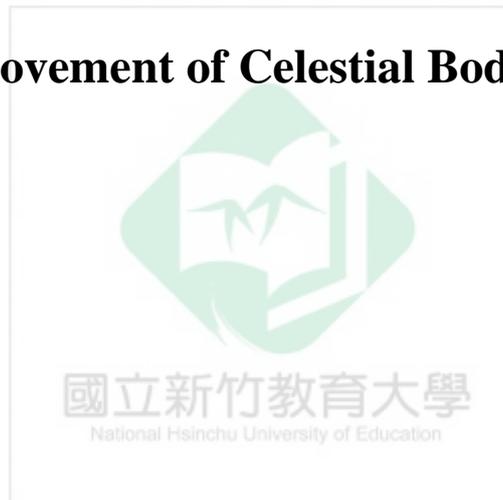


國立新竹教育大學數位學習科技研究所碩士論文

**擴增實境式星體運動悅趣學習設計與成效
研究**

**A Study on Design and Effectiveness of Augment Reality
Game-Based Learning System for
Movement of Celestial Bodies**



指導教授：廖冠智 博士

研究生：蔡宜良

中 華 民 國 一 百 年 八 月

致謝

首先要感謝指導教授廖冠智老師的悉心指導，在研究過程中以亦師亦友的教學方式引領並給予鼓勵，讓我每當遭遇徬徨失措之際能夠再次重穩腳步，有信心地面對一切未知的挑戰，最後能夠順利地完成研究得以在此分享展示研究上的成果；感謝口試委員區國良老師與許峻誠老師，兩位老師在計畫提審階段給予精闢的見解及建議，讓研究能夠進行地更加周延，以及口試階段悉心審閱與指正，讓本論文能更趨完善；同時，感謝施惠老師在天文知識方面的指教，不吝提供許多寶貴的建議，並讓我能夠有機會親睹老師專業、活潑與充滿熱忱的天文教學方式，瞭解到自身所學的不足之處，使我獲益良多；修業期間亦感謝王鼎銘老師、計惠卿老師與林秋斌老師的諄諄教誨，為我在浩瀚學海之中開出一道窗口。感謝各位老師教授我學業知識之餘，並分享了許多有關您們在生上的經驗與見解，啟發我不同的思惟與想法，讓我學到了做學問的方法與為人處世的態度，在此獻上最真摯的敬意與感激。

很慶幸自己能夠堅持，才能在研究的生涯階段中接觸到許多不同層面的人、事、物，幸運地受到並許多朋友的嘉惠，感謝奕帆、義相、玉潔、怡萱、胤禎、英琦等學長姐，親切熱心的帶我認識學校周邊環境，在課業上的耐心指教與協助，讓我能夠迅速適應研究所這個新環境；數位四虎吳軒、駿榮、宏偉、朋威，正面豁達的人生態度給予我許多的支持與鼓勵，並陪我共同度過許多苦悶難熬日子，伴我上山下海留下歡樂的足跡；怡珣充滿行動力的活動策劃，與不知可數的旅遊與美食景點，讓我大開見聞；依琦偶發的臺語對話模式讓我備感親切，對於美的堅持及獨樹一幟的設計風格，令我大感佩服，在其鼎力相助之下，讓我的教材更顯生動；便當好友綺亭、李薇、育伶，當我處於制式地教材實作過程，與我分享許多新鮮有趣的見聞，伴我度過許多美好難忘的用餐時光；璟淳的砥礪打氣，使我掃除多餘的憂慮；研一室友啟昇不厭其煩地叮嚀與關懷，令我備感窩心；並且榮幸在研究所階段得瑗玲老師的支持，讓我有機會進行不一樣的嘗試，接觸認識一群活潑可愛的學生。另外也謝謝依君、佩樺、勇達、采容、正浩、永浩、勇全、珮如、美萱、煌仁、峻維、浩正、仲駿、宇珺、正龍、育帆等同窗好友和學弟妹，讓我的研究生生活帶來多采多姿的難忘回憶。同時，謝謝其他縣市一起正在奮鬥努力的好友，正偉、志全、姿漫、婉瑜、佳鴻、懿昀、佳芬、純蓓、佩吟、翔宇、南同、亮志、植允、哲維、宗濤、文成、辰旭和嘉宏等好友，給予研究上的提點與打氣，讓我更添信心。謝謝一路上曾經幫助過我的人，在此獻上真摯的祝福與謝意，謝謝！

感謝陽光國小熱情的金山老師以及班上可愛的小朋友參與這次的實驗活動，使我的研究得以順利並開花結果。最後，特別感謝我最親愛的家人，謝謝爸爸、媽媽、姊姊和哥哥一路上的支持與鼓勵，讓我有機會體驗如此豐碩的碩士生活，順利完成碩士的學業修習，在此將與你們分享這份喜悅，謝謝你們。

