

探討天文教學策略的個案研究

蘇明俊* 郭孟鑫**

摘要

演講式教學在學校教學中常被採用，但受到對學生概念理解不利的批評，教師倘能在教學中有效運用策略，必能促進專業發展及教學成效，然而，天文教學策略的研究卻相對較少，本研究邀請一位經驗豐富且受歡迎的天文教師作為個案，探討天文教學的策略。教學對象為臺南市自由報名的83位高中學生，以全程錄影重覆搜尋的方式來分析個案教師的教學表徵，並以半結構式問卷訪問個案教師及研究群，提升其正確性，獲得42項，另從文獻探討教學策略作為判準，合併整理共30項教學策略，分別作為橫軸與縱軸，研究者以十等第賦予兩軸中各項目間的關係，相關程度越高，等第越高，形成 42×30 矩陣的凱利(Kelly)庫存方格，並以專家及研究群的審查提升信效度，以探索性因素分析的方法分析個案教師在演講教學活動中所使用的策略因素，以三角校正的眾多資料提升因素命名之信效度。結果獲得四項天文教學策略的因素，分別命名為：多樣化的教學活動、引導學生對概念的建構、運用資料引導學生學習、概念具體化等策略，建議採用演講式天文教學的相關教師，將四項策略融入教學中。

關鍵詞：教學表徵、教學策略、天文教學



DOI : 10.3966/199679772015063201003

責任編輯：方德隆

投稿日期：2015年1月26日，2015年5月4日修改完畢，2015年5月6日通過採用

*蘇明俊，樹德科技大學休閒與觀光管理系助理教授，E-mail: issac@stu.edu.tw

**郭孟鑫，國立高雄師範大學物理學系碩士

壹、前言

天文教學 (astronomy teaching) 的探討已受到國際重視，1988年國際天文聯合會 (International Astronomical Union, IAU) 設立第46號委員會，並且在美國的Williamstown召開首次的「天文教學」研討會，也就是第105號的學術研討會，這是「天文教學」首度正式地召開國際研討會，並且由天文界的世界龍頭 (International Astronomical Union, IAU) 所召集，使天文教學，甚至於科學教學的理念開始大幅改變，會議中探討如何有效促進天文教學，包含動手做 (Hands-on) 的教學理念，以及如何運用教學資源等。八年後在英國倫敦再度召開第二次學術研討會 (Percy, 1998)，爾後定期召開該項研討會。此外，參與該項會議的專家認為刺激天文教學與世界發展都是重要的任務，與聯合國教科文組織 (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, UNESCO) 共同推動「2009國際天文年 (International Year of Astronomy 2009)」來檢討教育策略，並發展長期的天文教育計畫 (Williams, 2009)。我國在天文教學方面也相當重視，例如九年一貫課程在自然與生活科技學習領域中安排豐富的天文教材，以「地球與太空」命名 (教育部，2001)；而97年版的高級中學課程綱要，在必修的基礎地球科學以及基礎物理課程中安排天文教材，份量比84年版有增加的趨勢。此外，我國為了響應「2009國際天文年」，科技部與教育部各舉辦許多天文活動供學生、教師及一般民眾參加，例如2014中華民國天文教育學術研討會，提供豐富的活動內容，有專題演講、論文發表、教師工作坊、天文教育論壇，以及夜間戶外觀星活動等。

目前的天文教學存在一些問題：(1)天文教師存在許多迷思概念：Trumper (2003) 對以色列培訓中的小學教師進行天文基本概念的測驗，整體難度為0.36，說明這些準教師還存有許多天文的迷思概念。(2)教師的天文基本知識不足：郭新 (2004) 表示：要有效的將天文知識傳遞給一般大眾，必須充分了解自己要講的東西，進修天文的基本知識。臺灣的大學擁有天文專業的科系不多，導致教師通常未受過天文專業的訓練 (林志隆與曾郁丹，2006)，使得教師在教學上可能感覺陌生，不能善用教學方法；Singham (2000) 和Zollman (1996) 批評傳統課堂中，許多教師將學習過程過度簡化，將學生視為被動的接收器，由老師

為其填滿課程內容，導致學習成效低落的窘境，如同「大一物理」課程，多數教師感受到進度的壓力（French, 1988），因此，侷限於傳統的單向講授教法（Chang, 2000:293）。(3)學校教學上的問題：因為學校天文教學的時數有限，且大部分的天文觀測活動必須晚上才能夠進行。(4)教學方法：基於天文教學的內容多為抽象概念，除了進行探究活動外，更應藉由實驗或實地觀察的方式學習，使學生獲得處理事務與解決問題的能力（教育部，2001），講究天文特有的教學策略是重要的。

天文教學策略的研究相對較為匱乏，我國博碩士論文中標題含「天文教學」的論文僅有4篇（陳俐婷，2007；陳炫勳，2011；廖俊達，2007；鍾信明，2006），科學教育學刊相關的論文3篇（邱美虹與翁雪琴，1995；陳翠雯、侯依伶與劉嘉茹，2010；曾永祥與許瑛珩，2006），教育科學研究期刊相關的論文1篇（邱美虹與陳英嫻，1995），中文電子期刊有1篇（李光烈、劉嘉茹與江新合，2005），而《課程與教學季刊》及《教育實踐與研究》期刊（自第20卷起）搜尋與天文教學相關的文獻，未有結果。另以「teaching strategy」作為論文標題的關鍵字，搜尋「Astronomy Education Review」網站，僅發現Learner-Centered Astronomy Teaching, Strategies for ASTRO 101一書的回顧介紹（Birriel, 2003），可知天文教學策略的研究相對較為匱乏。

基於我國天文師資培育的現況，演講式教學的模式常被我國中小學教師採用，但演講式教學常被稱為「傳統教學」，有「不佳」教學的貶抑，廖光遠與謝彩鳳（2014）探討數位化補救教學的成效；蔡振昆（2001）探討網路教學的優勢，都與傳統教學做比較，並希望改善傳統教學；蔡辰北與陳靜紋（2013）在教育部十二年國教政策的基礎上，強調「差異化」教學，認為傳統教學導致學生學習效果有限。然而，演講式教學的盛行，必然有其優點，第一線的老師們認為應付趕課的壓力，演講式教學最能有效掌握進度，但也都承認對學生的概念理解非常不利，究竟天文教學如何運用策略有效促進學生的概念理解呢？此外，洪秋瑋（2003：229）認為「教學策略的運用對教師的專業發展影響很大」，陳俊州（2008）認為典範教學可以作為教學模範的教學模式，因此，本研究以一位經驗豐富且受歡迎的天文教師作為典範，探討其教學策略，問題為「個案教師的天文教學策略為何？」

貳、文獻探討

一、科學教學的策略

近代的科學教學以「建構主義」的理念為主，九年一貫課程自然與生活科技領域所提供的教學方法是以學生為主體，提升學生探究的能力以及解決問題的能力（教育部，2001）。蘇明俊與陳章正（2010）曾以建構主義與探究教學的觀點整理出有關幼兒天文教學的10項教學法，30項教學策略的項目，研究者先將其中幼兒特有的教學策略刪去，包含：幼兒行為輔導策略、幼兒適性教保活動原則等，另補充與建構式教學有關的策略，如直接教學法（郝永威等人，2013）、間接教學法（郝永威等人，2013）及5E學習環教學（Bybee & Landes, 1988），整理如下表1，再經重複審思及研究群討論，將相似的項目合併，其理由如下表2，且整理為表3中的30項。

