

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

楊志強* 洪振方** 林日宗***

摘要

方位概念是許多學習領域的核心概念，影響眾多進階概念的學習。本研究運用模型教學理論進行方位概念的教學設計，並開發出國小學生方位概念學習的評測工具，運用模型認知量表，探討兒童方位概念的學習及對模型認知的情況。依準實驗設計，選取國小六年級 6 個班級 142 名學童，隨機分配於三種不同的模型教學組之中，進行實驗教學及前後測，以前測為共變項進行 ANCOVA 統計分析，了解教學對於學生方位概念及對模型認知的影響。結果顯示，在方位概念成就測驗中，尺度組優於模擬組，而模擬組優於圖示組 ($p < .05$)；在對模型認知測驗中，模擬組優於尺度組，而尺度組優於圖示組 ($p < .05$)。

關鍵字：模型教學、方位概念、對模型認知

* 第一作者(通訊作者)為國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所博士候選人

E-mail:nzm.tw@yahoo.com.tw

** 國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所教授

E-mail:t1873@nknuc.nknu.edu.tw

*** 國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所博士候選人

E-mail:jihtsong@ms17.hinet.net

壹、研究動機與目的

Berland 與 Reiser (2009) 認為進行科學教學活動的目標主要是協助學生理解科學概念，達成知識的建構。如何讓抽象科學概念獲得理解，是科學教育的重要議題，Harrison 和 Treagust (1996) 指出，透過模型容易讓人理解抽象的概念，以模型為基礎的教學是教師在教學上的一個重要策略。許多研究 (Lehrer & Schauble, 2006; Lesh & Doerr, 2000; Schwarz & White, 2005; Stewart, Cartier & Passmore, 2005) 指出，若設計科學課程使學生有機會參與使用與課程內容相關的多種模型，將有助於學生對科學概念的理解。

在國小學習階段，方位概念是屬於天文與地球科學的基礎科學及空間概念，是國小自然與生活科技領域中進行太陽、月亮、星象觀察時所探討的重要概念之一 (教育部，2010)。毛松霖 (1995) 指出國小學生覺得月相盈虧、星星的東昇西落等天文概念非常難以理解，並認為造成學習困難最主要因素，就是這些概念包含了抽象的科學概念與空間概念，而其中方位概念是最基礎的科學及空間概念之一。Lelliott 和 Rollnick (2010) 指出天文概念研究中，方位概念是所有概念的重要核心。Falcão、Colinvaux、Krapas、Querioz、Alves、Cazelli、Valente 及 Gouvea (2004) 亦指出在學生建立相關天文心智模型時，如日夜、季節、不同地理位置的溫度、地軸轉動及運行軌道時，方位概念乃是這些天文概念學習的核心概念。

Acher、Arca 和 Sanmarti (2007) 的研究指出在科學課程中，學生如何建構和操弄模型，並且透過模型來進行解釋和預測，對學生的學習效果有相當重要的影響，若能透過學習活動，讓學生對模型的認知有更深一層的認知；讓學生了解模型對於思考與學習的幫助，能夠運用模型來解釋原因、說明現象以及預測結果，則可以提升學生的學習效果。Chittleborough、Treagust、Mamiala 和 Mocerino (2005) 的研究顯示，愈能夠了解模型的本質，對於科學態度及科學本質的理解應有協助。

邱美虹 (2008) 指出各種模型的使用在科學課室中的教與學是佔有重要的一席之地，模型的使用可視為教師在教學上的重要策略，科學概念有許多是抽象的，必須倚賴模型的操弄，以了解抽象概念的意義。然而在相同的時間條件下，使用不同的模型教學是否對於教學成效有不同的影響？有待進一步探究。本研究目的乃藉由設計出不同模型教學，發展相關方位概念評測工具，並運用學生對模型認知量表，探討不同模

型教學對於學生對於方位概念及模型認知情況。

貳、文獻探討

本研究探討不同模型教學對學童的方位概念學習及模型認知的影響情況，以下針對研究目的，就當前有關「模型教學」、「對模型認知」與「方位概念」這三個主題整理相關文獻，做為本研究的理論基礎。

一、模型教學

Chittleborough 等人（2005）認為科學模型、教學模型會引導學習者形成內在的心智模型，進而影響其表達出的模型。為有效提升學生學習成效，Harrison 和 Treagust（2000）針對模型教學進行研究，建議教師在進行教學前，需要去計畫模型教學設計和選取適合的類比，才能讓模型教學獲得應有的學習成效。Taylor、Barker 和 Jones（2003）提出在天文教學中促進學生建構心智模型的教學步驟，其內容包含一個準備期及四個階段，各階段內容分述如下：(一)準備期：從文獻中確認學生的觀點，找出現在學生擁有的心智模型。(二)階段一：聚焦在心智模型，老師建立情境，引起學習動機。(三)階段二：心智模型建立及批判，解釋科學家的方法去表徵和測試心智模型。(四)階段三：使用心智模型去解決問題，選擇喜好的心智模型去解決不同的情況、謎題、遊戲、預測及問題。(五)階段四：進行反思，鼓勵班上其他學生進行批判及評價的解決方式與解釋。

Harrison 和 Treagust（1996）認為在學習者進行的概念建構過程，模型是協助學習的重要工具之一，因為模型可以幫助學習者理解抽象、困難及不可即時觀察的科學概念，透過模型容易讓學習者理解抽象的科學概念。模型的角色是輔助學習者建構知識，亦可幫助教學者達成教學目標，所以使用模型為基礎的科學教學，可視為教師在教學上重要的策略。在教學的情境上，以模型為基礎的教學是指教師在科學課室中，盡可能以模型讓學生來理解科學概念完整的意義（Taylor et al., 2003）。在學校科學課程中，學生如何建構和操弄模型，並且透過模型來進行解釋和預測是相當重要的過程。

模型的種類繁多，Harrison 與 Treagust（2000）曾對在學校使用的科學類比模型進行分類，包括十類，整理如下表 1。從表 1 中，可以發現模型種類多元，且應用的範圍、限制各有不同，教學上透過各種的模型傳遞科學概念，影響學習者建構出心中內在的

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

心智模式，模型的使用對於學習者建構概念有舉足輕重的影響。Coll、France 和 Taylor (2005) 研究指出，在教學過程中使用各種不同的多元模型可以提升概念學習的成效。過去許多研究著重在探討結合多元表徵的學習與單一表徵學習的效果 (Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 2002)，也發現多元表徵的呈現對學習效果較單一表徵的效果佳。封中興、顏志昌和洪振方 (2011) 的研究亦指出，使用多元模型對提升天文概念的成效要比使用單一模型較佳，但何種多元模型的組合對於概念的提升效果最佳，並無進一步探討，研究者想藉由進行不同多元模型教學進行探討。

表 1

科學類比模型分類表

編號	模型類別	案例	說明	限制及現象
1	尺度模型 scale models	動物模型，植物模型，小汽車、小船、地球儀。	反映出外部比例，卻很少呈現內部架構、功能及用途。	尺度模型經常是玩具，會混淆模型與標的物的差別。
2	教學的類比模型 pedagogical analogical models	分子模型中的球體和棒子。	「教學的」指的是教師有技巧性地解釋無法觀察的實體。「類比」是指模型與標的物關係。	類比物屬性通常過於簡化或誇張強調概念的屬性。(原子是固體球，鍵是連接球體之間的棒子)
3	圖像符號模型 iconic and symbolic models	化學式(如 CO ₂)和化學反應方程式、地圖標示。	用以進行溝通與說明化學反應的語言，方位符號。	學生和非專家教師把他們誤認為實體。
4	數學模型 mathematical models	$K = PV$ ， $F = ma$	以數學方程式的方式表示出物理屬性或過程。	$F = ma$ 的模型只存在於無摩擦力狀況下。
5	理論模型 theoretical models	力和光子的電磁線的類比表徵，氣體動力理論。	人類建構出來描述理論的實體。	理論模型的表徵只是理論的，並非絕對真實。
6	圖示、圖形和表格 maps ,diagrams and tables	週期表、氣象圖、電路圖、地形圖、位置圖、血液循環，族譜，食物鏈。	表示出途徑和關係。對這些二維模型的本質的瞭解是重要的。	圖形全部或部分簡化和誇張。學生會產生誤解，如相信氯原子是綠色的。