蔡宜良 謹於

國立新竹教育大學 數位學習科技研究所

中華民國 100 年 8 月



中文摘要

本研究主要目的是基於悅趣學習理論，結合現行國小天文教育教學方法與擴增實境技術應用之文獻分析，整合實作「擴增實境式星體運動教學教材」，教材內容所涉及之知識概念包含晝夜、四季、月相、日蝕與月蝕現象成因。本研究將於教材建置完畢，經由國小五年級學童實際測試使用，並藉此探討該教材對於學童之動機影響以及系統評估。

本研究之研究對象為32位國小學童，實驗過程中將進行直接觀察，並於活動結束後採用問卷調查與個別訪談，綜合上述資料加以分析得知學童操作本教材之具體情形與學習動機影響。本研究主要的結果發現：

一、本教材整體內容透過以下五點設計有助引起學童對天文知識探索的動機

- (一) 循序漸進式的內容呈現能幫助學童融會貫通
- (二) 先備知識的聯結有助於學童學習新知識
- (三) 容易搞混的知識內容並列呈現能促使學童理解與融會貫通
- (四) 教材提供適度的功能開放性與控制權能令學習者更投入於學習活動
- (五) 生動有趣的教材學習經驗能引起學習者後續的學習興趣

二、本教材悅趣化設計結合遊戲特徵的特色

- (一) 遊戲的機制與規則設定能有效提供學習者學習路徑
- (二) 學習內容加入情境事件，能提升學童的學習動機
- (三) 圖片介面的悅趣性能拉近學童與學習內容之間的藩籬
- (四) 學習者熱衷於任務挑戰獲得成就感與自我滿足
- (五) 教材虛擬代理人的引導與溝通互動將提升學習者學習過程的認同感
- (六) 悅趣化教材設計應考慮遊戲性與學習性的平衡

三、星體運動學習內容結合擴增實境互動有利於提升學童興趣與學習輔助

- (一) 輔助學童空間感的認知
- (二) 操作簡單易懂具直覺性
- (三) 媒體新鮮感
- (四) 資訊內容具神秘感

希冀透過本研究的研究成果，能夠提供未來擴增實境技術於不同學科之應用參考，以發揮其特色輔助實際教學活動；本研究在教材建置上之實務經驗，並能夠作為未來相關研究之應用與參考，讓更多的學習者能夠藉由生動活潑的數位教材，獲得具實質效益之學習輔助效益，達到寓教於樂之目的。

【關鍵詞】 星體運動、悅趣學習、擴增實境、數位教材



Abstract

The purpose of this study is to design and develop the augmented reality game-based learning system for movement of celestial bodies based on game-based learning theory, and the teaching materials include knowledge of concepts about day and night, four seasons, moon phase, solar eclipse and lunar eclipse causes. After accomplishing the learning system, the research aims to investigate the effects of system performance and impact of motivation for the children .

The subjects are 32 fifth-grade students from an elementary school. The result of this research is that the data analyzing from observational survey in experiment, Questionnaire survey and individual interview survey after experiment. The findings were as follows:

1. *The content design of teaching materials helps students explore the motives of the astronomical knowledge as the following five-point principles:*
 - (A) *Step-by-step content presentation would help students think.*
 - (B) *Understanding new knowledge depends on prior linking knowledge.*
 - (C) *Knowledge of the content which is easy to confuse presented side by side would make students understand.*
 - (D) *To provide appropriate operating authority and option in teaching materials could make students more engaged in the learning activities.*
 - (E) *Learning experience from interesting materials could cause students to follow-up interest in learning from interesting materials.*

2. *The characteristics of the materials formed by game-based learning possess some aids as follows:*
 - (A) *It is a way to supply an effectively learning path for students through combining learning content with rules of the game.*
 - (B) *The context of learning content would enhance students' motivation to learn by adding an event.*
 - (C) *Learning content with amiable images would reduce fears of learning to students.*

(D) Students eager to get a sense of fulfillment and self-task through accomplishing the challenges.

(E) An e-materials provides for communication and guide between virtual agent would enhance the students' sense of identity in learning process.

(F) The design of game-based learning materials should consider the balance between learning effect and game interest.

3. *An interactive augmented reality is helpful to enhance student's learning motivation and conducive to learning aids, as follows:*

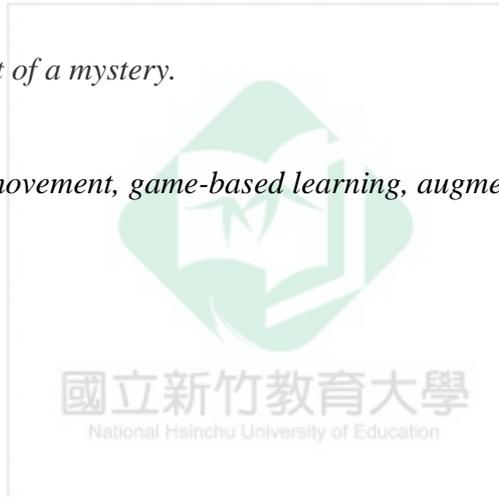
(A) Assist in the aids of spatial cognition.