表1 教學策略的項目表

教學法	教學策略的項目
一、討論教學法（Clark & Starr, 1986）	1.分組學習
	8.運用發問技巧
二、激發學習動機法（Borich, 1988）	2.多用獎勵和稱讚
	3.教學活動多樣化
	9.激起好奇心
三、講述教學法（Borich, 1988）	4.講述內容配合學生程度
	5.運用板書和教學輔助器材
	6.適時強調重點
	7.提供書面資料
四、創造思考教學法（Feldhusen & Treffinger, 1985）	8.運用發問技巧
	9.激起好奇心
	10.組織課程與教材
	11.自由和諧民主的教室氣氛
	12.接納學生不同的意見
	13.鼓勵學生追求自我實現
	14.允許嘗試錯誤的經驗
	17.學習讀、寫、計算等各項技能

（續下頁）

五、發問教學法（Montague, 1987; Tobin, 1984）	15.增加參與討論人數
	16.兼顧各類問題
	19.善用文字、圖表或口頭提示
	21.增進學生表達能力
六、技能教學法（Devine & Thomas, 1987）	17.學習讀、寫、計算等各項技能
	19.善用文字、圖表或口頭提示
七、特殊學生教學法（Bauer & Shea, 1989）	1.分組學習
	4.講述內容配合學生程度
	13.鼓勵學生追求自我實現
	16.兼顧各類問題
	17.學習讀、寫、計算等各項技能
	18.提供成功的經驗
	19.善用文字、圖表或口頭提示
	20.應用前置組織體
八、教學目標法（Essa, 1990）	27.認知的教學目標
	28.情意的教學目標
	29.動作技能的教學目標
	30.科學過程技能的教學目標
九、直接教學法（郝永威等人，2013）	10.呈現教材內容
	10.建構內容
	22.引導學生練習
	23.回饋與矯正
十、間接教學法（郝永威等人，2013）	24.獨立的練習
	25.歸納和演繹
	16.使用各種例子
	8.用問題來引導與發現
	12.學生想法的使用
十一、5E學習環教學法（Bybee & Landes, 1988）	23.學生自我評鑑
	9.投入（引發好奇心）
	26.探索（引導探索方向）
	21.解釋（鼓勵學生解釋）
	29.精緻化（鼓勵學生應用概念）
	23.評量（評量學生知識）

註：對於不同的教學法所具有的項目，依其相關性而編號，相關性高的項目給予相同編號並且合併，理由如表2，結果如表3。

表2 文獻探討教學策略後可合併的項目表

項次	合併項目	合併理由
1	「9.投入」合併入「9.激起好奇心」	投入（Engagement）也可解釋為吸引，與引發好奇心有關。
2	「10.呈現教材和建構內容」合併入「10.組織課程與教材」	教師運用所準備的教材以及安排課程內容，均與組織課程教材有關。
3	「12.學生想法的使用」與「12.接納學生不同意見」合併	學生提出不同的想法，教師不否定其答案，與接納學生不同意見有關。
4	「16.使用各種例子」與「16.兼顧各類問題」合併	教師提供各種例子引導學生思考，兼顧各類的問題，都是教師對學生思考的引導。
5	「23.學生自我評量、23.評量」與「23.回饋與矯正」合併	教師對學生的評量方式，都是在蒐集、回饋以及矯正學生觀念。

註：本表為表1編號相同的項目合併理由。

表3 教學策略項目表（合併整理後）

教學策略項目（共30項）	
1.分組學習	16.兼顧各類問題
2.多用獎勵和稱讚	17.學習讀、寫、計算等各項技能
3.教學活動多樣化	18.提供成功的經驗
4.講述內容配合學生程度	19.善用文字、圖表或口頭提示
5.運用板書和教學輔助器材	20.應用前置組織體
6.適時強調重點	21.增進學生表達能力
7.提供書面資料	22.引導學生練習
8.運用發問技巧	23.回饋與矯正
9.激起好奇心	24.獨立的練習
10.組織課程與教材	25.歸納和演繹
11.自由和諧民主的教室氣氛	26.引導探索方向
12.接納學生不同的意見	27.認知的教學目標
13.鼓勵學生追求自我實現	28.情意的教學目標
14.允許嘗試錯誤的經驗	29.動作技能的教學目標
15.增加參與討論人數	30.科學過程技能的教學目標

註：本表為表1整理後的教學策略，並用以作為分析個案教師教學策略的判準，成為凱利方格的縱軸。

二、教學表徵與教學策略的相關研究

教學表徵的研究在教學上扮演重要的角色。林曉雯（1994：15）曾指出「教學表徵是指教師為達到教學目的，將個人的學科專門知識轉型成不同形式並傳達給學習者，其形式可能包含隱喻、類比、圖表解說、示範、模擬、動手操作、指派作業、教室活動以及不同形式的解說。」余安順、施昆易、王國華以及劉世雄（2009）指出教師的教學專業發展，除了學科知識之外，還有教學策略、教學技巧、師生互動以及課業評量，而這些相關因素最後的發展，往往可以由教師的教學表徵顯露出來；教學策略的決定，有賴於教師根據學生學習的表現，進而修正自己的教學表徵。因此，從教師為了傳授知識運用各種教材、技巧或表現的方法所呈現的教學表徵，可以窺知其教學策略。

有許多教育研究都採用教學表徵來分析教師的教學策略，Sherron與Fletcher（2008）的研究利用外在的教學表徵、師生的互動以及環境的營造，藉此來了解教師的教學；溫家男（2002）藉由教師發問時的表徵，分析實習教師以及資深教師的發問策略，並比較其差異性；陳國泰（2009）以擔任英文及邏輯思辯的教師在課堂上的全程錄影，觀察其教學表徵資料，探討大學技職校院優良教學教師的教學策略；黃芳玉（2002）透過教室觀察蒐集一位國小數學專家教師的教學表徵，歸納出專業教師的教學策略。以上都說明透過教師教學表徵能夠有效探討其教學策略。

三、天文教學的特質與活動

天文教學的特質為何呢？Percy（1998）指出天文學深植於每一個社會歷史中，經常被用來計時、季節變換、航海以及氣候等議題，與物理學的原理有密切相關；除了涵蓋星體的本質外，也是生命的本質，以及人類在時間及空間的地位，並揭露宇宙的浩瀚、多變及美麗的本質，使人類提升好奇心、想像力、分享探究與發現的感覺，在教學上，能以觀測的結果去修正理論也是重要的科學方法，並能夠吸引年輕人去研究科學和工程學。

對於天文教學的活動，Wentzel（1990）曾提出兩種方法：一種是講授記憶的方法，材料是教科書；另一種是探究或動手做為主。Percy（1998）認為，天文教學的場所不應只侷限於教室，他認為天文館和博物館也是很好的學習環境，而報章雜誌、電視節目、收音機、網路及相關天文書籍等，都能接收到許多天文知識。蘇明俊（2002）將建構主義的理念應用於天文教學，並列舉教學方式：1.專題演講、2.實作的引導、3.動手做學天文、4.野外觀星探究。賴慶三與吳正雄（2005）也提出一些建議：1.將天文教學實作化、2.利用天文館輔助學習、3.戶外星象觀測，提升觀察技能。