接前頁

7	概念－歷程模型 concept-process models	酸和鹼，氧化還原反應和化學平衡的模型。光從不同介質介質折射現象的解釋。	模型是歷程導向而非物件導向，介紹規則。	學生想要去記憶這些規則，但不想探索解釋。
8	模擬 simulations	飛機模擬飛行、核反應模擬、意外事故和人口波動模擬。	使生手和研究者能夠發展和琢磨技術且可有「虛擬真實」的經驗。	許多模擬的現實狀態掩飾了他們類比的本質而促使學生將模擬想像成真實。
9	心智模型 mental models	學生對於科學概念的另有想法，用以解釋外界的現象或理論。	對實體與想法的內在描述，對理解者而言是獨特的且透過標的系統相互作用產生和形成。	學生所創造且使用的心智模型可能是「不完整的、不穩定的、沒有固定的範圍、非科學的。」
10	綜合模型 synthetic models	以有彈性的球、太陽系般的原子、殼狀物、雲狀物、階層和軌道來了解原子。	學生的另有概念合併了直觀模型和他們老師的科學模型。	綜合模型往往是科學課的產物。

資料來源：整理自 Harrison 和 Treagust (2000)。

模型種類眾多，如何選取使用於方位概念教學上，本研究參考相關研究建議（許民陽，1995），主要透過地圖、指北針、北方指標符號與進行方位概念的基礎教學，依 Harrison 和 Treagust (2000) 模型分類觀點，地圖是屬於圖示、圖形模型，而指北針或北方指標符號，用以說明方位的相關訊息之工具則屬於圖像符號模型。

Falcão 等人 (2004) 指出使用不同的尺度模型或參觀天文館，都可以增進學生對相關天文概念的理解。賴瑞芳 (2002) 建議教師進行天文月相概念教學時，可善用各種不同的模型，如圖像、三球儀，以提升學習效果，尺度模型對天文概念的學習可視為一項重要的模型。

由於電腦科技與教學設備的提升，許多研究指出，利用電腦模擬來促進概念改變，或是概念的學習是相當有益的（林振欽、洪振方，2010；廖淑華，2000；Tao 和 Gunstone, 1999），藉由參數的改變可以立即看到結果，使學生能夠自由地去經驗、探索和操作模擬的世界（Bliss & Ogborn, 1989）。Langley (1997) 認為電腦模擬可以增加學生的動機，

若藉由規劃和試驗假設，學生能夠去詮釋和反應所表徵的領域知識，調適在於巨觀或微觀世界中，想法與觀察之間的衝突，藉由反思與解釋，將有助於概念的改變（Tao & Gunstone, 1999）。許民陽、王郁軒、梁添水與鄭紹龍（2001）則運用圖形、尺度及模擬模型的配合，進行天象與時空概念教學模組設計，提升學生的天文概念發展。Barab、Hay、Barnett 和 Keating（2000）利用電腦模擬進行教學，提升學生對天文概念的理解。黃書卿（2008）亦曾針對國小五年級學生，以電腦模擬設計地圖，提升學生對於定位、辨別方向及測量的認知，從上述文獻中可看出模擬模型運用在抽象科學概念的教學上成效，可進一步應用於方位概念的影響。

綜合上述，研究者以選擇圖形與圖像符號模型為基礎教學，配合立體世界地圖形成圖示多元模型教學組；配合尺度模型如地球儀、太陽系儀，形成尺度多元模型教學組；配合 Google Earth 及 Stellarium 為模擬模型，形成模擬多元模型教學組，並採用 Taylor 等人（2003）的教學模式，探討不同模型教學組對學生方位概念的影響。

二、對模型認知

Berland 和 Reiser（2009）指出科學教學活動的目標是幫助學習者能夠理解科學概念，達成知識建構功能，為達此目的，許多科學教學方式採用了不同的策略、模式或方法，如問題解決、論證、類比教學、利用模型、學習環、融入科學史……等，來促進學習者對科學概念的學習。Gilbert、Boulter 和 Elmer（2000）認為模型可視為是某種想法、物體、事件、過程或現象的表徵，Harrison 與 Treagust（2000）也指出，模型是科學思考和工作的整合，並且主張科學和它的解釋模型是分不開的，它可以幫助學生學習和老師教學的工具，例如我們在學習太陽系時，老師會使用太陽系模型儀來操作說明。模型在科學探究過程中，對於科學現象的解釋與預測扮演很重要的角色（Schwarz et al., 2009）。邱美虹（2008）認為對科學教育而言，模型是科學發展的重要元素，學生對模型本質的認知乃學習科學知識時所應具備之重要理解基礎。

科學探究過程中理論的發展與事實之間常常需要模型來促成，Greca 及 Moreira（2000）提到物理的理論為了要陳述物理的現象，經常需要模型作為中介的橋樑。模型在科學探究過程中，對於科學現象的解釋與預測扮演很重要的角色（Schwarz et al., 2009）。在科學教學與學習的過程中，模型除了幫助教師解決抽象概念的教學外，也用來輔助學生建立抽象的和不可觀察概念的理解，進而解決問題，模型在科學教育上有舉足輕重的地位。然而，許多研究（周金城，2008；Van Driel & Verloop, 2002）則指出，學生對模型的本質知識是非常有限，對於模型的想法作答仍存有部份的不確定性，仍

須透過模型教學來加以改進。

Grosslight、Unger、Jay 和 Smith (1991) 認為使用模型去解決問題，並提倡鼓勵學生去思考模型的本質，讓學生有機會去學習模型、可以當做工具，並對科學現象進行探究，提升對模型認知的深度。有鑑於此，Buckley 與 Boulter (2000) 開始強調「以模型為基礎的學習 (model-based learning)」，主張透過模型的形成、應用、精緻化等建模程序進行衍生式學習 (generative learning)，讓學生參與和科學家工作性質相似的建模實務，並從科學內容、科學探究和科學認識等面向建構整合性的知識。

關於模型本質的認知研究方面，Grosslight 等人 (1991) 發現，一般學生對模型的觀點可區分為三種層次：(1)模型是實體的複製；(2)模型是為某些目的而建構的；(3)建構模型是為了發展或測試某些想法。Grosslight 等人 (1991) 的研究發現，學生對模型的想法大多屬於「素樸實在認識論 (naive realist epistemology)」，認為模型是實體在不同空間關係的複製品，以前模型經常是屬於玩具，這種對模型的想法會混淆模型與標的物之間的特有差別，只有較成熟的學生才能了解模型是為了特定目的而設計的溝通工具。Harrison 和 Treagust (2000) 的研究也指出國中生對模型的觀點通常以為是玩具或是實體物件，只有少數學生真正了解為何科學使用多元模型去解釋概念，建議在科學課堂中，應採用多元模型進行教學，以提升學生對於模型本質的認知。Chittleborough 等人 (2005) 研究顯示，愈能夠了解模型的本質，對於科學態度及科學本質的理解應有協助。Grosslight 等人 (1991) 研究專家及不同程度學生對於模型本質的看法，發現程度較低的學生對於模型的看法愈傾向直觀，認為模型是真實事件的縮小複製品，而專家及程度愈高的學生，則會將模型視為多元的思考工具，是一種思考表徵，並且注意到模型所要呈現出系統的規則而忽略模型與真實事件的相似性。因此，若要培養學生學習科學家或專家般的思考方式，可從學生對於模型本質的看法著手，在教學中呈現多元模型，激發學生對模型本質的看法。封中興等人 (2011) 的研究亦指出，對於提升學生對模型的認知上，同時運用多元模型在教學中會較單一模型教學具有較高之教學成效。相關研究也指出 (Chittleborough et al., ; 2005 Harrison & Treagust, 2000)，只用單一類別的模型並無法表達出某個實體 (entity) 的各個面向，因此，教師應該盡可能使用不同類別的多元模型來幫助學生理解抽象的科學概念，並提升學生對於模型本質的認知。

