

教育部九十五年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計劃名稱：多維度空間表徵教學媒體研發與應用及其教學成效之研究

主持人：陳世文

執行單位：花蓮縣中正國民小學

一、研究目的：

本計劃主要目的在於幫助學童對於「月相盈虧」現象背後之抽象概念更具系統性的學習。首先探討不同空間思維能力之學生學習月相概念的現況及差異，並應用電腦軟體的動畫表徵，以及立體模型教具等教學媒體的設計與研發，應用不同空間表徵之學習媒體的教學策略來探討學生在月相盈虧概念之月升時間、移動方位、位置及時間關係以及盈虧成因等不同向度上的學習成效。因此，本計劃之探討問題如下：

- (一) 國小學童對於「月相盈虧」概念的瞭解情形為何？
- (二) 不同空間思維能力之學童在月相盈虧概念上具有什麼樣的差異？
- (三) 應用不同空間表徵之教學媒體，如傳統教學文本、電腦模擬動畫以及研發的立體教學模型等，對於學生學習「月相盈虧」概念有何成效？

二、研究方法

(一) 分組設計

本計劃設計三個教學組別，分別是「二維空間表徵組」(2D組)、「三維空間表徵組」(3D組)以及「控制組」(C組)三組。各組別之內容重點如下：

組別	教學重點
「二維空間表徵組」 (2D組)	教師引導學生觀看並操作動畫，電腦動畫乃利用花蓮縣花崗國中王建忍老師設計之 Flash MX 動畫，從操作中獲得月相概念的資訊，並且藉由小組討論的方式，在這之間，學生可重複觀看動畫。
「三維空間表徵組」 (3D組)	設計立體教學模型，教師引導學生動手操作該模型教具，操作模型以模擬日地月三者關係，用以解釋月相的相關概念，小組並討論問題。
「控制組」 (C組)	教師使用九年一貫課程國小自然與生活科技之教科書中「月相」的學習內容，利用教材內的平面圖示，進行月相概念的教學活動。

在研究進行之流程方面，四年級學生首先接受「月相盈虧概念測驗」及「視覺空間能力測驗」等二份研究工具之施測，前項測驗主要知悉學生對於月相概念

的了解情形；而透過「視覺空間能力測驗」的前後測，藉以了解學生之間空間能力的差異，並探討月相概念學習與空間能力之關係。月相概念的教學活動乃針對月相概念來設計三套相關課程，不同研究群組學生授受不同的月相課程的教學活動，課程結束之後，再對三組學生進行「月相測驗」進行後測，比較測驗前、後測分數表現，進一步探討不同教學活動對學生在學習月相概念的影響，以及學生在學習月相概念時，不同空間能力的學生學習成效。

(二) 研究工具

本計劃之研究工具包括二份測驗工具及教學媒體的設計，測驗工具有二：一為「視覺空間能力測驗 (Test of Capacity of Visual Space, TCVS)」，旨於瞭解學生空間能力的高低，此測驗依據蔣家唐(1995)¹之空間能力定義之論點，設計 36 題試題，分別對應於平移、計數、旋轉、摺合、立體轉動等空間能力向度；二為「月相盈虧概念測驗 (Test of Conception of the Waxing and Waning of Moon, TCWWM)」，主要探討月相盈虧教學課程前後，學生在「月亮光源昇落」、「月相週期變化」、「月昇時間」及「月相之成因」等四項向度之學習情形，試題採二階 (Two-tiers) 型式設計 15 題問題。第一階層呈現多個選項，第二階層乃列出諸點理由，選項理由乃經晤談學生想法所擬定。

教學媒體設計亦有二，一是二維動畫之教學媒體、另一則為三維空間教學媒體，在二維動畫方面，計劃採用花蓮縣花崗國中王建忍教師所設計之「月相盈虧」軟體作為二維空間之教學媒體。該軟體乃以地球為座標中心的觀察系統，功能上具有靜態之文字說明與動態的互動操作模式。該軟體置於中正國小的教學網站，有興趣者可去本校網站 <http://210.240.66.3> 下載。