天文學的特質有：涵蓋層面廣泛、強調生命本質與時空地位、運用觀測資料的科學方法，以及提升人類好奇心及想像力，天文的教學活動應密切聯繫這些特質。

四、天文教學策略的相關研究

Silver、Hanson、Strong與Schwartz（1996）指出，教學策略是教師在合適的模式下，安排出的步驟，並期望能引起學生進行特定的行動，以達到教學效果。教育主流以學生為學習中心，教師的教學不應只是單向的傳述知識，需考慮學生特質、教學內容、教學設備、環境，以及教師本身的特質等，並採取不同的教學策略，使教師以及學生之間有自我成長或是同儕互動的機會。Birriel（2003）主張互動式的天文教學策略，包含個別對話（individual questioning）、互相分享想法以及和同學討論等，強調教學的中心是學生，幫助他們了解有興趣的天文知識，維持學生的學習動機。

許多研究採用不同的策略來實施天文教學。Francis與Byrne（1999）將角色扮演的活動融入天文與物理教學中，安排不同程度的各式題材，並提供範本，不但可加深學生理解，還大幅提升課堂上的互動。Fierro（2001）將演示活動融入天文教學，模型可使學生目睹日常經驗中的三維現象，幫助學生掌握重點，集中注意力。Diakidoy與Kendeou（2001）比較兩種不同的天文教學策略，並分析其成效的差異，兩種方法為實驗教學（experimental instruction）：強調課程設計靈活，並利用模型及演示引導學生思考及討論；及標準教學（standard

instruction)：依照教師手冊提供的方法，其策略主要以板書、閱讀課本或是觀察課本插圖為主，結果實驗教學的成效較佳。許民陽、王郁軒、梁添水與鄭紹龍（2001）將STS教學模組應用於天文教學中，以社會訊息引起學習動機，引導學生進入活動主題，主動收集資料討論，帶學生到社區或野外確認判斷方位的技術，以及到天文科學館或圖書館進行學習，其學習成效顯著。而賴慶三與吳盈妮（2010）將科學史融入天文教學中，發現接受科學史融入教學的學生，有助於學生對天文概念的學習、對科學的態度改善以及察覺科學家所扮演的角色。

還有若干天文教學策略與電腦資訊有關。Küçüközer、Korkusuz、Küçüközer與Yürümezoğlu（2009）以建構主義理論為基礎，考慮POE教學策略融入天文教學以促進學生概念的轉變，其中配合了學生預測、3D的電腦模型的觀測、動畫、討論以及觀測活動前後測驗等，效果是顯著的。蘇偉昭（2010）以模擬程式設計半內球面的日晷，讓使用者能透過程式模擬結果，了解晷針影子隨時間在半內球面的變化情形，並可利用晷針影子讀取時刻及日期，期待教師與學生能透過模擬軟體學習，以提升天文概念學習效果。許暉東（2010）將月相及日、月食單元運用資訊科技融入天文教學，探究其對於國中生學習成就之影響，發現資訊科技無法立即提升學習成效，但在學習保留上，有顯著的效果。而我國教育部數位教學資源網（2015）的網站上也收入了許多教學資源提供下載，可利用關鍵字搜尋相關檔案，例如在水星及金星上的生活動畫或是模擬太空船繞行八大行星，並沿路介紹各個行星特色。以上說明多元策略在天文教學上的重要性。

參、研究方法

本研究採「個案研究法」進行教學策略之分析，個案研究是指對特別的個人或團體為對象，蒐集完整的資料之後，進行研究某項特定行為或問題的一種方法（陳榮華，1987）。黃光雄與簡茂發（1997：291）則指出「個案研究係以一個個體，或一個組織為對象，深入了解背後的意義，作深刻而周詳的探討。個案研究是一種能夠提供對教育問題成因的理解，對經緯萬端的錯綜關係做周備的涵蓋，對動態變化的時空情境條件做適當分析的研究方法。」。

一、研究對象

研究對象以某大學教授為個案教師，曾在國、高中任教多年，曾任某天文學會理事長至少10年，在天文教學方面經驗豐富，常辦理大型天文活動或演講，受到學生歡迎。教學的對象為臺南市自由報名的高中學生共83人，其中高一46人，高二27人，高三10人。

二、課程概述

Katz與Chard（2000：13）認為一般課室的系統化教學有五大特徵：教師幫助學生掌握技能、學生的外在動機源自於教師滿意與獎勵、教師選擇學習活動及合適教材、教師是注意學生不足之處的專家，以及教師對於學生學習進度與成效負責任。臺南市辦理高中生暑期天文研習活動，邀請個案教師擔任授課，研習活動的內容與歷程，除具備上述一般系統化教學的特徵外（如下表4），還具備課程活潑化、學習活動自主化，以及教學內容多元化等優點，可視為一般天文教學活動，且適合蒐集個案教師較為完整的表徵資料。

基於天文學觀測的本質，個案教師以投影片的演講教學為主，搭配自製的教具或動手做活動來輔助教學，活動形式有室內動手做與教學活動，夜間為戶外的觀星活動，課程主題搭配當季的星體，有春、夏季星座、金星、土星及火星等，全部上課時間共6小時（如下表5）。

表4 本研究系統化教學的分析表

項次	系統化教學的特徵 （Katz & Chard, 2000）	本研究中天文教學的特徵
1.	教師幫助學生掌握技能	研習主題、內容及技能由教師規劃，例如行星資料分析。
2.	學生的外在動機源自於教師滿意與獎勵	研習活動規劃競賽的獎勵，教師提供實驗器材做為獎品。
3.	教師選擇學習活動及合適教材	教師規劃學習的教材及活動的形式，例如教具演示。
4.	教師是注意學生不足之處的專家	教師以提問來理解學生的先備概念，調整授課內容與方式。
5.	教師對於學生學習進度與成效負責任	教師重複說明天文概念，並於晚間的觀察對照驗證。

表5 課程內容簡述表

課程內容	時間	教學內容
春、夏季星座	約50分鐘	主要講解星座的基本觀念，並介紹星座的故事。
北極星	約35分鐘	主要講解慣性、角動量以及進動等物理概念。
北斗七星	約40分鐘	介紹北斗七星中七顆星的各個特色以及民間傳說。
休息時間	約20分鐘	將教具及實驗器材擺放在講台上供學生自由探索。
寫學習手冊	約35分鐘	用表格資料分類八大行星，並做一些簡易的計算。
土星	約40分鐘	介紹觀測土星的天文學家、土星及土星環的性質，以及用動畫解說卡西尼號的飛行軌道。
木星的衛星	約30分鐘	主要介紹Titan、Mimas與Iapetus的特色，並搭配相關的趣事。
夜間觀星	約80分鐘	以望遠鏡觀測金星、土星和火星，而個案教師解說北斗七星及其他星座。

三、研究工具

為了分析個案教師的教學表徵，工具為「凱利方格庫存技術表」（Kelly's Repertory Grid Techniques, RGT）（Kelly, 1955）與「教學表徵及教學策略半結構式問卷」，說明如下：

（一）凱利方格庫存技術表

採用凱利庫存方格技術分析資料，藉由錄影資料及訪問的方式提出個案教師的教學表徵共42項（如下表6）置於橫軸，文獻探討獲得的教學策略合併整理出30項（如上表3）置於縱軸，形成凱利庫存方格矩陣表，以1~10表示二者的相關程度，對應值「1」的相關性為最低，「10」的相關性最高，「2~9」的相關性依序增加填入細格中，成為42×30的「凱利方格矩陣表」。

（二）教學表徵及教學策略半結構式問卷

半結構式問卷分為：「教學表徵」及「教學策略」的問卷。

1. 教學表徵問卷

為了確認個案教師對自己教學表徵的認同或想法是否認同？並提升信效度，先設定若干問題訪談個案教師，成為「教學表徵半結構式問卷」，針對有回饋的問題進行資料的編碼與使用，問卷題目請參閱觀察資料的來源。

