

教育部九十五年度中小學科學教育專案期中報告大綱

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、計劃目的：

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、執行單位對計劃支持情形與參與計劃人員

本計劃之執行單位為花蓮縣中正國民小學，本校對於國小階段的基礎科學學習相當重視，在申請計劃之初，校方即鼓勵本校之科學教師踴躍提出計劃申請。計劃獲得補助之後，學校在行政業務的配合支援及教學資源上的更新改善，有給予此計劃莫大幫助。本計劃為考量研究內容與問題的執行，在研究教學上需與他校教師合作參與，合作人員亦積極教學。本研究參與計劃人員除了計劃主持人與協同主持人各一位之外，在研究方法設計與研究工具發展、研究進度規劃上，另邀請二位在科學教育上有所涉獵之教師學者提供意見建議與指導。此外，為配合研究的教學設計，在實驗教學上，另邀請三位科學教師擔任不同組別的教學教師。整體計劃的內容與進度之掌控則由計劃主持人統籌負責，以利計劃順利執行。

三、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	內容重點
「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。

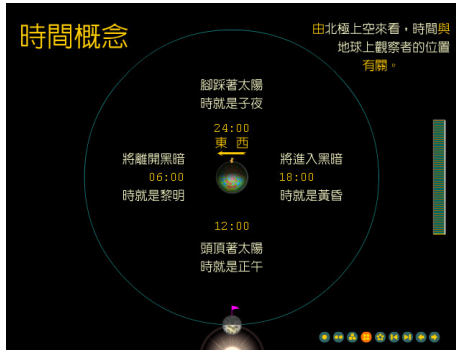
在研究進行之流程方面，四年級學生首先接受「月相盈虧概念測驗」及「視覺空間能力測驗」等二份研究工具之施測，前項測驗主要知悉學生對於月相概念的了解情形；而透過「視覺空間能力測驗」的前後測，藉以了解學生之間空間能力的差異，並探討月相概念學習與空間能力之關係。月相概念的教學活動乃針對月相概念來設計三套相關課程，不同研究群組學生授受不同的月相課程的教學活動，課程結束之後，再對三組學生進行「月相測驗」進行後測，比較測驗前、後測分數表現，進一步探討不同教學活動對學生在學習月相概念的影響，以及學生在學習月相概念時，不同空間能力的學生學習成效。

(二) 研究工具

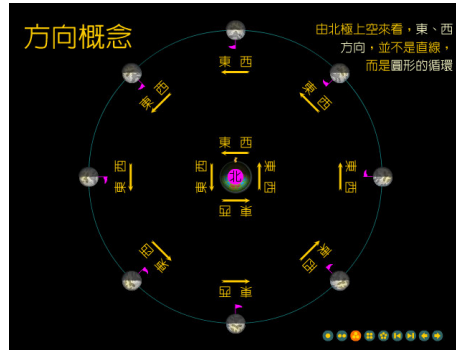
本計劃之研究工具包括二份測驗工具及教學媒體的設計，測驗工具有二：一為「視覺空間能力測驗 (Test of Capacity of Visual Space, TCVS)」旨於瞭解學生空間能力的高低，此測驗依據蔣家唐(1995)¹之空間能力定義之論點，設計 36 題試題，分別對應於平移、計數、旋轉、摺合、立體轉動等空間能力向度，；二為「月相盈虧概念測驗 (Test of Conception of the Waxing and Waning of Moon, TCWWM)」主要探討月相盈虧教學課程前後，學生在「月亮光源及昇落」、月相的週期變化、月亮之升起時間及「月相之形成原因」等四項向度之學習情形，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，第二階層乃列出第一部份回答之可能理由，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。其中靜態的文字描述部份包括了(1)月相觀察時間(2)月球運行方向(3)月亮始終正向(4)月相成因 (5)月相與日期關係等概念說明。各概念向度之軟體介面概舉如下圖所示：