(B) Don't require high threshold of operating.

(C) Novelty in Media.

(D) Information content of a mystery.

Keywords: *celestial body movement, game-based learning, augment reality, e-materials*



目次

致謝.....	I
中文摘要.....	III
Abstract.....	V
目次.....	VII
表次.....	XI
圖次.....	XIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的與問題.....	4
一、研究目的.....	4
二、待答問題.....	4
第三節 名詞解釋.....	5
一、擴增實境.....	5
二、星體運動.....	5
三、悅趣化學習.....	5
四、擴增實境式星體運動教材.....	5
五、成效研究.....	6
第四節 研究範圍與限制.....	7
一、研究範圍.....	7
二、研究限制.....	7
第二章 文獻探討.....	8
第一節 擴增實境.....	8
一、擴增實境簡介.....	8
二、擴增實境的發展與應用.....	9
三、小結.....	14

第二節 國小自然教育—天文學習	15
一、能力指標與課程內容	15
二、天文教育研究	18
三、小結	23
第三節 悅趣化學習	24
一、電腦輔助教學	24
二、數位遊戲的特性	26
三、動機學習理論	27
四、遊戲學習模式	28
五、教材設計原則	29
三、小結	34
第三章 研究方法	35
第一節 研究流程	35
第二節 研究對象	37
一、研究對象	37
二、觀察員	37
三、訪談員	37
第三節 研究設計	38
一、教材實作流程	38
二、實驗流程	38
第四節 研究工具	40
一、學生資料表	40
二、觀察記錄	40
三、系統整體評估量表	40
四、訪談大綱	40
五、擴增實境式星體運動教材	41
第五節 資料處理	42
第四章 教材實作設計	43
第一節 教學現況訪談	43
一、內容規劃	43

二、提供完整資訊.....	43
三、宇宙觀點與天體視觀點.....	43
四、實際觀測.....	44
五、教學引導.....	44
第二節 教材內容規劃.....	46
一、學習內容.....	46
二、擴增實境內容.....	48
三、內容結構編排.....	50
第三節 教材簡介.....	54
一、教材設計理念.....	54
二、故事簡介—梅林的天文教室.....	56
三、教材介面.....	56
三、場景物件介紹.....	59
第五章 研究結果.....	62
第一節 研究對象分析.....	62
一、學童對於自然科的喜好程度.....	62
二、電腦使用經驗.....	62
第二節 實驗結果分析.....	68
一、整體內容評估.....	68
二、功能設計評估.....	71
三、介面設計評估.....	72
四、學習動機評估.....	74
第三節 訪談資料分析.....	81
一、學童對於「梅林的天文教室」的整體接受度.....	81
二、圖卡互動的優缺點.....	82
三、學童對「梅林的天文教室」的未來建議.....	82
第六章 結論與建議.....	84
第一節 結論.....	84
一、本教材所設計的教學方法有助引發學童對天文知識探索的動機.....	84
二、本教材悅趣化設計結合遊戲特徵的特色.....	86

三、星體運動學習內容結合擴增實境互動有利於提升學童興趣與學習輔助.....	87
第二節 未來研究建議.....	89
一、教材建置建議.....	89
二、後續研究建議.....	90
參考文獻.....	91
附錄.....	98
附錄一 天文教育相關研究.....	98
附錄二 教師訪談問卷.....	100
附錄三 學生資料表.....	101
附錄四 觀察紀錄表.....	102
附錄五 系統整體評估量表.....	103
附錄六 月球與地球的運動.....	107
附錄七 康軒版國小自然教學指引.....	116
附錄八 受測者訪談大綱.....	117
附錄九 受訪內容逐字資料.....	119

表次

表 2-1-2 國內 AR 技術相關研究.....	13
表 2-2-1a 「科學與技術認知」層次之認知與環境觀察項目能力指標	15
表 2-2-1b 九年一貫「自然與生活科技」學習領域之教材內容細目	16
表 2-2-1c 康軒版三~六年級單元名稱一覽表	17
表 2-2-2 天文迷思概念與錯誤類型整合表	19
表 2-3-2 數位遊戲應具備的特性	27
表 2-3-3 ARCS 動機模式.....	28
表 2-3-5a 教學媒體訊息設計原則	32
表 2-3-5b 多媒體互動性尺度	32
表 3-1-1 研究工作流程表	35
表 3-3-2 實驗活動流程	39
表 3-5-1 資料分析方法	42
表 4-2-1 學習內容項目表	46
表 4-2-2aAR 互動情境分置表.....	48
表 4-2-2bAR 互動情境之設計概念說明.....	48
表 4-3-1a 教材設計與遊戲特性之對應	55
表 4-3-1b 處理階段的教材設計對應.....	55
表 4-3-3 內容結構名稱與教材結構名稱對應表	56
表 4-3-4a 梅林的研究室功能物件說明	59
表 4-3-4b 梅林的觀測室功能物件說明	60
表 4-3-4c 梅林的請託功能物件說明	60
表 4-3-4d 梅林的請託—任務說明	61
表 5-1-1 學童喜歡自然科程度統計表	62
表 5-1-2 學童電腦使用經驗統計表	62
表 5-1-2a 學童電腦輔助學習經驗統計表	64
表 5-1-2c 學童電腦教學軟體使用經驗統計表	66
表 5-1-2d 學童對教學軟體之感受程度統計表	66
表 5-2a 「教材評估」信度分析.....	68
表 5-2b 「學習動機評估」信度分析.....	68