2. 教學策略問卷

為了確認因素分析的結果及其命名的妥適性，除訪問個案教師的看法外，另訪問12位學生對此天文活動的想法，另邀請研究群討論，將有用的問題做資料編碼與使用，對個案教師的半結構式問卷項目有：「對於四個因素以及策略的命名，您是否認同？或是有更好的命名？（TIV02-01）」、「這些是研究群的看法，老師您覺得妥當嗎？（TIV02-02）」、「老師您所安排的學習環境比文獻提供的更多樣，您有什麼想法？（TIV02-03）」（研究者展示整理文獻的教學策略。）；「這樣做有何好處？（TIV02-04）」；「老師您覺得天文的概念主要有哪些？（TIV02-05）」；「那要怎麼引導學生建構概念，在天文教學中是不是很重要？（TIV02-06）」；「請問老師您在教學中講話速度為何要放慢？是因為這個部份的內容比較重要嗎？（TIV02-07）」；「資料對天文學來說是很重要的嗎？（TIV02-08）」；「計算和畫圖也是概念具體化的一種嗎？為什麼想要將概念具體化？（TIV02-9）」；對研究群的問題有：「大家對這些命名覺得妥不妥當？有沒有別的建議？為什麼？（RG02-01）」、「大家對個案教師的教學策略有什麼看法？還有什麼需要補充的資料？（RG02-02）」；對學生的問題（課後）為：「喜不喜歡這樣的天文課？有哪些活動或是課程吸引你？（S01）」和「你覺得今天上課教的東西有趣嗎？會不會讓你對天文更有興趣？（S02）」，此問卷的目的在於增加各個因素的信效度，並方便在研究結果的地方與其他資料做三角校正。

四、資料的來源與分析方法

本研究蒐集個案教師教學相關資料作為分析的依據，包括課堂上錄影、個案教師晤談、研究群討論以及訪問學生等資料，資料來源如下：

（一）觀察資料的來源

研究者在教學現場觀察與全程錄影，設定：隱喻、類比、圖表解說、示範、模擬、動手操作、指派作業、教室活動以及不同形式的解說等，作為分析表徵的方向，再訪問個案教師，以確認表徵的正確性。而個案教師之前做過教學表徵的相關研究，對教學表徵一詞已有一定程度的熟悉，因此研究者只須說明本研究教學表徵紀錄的方向即可。在問問題時，邀請個案教師觀看影片並在發問時暫停影片，例如：當研究者想了解當時的教學表徵所代表的意義時：

研究者：「請問老師，您現在做什麼？」（TIV01-01）；

教師：「我故意講錯，很多人認為春季星座只有春季才看得到，但並不是這樣的，……」；

研究者：「所以大部分的人都很容易搞錯嗎？」（TIV01-02）；

教師：「這是一般常見的迷思概念。」；

研究者：「請問老師，您現在做什麼？」（TIV01-01）；

教師：「我在唱歌啊！」；

研究者：「為什麼要唱歌？」（TIV01-03）；

教師：「因為剛好講到背包，想到這首流行歌，學生比較熟悉。」

因此，獲得個案教師的教學表徵為「故意講常見的迷思概念（請參閱表6的表徵4）」、「唱歌（請參閱表6的表徵41）」。當研究者想知道個案教師對教學表徵是否認同時：

研究者：「對於我所記錄下的教學表徵，老師是否認同？或是有其他更好的意見呢？」（TIV01-04）；

教師：「大致上都認同，但我在最後有重複整理土星部分衛星的特色。」；

研究者：「我漏掉了，您覺得這在您的教學中很重要嗎？」
（TIV01-05）；

教師：「……，這在精熟學習裡是很重要的，把這項補進去吧。」

所以補充了「重複整理衛星的特色（請參閱表6的表徵第42項）」，此外，為求提升研究的信效度，邀請研究群審查教學表徵的正確性，協助發現遺漏及不妥之處，請個案教師再確認，例如：

研究者：「各位看過影片後有沒有覺得漏掉哪些教學表徵，或是給我一些意見？」（RG01-01）；

研究群：「影片可以退回去一些嗎？這裡老師示範操作小玩具跟第19項（用教具作演示），用意會不會不一樣，要再跟老師確認清楚？」；

研究者：「老師們認為這個部分和教學表徵第19項是不一樣的，您覺得呢？」（TIV01-06）；

教師：「我來示範如何操作這些小玩具，學生親自操作的時候馬上就可以看到我講的現象……，跟我在台上用教具演示不太一樣。」；

研究者：「所以這算是獨立的教學表徵嗎？」（TIV01-07）；

教師：「是的，引導學生操作跟教師操作一定是不一樣的方法……。」

所以補充了「示範操作（請參閱表6的表徵9）」，另外研究群也建議教學表徵表的後面可加上備註比較容易看懂，因此教學表徵最後修改的結果如下表6，共獲得個案教師的天文教學表徵42項。

表6 個案教師教學表徵的項目表

教學表徵	說明	傳達形式 (林曉雯, 1994)
1. 介紹演講大綱	演講前介紹演講內容的重點	教室活動
2. 自問自答	提問為何選此單元且回答問題	教室活動
3. 看圖解說星座的形狀	用投影片展示春季星座圖	圖表解說
4. 故意講常見的迷思概念	春季星座就是春季才看得見的星座？	教室活動
5. 以演講內容預告夜間觀星的活動	介紹北斗七星，並以此當做晚上的觀察目標。	指派作業
6. 送禮物給回答的學生	送禮物給勇於回答的學生，讓學生可由獎品觀察問題的答案	動手操作
7. 要求學生寫講義	寫北斗七星各個星名	指派作業
8. 講解講義的題目	依序公佈題目答案並講解	教室活動
9. 示範操作	示範小禮物的操作讓學生看到現象	示範
10. 要求學生回答問題	問全體學生問題並展示可拿到的禮物	教室活動
11. 舉例說明概念的實用性	舉例手勢可推測太陽下山或其他星體移動的時間	類比
12. 指定作業	兩顆星夾多少度是晚上的作業	指派作業
13. 講星座故事	講大熊座與獵夫座的星座故事	教室活動
14. 利用豐富的肢體動作	演講時比出動作增加視覺上的效果	其他形式的解說
15. 提示答案引起學生回答	先故意說漏答案再問問題	教室活動
16. 以科學史資料作為演講內容	介紹1893年開始可測量星星的距離	教室活動
17. 介紹古今的測量數據	現在與之前的數據做比較	圖表解說
18. 以動畫解說	以火箭發射的動畫為輔助	模擬
19. 用教具作演示	以教具演示角動量守衡	示範
20. 以簡單口語表達概念	換句話說或道理一樣	其他形式的解說
21. 歸納概念	歸納動量守衡的概念	其他形式的解說
22. 邀請學生上台幫忙演示	請學生上台拿著教具且展示現象	示範
23. 回顧前面的內容	回顧前面測量角度的手勢	示範
24. 以舉手方式調查學生意見	覺得太陽大還是月亮大的舉手	教室活動
25. 講數值時會放慢講話速度	講解恆星表格中的數值時放慢講話速度	教室活動
26. 重複強調問題	重複此問題「北極星為什麼不動？」	教室活動
27. 展示豐富的圖案	展示豐富的土星圖片	圖表解說
28. 以具體經驗引導學習	以具體的行動解釋慣性	其他形式的解說
29. 用表格比較恆星的差異	北極星與太陽的比較表格	圖表解說
30. 以故事激勵學生	利用北斗七星的典故來激勵學生用功	隱喻
31. 依序介紹星名	依序介紹星名及其典故	教室活動
32. 連結不同的領域	連結宗教故事	教室活動
33. 提供教具讓學生自由探索	下課時，放上課演示過的教具在講台	動手操作
34. 指導學生如何分類	要求學生拿紅筆a將相關資料圈起來	圖表解說
35. 修正學生的迷思概念	解釋行星自轉速度與半徑有關	其他形式的解說
36. 指定學生回答	直接將麥克風遞到學生面前要求回答	教室活動
37. 問類似概念的問題	用各種物理單位引導學生表達單位的意義	類比
38. 引導學生計算	口頭計算給學生聽	教室活動
39. 要求學生畫圖	已知太陽與地球比例，要求畫出	教室活動
40. 提供考試作答的方法	很多星體是伽利略發現的，考試不會可以猜	示範
41. 唱歌	強調人造衛星的背包	其他形式的解說
42. 重複整理衛星的特色	整理土星衛星的特色	教室活動