上述的研究顯示多元模型教學確實能提升學生對模型本質的認知，然而研究僅以進行多元模型的學習之後，對於模型的認知是否存有差異進行探究，但是不同模型對模型本質的影響卻未做深入的描述，封中興等人 (2011) 研究也建議，可以針對不同

類型的模型對於學生學習的影響進行研究，因此本研究擬針對不同模型教學對學生在方位概念學習過程中對於模型認知的影響進行深入的分析探討。

三、方位概念

方位概念在九年一貫課程綱要中的能力指標編碼及內容（教育部，2010），可在數學學習領域、社會學習領域與自然與生活科技學習領域、生活課程等不同領域中的能力指標中看見，並均呈現出方位或其運用，整理如下表 2。由相關能力指標可看出方位概念在普遍應用於不同學習領域之中，乃是一項重要的基礎概念。

表 2

九年一貫課程綱要各領域與方位概念相關之能力指標

學習領域名稱	主題或主軸	能力指標編碼及內容
數學領域	幾合	A-3-12 能運用直角座標系及方位距離來標定位置。
生活課程（社會）	認識周圍環境	1-1-1 辨識地點、位置、方向，並能運用模型代表實物。
自然與生活科技	認識環境	2-2-4-1 知道可用氣溫、風向、風速、降雨量來描述天氣。發現天氣會有變化，察覺水氣多寡在天氣變化裡扮演很重要的角色。 2-3-4-1 長期觀測，發現太陽升落方位（或最大高度角）在改變，在夜晚同一時間，四季的星象也不同，但它們有年度的規律變化。

在國小自然與生活科技領域中，方位概念的運用屬於天文與地球科學方面的基礎概念，研究者首先對其進行文獻探討發現，太陽、月亮、星象觀察與時空概念為國小自然與生活科技領域所探討的重要概念之一（教育部，2010）。日常的天文現象與生活中地理概念、方位概念息息相關，但是天文教學涉及時間、空間及運動概念，學校在這方面的教學有相當的限制（熊召弟，1995）。

方位概念屬於空間概念的一部份，Poole、Miller 和 Church（2006）認為人類最初是藉由移動與探索，習得距離感與方向感等空間概念，也是兒童獲得空間知覺與了解空間關係最有效之方式。鍾菊香（2005）指出兒童必須藉由環境所提供的暗示，來協助兒童有關位置的辨識及方向的決策。Gabriel（2004）認為不同向度的空間概念，彼

此是緊密關聯的。兒童對於方向上下認知發展會比左右快，而且在學會東西南北的方位之前，兒童要能夠先熟悉上下左右的方向概念。其他文獻（林嘉綏、李丹玲，2005；洪文東，2007）也指出，兒童在空間概念發展有其順序，三歲的兒童已能辨別上、下；四歲時便能辨別前、後；五歲以後則是左、右概念的發展期；兒童辨別空間方位，開始先以自我為中心來判別方向，逐步發展為以客體（其他的人或物體）為中心來判別，然後才能藉由參考物的認知基礎建立方位概念。在提升方位概念成效方面的研究，林郁宏（2009）提出以立體書閱讀方式協助建構學生方位概念的初始心智模式，幫助學生在視覺空間上的學習並激發思考。方位概念實為空間概念發展後的結果，個體的方位概念並非與生俱來，而是藉由後天與環境刺激互動產生的，也是學生學習各項學科知識的基礎，教師應設法有效地提升學生正確方位概念的建立。

Lelliott 和 Rollnick (2010) 將 1974 到 2008 的天文概念研究整理出五個研究主題：地球概念、重力、日夜循環、季節和日-地-月系統，地球形狀、位置關係和移動則是這五大主題的核心概念，而是否具有正確的方位概念則是影響這些核心概念的重要因素。

有關方位概念教學的實徵研究，許民陽（1995）曾對國小學童進行方位概念的補救教學，在學童熟悉的環境配合地圖定位教學，並提供學童反覆驗證的機會，可有效提升方位概念。目前天文相關的教學，常見採用不同的模型，隨著教學資源日愈豐富，模型種類也呈現多元的情況，許多輔助模型，例如空照圖、方位指標、指北針指標、地形圖、地球儀、模擬軟體亦是進行地球科學的方位教學或地理科的方位教學時，常會運用到的模型。然而，多種模型的準備上勢必增加教師的教學準備，而且 Ainsworth（1999）提出多重表徵的教學設計，學生也同時承受額外的認知負荷問題，使用多元模型應要有效安排方能提升對概念學習效果，否則會讓學習增加額外學習時間，甚至誤解不同模型表徵之間的關連性。有鑑於此，研究者想了解教學時加入不同模型，是否都能提升學生方位概念理解，而不同模型之間的教學成效及學生在教學後對模型理解是否存在差異，亦是本研究想探討的問題。

參、研究方法

一、研究對象與研究設計

本研究對象為國小六年級 6 個班級學生，合計 142 名，依據研究目的，採用準實驗設計，將 6 個班級隨機分派至尺度模型教學組（簡稱尺度組，2 班 48 人）、模擬模型

教學組（簡稱模擬組，2 班 48 人）、圖示模型教學組（簡稱圖示組，2 班 46 人），由研究者進行四週共十節課合計 400 分鐘的方位概念教學實驗教學。在正式教學實驗前，對另一所國小 3 個班 71 名學生進行預試，用以修訂研究工具及教學流程。本研究使用方位概念成就測驗、模型認知量表，對三組學童在實驗教學前、後進行前測與後測，目的在以前測為共變項進行共變數分析，以統計控制的方式，將無法隨機取樣、隨機分派對後測所造成的影響予以排除，減少內部效度的威脅，以此方式處理，確認三組表現的不同，是由於教學處理的不同所造成的影響（Fraenkel & Wallen, 2000）。

二、教學活動設計

本研究教材主要參考現行國小自然與生活科技領域中地球科學之方位相關概念，將其融入 Taylor 等人（2003）所提出之模型教學模式而成，各階段教學重點如表 3。教學活動以教師提問、小組討論、觀測活動、課堂發表、記錄為主軸，並配合學習單填寫作為學習記錄，本文節錄階段一教案設計內容，如表 4。

所有教學提供圖形模型（包含世界地圖、學校平面圖）及符號模型（包含方位字卡、方位十字指標、指北針指標）做為學習操作之基本模型，在尺度多元模型教學加入地球儀、太陽系儀、天球儀等尺度模型做為操作工具；模擬多元模型教學組則提供電腦及模擬軟體 Google earth 及 Stellarium 做為操作模型的工具；在圖示教學組加入立體世界地圖及全天星象圖做為圖示模型供學童操作，各階段使用不同模型比較表如表 5。

表 3
模型教學活動各階段教學重點

階段	節次	各節重點
階段一 聚焦於心 智模式	1	教師在學習環境中布置各種不同介紹方位所用到的模型，營造情境以介紹方位概念的由來，說明方位是為在訊息溝通時，能夠有共同的想法，說明在何時適合用左右來說明位置，何時適合用方位來說明位置，並介紹使用指北針來定方位的簡易方法。
	2	介紹各方位相對位置名稱，教師提供學校平面圖及指北針，要求學生觀察平面圖與實際現象的異同。
	3	介紹各方位概念在生活中的用法，教師提供各組一份平面世界地圖及對應模型，要求學生討論模型與真實世界之間的異同。
階段二 心智模式 建立及批 判	4	教師介紹指北針的原理，說明地磁與指針方向的關係，討論指北針做為方位判斷的工具有限制，詢問學生是否能舉出其他方位判斷的方法嗎？
	5	依照星體的移動進行判斷方位方法，利用各種模型說明因為地球自轉，各星體都會從東向西移動的原理。
	6	依照模型的指示進行判斷方位方法，教師發給學生特製版的臺灣地圖(臺灣古地圖)、南極地圖及星座盤，利用模型和學生討論星座盤上方位的標示方法，請學生說出星座盤上方位呈現的方式與一般地圖以及現實狀況的差異。
階段三 使用心智 模式去解 決問題	7	讓學生依據教師的描述繪製出一張平面圖，相對位置改變時方位變化規則。
	8	教師給學生新的問題：有一架飛機從臺灣的臺北起飛，航向香港，再經由香港轉機移動到印度的馬德里，移動或轉向時方位變化的規則。
	9	教師給學生新情境問題：想像一下，如果你在月球，怎麼定方位？請與同學討論。方位概念的應用，利用方位概念進行問題解決。
階段四 進行反思	10	利用現有模型說明決定方位的方法並不只有一種。為何地圖要標示方位或經緯度？如果沒有標示，會發生什麼事？學習反思，討論使用模型時應注意事項。