表 5-2-1 「整體內容」評估分數	70
表 5-2-2 「功能設計」評估分數	72
表 5-2-3 「介面設計」評估分數	73
表 5-2-4a 「專注力」評估分數	75
表 5-2-4b 「相關性」評估分數	77
表 5-2-4c 「自信心」評估分數	78
表 5-2-4d 「滿足感」評估分數	79
表 5-2-4e 學習動機總體評估分數	80
表 5-2-4f 「其他」評估分數	80



圖次

圖 2-1-1 真實－虛擬連續性示意圖	8
圖 2-1-2a 子宮胎兒模擬	10
圖 2-1-2b 乳房腫瘤切除訓練	10
圖 2-1-2c 傢俱賣場行銷	10
圖 2-1-2d AR Tennis.....	11
圖 2-1-2e The eye of judgment	11
圖 2-1-2f Magic Book.....	12
圖 2-1-2g 注音符號卡教學	12
圖 2-1-2h 九大行星教學實驗	12
圖 2-2-1 國小康軒版教材天文主題之單元地位	18
圖 2-3-4a Mechanics、Game Rules、Entity.....	29
圖 2-3-4b input - process - outcome game model.....	29
圖 2-3-5 訊息設計與教學關係	30
圖 3-1-1 研究流程圖	36
圖 3-3-1 教材實作步驟	38
圖 4-2-1 教材學習內容之概念圖	47
圖 4-2-3a 教材結構順序	50
圖 4-2-3b 晝夜單元結構	51
圖 4-2-3c 四季單元結構	51
圖 4-2-3d 月蝕單元結構	52
圖 4-2-3e 日蝕單元結構單	52
圖 4-2-3f 月相單元結構.....	53
圖 4-3-1 結合 Garris 等人(2002)之系統學習模型.....	54
圖 4-3-3 a 「梅林的天文教室」歡迎頁面	57
圖 4-3-3b 梅林的研究室場景	57
圖 4-3-3c 梅林的觀測站	57
圖 4-3-3d 梅林的觀測站出現學習選單	57
圖 4-3-3e 森林步道	57
圖 4-3-3f 森林步道與對應的任務內容.....	57

圖 4-3-3g 教材內容介面	58
圖 4-3-3h 圖卡互動介面前置動畫圖	58
圖 4-3-3i 圖卡互動介面	58
圖 5-2-4a 學童共同討論教材內容情形	74
圖 5-2-4b 學童共同討論圖卡互動情形	74



第一章 緒論

本章第一節為研究背景與動機；第二節為研究目的與問題；第三節針對本研究之關鍵詞作名詞解釋；第四節為研究範圍與限制。

第一節 研究背景與動機

科技是促進人類文明進步的原動力，亦為當前衡量國家競爭力的重要指標。因應全球高度資訊化的發展，基本的科技與資訊素養，是現代人生活所不可或缺的必備條件。為培育符合時代需求之國民，教育部在九年國民教育階段大力推動資訊科技融入教學，尤其在主要內涵七大學習領域外設立了資訊教育的議題，於民國九十年開始實施的九年一貫課程，規劃資訊教育融入七大學習領域，強調以資訊融入各學習領域的教學活動，提升學童運用科技與資訊的素養能力（教育部，2003）。1997年起，教育部陸續推動資訊教育基礎建設計畫、中小學資訊教育總藍圖，以勾勒未來資訊教育的願景，及實現教學環境品質，並推動「中小學資訊教育白皮書」，藉由各縣市教育局配合與落實，以學生能夠運用資訊科技增進學習與生活能力；教師能夠妥善應用資訊科技提升教學品質；以及教室能夠提供師生均等的數位機會為三項目標，充實各級學校資訊教育軟硬體設備，並且同時舉辦多項教師資訊素養研習，開發豐富的多媒體電腦輔助教材與網路教學資源，期勉能夠促進並落實資訊教育的發展（教育部，2008）。