（二）資料分析的方法

1. 質性資料及編碼

晤談的對象有個案教師、及研究群3人（高中資深教師3人，均在進修物理教學的碩士學位），晤談的目的以確認教學策略的命名為主，先將分析結果初步命名，並訪問個案教師及研究群，再用文獻資料來輔助研究結果，最後依照需要的資料來設計晤談的問題，以確認分析結果的看法。資料編碼的方式：例如TIV01-02，TIV指個案教師的晤談，「01」為教學表徵的半結構式問卷，「02」為流水號碼；RG02-01，RG指研究群的訪談，「02」為教學策略的半結構式問卷，「01」為流水號碼；S01，「S」指學生訪談，「01」為流水號碼，並將問題所對應的回答編相同號碼。

2. 量化資料分析的方法

許多研究都採用「凱利庫存方格技術」（Kelly，1955）作為探討個人深層信念與想法的研究方法，翁敏婷與楊文金（2000）曾用來探討理化教育環境的知覺，獲得良好的結果；黃台珠與蘇禹銘（2006）用來分析教師的教學信念與實務，並以此結果解釋其教學程序的可行性；李松濤、林煥祥與洪振方（2007）、Munby（1984）以視覺敘事法探討一位參與國教輔導團工作的國小自然領域教師的科學教學，得到科學教師教學決策機制的模式，可以表徵科學教師決策的動態過程，效度頗佳，並指出「因素分析」的方法可利用其結構性的觀點來分析教師思考元素的重要範疇（溫家男，2002；Munby，1984）。本研究以SPSS軟體進行因素分析，其分析的過程如下表7。

表7 因素、信度分析結果與修改情形整理表

階段	因素分析及信度分析的結果	修改項目的情形
第一階段	將萃取的分析設定為共變異數矩陣，固定因子數目設定為1，作共同性的統計。將共同性小於0.2的項目刪除，表示這些項目與其他項目的共同性較低。	刪除第1、4、5、6、7、10、12、15、24、26、33、35、36、40項。
第二階段	將特徵值設定為1，進行探索性的因素分析。 分析出共有6個因素，其中最後一個因素只有兩個項目，因此刪去。	刪除第22、30項。
第三階段	再執行探索式的因素分析，因素收斂為4項，請參考表7。	此階段無修改。
第四階段	對各個教學表徵因素分別進行信度分析，並檢視因素的信度須大於0.7。	此階段無修改。

（三）因素分析結果的命名與三角校正

經由因素分析獲得四個因素，依照各因素內的項目，做初步命名，再與個案教師討論，及研究群審查，經過多次修改後，完成因素命名。

研究結果採三角校正法（triangulation）來提升信度。黃瑞琴（1999）指出三角校正法是在研究同一種現象時，結合多方面的探究方法，針對同一現象使用不同的方法蒐集不同來源和型態的資料，將可減低或避免研究者的偏見，增加其研究判斷的正確性。因此將命名好的因素，作為搜尋的關鍵詞來查詢相關論文，比較兩者之間的作法是否一致，並做表格比對，以及訪問個案教師的想法是否與文獻一致以及相關看法，以增加信效度，使用觀察到的資料來佐證個案教師確實於課堂上曾經運用這些教學策略。

肆、研究結果

獲得個案教師的天文教學的四項因素，各因素的信度值均大於0.7，信度頗佳，如下表8。

表8 教學表徵與教學策略資料縮減轉軸後成分矩陣

因素	個案教師教學策略	成份				累積變異量 (因素信度)
		1	2	3	4	
因素一：多樣化的教學活動。	V13講星座故事	.923				28.894% (0.957)
	V18以動畫解說	.914				
	V3看圖解說星座的形狀	.840				
	V19用教具作演示	.837				
	V27展示豐富的圖案	.834				
	V9示範操作	.750				
	V16以科學史資料作為演講內容	.749				
	V32連結不同的領域	.712				
	V41唱歌	.667				
因素二：引導學生對概念的建構。	V2師生問答		.811			46.949% (0.917)
	V23回顧前面的內容		.744			
	V42重複整理衛星的特色		.720			
	V37問類似概念的問題		.706			
	V20以簡單口語表達概念		.663			
	V21歸納概念		.662			
	V11舉例說明概念的實用性		.618			
	V25講數值時會放慢講話速度		.526			
因素三：運用資料引導學生學習。	V17介紹古今的測量數據			.845		65.098% (0.899)
	V29用表格比較恆星的差異			.804		
	V34指導學生如何分類			.763		
	V8講解講義題目的寫法			.724		
	V31依序介紹星名			.696		
因素四：概念具體化。	V28以具體經驗引導學習				.843	76.555% (0.808)
	V39要求學生畫圖				.830	
	V38引導學生計算				.689	
	V14豐富的肢體動作				.463	

Bartlett檢定值為0.000，累積解說總變異量為76.555%。

註：萃取方法：主成分分析。旋轉方法：含Kaiser常態化的Varimax法。轉軸收斂於6個疊代。

一、教學策略之命名及修改過程

依照因素分析的結果，獲得四項因素，初步命名為：（一）多樣化教學活動與課程（diversification in classes）、（二）引導學生對概念的主動建構（construct concept in active）、（三）引導學生運用資料學習（apply data to learn）、（四）解決問題能力的練習（practice）。

因素一「多樣化教學活動與課程」修改為「多樣化的教學活動」，因為研究群表示：第一項（多樣化教學活動與課程）的寫法應該可以簡化一點……，教學活動或課程挑一樣寫比較好（RG02-01）。；「因為寫簡略一點比較好（RG02-01）。」，個案教師也認為：「……，改成多樣化的教學活動一樣能涵蓋教學的表徵。（TIV02-02）」。

因素二「引導學生對概念的主動建構」修改為「引導學生對概念的建構」，因為個案教師認為「第二因素的教學表徵中，有的不是主動建構的概念（TIV02-01）。」；「覺得主動這兩個字不適合（TIV02-01）。」，因此刪去「主動」二字。

因素三「引導學生運用資料學習」修改為「運用資料引導學生學習」，因為個案教師認為「我覺得第三個因素命名不太好，不太像策略，看有沒有別的命名方式（RG02-01）。」「那把運用資料放在引導學生學習前面比較像策略，例如我確實有運用資料來引導他們做分類。（TIV02-02）」。

因素四「解決問題能力的練習」修改為「概念具體化」，因為研究群認為「第四個因素解決問題能力的練習不太像教學策略……。（RG02-01）」，個案教師則認為「因素四的表徵中都有具體的活動……，建議改成概念具體化。（TIV02-02）」。

