藝術的活動。大英百科全書（2009）則記載為：魔術也是一項藝術表演，以技巧假裝做出似乎不可能之事。由此顯示魔術不是只有障眼法，而是一項務求違反客觀現象的表演藝術。魔術師必須有純熟的手法，瞭解觀眾的心理還有良好的表演心態。一個成功的魔術能令觀眾看得如癡如醉。魔術並非一定需要道具，助手，台前幕後的協助，有時候只有手邊的小東西也可以變出一個好魔術。

中國古代的文獻中把魔術稱為幻術，在《列子》中提到：「以為窮數達變、因形移易者，謂之化、謂之幻。」，幻術據說最早出現在夏國，到漢武帝時因為打通了絲綢之路，使東方的幻術和西方的魔術做了第一次的交流，到了清明時代戲法達到成熟期，此時出現了《神仙戲法》、《鵝幻匯編》這樣的研究著作。《神仙戲法》記錄了幻術二十幾種，而《鵝幻匯編》把古代幻術分為六大門，分別為「手法門」、「絲法門」、「彩法門」、「藥法門」、「符法門」、「搬運門」。王瑞良（2008）指出歷史上最早的魔術紀錄是在埃及，大約

是在西元前 2600 年，記載於 1823 年發現的威斯卡手稿，一位名叫德狄的魔術師，受召為法老王進行表演。他能將鵝的頭砍下，而斷了頭的鵝依然能走動，最後再把頭接回去恢復為原本的鵝。該紀錄描述了這名魔術師對鵝鵝和公牛也進行了相同的戲法。而最早的戲法紀錄則是杯與球戲法（cups and balls），這是目前所知最古老的戲法。在埃及的壁畫中（Tomb of Baqt III at Beni Hassan B.C 2500）也有紀錄。

張德鑫（2006）指出在西方，魔術起源於巫術，在 15、16 世紀時魔術師的表演被認為是巫術，因此被處以死刑。大英百科全書（2009）則說明在 15、16 世紀時，魔術師不受尊敬，有時還受到迫害，在 16 世紀末，對女巫的迫害到了大屠殺的地步。對於魔術的誤解，在 1584 年 Reginald Scot（1538-1599）出了一本書《The Discovery Of Witchcraft》（巫術探索），將魔術的技巧和被認為邪惡的巫術力量做區別，揭發了許多魔術的手法，這也是西方最早的一本魔術書籍，此著作讓人們了解魔術和巫術的區別。

到了 19 世紀，隨著劇院的興起，魔術師找到了新的舞台。最早將魔術帶進戲院，並在劇院打出名號的魔術師，是被稱為「北方的大巫師」（The Great Wizard of North）的蘇格蘭魔術師 John Henry Anderson（1814-1874）。他的創新表演風格，影響了後世眾多的魔術師。魔術師將巧手結合燈光和舞台效果，展開了魔術的新紀元。

參、魔術的類別

魔術發展到今日，已成為內容龐雜的領域，專業魔術師不斷發揮創意，推出不同的魔術表演。因此魔術的種類相當龐雜而瑣碎，文獻中不同學者有不同的分類，被譽為「現代魔術之父」的 Jean Eugène Robert-Houdin（1805-1871），論述魔術的基本原理和魔術家的心理學，把魔術分為五類（Wraxall, 1859），包括：（1）技巧魔術：全部只憑著手上與口齒的功夫；（2）自然魔術：科學的變化與技巧魔術結合運用；（3）精神魔術：用精巧的探測手法察知他人的隱蔽思念；（4）偽催眠術：假裝可以通靈慧眼、預卜未來、陰魂附體、法術定身等；（5）巫術：即為招魂術。此分類中的第 2 項「自然魔術」利用科學的變化與技巧魔術相結合，可以說是「科學魔術」的濫觴。