資訊科技挾其多元的媒體聲光效果，藉由網際網路無遠弗屆的傳遞，跨除了傳統的資訊交流中所面臨時間與空間的屏障，使得資訊益加獲取，在教育學習方面亦為之影響趨向多元化。目前已經有為數眾多的研究證實並指出，資訊科技融入教學確實在學童的學習成效以及學習態度方面有顯著的助益，同時對於教學者而言亦有改善，當教師有效地使用資訊科技融入教學過程，將能夠達到有效地教學協助（劉世雄，2000）。就目前國內現階段資訊融入教學的應用狀況而言，客觀的外在條件大致已獲得改善並有所提升，資訊科技的應用也已導入中小學校園成為重要的教學工具及方法。當下的教育環境所應體認在資訊科技融入教育的本質上，是課程引導科技，非科技引導教學，教學上亦須兼顧效率及效能，為了能夠確實並有效地提升學生的學習效益，勢必應將課程目標與科技做有效整合（尹政君，2000）。如何妥善應用資訊科技，使資訊科技於融入教學後，成功提升學生的學習動機與學習成效，是當前重要的課題之一。

是否所有的教學內容都適合運用資訊科技融入教學？哪些教學內容是值得投入發展？目前各學科領域中，科學課程充滿了複雜且抽象的概念（White, 1993）。國小自然科的教學內容包羅萬象，連啟瑞、盧玉玲（1996）曾對國小高年級的學童在自然科學的

興趣的調查研究發現，許多學童對於天文方面的探索表現極高的興趣。然而，姜滿(1997)研究指出在國小自然課程的意見調查中，地球的運動、星球的運行等，這些天文概念同是國小教師及學生最感困難的單元之一。天文概念的學習，除了對於概念知識的認知理解，實際動手操作與觀察實驗更是學習過程中不可或缺的環節，然而受限於時間、空間與環境等因素限制，學生大都難以親身實際觀測經驗，在觀測過程中也可能面臨教學者沒辦法親臨現場指引觀測活動的困境，導致學生面對天文知識一知半解，所學的知識內容缺乏切身體驗，僅是陌生的書本概念。

長久以來，學者對於國小天文概念的學習問題便有所調查，研究指出國小天文概念的建立，牽扯到日、月、地三者之間的關係，涉及時間、空間運動方面等概念，對國小學童而言是屬於較難的抽象概念，國小階段的學童對於世界的認知往往是一種直覺式的理解，有悖於實際科學解釋，導致學童難以發展天文概念的再建構，而容易出現多樣的迷失概念(王美芬，1992；翁雪琴，1994；毛松霖，1995；熊召弟等人，1998；賴瑞芳，2002；陳小娟，2006)。抽象的立體空間感，是影響學生在學習此單元的重要能力(邱美虹、陳英嫻，1995；王景坤，2001)。王景坤(2001)認為由於教科書、模擬困難和實驗不易等因素：平面式的教材難以從平面式的教材體會「立體」的空間感；天體運行的模擬以及實驗操弄不易；學生僅能透過觀察或直覺思考來理解，導致學生天文概念學習困難容易造成迷失概念或另有概念形成。除此之外，缺乏專業的教師帶領學習，亦是學童不利於建立健全的天文知識概念因素之一。教育部統計，¹國小自然科教師只有約一成五是具有數理或自然科相關系所之背景，其餘多是身兼行政職或不適任的非專任老師。教師本身的科學素養不足，造成教學上大部分只能照本宣科，鮮少能藉由專業知識帶領學童進行實驗活動，強化學童對於科學的基本認知。由上述諸多因素可查知國小學童對於天文知識概念的學習困難，確實有必要從各大因素著手進行思考，藉由提供適宜的學習支援，尋求符合現況需求的教學方式，輔助這些知識內容的學習，達到更好的教學效果。

陳郁雯(2004)的研究指出運用電腦模擬的方式，對於學生學習具有正面效益。尤其是在學習在程序性的動作、不易實際觀察到的現象或知識、需要觀察在某一段時間內變化的知識、模擬複雜系統各元件的相互關係、符合動畫特質的抽象觀念等方面。目前網路3D的應用已日愈廣泛，有越來越多的教育教學軟體、網站，透過3D技術呈現立體空間感，作為解決空間或抽象概念上的模擬教學。一項有關虛擬實境技術運用於國中生

¹國小自然科教師荒 僅15%專科出身，檢索於2011年7月28日
<http://n.yam.com/chinatimes/garden/201104/20110405316674.html>

物教學的研究中即發現，3D 虛擬實境運用於生物教學上比其他多媒體教學得到更高的學生涉入程度及學習效果，研究也同時認為3D 虛擬實境的應用，的確可以擴展到抽象的自然與生活科技領域（Shim, et. al., 2003）。吳延慶（2008）在國小自然與生活科技領域虛擬實境網路數位教材開發與設計研究上，並建議未來國小自然與生活科技領域，能運用3D 虛擬實境技術，以發展出更多元的教材應用與課程。