表 4

階段一模型教學活動內容

第一階段學習活動內容：聚焦於心智模型	教學資源及模型	時間
<p>方位概念介紹(1)：介紹方位概念的由來</p> <p>1.教師在教室裡事先布置各種模型，教室位置圖、學校地圖、社區地圖、臺灣空照圖、平面世界地圖。</p> <p>2.教師分發不同的模型，引導學生指出自己在哪一個地方。</p> <p>3.教師以問題營造一個情境，讓各組學生討論分享彼此所擁有的方位心智模型。</p> <p>(1)請學生先將一個物品藏在教室，並依照口頭指示同組的人員去找回。</p> <p>(2)教師提問：如果你在學校發現學校某處出現了一隻非常漂亮的獨角仙，你要如何向其他人說出，你在哪裡發現的？</p> <p>4.教師介紹方位概念的由來是為了在訊息溝通時，能夠有共同的想法，提示在何時適合用左右來說明位置，何時適合用方位來說明位置，最後介紹使用指北針來定方位的簡易方法。</p>	<p>各種模型：教室位置圖、學校地圖、社區地圖、臺灣空照圖、</p> <p>(尺度組：地球儀；模擬組：Google earth 電腦模擬；圖示組：立體世界地圖)</p>	40分
<p>方位概念介紹(2)：介紹各方位相對位置名稱</p> <p>1.教師提供學校平面圖及指北針，要求學生觀察平面圖與實際現象的異同。學生上臺發表報告：實際所測量的方位與地圖標示出的方位是否不同、各主要建築物的相對位置、大小距離是否有所不同。</p> <p>2.教師收回平面圖後，讓學生繪製自己心中的版本。</p> <p>教師指導學生繪製學校平面圖。</p> <p>3.讓學生上臺輪流發表自己的平面圖，全班進行討論。</p> <p>4.教師用學生所發表的平面圖介紹方位相對位置的名稱。</p>	<p>學校平面圖</p> <p>學習單(一)</p> <p>投影機</p>	40分
<p>方位概念介紹(3)：介紹各方位概念在旅行世界時的用法</p> <p>1.教師提供各組一份平面世界地圖及對應模型(地球儀、電腦模擬、立體世界地圖)，要求學生討論二者之間的異同。</p> <p>2.討論東邊在地圖上的哪裡(介紹經度)？</p> <p>3.討論什麼是換日線？它在哪裡？</p> <p>4.討論北邊在地圖上的哪裡(介紹緯度)？</p> <p>5.討論地球的最北邊在哪裡，最東邊在哪裡？</p>	<p>各組一份平面世界地圖及對應模型(尺度組：地球儀；模擬組：Google earth 電腦模擬；圖示組：立體世界地圖)</p> <p>學習單(二)</p>	40分

表 5

各階段使用之不同模型比較表

階段	尺度模型	模擬模型	圖示模型
第一階段	地球儀	Google earth	立體世界地圖
第二階段	地球儀、天球儀	Google earth、Stelleria	立體世界地圖、全天星象圖
第三階段	地球儀、太陽系儀	Google earth、Stelleria	立體世界地圖、全天星象圖

三、研究工具

(一) 方位概念成就測驗

研究者參考現行相關方位概念之測驗題庫，形成測驗題目初稿並加以修改，測驗包含對方位的基本認知、方位轉換、地球形狀、地球轉動、位置變化等五個次概念。再依上述五個次概念及「知識」、「理解」、「應用」、「分析」等四個認知層次，形式二個向度，建立方位概念理解之雙向細目表，編製選擇題的測驗題目。形成方位概念成就測驗，請國小自然科教師、科學教育專家進行審閱，並讓六名學童進行試答，修正其中題意不清及不妥之處，直到試卷無任何疑義，再進行正式施測。

原設計共計 25 題，經預試難度鑑別度分析後，依吳明隆、涂金堂（2005）提出的難度及鑑別度劃分標準，屬於容易的試題有 8 題（難度.60~.84），佔全部試題的 35%，屬於困難的試題有 15 題（難度.35~.59），佔全部試題的 65%，屬於極困難的有 2 題（難度.00~.34）；屬於非常優良試題有 15 題（鑑別度.40 以上），佔全部試題的 60%，屬於優良的試題有 8 題（鑑別度.30~.39），佔全部試題的 32%，屬於尚可的試題有 1 題（鑑別度.20~.29），佔全部試題的 4%，屬於不良的試題有 1 題（鑑別度在.19 以下），佔全部試題的 4%，測驗內部一致性信度 Cronbach's α 值為.81。刪除鑑別度低於.29 及難度低於.34 者後，形成正式測驗內容，難度介於 0.39~0.83 之間，鑑別度介於.37~.89 之間，測驗內部一致性信度 Cronbach's α 值為.83，具有良好內部一致性信度，量表內容題目如附錄一。

(二) 模型認知量表

Chittleborough 等人（2005）研究顯示，教育階段越高的學生，對模型在科學中所扮演的角色有較佳理解，比較能察覺模型具有多元性及可變性的本質，也能體驗到模型在科學學習上扮演的角色，而對模型有正確的認知，對於其科學態度及科學本質的理解應有協助。本研究中學童對模型認知是指學生在進行方位概念模型教學前後，對模型所扮演角色的認知。本研究採用 Treagust, Chittleborough 與 Mamiala(2002)的 "The

instrument students' Understanding of Models in Science" (簡稱 SUMS)，翻譯為中文版之「學生對模型認知量表」(簡稱模型認知量表)，本量表包含五個因素，分別為：模型是一種多元的表徵 (MR)、模型是真實的複製品 (ER)、模型是一種解釋的工具 (ET)、科學模型的使用 (USM) 以及模型是可變的 (CNM) 等五個向度。

本研究為有效區辨學生的作答，將 SUMS 修正為四點計分方式，依照勾選「很同意、同意、不同意、很不同意」，分別給予 4、3、2、1 分；反向題則反之。反向題之題號為：9、10、11、12、13、14、15、16 共八題。受試者在本量表最高可得 108 分，最低 27 分。其次，挑選自然科成績低、中、高成就者各一位之六年級學童試行閱讀與試答，修正成學童較易理解的語彙。此外，在填答說明處，針對模型及科學現象(事件)的意涵舉例說明，增加學生對題意的理解。

研究者以 Cronbach's α 來分析各分量表及總表的測驗內部一致性信度，經預測結果，整份量表的 Cronbach's α 值為 .79。其中模型是一種多元的表徵 (MR)、模型是真實的複製品 (ER)、模型是一種解釋的工具 (ET)、科學模型的使用 (USM)、以及模型是可變的 (CNM) 量表，各分量向量的信度質分別為 .75、.91、.73、.75、.65。正式施測信度質分別為 .76、.82、.74、.83、.72，整份量表值為 .85，量表內容題目如附錄二。

肆、研究結果與討論

一、三組學童在方位概念成就測驗的表現差異情形

(一) 各組教學的差異比較

在各組教學差異比較上，研究者以前測為共變項、後測為依變項，進行單因子共變數分析。首先進行變異數同質性檢定及迴歸係數同質性檢定，以確定符合共變數分析的假定，結果如表 6。不同模型教學因子對「方位概念成就測驗」總分及各分向度的變異數同質性檢定 F 值分別為 .07、1.58、.04、.28、.73、2.68， p 值均未達顯著水準，因此變異數同質性的假定滿足；迴歸係數同質性檢定之 F 值分別為 .12、.36、.59、1.00、.31、2.27， p 值均未達顯著水準，符合組內迴歸係數同質的基本假定。