除了依據特性分類，美國傳奇魔術師 Dariel Fitzkee 在其著作《The Trick Brain》（1944）一書把魔術分為「trick（把戲）」及「effect（效果）」。魔術的「把戲」有成千上萬，過於瑣碎，不可能將其分類，但是可以將其分類為少數，且有實用價值的「效果」類別。「把戲」意指以特定的手藝（feat）操作特定的物件，以完成各種不同的魔術效果。例如操作撲克牌，讓特定的某張撲克牌出現或消失的效果。而「效果」是指魔術完成後的一般性結果，一個把戲可能結合一個以上的效果，例如撲克牌把戲可以包括「消失」效果以及「出現」效果。Fitzkee（1944）綜合分析 Wright（1924）、Sharpe（1932）等人的觀點，把魔術的「效果」歸為 19 類，包括：

- （1）產生（Production）：包括出現、創造和繁衍。例如將原本不存在的人或物件變出來，或是一個錢幣變成四個。
- （2）消失（Vanish）：將原本存在的物件變不見，或是消去痕跡。
- （3）易位（Transportation）：物件由某個位置，變化到另一個位置。此效果結合了「消失」效果以及「產出」效果。
- （4）變形（Transformation）：外觀或特徵的改變，例如形狀、顏色、大小等等。
- （5）穿透（Penetration）：固體物件穿過另一個固體物件，可以為部分穿透或全部穿透。
- （6）復原（Restoration）：將已破壞的物件恢復原狀問題。
- （7）靈化（Antimation）：使無生命物件變成生物。
- （8）反重力（Anti-Gravity）：違反重力定律，使具有重量的物件浮升。
- （9）吸引（Attraction）：使物件具黏著性，如同具有磁力。
- （10）共鳴（Sympathetic Reaction）：不同的人或物件，在同一時刻有相同的反應。例如寫出相同的字，或想著同樣的事件。
- （11）不能傷害（Invulnerability）：能夠防止傷害的效果，例如吞火、嚼刀片、躺釘床等等。
- （12）違反物理（Physical Anomaly）：呈現出與正常物理現象互相矛盾的效果，例如人移動而影子沒有移動。
- （13）讓觀眾失敗（Spectator Failure）：讓觀眾無法完成看似簡單的任務，例如：表演者移動三個杯子，讓觀眾猜核桃在那一個杯子中。
- （14）控制（Control）：由表演者的心智控制的效果，例如催眠。
- （15）辨認術（Identification）：指認出特定的物件，例如特定的撲克牌

排張。此效果包括占卜把戲（divination tricks）。

- (16) 讀心術（Thought Reading）：表演者可以讀出觀眾在想什麼？或是猜出觀眾寫的字、數字等等。
- (17) 心智轉移（Thought Transferring）：表演者有二位，其中一位將觀眾的心思（或寫的字）投射（projection）給另一位。
- (18) 預言術（Prediction）：預知未來，包括預測觀眾將會寫的字、數字或挑選的撲克牌牌張等等。
- (19) 超知覺預言（Extra Sensory Perception）：此類是心智感知以外的「特異知覺（abnormal perception）」，例如指尖辨字。

Fitzkee（1944）指出上述的分類，是由物理的（physical）逐漸趨向心智的（mental），前 12 項屬於物理的，後 7 項則屬於心智的。以科學魔術的訴求而言，應以前 12 項物理的效果為主。

肆、教學導向科學魔術

科學與魔術有不同的本質與特徵，但是我們可以結合魔術的效果，讓大眾更喜歡接近科學。劉錫印（2004）指出魔術並不注意觀眾對表演中運用的科學道理是否理解，科學中心的特點在於，它是以展品的參與性和趣味性吸引觀眾的。因此，展品的設計和製作是十分關鍵的環節，如果一件展品很好地反映了某一科學原理，但沒有吸引力，觀眾不愛看，它的教育作用就發揮不出來。而周鳳文（2007）指出仔細觀魔術表演，可以發現十之八九的魔術都僅是用表演的手法加上魔術道具所產生的效果，極少出現含有科學原理的成分在，而科學原理的成分的意思就是使用一些物理或化學變化的魔術，此類的魔術技巧稱為科學魔術。