近來擴增實境（Augmented Reality, AR）對於3D 技術的發展與應用而言，更顯有趣多元。透過AR 技術經由顯示器呈現，能夠利用虛擬資訊補強實體環境，實體環境與虛擬產生直覺性的互動，有助於強化空間方位的感受。相較一般平面多媒體，更具新鮮感、娛樂性。目前，在醫療、軍事、娛樂以及職業訓練上可以看見許多有關AR 技術的應用，而許多教育研究也企圖在教學活動中融入該媒體技術，以期達到更好的教學效果。Billinghamurst（2002）並指出AR 應用在學習上，可以達到獨特的教育益處：學習者透過AR 進行學習，能夠獲致沉浸式學習（Immersive Learning）效果；在虛擬與現實共存的互動空間中，將獲得新的感知；並且能夠衍伸出新的教學與學習策略，對於缺乏電腦使用經驗者，也能夠容易地上手進行學習，將降低學習者對於新科技的恐懼性。而相關研究也證實透過AR 製作合乎師生需求的教材，可以刺激較多的學習動機並獲得更好的學習成效（莊順凱，2006）。

綜觀上述，本研究嘗試設計並製作擴增實境式星體運動教材，教材內容主要探討自然與生活科技領域中有關太陽、地球和月球三球之間運行而形成的天文現象成因，並且依照國民中小學九年一貫課程綱要—自然與生活科技學習領域能力指標，配合現行國小自然與生活科技教材內容與天文主題之學童常見另有概念，以及諮詢專家與專任自然科教師的相關教學建議，整理規劃教材所應涵蓋之學習內容。教材的學習內容中，並設計融入AR 方式的互動進行學習輔助，讓學童能夠藉由AR 的影像呈現及操作互動，輔助空間轉化過程的理解，讓學童在面對太陽、地球與月球運動所形成的抽象知識概念下，能夠獲得更多元豐富的媒體刺激與輔助，理解物換星移過程中的箇中奧妙。希望本研究的實作成果，能夠讓學童在星體運動內容的學習過程中獲得幫助與滿足，並引起學童對星體運動知識概念的學習樂趣；本研究的設計與研究成果，將提供未來在符合教學現況需求之下，以AR 融入不同學科教材之設計考量，與供未來以新媒體科技導入學習之參考。

第二節 研究目的與問題

基於上述研究動機，本研究首要是透過文獻分析，瞭解目前擴增實境技術的具體相關研究，作為本研究之擴增實境互動設計應用；探討並蒐集當前國內國民小學階段涉，天文概念所涉及的知識內容與相關現行的教學方法，進一步整理資料，規劃本研究之星體運動學習內容具體涵蓋範圍與所涉及的知識內容；並且整合媒體資料發展建構「擴增實境式星體運動教學」教材，探討本教材所設計的學習方式，對學童在學習過程中所形成之學習動機影響情況。具體之研究目的與待答問題，茲列如下：

一、研究目的

- (一) 應用擴增實境技術建置「星體運動」之數位教材。
- (二) 探討「擴增實境式星體運動教學教材」對學童學習動機之影響與系統評估。

二、待答問題

根據上述研究目的，本研究的待答問題為：

- (一) 結合擴增實境技術之星體運動數位教材之學習策略為何？
- (二) 結合擴增實境技術之星體運動數位教材其系統功能定義與需求之分析？
- (三) 擴增實境學習系統對學童之學習動機的影響為何？
- (四) 學童對擴增實境學習系統之評估情形為何？

第三節 名詞釋義

本研究主要為設計與實作擴增實境式星體運動教材及系統成效評估，因此針對研究內容之「擴增實境」、「星體運動」、「悅趣化學習」、「擴增實境式星體運動教材」及「成效研究」名詞界定如下：

一、擴增實境

擴增實境 AR (Augmented Reality, AR)，廣泛是指把虛擬資訊加到使用者感官知覺上的電腦顯示技術，必須能夠呈現虛擬與真實資訊的結合。Milgram al etc (1994) 定義為「使用者在頭部穿戴一種透明的顯示設備，能夠讓真實世界的場景與電腦虛擬影像直接合成」(Milgram, Rakemura, Utsumi & Kishino, 1994)，具有結合真實與虛擬影像以及三度空間中及時的互動等特性。根據 Vallino (1998) 與 Milgram al etc (1994) 所定義之 AR 技術從顯示型態的影像呈現方式，可概分為顯示器呈現型、頭戴式之影視顯示型與頭戴式光學投射顯示型，依據實驗工具所需，本研究探討之 AR 技術與應用集中於顯示器呈現型之顯式型態。

二、星體運動

本研究所指稱之星體運動概指太陽、地球及月球三星體之間的運動關係。教材內容之中並涵括星體運動過程產生之自然現象，包含晝夜的交替、四季的成因、月相的變化、日蝕與月蝕之現象成因解說。