表 6

方位概念成就測驗變異數同質性檢定及迴歸係數同質性檢定摘要表

向度	變異數同質性檢定				迴歸係數同質性檢定				
	F 檢定	分子 自由 度	分母 自由 度	Sig.	型 III 平方 和	自由 度	平均 平方 和	F 檢 定	Sig.
總分	0.07	2	139.00	0.93	0.78	2	0.39	0.12	0.88
基本認知	1.58	2	139.00	0.21	0.16	2	0.08	0.36	0.70
方位轉換	0.04	2	139.00	0.97	0.25	2	0.13	0.59	0.56
地球形狀	0.28	2	139.00	0.75	0.51	2	0.26	1.00	0.37
地球轉動	0.73	2	139.00	0.48	0.25	2	0.13	0.31	0.73
位置變化	2.68	2	139.00	0.07	0.90	2	0.45	2.27	0.11

研究者接著進行共變數分析，結果如表 7，不同模型教學在總分及各分向度的組間效果檢定達顯著水準 F 值分別為 47.64、16.86、34.87、22.49、31.78、10.87，p 值均小於 .05，顯示教學之間有顯著差異，總分及五個分向度之效果量的值分別是 .41、.20、.34、.25、.32、.14，依據 Cohen (1988) 對 Eta 平方效果量定義，變異數分析之小、中、大效果量 Eta 平方值分別為 .01、.06、.14，因此分析結果表示進行不同模型教學對學童在方位概念成就測驗的表現有不同的影響，平均數差異達顯著水準，在排除前測因素後，對方位概念成就測驗的影響有顯著差異，且達到大的效果量。

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

表 7

不同組別學童在「方位概念成就測驗」共變數分析表

分向度	變異數來源	SS	df	MS	F	Sig.	Eta平方
總分	組間	293.13	2	146.56	47.64	0.00	0.41
	誤差	424.55	138	3.08			
	校正後的總分	1214.49	141				
基本認知	組間	7.41	2	3.71	16.86	0.00	0.20
	誤差	30.33	138	0.22			
	校正後的總分	74.65	141				
方位轉換	組間	14.87	2	7.43	34.87	0.00	0.34
	誤差	29.42	138	0.21			
	校正後的總分	73.58	141				
地球形狀	組間	11.59	2	5.79	22.49	0.00	0.25
	誤差	35.55	138	0.26			
	校正後的總分	72.96	141				
地球轉動	組間	25.57	2	12.79	31.78	0.00	0.32
	誤差	55.53	138	0.40			
	校正後的總分	103.27	141				
位置變化	組間	4.39	2	2.19	10.87	0.00	0.14
	誤差	27.84	138	0.20			
	校正後的總分	71.77	141				

研究者以 LSD 法進行事後比較分析，結果如表 8。在總分表現上，尺度組優於模擬組，且模擬組優於圖示組。在各分向度的表現上，基本認知、方位轉換、地球形狀等三個分向度上，尺度組優於模擬組，且模擬組優於圖示組；地球轉動、位置變化等二個分向度上，尺度組與模擬組的表現分別優於圖示組。表示進行不同模型教學，對學童在方位概念的學習在分向度及總分上是有影響。

表 8

不同組別學童在「方位概念成就測驗」事後比較分析摘要

向度	三組平均數			事後比較結果 (LSD法)
	尺度組	模擬組	圖示組	
總分	23.08	21.97	19.62	尺度組>模擬組>圖示組
基本認知	4.69	4.43	4.13	尺度組>模擬組>圖示組
方位轉換	4.66	4.34	3.87	尺度組>模擬組>圖示組
地球形狀	4.63	4.49	3.96	尺度組>模擬組>圖示組
地球轉動	4.57	4.33	3.56	尺度組>圖示組； 模擬組>圖示組
位置變化	4.52	4.39	4.09	尺度組>圖示組； 模擬組>圖示組

(二) 小結與討論

本研究依上述的統計分析結果，在總分及所有分向度上，尺度組與模擬組表現皆優於圖示組，顯示學生藉由尺度模型與模擬模型的多元模型教學優於圖示模型教學，由於尺度組與模擬組提供更多元的模型進行學習，提升學習成效，此結果與 Coll 等人 (2005) 及封中興等人 (2011) 的研究相符。

在基本認知、方位轉換、地球形狀等三個分向度及總分上，尺度組優於模擬組，顯示尺度組學習效果在這三個向度的學習上優於模擬組的教學，陳翠雯、侯依伶和劉嘉茹 (2010) 使用了不同模型進行月相概念教學研究，發現在常態編班的情況下，模型刺激的教學效果會大於圖形，動畫刺激的教學效果與本研究結果相符，尺度模型在總分及部份向度上表現優於模擬模型與傳統模型。在地球轉動及位置變化的向度中，尺度組與模擬組表現無顯著差異，研究者推論是因為學童在利用模擬模型操作時，模型所呈現出地球轉動的效果與位置變化的情況與尺度模型相似，因此兩者無顯著差異。

二、三組學童在對模型認知測驗的表現差異情形

(一) 各組教學的差異比較

在各組教學差異比較上，研究者以前測為共變項、後測為依變項，進行單因子共變數分析。首先進行變異數同質性檢定及迴歸係數同質性檢定以確定符合共變數分析的假定，結果如表 9。結果不同模型教學因子對「模型認知測驗」總分及各分向度的變異數同質性檢定 F 值分別為 1.61、2.79、1.98、2.37、1.09、3.05，*p* 值均未達顯著水準，因此變異數同質性的假定滿足；迴歸係數同質性檢定之 F 值分別為 .80、.98、.24、1.18、

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

2.50、2.64， p 值均未達顯著水準，符合組內迴歸係數同質的基本假定。

表 9

模型認知之變異數同質性檢定及迴歸係數同質性檢定摘要表

分向度	變異數同質性檢定				迴歸係數同質性檢定				
	F 檢定	分子自由度	分母自由度	Sig.	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	Sig.
總分	1.61	2	139.00	0.20	75.40	2	37.70	0.80	0.45
多元的表徵 (MR)	2.79	2	139.00	0.06	10.92	2	5.46	0.98	0.38
真實的複製品 (ER)	1.98	2	139.00	0.14	9.46	2	4.73	0.24	0.79
解釋的工具(ET)	2.37	2	139.00	0.10	3.37	2	1.69	1.18	0.31
科學模型的使用 (USM)	1.09	2	139.00	0.34	2.77	2	1.38	2.50	0.09
模型是可變的 (CNM)	3.05	2	139.00	0.05	5.42	2	2.71	2.64	0.07

研究者接著進行共變數分析，結果如表 10。不同模型教學在總分及各分向度中，組間效果檢定達顯著水準 F 值分別為 27.78、22.60、25.14、12.05、8.49、4.19， p 值均小於 .05，顯示教學之間有顯著差異。總分及五個分向度之效果量的值分別是 .26、.25、.27、.15、.11、.06，依據 Cohen (1988) 對 Eta 平方效果量定義，變異數分析之小、中、大效果量 Eta 平方值分別為 .01、.06、.14，結果表示進行不同模型教學對學童在對模型認知測驗的表現有影響，平均數差異達顯著水準，在排除前測因素後，對模型認知測驗的影響有顯著差異，且達到中等以上的效果量。

表 10

不同組別學童在「模型認知量」共變數分析表

分向度	變異數 來源	SS	df	MS	F	Sig	Eta 平方
總分	組間	2326.63	2	1163.32	24.78	0.00	0.26
多元的表徵 (MR)	組間	252.00	2	126.00	22.60	0.00	0.25
真實的複製品 (ER)	組間	972.45	2	486.22	25.14	0.00	0.27
解釋的工具 (ET)	組間	34.56	2	17.28	12.05	0.00	0.15
科學模型的使用 (USM)	組間	9.61	2	4.80	8.49	0.00	0.11
模型是可變的(CNM)	組間	8.80	2	4.40	4.19	0.02	0.06