傅騰龍、經寶恕（1988）說明「科學魔術」是在魔術表演中運用到自然的變化及迷思導引，魔術本身具有科學原理，但是又不同於化學或物理實驗，必須用獨特神秘的外套把簡單的原理包藏起來，讓人覺得不可思議。

本文認為「魔術」的特徵是呈現令人驚奇、訝異的現象變化，而此種感受來自於現象違反觀賞者的預期或直覺經驗。如果觀賞者已經了解其現象產生的原因，則該表演對觀賞者來說，已不能稱為魔術。例如「隱形字」的魔術，對

於具有先前經驗或是具有化學知識的觀賞者，不具有驚奇、訝異的魔術效果。因此所謂的「科學魔術」包含的必要特徵是：（1）現象的變化不是表演者利用特定道具或經過練習的技法而產生，而是一種「自然現象的變化」，此種變化可以經由合理的解釋予以說明，亦即：科學性解釋。（2）觀賞者必須對於現象的變化，產生疑惑、訝異的知覺；因此如同一個科學魔術對於不同年齡或學習階段的觀賞者，未必都可稱之為科學魔術。就如一般魔術被破解後，對觀賞者來說，不再是魔術。

本文認為教學導向的科學魔術和一般魔術最大的不同是；「科學魔術」的目的是企圖引起觀賞者的學習興趣，進而期望觀賞者能瞭解引起現象變化的科學原理與概念為目標，而非避免觀賞者破解。雖然國內知名魔術師劉謙（2005）曾指出全世界魔術師公認的“薩斯頓三原則”（Thurston's 3 rules in magic）包括「絕不在同時、同地、同觀眾的情況下表演相同的魔術第二次」以及「絕對不向觀眾透漏魔術的秘密」。但是應用於教學的科學魔術必然違反這些原則，因為教學的目的在「教育」，而非延續「魔術師的表演生命」。歸納一般魔術與教學導向的科學魔術之比較，如表 1 所示。

表 1 一般魔術與教學導向的科學魔術之比較

項 目	一般魔術	教學導向的科學魔術
特製的道具	經常需要	簡單製作，不需訂製
表演的可複製性	通常很低，非專業者不易表演	複製性很高
使用偷藏、偷換	經常	不使用（必須為自然現象變化）
練習時間	經常需要長時間練習	基本實驗技能，練習時間短
器材準備	除了近距離魔術，經常需費時準備	以日常生活可取得為目標
場地	不同魔術有不同需求	教室為主，場地不宜太大
目標	以娛樂為主	以達成教學目標為主
訴求的效果	驚奇、訝異	驚奇、訝異
最終結果	疑惑、懸而未決	瞭解科學原理或概念

伍、科學魔術的選取與設計

一、科學魔術的選取

筆者經過網路搜尋，發現科學魔術的資源頗為豐富，除了文獻與書籍，科學魔術的相關網站也相當多，甚至 YouTube 中有不少罕見的科學實驗影片，可做為科學魔術的素材。而筆者歷年在發展科學遊戲的歷程中，也發現不少科學遊戲可以轉化為科學魔術，因此科學魔術的資源可說不虞匱乏，需要的是：適當的教學轉換與設計。

取得科學魔術的素材之後，基於教學導向的目的，本文建議必須進行篩選與過濾，除了參考表 1，並利用檢核表查驗是否符合以下原則：

- 1.器材的取得是否方便、經濟，避免需要經過訂製或是過於昂貴，亦即科學魔術所需的材料儘量以家庭常備物品，或是在五金行、文具店能購買得到為原則。
- 2.魔術效果是否具有明顯現象，所謂「明顯現象」是指魔術或操作的現象或結果能引起觀賞者驚訝、疑惑？
- 3.避免進行魔術的「道具」需要訂製，以能夠簡易製作為原則。
- 4.刪除具潛在危險性之科學魔術，例如爆炸、劇烈燃燒、酸鹼侵蝕、觸電可能、毒性物品等等。
- 5.每項科學魔術的科學原理、概念的難易程度，是否吻合學生的學習階段？