而在三維空間教學模型方面，因傳統三球儀教學旨在表徵日、地、月三者之相對運行情形，並非用於月相盈虧教學之工具，因此本計劃試圖研發以學習月相盈虧單元為主之教學媒體。此模型希望解釋以下之概念向度：(1)月亮光源及昇落(2)月相的週期變化(3)月亮之升起時間(4)月相之形成原因。模型主要包括：底盤、地球、月球、太陽光四部分。

(三) 教學課程

本計劃之教學課程，乃依輔助教具之不同空間表徵而設計，教學內容主要包含四個向度：月亮的基本知識、月相的週期變化、月昇時間、月相形成的原因，教學時間為四週，每週二節課，課程時數共計共三百二十分鐘。月相盈虧概念向度如下表所示：

表 2 「月相盈虧」之概念向度

¹ 見蔣家唐(1995)：視覺空間認知能力向度分析暨數理、語文資優生視覺空間認知能力差異研究。行政院國家科學委員會補助專研究計畫成果報告，NSC 83-0111-S-018-019

概念向度	概念內容
月亮昇落	㉟ 1-1 月亮自轉週期與其公轉週期相同 (約 29.5 日)。 ㉟ 1-2 月亮從東邊升起, 通過南方天空, 從西方落下。 ㉟ 1-3 月亮東昇西落是因地球西向東自轉 (由北極鳥瞰為逆時針轉動)。
月相週期變化	㉟ 2-1 月形變化的週期日數約 29.5 日。 ㉟ 2-2 月相圓缺變化週期之原因是因月球繞地球公轉造成。 ㉟ 2-3 同一日之月相改變之形狀不易察覺, 視覺上幾乎不改變。 ㉟ 2-4 朔月、盈眉月、上弦月、盈凸月、滿月、虧凸月、下弦月、虧眉月。
月昇時間	㉟ 3-1 同一日之不同時間, 觀察月亮的位置, 時間越晚, 月亮的位置逐漸偏西。 ㉟ 3-2 月亮由地平線昇起的時間, 每日約晚 50 分。 ㉟ 3-3 同一月份中, 不同日期, 相同時刻, 月亮位置不同; 每過一日, 位置漸漸偏東。
月相成因	㉟ 4-1 日地月三者相對位置鳥瞰。 ㉟ 4-2 日地月三者相對位置的改變, 從地球所見到月球發亮部分發生變化。

三、研究成果

本計劃執行過程後, 就收集相關資料, 分析之結果簡述如下:

(一) 就學童在「月相盈虧概念測驗」結果而言

在「月亮光源與昇落」的基礎知識上, 在本研究之中, 從研究對象在此概念向度的作答結果顯示, 得分平均值 (答對率) 大多可達 60% 以上, 但在月亮東昇西落的原因選擇上, 許多學童是以「月亮每天繞地球一圈」的生活知識, 以及「月亮的公轉週期是將近一個月, 每天移動的距離是公轉軌道的三十分之一」的科學知識並存的現象。

Costa (1995) 對於學生在生活世界與學校教學世界的調適提出的看法認為, 學生常生活於多重世界中, 隨時在生活世界與學校教學世界中進行調適的作用, 而有四種調適的情形: (一) 彼此調和, 可輕易跨越二者之間學習; (二) 存有某些障礙, 但可作適度的調適; (三) 調適不良, 常以僥倖嘗試的心理; (四) 無法跨越二個世界所存在的鴻溝。在本研究之中, 學生在月亮東昇西落的原因的選擇上, 即存在這些情形, 若欲深入探究應藉由質性的資料分析方式, 應可探求學童在生活知識與科學知識之間調適的情形。

在「月昇時間」的概念向度上, 或許在文學、口語和故事的相傳上, 總是帶給中國人一個刻板印象, 即是白天見日, 夜晚見月, 日落後就是月亮昇起的時間, 因而在教學前, 學童多數持有月昇時間的概念多受太陽的影響, 在教學之後, 提醒之下所做的觀測, 學童亦可以發現, 在白天、下午的時候均可觀察到月亮的蹤跡, 由生活的體驗, 才足以改變兒童原先受到的錯誤訊息傳遞。