三、悅趣化學習

本研究所指之遊戲式學習/悅趣化學習 (Game/Toy-based learning)，係根據梁朝雲、陳德懷、楊叔卿、楊接期等人 (2008) 於悅趣化學習宣言所發之，將遊戲中促進參與度和增強持續性之元素應用於學習設計中，提升學習過程之愉悅感，以實踐「寓樂於教」與「寓教於樂」之學習。本教材實作部分之悅趣學習設計，強調整體媒體感受與互動過程之悅趣化，具體方式藉由分析探討遊戲之特點，作為「擴增實境式星體運動教材」之設計考量。

四、擴增實境式星體運動教材

本研究所指稱之「擴增實境式星體運動教材」，是指研究者以 Flash CS4 為主要製作工具，並藉由 PV3D (Papervision3D)、Flartoolkit 類別於 Flash Player 中實現 AR 之互動特

效，輔以其他如 Photoshop、CoreDRAW、Illustrator 等電腦繪圖工具繪製介面內容，整合編制而成的教材。學童能夠藉由電腦與網路連結本教材進行學習，從圖文教材內容中習得相關知識，並藉由 AR 式的操作進行互動觀察，以輔助空間認知與知識內容之理解。本研究於教材實作以及第四、五章內容所提及之「圖卡互動」，乃指本研究之 AR 應用。（教材連結：<http://140.126.36.103/gowentgone87/web/index.html>）

五、成效研究

本研究探討之「成效研究」，主要是指透過擴增實境式星體運動教材之學習設計方法，對學習者形成的影響狀況，透過學習者對於本教材介面互動的感受、操作過程的行為反應與整體教材評估情形之面向，探討學習者對於本教材之評估與動機影響的成效研究，並非指教材學習過後，學習者對於太陽、地球及月球三球星體運動瞭解程度的變異之成果效用。



第四節 研究範圍與限制

一、研究範圍

(一) 研究對象

由教育部所頒定的九年一貫能力指標中，自然與生活科技領域天文相關概念內容主要列於四至六年級（教育部，2003），且本學習系統以此為依據進行設計，因此本研究立意以國民小學五年級學童為研究對象。本研究受限於實驗學校、資源與人力因素，基於實驗活動實施之方便考量，僅選定新竹市某國民小學五年級 A 班 32 名學童作為研究對象。

(二) 研究主題

本研究主要發展擴增實境式星體運動教材，以輔助學習太陽、地球及月球三星體之運動內容，並探討學童對於本教材使用後之教材評估與學習動機影響。學童使用教材後，對於太陽、地球及月球三球星體運動瞭解程度的成效變異，非本研究之討論範圍。教材之學習內容僅限於國小四至五年級之晝夜、四季、月相、日蝕及月蝕概念之單元內容。

二、研究限制

(一) 研究樣本的限制

基於研究目地並限於時間、人力上之考量，研究樣本僅能取樣新竹市某國民小學五年級一個班級 32 位學童為實驗對象，所以研究之對象有其局限性，因此在樣本有限的情況下，不宜過度推論。

(二) 研究內容的限制

本研究之成效研究主要是從學習設計的方法上，僅探討以擴增實境設計之數位教材對學童在星體運動學習之評估與動機的影響。教材設計建置之立意，並非取代傳統式教學方法或正式教材，於實際教學內容轉化成擴增實境內容部分，亦具有其限制與涵蓋性，而其他領域或學習策略對學童之影響不在本研究中論述。

(三) 研究推論的限制

本研究之實驗時間共兩堂課，因此研究結果僅提供擴增實境式星體運動相同或類似的教材內容參考，不宜過度推論至其他不同條件之內容。

第二章 文獻探討

第一節 擴增實境

一、擴增實境簡介

擴增實境 (Augmented Reality, AR) 是一個結合真實、創意與媒體世界的新科技，將帶來新的媒體感受 (王燕超, 2006)。擴增實境一詞在 Milgram (1994) 所提出的「真實—虛擬連續性 (Reality-Virtuality Continuum)」理論中 (如圖 2-1-1)，屬於混合實境真實與虛擬資訊的混成。Milgram 將真實環境與虛擬環境視為一個連續的封閉集合，真實與虛擬分別為此集合的兩端點，中間的區段是真實與虛擬的混成為混合實境，接近真實的部份稱為擴增實境，而接近虛擬的部分稱為擴增虛擬。

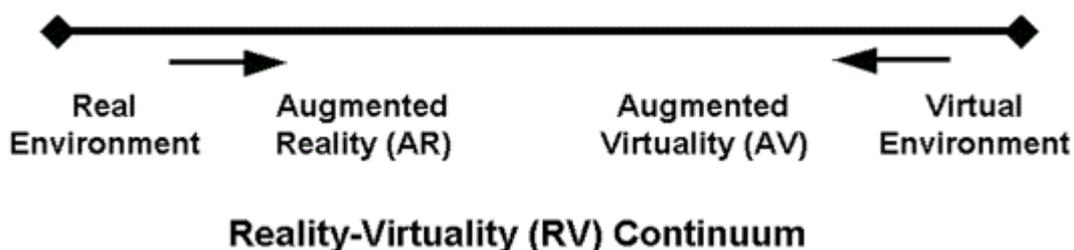


圖 2-1-1 真實—虛擬連續性示意圖 (Milgram et al., 1994)