二、科學魔術的教學設計

方金祥、劉奕萱（2008）指出在以科學魔術作為輔助教學時，要有充分機會讓學童參與、接觸與親自動手把玩，要能鼓勵學童親自動手玩魔術表演，俾能激發學童的創意、培養學童合作精神與訓練解決問題的能力。而坊間冠有科學魔術之書籍，經常只提供操作過程與現象，說明與解釋也未必適合學生的需求，因此篩選適合的科學魔術之後，必須再經過調整與設計。

由於「魔術的呈現是一種表演（performance）」（教學也是一種表演），如何掌握與學生的互動相當重要。本文建議教學設計可以採用以下步驟：

- 1.情境的呈現：讓學生進入科學魔術的情境，類似 5E 學習環中的「投入（engage）」。

- 2.異常（anomaly）現象的呈現：以達成能引起學生的疑惑與驚訝為目標。如果學生已經看過，或是有先備經驗，則無法達成此步驟的效果。因此事前確定屬於學生經驗的「異常現象」相當重要。
- 3.科學原理或概念的說明：說明引起所謂異常現象的科學原理與概念。
- 4.科學概念的延伸與應用：設計或連結新的情境，以強化學習的科學概念。此步驟需要教學者蒐集相關的操作，如果能完成此步驟，將有助於科學概念的「概念狀態（conceptual status）（Hewson & Hewson, 1992）」，使學習到的科學概念更為穩固。

以下以科學魔術「重心的奧秘」為例，提供參考。

◎重心的奧秘◎

效果類別參照 Fitzkee（1944）：12.違反物理

表演程序：

（一）情境的呈現

- 1.先口頭說明物體的平衡和「重心」有很重要的關係，例如我們常會說「重心不穩，所以跌倒」、「相撲時，為了避免跌倒，要站著還是蹲著？」---引導觀眾瞭解重心對於平衡的重要。
- 2.再說明：除了這些現象，還有很多和「重心」有關的有趣現象喔。首先來看（拿出木板、鐵鎚，如下圖 1），這一邊的木板會垂下來（來回撥動右邊垂下來的木板）。
- 3.說明因為這個木板有重量，所以都會垂下來。現在如果我們把鐵鎚掛上去（指著木板上的繩子），問：有沒有增加重量？再問：重量增加是不是更容易垂下來呢？（每次問完等待約二、三秒）。到底會不會垂下來呢？讓觀眾想一想---我們預期應該會猜測垂下來。

（二）異常現象的呈現

掛上鐵鎚後鬆手，舉高，讓觀眾看到木板與鐵鎚並沒有垂下來。（如下圖 2）



圖 1



圖 2

(三) 科學原理或概念的說明

因為重心移動到左邊的木板的下方，而該木板有手拿著（支撐），所以右邊的木板不會垂下來。

(四) 科學概念的延伸與應用

1. 接著是鐵鎚綁在鐵尺，架在椅子上的操作（如圖 3）。口頭說明：接著我們再示範另一個奇妙的平衡（拿出道具），這裡是鐵鎚掛在一根尺上，現在我們把它架在椅子上，會不會掉下來呢？（手先不要放，等觀眾有所反應或猜測，再放開手），確定大家都看到後，再說明因為重心的位置在支點（與椅子的接觸點）的下方，所以不會掉下來。
2. 其次是兩手在直尺的移動（如下圖 4），先讓觀眾猜一猜：兩手同時往中間移動，木條是一定掉下來、不一定；還是一定不會掉下來？猜測完，再說明：我們現在來試試看（可以請觀眾出來操作）。操作完（尺不會掉下來，兩手可以移動到尺的重心位置），再解釋原理。