基於上述的討論與修改，個案教師的天文教學共有四大策略：「多樣化的教學活動（varying teaching activities）」、「引導學生對概念的建構（guiding students to concept construction）」、「運用資料引導學生學習（using data to guide student learning）」及「概念具體化（concretizing concepts）」。

二、多樣化的教學活動（因素一）

美國科學教育標準（National Science Education Standards, NSES）（NRC, 1999）強調設計課程活動時，應滿足學生興趣、知識、理解、技能及經驗，以及科學概念、問題解決、及物理、化學相關知識與原理等科學探究歷程。賴慶三與吳正雄（2005）整理天文教學的活動有：圖片說明、直接觀察、模型與動畫等方法提升學童的空間感，了解星體間的關係。茲將上述二者所強調的多樣教學活動與個案教師作比較，結果如表9。個案教師受訪時也表示：「用簡短的科學史、星座故事和唱歌的方式來引起學生的注意……（TIV02-03）。」；「……這方法我很喜歡用，課程也不會太枯燥（TIV02-04）。」；研究群也建議：「老師晚上的觀星活動有安排地點、望遠鏡並協助學生觀測與討論，這也算多樣化的教學活動（RG02-02）。」；學生也說：「這次活動很有趣，活動很多（樣），還可以拿禮物。（S01）」；「老師上課方式感覺很不錯，我都沒有打瞌睡，希望晚上真的可以看到圖片上的星星。（S01）」；「感覺天文還蠻有趣的阿，要是學校也這樣教我會更喜歡（S02）」。研究者也發現個案教師連送出的獎品，也與課程內容有關，好讓學生可以一邊操作一邊觀察現象，以上資料都說明個案教師提供多樣化的教學活動，而且教學成效頗佳，也符合涵蓋層面廣泛的天文教學活動特質。

表9 課程設計原則與教學表徵對照表

NSES強調 教學活動應 滿足的項目 (NRC, 1999)	天文教學的 活動（賴慶 三、吳正雄 ，2005）	因素一的教學表徵								
		V3	V9	V13	V16	V18	V19	V27	V32	V41
興趣		√		√	√	√	√	√		√
知識		√			√	√	√		√	
理解		√			√	√		√		
技能		√								
經驗		√		√					√	
	圖片說明	√							√	
	直接觀察	√	√			√	√			
	模型						√			
	動畫					√				

三、引導學生對概念的建構（因素二）

周崇儒（2000）認為透過重複學習、實驗、討論及認知衝突等方式，能夠引導學生自我建構科學概念。鍾旻容（2006）強調提示、類比、資料與實驗證據都會影響學生學習，二者與個案教師的教學比較結果如表10。個案教師受訪時表示：「天文概念大致上就是時間和空間的物理（TIV02-05）。」；「用簡單的口語來表達，或引導學生思考，讓學生能夠自己建構意義……這對科學教學都很重要。（TIV02-06）」；「講課的時候，在重要的地方放慢講話速度不但可以引起學生注意，也能提示學生這裡是重點。（TIV02-07）」；研究群也提到：「老師在課程中有安排學生之間的互動還有問學生問題，這也表示老師在引導學生建構概念。（RG02-02）」研究者發現個案教師提到角度時，利用前述手勢測量，驗證手勢的實用性；以教具示範當下描述的現象；說明星座的迷思概念，製造認知衝突；上課時，學生原本不願意發表意見或不願意回答問題，個案教師為了鼓勵學生回答，因此有回答的學生均給予獎品，學生也表示樂於發表意見；在休息時，學生會聚集在講台前摸索個案教師演示過的教具，並討論如何操作，表示學生的好奇心有所提升，Scott（2009）也建議物理課堂應在教師的演講（speech genre）與提供對話（dialogue）間取得平衡。以上資料都說明教師重視學生建構概念，也符合強調時空地位以及提升好奇心的天文教學活動特質。

表10 教學表徵與方法對應表

引導概念建構（周崇儒，2000）	影響學習的因素（鍾旻容，2006）	因素二的教學表徵							
		V2	V11	V20	V21	V23	V25	V37	V42
重複學習					√	√			√
實驗	實驗證據					√			
討論								√	
認知衝突		√							
	教師提示	√		√			√		
	類比法		√		√				√
	資料		√			√			

四、運用資料引導學生學習（因素三）

根據陳佩君與林曉雯（2002）運用5E教學活動來強調引導學生實施觀察、整理資料、歸納資料、比對資料及解釋資料與批判等的重要性。九年一貫課程中，將學生探究過程分為五個階段：觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷以及傳達，並舉許多資料如何探究的例子（教育部，2001），茲以前二者分析個案教師運用資料教學的表徵，如下表11。個案教師在受訪時表示：「資料在天文學中當然重要……（TIV02-08）。」；「天文學經常用到很大的數字，用資料來說明空間的大小或比例，在教學上不但可以讓學生練習怎麼看資料，也比較容易理解。（TIV02-09）」；研究群表示：「利用資料可以很方便的將不同星體的特性顯現出來，個案教師給予學生資料引導學生觀察、比較和分類，這對學生學習很有幫助。（RG02-02）」研究者亦發現個案教師以八大行星的物理性質作為教學的資料，運用於類地與類木行星的分類；另外在夜間觀星時，學生會拿上課的資料來配合觀察星座，表示學生在運用資料的技巧上有所提升，其他學生也有上前參與討論如何使用資料。以上資料說明個案教師的教學充分運用資料於教學歷程中，也符合運用觀測資料的科學方法這項天文教學活動特質。

表11 個案教師運用資料教學的表徵分析表

對資料的探究 （九年一貫）	運用資料教學陳佩君與 （林曉雯，2002）	因素三的教學表徵				
		V8	V17	V29	V31	V34
觀察	觀察		√		√	√
比較與分類	資料的比對		√	√		√
組織與關聯	整理資料			√	√	√
歸納與推斷	資料的歸納	√				√
傳達		√		√		
	資料的解釋與批判		√	√		

五、概念具體化（因素四）

本因素包含以具體經驗引導學習（V28）、要求學生畫圖（V39）、引導學生計算（V38）和豐富的肢體動作（V14），均描述

個案教師企圖將抽象觀念予以具體化的策略。根據莊婷嬪（2007）的研究，了解一位優秀的教師所具備的教學信念，其中一項就是將抽象概念具體化，在教學上的行為有動手做課程、實驗討論、實驗講解。而黃寶鈿（2002）的研究指出，因為莫耳的微觀概念平時不可見，以致於學生對此概念覺得非常抽象，並以生活化的材料製作教具，將現象呈現在學生面前。個案教師受訪時表示：

具體的經驗、畫圖、手勢和計算都是為了將抽象的天文概念以具體的方式表現，如果計算我用講的，不是很抽象嗎？學生確實有去計算……，將概念用不同的方式具體呈現給學生看，這樣學生的印象也會比較深刻……其實我在概念具體化的做法還有用教具演示也算阿，只在被分到別的因素（TIV02-10）。

由Dale（1969）所提出的「學習金字塔（Learning Pyramid）」觀點指出，學生經過示範與實作演練，其教學後還能夠保留的學習內容會較聆聽的效果高出許多，研究者也發現，個案教師談到慣性時，請學生思考生活中的經驗（腳踏車騎很快時不易倒下，反之則容易不平衡），以上資料說明個案教師會將概念具體化，也能提升學生在天文方面的想像力。