在「月相成因」的部份, 在本研究中試圖以提供輔助教具幫助學童學習; 研究對象在教學前, 有 42% 的學生在教學前是以月蝕的觀點解釋, 在教學後, 則建立起正確概念最高比例的是 3D 組, 此外, 立體模型與平面圖形及電腦動畫相較之下, 立體模型確實幫助學生建立日地月的相對運動關係, 建立鳥瞰的觀點來觀

察月相盈虧。

關於學童難以理解的「月相的週期變化」部份，本研究中，所提供的教學策略並未能確實達成教學目標，畢竟月相的週期變化長達一個月之久，且加上觀察月相易受時間、天氣、地點等因素的影響，教師難以引導學生長期觀察，無法由學生自己體驗的經驗去建立一套週期性變化的歸納。本研究所設計的教學活動中，欠缺對月相的長期觀察，若教師能夠規劃長時間的觀察活動，引發學生對於月相觀察的興趣，以此生活經驗與科學知識做結合，相信必能改善，學童對於月相盈虧的變化週期及農曆判斷的了解。

(二) 不同空間能力的學童在「月相盈虧概念」的學習

在本研究中，高空間能力的學童在學習月相盈虧概念上優於低空間能力的學童，兒童空間能力不足，或是尚未發展完整的情形之下，難以學習符合正確的「月相盈虧概念」。然而有某一些概念，例如月亮昇起的方向，符合學童的生活經驗，則無差異，然而，在觀察者角色的調換上、日地月的相對運動關係、月球的運轉等概念則有明顯的差異。然而在「月相的週期變化」部份，亦不受影響。

本研究發現空間能力與學童的「月相盈虧概念」有關，在許多科學概念的學習過程中，學生必須“想像”一些無法具體、直接觀察到的現象，空間能力的發現亦是學童在學習科學活動之際，必須要發展的能力之一。在往後對此單元之教學時，應注意到空間能力對於月相概念可能造成的影響。

(三) 提供輔助教具對學童學習「月相盈虧概念」的影響

在本研究中，提供模型的三維空間表徵，可幫助學童建立日、地、月三者間的相對位置關係，然而提供動畫的二維空間表徵，所表現的結果卻與控制組無異，顯然地，雖然動畫可幫助學生建立月相概念上某些動態的變化過程，但效果上則與平面圖形的教學方式未有太多差異，或許與動畫背後仍蘊涵著許多空間位置的概念有關，而影響其輔助學習之效果。

四、討論與建議

(一) 在進行二維動畫的教學組別中，因為涉及到電腦軟體的使用，需要配合電腦教室的使用，根據合作教師反應，學生雖對電腦軟體感到興趣，但是教學場地的配合是研究需要面臨的實際問題。

(二) 三維空間教學模型的教學，因為涉及到月相形狀的觀察，需要透過模擬光源的照射，因此需要在黑暗或無光照的教室場所進行教學，在製作模型過程中，因在有窗簾的圖書室進行模型使用，可以清楚的觀察模型上不同月

相的情況。但是在實際教學現場中，仍需要在暗室進行，以呈現較佳效果。

- (三) 月相盈虧的單元教學往往配合中秋節日，於九月份進行，但以往教學時，九月份經常下雨，根據氣象局台灣雨量統計 (<http://www.cwb.gov.tw/>)，花蓮地區九月份的降雨量僅次於十月份。使得學生往往無法觀測月相，因此月相單元是否以配合節日為主，或可因時因地而做教學進度之調整值得思考。
- (四) 在當今趨於多元的社會，科技的發展日新月異，教師在科學課程的教學活動中，能夠應用的輔助工具日亦增加，教師若能在「月相盈虧」教學活動中，輔以模型的具體操作或是同時加入電腦動畫的半具體操作，或許能幫助學童學習「月相盈虧」。隨 CAI 教學軟體的發展，進入電腦資訊爆炸的時代，九年一貫的課程綱要更明白指出資訊應為基本能力之一，提出資訊融入各科等議題，顯示出現今對於電腦資訊之重視，但在於國小的科學學習，兒童的空間能力發展未足，雖電腦動畫是提供輔助的良好工具之一，但應以具體的模型操作為較佳的輔助工具。