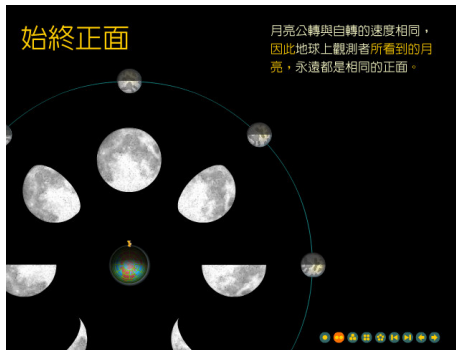
¹ 見蔣家唐(1995) 視覺空間認知能力向度分析暨數理、語文資優生視覺空間認知能力差異研究。行政院國家科學委員會補助專研究計畫成果報告，NSC 83-0111-S-018-019



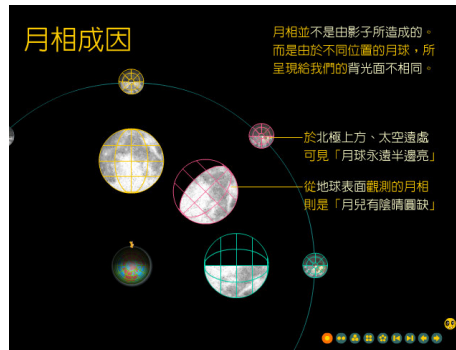
(a) 月相觀察時間



(b) 月球運行方向

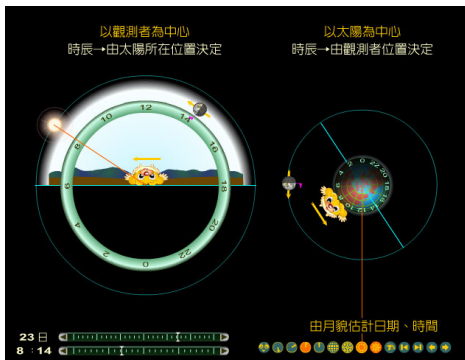


(c) 月亮始終正向

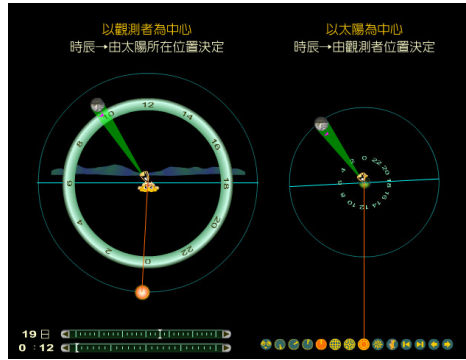


(d) 月相成因

至於動態部份則是屬於互動操作模式，使用者可以透過滑鼠的操作，來呈現下列幾項功能：(1)觀察者位置及視角；(2)呈現東西方位；(3)農曆日期與月相之對應；(4)由月貌估計日期；(5)月亮不同快慢速度的運動。



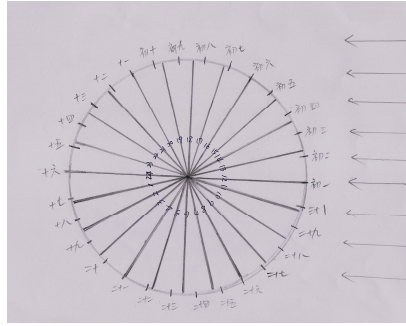
(a) 由月貌推估日期、時間



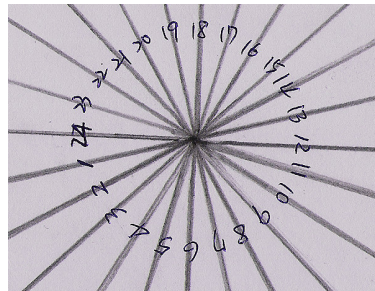
(b) 觀月者視角及時刻的呈現

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。模型主要分成幾個部份：(1)底盤(2)地球(3)月球(4)平行的太陽光，以下依序介紹各部份的設計想法。

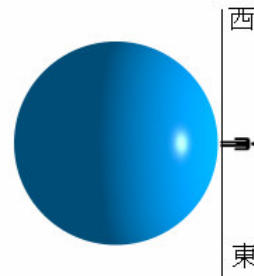
(1) 底盤



底盤的設計以地球在月球軌道的中心點，外圍軌道均分為三十等份，每一點即為月球在不同的農曆日期所代表的位置；雖然月球繞地球一圈約 27.3 日，但是以地球為中心來觀察月相變化的週期日數約為 29.5 日，即為一個朔望月的時間，因此仍設為一至三十日的不同位置，以此解釋月球每一天運轉僅為類似模型上之一段間距。