研究者以 LSD 法進行事後比較分析，結果如表 11。在總分表現上，模擬組優於尺度組，且尺度組、模擬組優於圖示組。在各分向度的表現，多元的表徵、真實的複製品、解釋的工具等三個方向度上，模擬組優於尺度組，且尺度組、模擬組優於圖示組；在科學模型的使用、模型是可變的等二個分向度上，模擬組與尺度組的表現分別優於圖示組。表示進行不同模型教學，對學童在模型認知的總分及各分向度有影響。

表 11

不同組別學童在「模型認知測驗」共變數分析表

向度	三組平均數			結果
	尺度組	模擬組	圖示組	
總分	82.17	86.57	74.05	模擬組>尺度組>圖示組
多元的表徵 (MR)	24.22	25.61	21.88	模擬組>尺度組>圖示組
真實的複製品 (ER)	23.17	25.56	18.91	模擬組>尺度組>圖示組
解釋的工具(ET)	15.48	16.02	14.61	模擬組>尺度組>圖示組
科學模型的使用 (USM)	9.67	9.75	9.05	模擬組>圖示組；尺度組>圖示組
模型是可變的 (CNM)	9.71	9.91	9.22	模擬組>圖示組；尺度組>圖示組

(二) 小結與討論

在總分及所有方向度上，尺度組與模擬組表現皆優於圖示組，顯示學生藉由尺度模型與模擬模型的教學優於傳統模型教學。可見加入尺度及模擬模型多元的模型對於

學生對模型本質的認知有所提升。

另外，在多元的表徵（MR）、真實的複製品（ER）、解釋的工具（ET）等三個分向度及總分上，模擬組優於尺度組，顯示模擬組學習效果在這三個向度的學習上優於尺度組的教學。周文忠和林宗翰（2010）指出模擬模型雖然僅能進行視覺學習無法觸摸缺乏真實感，卻可以突顯概念重點，且模擬模型的使用可以提升學生學習的動機，有助於教師的教學應用。

本研究的量化分析結果發現，因為透過不同的模型操作，學生對於模型的本質有不同的理解，其中以模擬組的學生表現最佳，推測原因是學生對於模擬模型產生較高的學習興趣，而且模擬模型可以顯現出模型的表徵與一般常見的尺度模型和圖表模型有所區隔，學生可以接觸到不同於平常的模型表徵形式，因此對於模型的意涵及其解釋的功能方面會有較佳的認知。顏志昌（2007）的研究也指出，使用包含模擬模型的教學活動，能有效提升學生對於模型本質的認知。

伍、結論與建議

一、研究結論

（一）不同模型教學對方位概念學習影響

依上述結果藉由不同類型模型進行教學時，對學生方位概念的提升會有不同的影響，在本研究中以多元模型的方式呈現教學之尺度組與模擬組表現皆優於圖示組，顯示尺度模型與模擬模型的呈現可加強學生學習效果。

由進一步事後比較結果顯示，在總分以及基本認知、方位轉換、地球形狀等三個分向度的表現上，尺度組優於模擬組，顯示提供尺度模型給學習者在這三個向度的學習效果會優於提供模擬軟體的學習。陳翠雯等人（2010）認為在真實的教學現場，模型和圖形表徵都是教師大量應用的非語詞刺激，在常態編班的情況下，尺度模型刺激的教學效果會大於圖形、動畫刺激的教學效果。由於尺度模型組的教學中提供方便操作的尺度模型，可以使學生專注於方位概念與尺度模型之表徵的聯結，學生對於方位概念的基本認知能有較佳的理解，而且在方位轉換的分向度上，則是因為尺度模型能讓學生在彈性地處理方位轉換變化；在地球形狀的分向度上，雖然模擬軟體可以產生立體視覺的效果，但實體的尺度模型卻可提供不可取代的三度空間及肢體操作感覺，

使學生在地球形狀的學習向度表現更加突出。

在地球轉動及位置變化方面，由於模擬軟體的轉動與位置的表徵方式可以有效表達轉動及位置變化的情境，且動態畫面可以吸引學生注意力，使學生在專注於轉動及位置變化，因此學習成效與尺度模型接近。

(二) 不同模型教學對模型認知的影響

依上述結果藉由不同類型模型進行教學時，對學生模型認知有不同的影響，在本研究中以多元模型的方式呈現教學之模擬組與尺度組表現皆優於圖示組，顯示提供更多元模型能夠增加學生對不同種類模型的接觸機會，對同一概念的表徵方式會有更多元的感受，使學生對模型的意涵有更深入的了解。

經事後比較的結果顯示，在總分以及在多元的表徵、真實的複製品、解釋的工具等三個分向度的表現上，模擬組優於尺度組，顯示提供模擬軟體給學習者在這三個向度的學習效果會優於提供尺度模型的學習。周文忠和林宗翰（2010）指出模擬模型雖然僅能進行視覺學習，缺乏可以觸摸的真實感，卻可以在模擬模型的影像之中突顯所要表現的概念重點，且模擬模型的使用可以提升學生學習的動機，有助於教師的教學應用。為提升學習動機，使用模擬模型可使學生，更專注於模型應用與反覆練習，進而對模型的本質有更佳的認知。

許多相關研究指出（張志康、林靜雯、邱美虹，2009；Buckley et al., 2004; Clement, 2000; Harrison & Treagust, 2000; Justi & Gilbert, 2002; Schwarz et al., 2009），學生對模型的認知需要適當的教學，教師應提供學生適當使用模型的機會，透過認識與理解模型的本質，反覆練習建模的歷程，有助於學生使用模型的能力及了解模型本質。另外，Acher 等人（2007）也指出教學時應提供學生學習使用資料來發展與檢驗他們的模型，並能了解與他人資料不同時，產生的模型亦可能不同，也應提供學生示範以及練習的機會，才能提升學生對模型的認知。由於模擬模型組的教學中所提供的虛擬模型，使學生能夠體會不同於實體物的模型類別，虛擬模型更能透過互動式的操作使學生了解模型的多樣性，因此在多元的表徵、真實的複製品、解釋的工具三個分向度上，表現優於尺度組。

二、研究建議

由研究結果可知，不同多元模型教學之間對於方位概念學習及模型認知有所差異，仍可進一步設計更多元的模型組合教學情境，探討出適合不同情況的最佳的教學模式。周文忠和林宗翰(2010)指出，模擬模型與尺度模型各有其優缺點，尺度模型具備

方便操作、可觸摸真實感，卻有資源變化少的缺點，而模擬模型雖然缺乏可觸摸的真實感，卻可以突顯概念重點。圖像、圖示、模擬及尺度等各種模型都是現代教師大量應用於教學的方式，本研究結果顯示，不同多元模型的應用對於概念的學習與模型認知的影響有所不同，本研究建議未來仍可透過教材統整及發展，使教材更臻完整，以尺度模型、模擬模型的操作等方式，並以有趣現象引發學習興趣，使既有心智模型進行深層的解構與重新建構，才可以促進學童科學概念之學習與對模型認知的發展。

參考文獻

中文部分

- 毛松霖 (1995)。國小五六年級學童「傳達」及「資料解釋」能力與天文概念架構之關係研究 (科技部專題研究計畫成果報告編號：NSC-82-0111-S003-069-N)。臺北，中華民國科技部。
- 吳明隆、涂金堂 (2005)。SPSS 與統計應用分析。臺北：五南。
- 邱美虹 (2008)。模型與建模能力之理論架構。科學教育月刊，306，2-9。
- 林郁宏 (2009)。立體書對幼童空間方位學習成效研究。未出版之碩士論文，崑山科技大學視覺傳達設計研究所，臺南。
- 林嘉綏、李丹玲 (2005)。幼兒數學教材教法。臺北：五南。
- 林振欽、洪振方 (2010)。學生建模歷程分析與類型之個案研究：以電腦模擬單擺實驗為例。高雄師大學報 (自然科學與科技類)，25，1-24。
- 封中興、顏志昌、洪振方 (2011)。「多元模型教學模式」的教學成效之評析—以國小星象觀測單元為例。屏東教育大學學報-教育類，36，25-62。
- 洪文東 (2007)。幼年期兒童的空間概念。南臺灣2007幼兒保育學術研討會論文集，美和技術學院。
- 許民陽 (1995)。國小學童對方向及位置兩空間概念認知發展的研究 (2) --國小中年級學童對東西南北相關方位的認知探討。臺北市立師範學院學報，26，213-244。
- 周文忠、林宗翰 (2010)。實體與虛擬教具於教師教學應用上之省思。資訊科學應用期刊，6，33-46。
- 周金城 (2008)。探究中學生對科學模型的分類與組成本質的理解。科學教育期刊，306，