圖 3



圖 4

陸、結語

本文完稿時，適逢國立臺灣科學教育館辦理「魔術 vs. 科學」特展，頗令人振奮。展覽呈現與科學魔術有關之展品共計 24 項次、31 件展品，顯示了科學魔術之素材的豐富性。愛因斯坦曾說：「喜愛比責任感是更好的教師」(何鵬程，2004)，而魔術能引起好奇的本質，正是引起學生喜愛科學的最佳動力。惟在教學的價值，仍需教學者與教師的投入，而非只是追求短暫的新奇與刺激。尤其是如何結合學術研究，探索科學魔術的教學成效，目前文獻中仍處於空白狀態。缺乏學理基礎與學術研究的支持，科學魔術在科學教學的角色，恐怕只能扮演嘉年華會式的粉妝，而非學習歷程的鷹架。因此科學魔術的未來發展，筆者認為除了素材的蒐集、教學設計與實施，最重要是如何以科學性的研究，探討科學魔術的教學成效；或是針對特定的學習目標設計科學魔術的不同呈現方式（例如：概念的學習、科學方法或探究的學習等）。

另一方面，科學魔術的研發也是值得重視的一環。例如筆者在網路搜尋到在美國相當熱賣的「立即雪花 (instant snow)」(參閱：<http://www.stevespanglerscience.com/category/instant-snow>)，很明顯是「吸水杯」魔術的原料：聚丙烯酸鈉再處理後的材料。筆者多次試驗，效果仍未臻理想，如能完成製作，不只是教學價值，也頗具推廣價值。

最後，無論如何應用或發展科學魔術，期許科學魔術在科學教育中的發展能更臻成熟，為教學者及學習者創造雙贏的局面。

參考文獻

- 大英百科全書 (2009)。戲法；魔術。2009 年 8 月 19 日取自大英線上繁體中文版 <http://wordpedia.tbol.com/article?i=017799>
- 王蘊潔譯 (2001) (後藤道夫編著)。77 個不可思議的科學魔術。台北：方智出版社。
- 方金祥、劉奕萱 (2008)。創意科學魔術之設計及在幼兒科學遊戲創意教學上之應用研究。幼兒保育學刊，6，13-23。

- 王瑞良（2008）。魔術中的迷信與科學。青少年科技博覽，8，20-21。
- 何鵬程（2004）。化學魔術在化學教學中能產生很好的教學效果。教育科研，11，28-29。
- 林懿偉（2002）。魔法宅即變—80個科學魔術玩透透。台北：方智出版社。
- 林懿偉（2006）。科學魔術對啓發學童科學好奇心之探討。國立臺北教育大學玩具與遊戲設計研究所碩士論文，未出版。
- 林慶旺（1993）。趣味的科學魔術。台北：大展出版社。
- 周鳳文（2007）。寓教於樂，魅力無窮的教學新花招--科學魔法秀。屏縣教育季刊，31，27-32。
- 徐岳川（1996）。化學魔術--看似神奇卻是化學。科學知識，43，34-42。
- 張德鑫（2006）。超炫魔術輕鬆學。台北：紅番薯文化。
- 傅騰龍、經寶恕（1988）。少年科學魔術 100 例。北京市：中國少年兒童出版社。
- 維基百科（2009）。魔術。取自 2009 年 8 月 21 日維基百科中文版
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%AD%94%E8%A1%93>
- 劉錫印（2004）。科學與魔術。現代物理知識，16(3)，68-70。
- 劉謙（2005）。啊！敗給魔術。台北：高寶出版社。
- Buttitta, H., La Baff, T., & O. Lundgren. (2007). *It's not magic, it's science!: 50 science tricks that mystify, dazzle & astound*. Lark Books.
- Fitzkee, D. (1944). *The trick brain*. Retrieved August 15, 2009, from
<http://www.angelfire.com/musicals/fitzkee/TBc.html>
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1992). The status of students' conceptions. In Duit, R., Goldberg, F., & Niedderer H. (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical issues and empirical studies*, (pp.59-73). Kiel: IPN.

Shalit, N. (1998). *Science magic tricks*. Dover Publications.

Wiese, J. (1998). *Magic science: 50 jaw-dropping, mind-boggling, head-scratching activities for kids*. San Francisco: Jossey-Bass.

Wraxall, L. (1859). *Memoirs of Robert-Houdin*. London: Chapman & Hall.