(a) 地球上的時間



(b) 地球上的觀察者

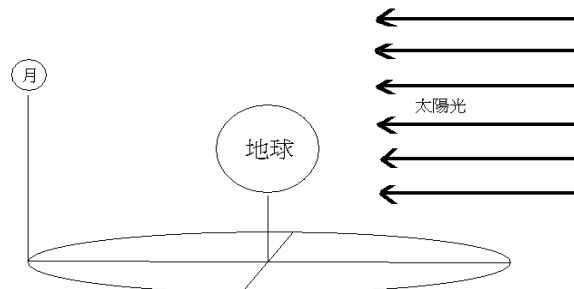
月球軌道所形的圓中，將其均分成二十四區塊，以正頭頂向太陽光來源為 12 時，背對太陽光源為 24 時，以北極上空觀看地球則為逆時針旋轉，因此逆時針方向為時間推進。

(2) 地球

地球以保麗龍球製作，在球體中央位置，黏上一直尺，代表近赤道位置的觀察者所處位置的地平線，並在直尺的兩端標示東西兩個方位。

(3) 月球

月球以另一較小之保麗龍球製作，並且在球上繪製如我們在地球上所觀察到陰影圖形（兔子）；固定以圖形面對地球。



(4)平行的太陽光

以傾向接近平行光線的手電筒來表徵太陽光，並且投射在月球上，以地球為中心往月球方向觀察，可以觀察不同日地月不同相對位置時，不同的月相。此模型中是地球為中心，月球繞地球公轉，提供了在太陽系統中，月球、地球與太陽三者之間的相互關係，並且提供使用者清楚的相對位置關係，以及月相成因是來自於日地月三者間的相對位置不同，才能觀測到不同的月相。

(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：

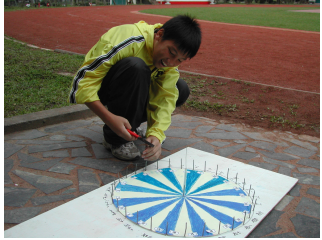
表 2 「月相盈虧」之概念向度

概念向度	概念內容
月亮基本知識	☉ 1-1 月球自身不發光，反射太陽光。 ☉ 1-2 月亮自轉週期與其公轉週期相同（約 29.5 日）。 ☉ 1-3 月亮從東邊升起，通過南方天空，從西方落下。 ☉ 1-4 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	☉ 2-1 月形變化的週期日數約 29.5 日。 ☉ 2-2 月相圓缺變化週期之原因是因月球繞地球公轉造成。 ☉ 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。 ☉ 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	☉ 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。 ☉ 3-2 月亮由地平線昇起的時間，每日約晚 50 分。 ☉ 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。
月相形成原因	☉ 4-1 日地月三者相對位置鳥瞰。 ☉ 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。

四、目前完成進度

本計劃就針對目前已完成及正在進行之研究工作加以說明，目前已完成之研究工作如下：

- 研究分析：確定探討問題及研究進行內容的規劃，測驗工具設計經文獻蒐集及研究參與人員與合作教師之討論已完成，並進行相關測驗的前測工作，在研究教學課程的合作教師也已確定。
- 教學模型研發：二維動畫的教學媒體已由王建忍教師設計完成，並可立即應用於實際教學當中（詳見前述之軟體介面），而三維空間的教學模型，業已根據上述的設計概念製作完成，模型製作過程與成品呈現如下：



現正進行事項如下：

- 合作教師已於九月份開始進行研究課程教學之工作。
- 測驗前測之資料處理與分析。

五、預期成果

本計劃預期達到下列成果：

- 瞭解學生對於月相盈虧相關概念之認知情況。
- 分析不同空間能力學生對月相盈虧概念之認知差異。
- 研發一套於用月相盈虧單元教學的三維空間模型。
- 利用軟體動畫以及立體教學模型來促進學生對於月相盈虧概念的理解。

六、檢討

研究進行至今，發現下列數點研究上的實務問題值得留意檢討：

- 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。
- 另外，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。
- 月相盈虧的單元教學往往配合中秋節日，於九月份進行，但是以往教學時，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。