10-17。

- 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。
- 張志康、林靜雯、邱美虹（2009）。跨年級中學生串並聯電路心智模式的研究。《科學教育月刊》，317，2-17。
- 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。
- 教育部（2010）。《國民中小學九年一貫課程綱要 自然與生活科技課程綱要》。臺北：教育部。
- 黃書卿（2008）。《以心象為基礎之電腦輔助教材開發-以國小地圖教學為例》。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所，臺北。
- 廖淑苹（2000）。《發展國中「分子」多元媒體與概念學習研究》。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學化學研究所，彰化。
- 賴瑞芳（2002）。《小學月亮迷思概念之研究》。未出版之碩士論文，臺中師範學院自然科學教育研究所，臺中。
- 顏志昌（2007）。《以多元模型為基礎的教學對學生星象單元學習之影響》。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學科學教育研究所，高雄。
- 鍾菊香（2005）。《認知圖述說幼兒空間認知能力的表現-以家家幼稚園戶外教學為例》。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學，臺北。
- 熊召弟（1995）。對國小自然科新課程教材之建議。《國立編譯館通訊》，8（1），13-18。

外文部分

- Ainsworth, S.(1999). The functions of multiple representations. *Computers & Educaiton*,33, 131-152.
- Acher, A., Arca, M., & Sanmarti, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91(3), 398-418.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. G., & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation.

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

Science Education, 93(1), 26-55.

Bliss, J., & Ogborn, J. (1989). Tools for Exploratory Learning: A Research Programme.

Journal of Computer Assisted Learning, 5, 37-50.

Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A., Horwitz, P., Tinker, R., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based Teaching and Learning with BioLogica™:

What do they learn? How do they learn? How do we know? *Journal of Science education*, 29(4), 465-482.

Buckley, B. C., & Boulter, C. J. (2000). Investigating the Role of Representations and Expressed Models in Building Mental Models. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter(Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 119-135). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Chittleborough, G.D., Treatue, D.F., Manmiala, T.L., & Mocerino, M.(2005) Students' perception of the role of models in the process of science and in the process of learning . *Research in Science & Technological Education*,23(2),195-212.

Clement, J.(2000). Model based learning as a key research area for science education.

International Journal of Science education, 22(9),1041-1053.

Cohen,J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences(2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.

Falcão, D., Colinviaux, D., Krapas, S., Querioz, G., Alves, F., Cazelli, S.,Valente,M. E., & Gouvea, G. (2004). A model-based approach to science exhibition evaluation: A case study in a Brazilian astronomy museum. *International Journal of Science Education*, 26(8), 951-978.

Fraenkel, J., R. & Wallen, N. E. (2000). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.

Gabriel, N. (2004).Space Exploration: Developing Spaces for Children. *Geography*, 89(2),180-182.

Gilbert, J.K., Boulter, C.J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J.K. Gilbert & C.J. Boulter (Eds.), *Developing*

- models in science education* (pp. 3-18). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. (1991). Understanding Models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 799-822.
- Greca, I. M., & Moreira, A. (2000). Mental models, conceptual models, and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799.
- Langley, P. (1997). Machine learning for intelligent systems. *Proceedings of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence* (pp. 763-769). Providence, RI: AAAI Press.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy: Supporting development in learning in contexts. In W. Damon, R. M. Lerner, K. A. Renninger, & I. E. Sigel (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 4* (6th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2000). Symbolizing, communicating, and mathematizing: Key components of models and modeling. In P. Cobb, E. Yackel, & K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms: Perspectives on discourse, tools, and instructional design* (pp. 361-383). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-119.
- Poole, C., Miller, S. A., & Church, E. B. (2006). Development: Ages & Stages—Spatial

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

- Awareness. *Early Childhood Today*, 20(6), 25-30.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L. O., Acher, A., Fortus, D., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression of scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *The Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Stewart, J., Cartier, J.L., & Passmore, C.M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. In M.S. Donovan, & J.D. Bransford (Eds.), *How students learn* (pp. 515-565). Washington, DC:National Research Council.
- Tao, P-K., & Gunstone, R. (1999). The process on conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859-882.
- Taylor, I., Barker, M., & Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1025-1225.
- Treagust, D.F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science Education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.

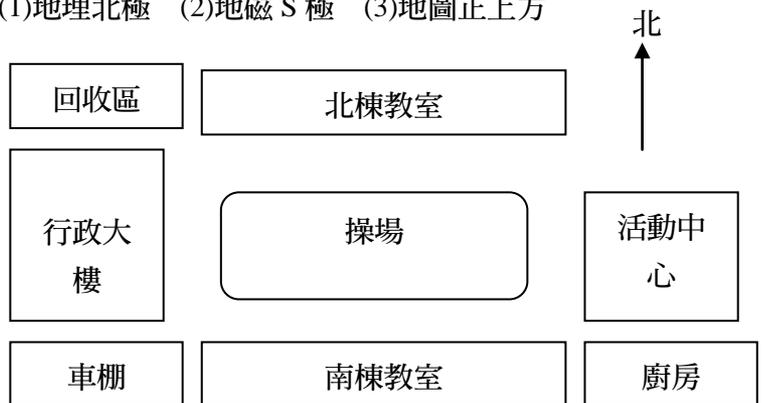
附錄一 方位概念學習成就測驗

班級： 姓名： 座號：

親愛的小朋友，您好：

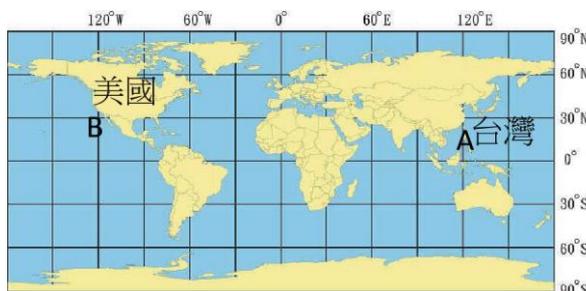
這份問卷是作研究用的，是想知道您對方位概念的瞭解，並不是在考試，也不會影響您在學校的成績，請您放心作答。請將您認為的答案選出來就可以了，**每一題僅有一個答案**。我們不會公佈您的個人資料，所有資料只作為學術研究用，謝謝您的協助。

- ()如何向別人說明風從哪裡來？下列何種敘述最能讓人明白風所來自的方位。(1) 迎面吹來 (2)風是從教室的左邊吹來的 (3)風是從北邊吹來的 (4)風是從教室的後面來的。
- ()為什麼我們要用東西南北來說明方位而不用上下左右呢？(1)為了讓別人更理解位置，避免因說明人的位置不同而有所差異 (2)因為只有東西南北可以取代上下左右的說法 (3)因為東西南北的方位是固定的，所有人的東邊指向地球的某個地點 (4)因為用東西南北可以說明上下左右。
- ()下列何種說明正確？(1)所有地圖或位置圖的上面一定是北方 (2)海的位置一定在西邊 (3)北極可以是指地球上的一個特定點 (4)在天上一直向東方飛行，可以到達世界的盡頭。
- ()指北針所指的方位是？(1)地理北極 (2)地磁 S 極 (3)地圖正上方 (4)地軸的北方
- ()這是某學校的地圖，車棚是在操場的何方？(1)西北 (2)東南 (3)東北 (4)西南。
- ()站在行政大樓面向操場時，車棚在觀察者的何方？(1)左邊 (2)後方 (3)前方 (4)右邊。
- ()小明站在操場，他說：活動中心在我的正後方。請問他面向何方？(1)東 (2)西 (3)南 (4)北。