六、結果的討論

經檢視相關文獻，「多樣化的教學活動」策略與Borich（1988）所提出的講述教學法有相當程度的符合，例如二者均強調輔助器材的操作，另外亦包含激發學習動機法中活動多樣化的主張；「引導學生對概念的建構」策略與郝永威等人（2013）所提出的直接與間接教學法有相當符合，例如二者均強調以問題來引導發現、及使用例子來說明概念；「運用資料引導學生學習」策略和Devine與Thomas（1987）提出技能教學法、Bauer與Shea（1989）提出的特殊學生教學法及Montague（1987）與Tobin（1984）的發問教學法均有部分符合，例如均強調資料與圖表的提示；「概念具體化」策略和Devine與Thomas（1987）的技能教學法、Bauer與Shea（1989）的特殊學生教學法有部分符合，均強調

資料的讀寫與計算，整體而言，本研究獲得的教學策略與文獻探討中的策略相當程度的符合。

Percy (1998) 指出天文學議題涵蓋廣泛且尺度過大，天文教學應提升人類的好奇心、想像力、分享探究與發現的感覺，並以觀測的結果去修正理論，本研究獲得的各項教學策略，能涵蓋演講的歷程，突顯天文教學的獨特性，以及教師教學的應用性，成為針對天文教學策略的新主張，但基於個案教師教學風格及保守推論的原則，其他學科的教學在運用本研究結果時，應謹慎為之。

伍、結論與建議

講求教學策略的演講式天文教學，能夠有效提升學生的學習興趣，可以四個教學表徵的因素來描述：（一）多樣化的教學活動、（二）引導學生對概念的建構、（三）運用資料引導學生學習、（四）概念具體化，而此四項教學策略對於天文教學具有相當的重要性，因為天文教學活動所涵蓋的層面非常廣泛，包含歷史、季節變化、計時及航海等知識，並應用物理原理、科學概念達成問題解決等科學探究技能，使得「多樣化的教學活動」在教學策略上符合天文教學的特質。天文概念是時間和空間的物理，須有效引導學生思考，更須強調時空地位，促進學生探究宇宙的好奇心，讓學生能夠自己建構意義，因此「引導學生對概念的建構」符合天文教學的特質，是重要的教學策略。科學教學強調引導學生觀察、整理資料、歸納資料、比對資料及解釋資料與批判，天文學則經常運用新獲得的資料來修正舊理論，使得「運用資料引導學生學習」在天文教學中佔有相當的重要性。「概念具體化」對於天文的抽象概念及宇宙浩瀚的尺度都是必要的教學策略，也能協助學生提升想像力，符合天文教學的特質。以上說明個案教師的教學策略符合各種天文教學的特質，且基於個案教師受學生歡迎的程度，以及學生在天文學習方面提升了興趣，對宇宙產生更多的好奇心，可知個案教師運用這些教學策略可豐富課程的內容及相關知識，並能幫助學生建構天文相關的概念，以及學習如何運用資料的技能，增加學生對抽象宇宙的了解，其教學顯然具備相當成效。

基於每位教師不同的教學風格，建議與天文教學有關的教師將此四

項策略融入到教學中，參考個案教師的天文教學策略，運用自己習慣的教學方法來構成這四項教學策略，促進天文教學的成效。

參考文獻

- 余安順、施昆易、王國華、劉世雄（2009）。在職中學數理教師教學專業發展現況、需求與困境調查之初探。科學教育研究與發展季刊，**55**，21-48。
- 李光烈、劉嘉茹、江新合（2005）。模式基礎教學對學童行星心智模式的影響。花蓮教育大學學報，**21**，27-58。
- 李松濤、林煥祥、洪振方（2007）。運用視覺敘事法探討科學教師的教學決策～一位自然領域國教輔員的個案研究。高雄師大學報，**23**，77-98。
- 周崇儒（2000）。談建構主義的教學。研習資訊，**17**(3)，43-49。
- 林志隆、曾郁丹（2006）。臺灣的星象館發展。科學教育月刊，**290**，2-15。
- 林曉雯（1994）。國中生物教師教學表徵的詮釋性研究（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林曉雯、陳佩君（2005年12月）。九年一貫課程「探究歷程教學評量模式」之發展、實施與省思。「第18屆科學教育年會」發表之論文，臺北市：國立臺灣師範大學。
- 邱美虹、翁雪琴（1995）。國三學生「四季成因」之心智模式與推論歷程之探討。科學教育學刊，**3**(1)，23-68。
- 邱美虹、陳英嫻（1995）。月相盈虧之概念改變。師大學報，**40**，509-548。
- 洪秋瑋（2003）。國小實習教師專業發展需求與實習輔導制度之研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 翁敏婷、楊文金（2000）。RGT於理化教育環境知覺探討上之應用。物理教育學刊，**4**(1)，54-71。
- 郝永威、鄭佳君、何美慧、林宜真、范莎惠、陳秀玲（譯）（2013）。有效教學法（原作者：G. D. Borich）。臺北市：五南。（原著出版年：2004）

- 教育部（2001）。國民中小學九年一貫課程暫行綱要。臺北市：教育部。
- 教育部數位教學資源網（2015）。地球科學 / 太陽系八大行星 / 一、水星上的一天。取自https://isp.moe.edu.tw/resources/search_content.jsp?rno=1683578
- 莊婷嬪（2007）。教師教學信念與教學行為關係之個案研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 許民陽、王郁軒、梁添水、鄭紹龍（2001）。國小運用STS教學模式——天象與時空概念教學模組之探討。科學教育學刊，9(1)，79-100。
- 許暉東（2010年8月）。資訊科技融入天文教學對國中生學習成效之影響——以月相、日月蝕單元教學為例。「2010第一屆天文教育學術研討會」發表之論文，高雄市：樹德科技大學。
- 郭新（2004）。中研院天文及天文物理研究所籌備處主任專訪。物理雙月刊，26(5)，723-728。
- 陳俊州（2008）。教師表達能力對高中學生物理學習成就之影響（未出版之碩士論文）。國立臺灣大學，臺北市。
- 陳俐婷（2007）。天文教學模組開發歷程對學生概念與教師專業成長之影響（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市。
- 陳炫勳（2011）。應用資訊科技融入天文教學之行動研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。
- 陳國泰（2009）。大學技職校院傑出教學教師的教學策略之分析研究：以擔任「英文」與「邏輯思辨」課程之教師為例。高雄應用科技大學學報，38，95-124。
- 陳榮華（1987）。個案實驗法在教育上的應用。載於中國教育學會（主編），教育研究方法論（頁255-300）。臺北市：師大書苑。
- 陳翠雯、侯依伶、劉嘉茹（2010）。不同非語詞刺激對國小學生月相概念學習之影響。科學教育學刊，18(4)，361-387。
- 曾永祥、許瑛珖（2006）。線上課程對高二學生四季成因概念學習的影響。科學教育學刊，14(3)，257-282。
- 黃台珠、蘇禹銘（2006年12月）。科學教師學校本位課程發展機制之研究。「中華民國第22屆科學教育學術研討會」發表之論文，臺北

- 市：國立臺灣師範大學。
- 黃光雄、簡茂發（1997）。個案研究的意義、範圍、目標。載於黃光雄、簡茂發（主編），**教育研究法**（291頁）。臺北市：師大書苑。
- 黃芳玉（2002）。一堂熱鬧的數學課——談專家教師的數學教學。**科學教育研究與發展**，**29**，53-74。
- 黃瑞琴（1999）。三角測量法。載於黃瑞琴（主編），**質的教育研究方法**（151頁）。臺北：心理。
- 黃寶鈿（2002）。抽象概念的具體化教學：以莫耳概念為例。**科學教育月刊**，**25**(3)，48-50。
- 溫家男（2002）。高中生物科資深與實習教師發問策略之個案研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 廖光遠、謝彩鳳（2014）。數位化補救教學對學業成就影響之後設分析。**教育科技與學習**，**2**(1)，101-128。
- 廖俊達（2007）。在職教師參與天文教學研習之初探——天文知識、天文教學知識、參與動機和期望（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市。
- 蔡辰北、陳靜紋（2013）。淺談差異化教學。**臺灣教育評論月刊**，**2**(11)，78-80。
- 蔡振昆（2001）。傳統教學與網路教學之比較研究——從教學媒體、班級經營及教學評量來探討（未出版之碩士論文）。國立中山大學，高雄市。
- 賴慶三、吳正雄（2005）。國小學童天文實作教學學習之研究。**國立臺北師範學院學報**，**18**(1)，59-86。
- 賴慶三、吳盈妮（2010年8月）。科學史融入國小五年級天文教學之研究。「**2010第一屆天文教育學術研討會**」發表之論文，高雄市：樹德科技大學。
- 鍾旻容（2006）。學生對自然科教學理解之研究（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 鍾信明（2006）。臺北市國小五年級學童天文教學之研究——以參觀臺北市立天文科學教育館為例（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學，臺北市。
- 蘇明俊（2002年1月）。建構式天文教學的探究。「**全國星象教學研討**

- 會」發表之論文，臺中市：國立自然科學博物館。
- 蘇明俊、陳章正（2010年8月）。以天文教學的表徵探討一位幼兒教師的教學策略。「2010第一屆天文教育學術研討會」發表之論文，高雄市：樹德科技大學。
- 蘇偉昭（2010年8月）。半內球面日晷之電腦模擬。「2010第一屆天文教育學術研討會」發表之論文，高雄市：樹德科技大學。
- Bauer, A. M., & Shea, T. M. (1989). *Teaching exceptional students in your classroom*. Boston, MA: Allyn and Bocon.
- Birriel, J. (2003). Book review—Learner-centered astronomy teaching: Strategies for teaching astro 101 by Timothy Slater and Jeffrey Adams. *The Astronomy Education Review*, 2(1), 153-154.
- Borich, G. D. (1988). *Effective teaching methods*. Columbus, OH: Carles E. Merrill.
- Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1988). The biological science curriculum study (BSCS). *Science and Children*, 25(8), 36-37.
- Chang, W. (2000). *Improving teaching and learning of university physics in Taiwan* (Unpublished doctoral dissertation). University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Clark, L. H., & Starr, I. S. (1986). *Secondary and middle school teaching methods*. New York, NY: Macmillan.
- Dale, E. (1969). *The cone of experience*, in "audiovisual methods in teaching". Hinsdale, IL: The Dryden.
- Devine, T. G., & Thomas, G. (1987). *Teaching study skills* (2nd ed.). Boston, MA: Allyn and Bocon.
- Diakidoy, I. A. N., & Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: A comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11(1), 1-20.
- Essa, E. (1990). *A practical guide to solving preschool behavior problems* (2nd ed.). New York, NY: Delmer.
- Feldhusen, J. F., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative thinking and problem solving in gifted education*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Fierro, J. (2001). Using demonstrations during lectures. *Publications of the*

- Astronomical Society of Australia*, 18(1), 114-119.
- Francis, P. J., & Byrne, A. P. (1999). Use of role-playing exercises in teaching undergraduate astronomy and physics. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 16(2), 206-211.
- French, A. (1988). Some thoughts on introduction physics courses. *American Journal of Physics*, 56(2), 110-113.
- Katz, L. G., & Chard, S. C. (2000). *Engaging children's minds: The project approach* (2nd ed.). Stamford, CT: Ablex.
- Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal constructs* (2 vol.). New York, NY: W. W. Norton.
- Küçüközer, H., Korkusuz, M. E., Küçüközer, H. A., & Yürümezoğlu, K. (2009). *The effect of 3D computer modeling and observation-based instruction on the conceptual change regarding basic concepts of astronomy in elementary school students*. Retrieved from http://scitation.aip.org/journals/doc/AERSCZ-ft/vol_8/iss_1/010104_1.html
- Montague, E. J. (1987). *Fundamentals of secondary classroom instruction*. Columbus, OH: Merrill.
- Munby, H. (1984). A qualitative approach to the study of a teacher's beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 27-38.
- National Research Council (1999). *National science education standards* (7th ed.). Washington, DC: Academy National Press.
- Percy, J. R. (1998). Astronomy education: an international perspective. In L. Gouguenheim, D. McNally, & J. R. Percy (Eds.), *New trends in astronomy teaching* (pp. 2-6). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Scott, C. (2009). Talking to learn: Dialogue in the classroom. *The Digest*, 2009(2), 2.
- Sherron, T., & Fletcher, C. (2008). *Exploring the effects of professional development on science teaching practices*. Paper presented at the annual meeting of the Association for Science Teacher Education, St. Louis, MO.
- Silver, H. F., Hanson, J. R., Strong, R. W., & Schwartz, P. B. (1996).

- Teaching styles & strategies*. Trenton, NJ: The Thoughtful Education Press.
- Singham, M. (2000). Want to buy my lecture notes? *The Physics Teacher*, 38(1), 58.
- Tobin, K. (1984). Effects of extended wait-time on discourse characteristics and achievement in middle school grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(8), 779.
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training—A cross-college age study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts. *Teaching and Teacher Education*, 19(3), 309-323.
- Wentzel, D. G. (1990). *The teaching of astronomy*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Williams, R. (2009). *Astronomy for the developing world: Building from the IYA2009 strategic plan 2010–2020*. Retrieved from http://www.iau.org/static/education/strategicplan_091001.pdf
- Zollman, D. (1996). Do they just sit there? Reflections on helping students learn physics. *The American Journal of Physics*, 64(2), 114-119.

Teaching Strategies by an Astronomy Teacher: A Case Study

Ming-Jun Su* Meng-Sin Guo**

Abstract

Teaching strategies greatly influence a teacher's professional development. Many countries have placed an increasing emphasis on astronomy education, but little research has investigated its teaching strategies and their application. In Taiwan, primary and secondary school teachers are often unfamiliar with astronomy education. As such, a need exists for the professional development of teachers in using astronomy teaching strategies. The purpose of this study was to examine the teaching strategies applied in an astronomy class. An experienced astronomy teacher and 83 high school students in Tainan participated in the study. A video recording of the class was reviewed by the astronomy teacher and a research group comprising three experienced teachers. Data were collected from the video and a factor analysis of the data was conducted using SPSS, yielding 42 teaching representations to be used for the horizontal axis of a matrix. Thirty teaching strategies identified from a literature review were used for the vertical axis, creating a 42×30 Kelly's repertory grid. A scale from 0 to 10 was used to determine the relationships between the two axes, and was reviewed by the research group to increase reliability and validity. The results of the factor analysis indicate that four factors represent the teacher's teaching strategies: varying teaching activities, guiding students to the construction of concepts, using data to guide student learning, and concretizing concepts. These results have also been suggested by other astronomy teachers.

Keywords: instructional representation, teaching strategy, astronomy teaching

DOI: 10.3966/199679772015063201003

Section editor: Der-Long Fang

Received: January 26, 2015; Modified: May 4, 2015; Accepted: May 6, 2015

* Ming-Jun Su, Assistant Professor, Department of Leisure and Tourism Management, Shu-Te University. E-mail: issac@stu.edu.tw

** Meng-Sin Guo, Master, Department of Physics, National Kaohsiung Normal University