不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究

- 8.()小英原來向南走，轉向右邊之後，請問他朝向哪個方位？(1)東 (2)南 (3)西 (4)北。
- 9.()小明站在一條航行中的船上，看到北極星在船的左方，請問船航行的方向是？(1)東 (2)西 (3)南 (4)北。
- 10.()如果一架飛機一直往北方前進，會發生什麼情況？(1)可以移動到地球的最南方 (2)可以移動到回原來的地方 (3)可以移動到地球的最北方 (4)可以移動到地球的最東方或最西方
- 11.()右圖是一張世界地圖，請問從臺灣 A 點要到美國的西岸的 B 點，最快的方式是往何方飛行？(1)東 (2)西 (3)南 (4)北。
- 12.()若一架飛機一直往西方前進，會發生什麼情況？(1)可以移動到地球的最東方 (2)可以移動到回原來的地方 (3)可以移動到地球的最西方 (4)可以移動到地球的最北方或最南方
- 13.()緯度愈高表示(1)愈接近赤道 (2)經度也會愈大 (3)海拔愈高 (4)愈靠近地球的南北極。
- 14.()地球的形狀和一般地圖上方位的關係，下面敘述何者錯誤？(1)地球是球形但地圖通呈現是長方形。(2)地球儀通常是傾斜 23.5 度的，但是地圖的上方通常是北方，沒有傾斜 23.5 度 (3)一般地圖可以當成是地球表面的一部份 (4)將一般的長方形世界地圖合起來，可以剛好包成一個球形。
- 15.()下列敘述何者正確？(1)由於地球會自轉所以產生月相的變化 (2)太陽每天固定從正西方落下 (3)天上所有星體都繞著太陽公轉 (4)在地球上觀測到的太陽、月亮都是從東方升起。
- 16.()從北極上空往下看，地球的轉動是 (1)由東向西 (2)由北向南 (3)由西向東 (4)由南向北。
- 17.()承上題，也可以說地球的自轉方向是 (1)順時針 (2)逆時針 (3)由上向下轉 (4)由下向上轉
- 18.()為什麼不能定太陽升起的位置為正東方？(1)太陽升起的位置會逐漸向南變化 (2)太陽升起的位置會逐漸向北變化 (3)太陽升起的位置會逐漸偏向西邊 (4)太陽升起是在東方，但會逐漸偏南或偏北。



- 19.()多數在地球觀察的星體都是由東往西移動代表什麼？(1)地球是由東向西自轉
(2)地球是由西向東自轉 (3)地球是由東向西公轉 (4)地球是由西向東公轉
- 20.()小明坐在飛機上，看到太陽的位置一直沒有什麼變化，請問飛機最有可能是往何方飛行？(1)東 (2)南 (3)西 (4)北。
- 21.()從東經 1 度的英國城市，往東邊飛行一開始會發生什麼事？(1)經度不會改變
(2)經度增加 (3)緯度會增加 (3)經度會減少
- 22.()有關南極地圖的敘述何者錯誤？(1)南極地圖的中心點在地理的南極 (2)從南極地圖上的中心點向外出發都是往北 (3)在南極只有東西方向沒有南北方向
(4)從南極地圖的下方是朝向北方。
- 23.()某一天在屏東恆春的中午，太陽恰好在天頂中央，那麼此時在臺北的太陽位置如何？(1)偏向南邊 (2)偏向北邊 (3)也會在天頂正中央 (4)不一定。

附錄二 學生對模型認知量表

班級： 姓名： 座號：

親愛的小朋友，您好：

這份問卷是作研究用的，是想知道您對「模型」一詞的瞭解，並不是在考試，也不會影響您在學校的成績，請您放心作答，所以請選擇一個最適合的並在答案紙上打勾即可。我們不會公佈您的個人資料，所有資料只作為學術研究用，謝謝您的協助。也祝您健康快樂~

<<補充說明>>

- 1.「模型」一詞，指的是老師上課所使用具體的實物，像是：地球儀、世界地圖、圖卡、電腦模擬軟體……等都是。
- 2.科學現象(事件)：是指本單元方位概念中所出現的情境。例如：一般地圖會標示出方位、東邊的相對位置是西邊、地球的轉動……等，都是科學現象(事件)。

<<填答說明>>

非同不很
常意同不
同意同
意 意

1、左邊有四個選項，請在□中用✓的記號標示出最符合的。

非同不很
常意同不
同意同
意 意

1、藉由呈現事物的不同觀點，不一樣的模型就可以用來解釋科學現象的多個面貌。

2、不同的模型可以呈現科學現象的不同觀點。

3、不同的模型可以清楚的表現想法之間的關係。

4、使用不同的模型可以顯示每個人對於事物看起來像什麼或它們如何運作的不同觀點。

- 5、不同的模型可以呈現物體的不同層面或外形。
- 6、不同的模型可以呈現事物的不同組成；也就是說以不同的方式呈現它。
- 7、不同的模型可以呈現我們如何使用多方面的訊息。
- 8、模型擁有表達或解釋一個科學現象所需要的條件。
- 9、模型應該是一個精確的複製品。
- 10、模型需要更近似於真實的物體。
- 11、模型需做得非常精確近似於真實物體，才不會被認為有虛假。
- 12、模型的每一個部分，必須能夠可以告訴我們它所代表的是什麼。
- 13、除了實際的大小之外，模型在每一個方面都必需精確有如實物。
- 14、模型需要精確地接近真實的物體來提供正確的訊息，顯示事物像什麼。
- 15、模型可以表示實物的運作及其外觀。
- 16、模型代表一個物體的縮小版。
- 17、模型可以具體的來代表某些事物。
- 18、模型可以有助於你在心中創造一個圖像，瞭解科學現象的發生。
- 19、科學現象可以利用模型解釋。
- 20、模型可以用來解釋概念。
- 21、模型可以是一張圖表或一幅圖畫，一張地圖，曲線圖表或照片。
- 22、模型可以幫助你對科學事件形成概念及理論。
- 23、使用模型可以呈現出它在科學研究中所扮演的角色。
- 24、模型可以對一個科學事件形成預測並判斷你形成的預測是否正確。
- 25、假如新理論或證據證明並非如此，則模型是可以改變的。
- 26、假如有新的發現，那模型是可以改變的。
- 27、假如在數據或信念上有改變，則模型也是可以改變的。（數據：是指你所得的資料、信念：你原有的想法、觀念）

The Effects of Different Model Instructions on Position Concepts Learning and Understanding of Models of Primary School Students

Chih-Chiang Yang^{*} Jeng-Fung Hung^{**} Jih-Tsung Lin^{***}

Abstract

The roles of position concepts are the core concepts in many curriculums and affect the learning for many further concepts. The instruction in this study was based in mental model building theory. The purpose of the study is to inquire students' learning of position concepts and understanding of models in science by developing the position conceptions test and the instrument of students' understanding of models in science. 142 students in six classes were chosen and divided into three groups. This study applies one-way ANCOVA to do data analysis for understanding the change of student's position concepts and understanding of models in science. Interview was used to confer the student's concepts further. Results of the position conceptions test indicated that the score of scale model group is significantly greater than the simulations model group and the simulations model group is significantly greater than the maps group ($p < .05$). Results of the understanding of models indicated that the score of simulations model group is significantly greater than the scale model group and the scale model group is significantly greater than the maps group ($p < .05$).

* Corresponding Author: Yang C-C, PhD candidate, Graduate Institute of Science Education & Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

E-mail:nzm.tw@yahoo.com.tw

** Hung J-F, Professor, Graduate Institute of Science Education & Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

E-mail:t1873@nknucc.nknu.edu.tw

*** Lin J-T, PhD Candidate, Graduate Institute of Science Education & Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

E-mail:jihtsong@ms17.hinet.net

楊志強 洪振方 林日宗

***Key words:* model instructions, concept of position, understanding of models.**

不同模型教學對學童方位概念學習與模型認知之研究