Milgram 等人稱擴增實境為「使用者在頭部穿戴一種透明的顯示設備，呈現真實世界的場景與電腦虛擬影像的合成畫面，本質上仍屬某種特殊型式之虛擬實境」為了不要使 AR 局限於特殊載具，Azuma (1997) 定義 AR 有三個特性：1. 結合虛擬與真實世界。2. 立即性的互動。3. 是在 3D 立體環境中運作。從 AR 的三項屬性來看，AR 就是在同一個介面環境中，結合真實與虛擬並可以與使用者進行即時互動，可說是一種互動式的虛擬實境 (引述自王燕超, 2006)。技術上，AR 透過攝影機、Webcam 等影像輸入工具，經由電腦影像辨識特定的符號記號，電腦再依造符號的所在位置呈現出虛擬的資訊，之後經由顯示器呈現，讓使用者在正確的時間地點可以取得正確的資訊。AR 在虛擬與現實，間接搭建出溝通的橋樑，著重虛擬與真實世界結合，強化真實世界裡資訊的顯示與互動經驗。

AR 系統中的透視顯示器必須能呈現虛擬與真實資訊的結合，根據 Vallino (1998) & Milgram et al (1994) 的研究中，定義了擴增實境有以下三種的顯示方式：

1. 顯示器呈現型 (Monitor-based)：所有影像都是以顯示器來呈現的，不需昂貴的設備即可加以運用，是一種通用性最佳的擴增實境系統，能夠增加擴增實境運用上的普遍性。

2.頭戴式之影像顯示型 (Video see-through HMD)：是一個具有外部影像擷取、定位，且能夠整合重疊電腦影像與外部影像的系統。頭戴影像式顯示器最後將會把整合畫面，以影像方式顯示於頭戴式的顯示螢幕上。

3.頭戴式光學透視顯示型 (Optical see-through HMD)：使用者透過顯示裝置能夠直接看到周遭的環境，同時顯示器也可以呈現虛擬的影像，它是藉由投影與真實場景融合，達到虛擬資訊與真實環境的疊合畫面。

二、擴增實境的發展與應用

(一) 擴增實境之發展

擴增實境研究早期集中在幾個少數機構中，如美國空軍阿姆斯壯實驗室 (Armstrong Laboratory)、麻省理工學院、NASA 之 Ames 研究中心、北卡羅萊納大學、華盛頓大學之人機界面實驗室等，而後陸續有許多研究者對於擴增實境的系統技術以及裝置應用進行研究²。1999 年 Hirokazu Kato (加藤 博一) 先生及華盛頓大學 HITlab 共同開發出以 C/C++ 為開發語言的擴增實境函式庫 (ARToolKit)。ARToolKit 的開發也使一般人更可以輕鬆的接觸體驗 AR 技術，目前全球有超過 300 個研究者利用 ARToolKit 來進行各種裝置上的擴增實境研究。從 1998 年起在美國舊金山召開第一屆擴增實境國際研討會，每年都會召開相關的研討會³。

2010 年版的 Horizon Report 中，近 2~3 年的發展中提到了 Simple Augmented Reality，相繼許多的網路研究趨勢報告中，亦提到了擴增實境已經逐漸與在地化資訊的應用結合。美國社會網路研究趨勢組織 Mashable 在 CNN 提出 2010 年的網路趨勢提及擴增實境技術已經帶入到成熟階段，未來擴增實境技術是可以應用在商業行為、數位內容，以及學習環境中，使用者的感官體驗將獲得更有趣的經驗⁴。

(二) 擴增實境相關研究與應用

1. 醫學應用

醫學方面，AR 能夠作為醫學訓練，讓實習醫生模擬手術操作過程，在沒有醫學指南的情況下，也能夠藉由虛擬影像辨認器官，透過虛擬資訊指引手術位置及手術步驟。

² 科學人雜誌網站-擴增實境：虛擬與實境的無限延伸，檢索於 2010 年 9 月 10 日 <http://sa.ylib.com/read/readshow.asp?FDocNo=67&DocNo=108>

³ Wikipedia，檢索於 2010 年 6 月 30 日 http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality
ARtoolkit 網站，檢索於 2010 年 6 月 30 日 <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

⁴ 數位典藏與學習之產業發展與推動計畫，檢索於 2010 年 8 月 26 日 <http://idp.teldap.tw/epaper/20100430/443>

美國 UNC Chapel Hill 的研究團隊，藉由超音波感應裝置產生胎兒在子宮內的 3D 影像，讓醫生藉由頭戴式顯示裝置看到胎兒在子宮中移動及著床位置狀況（如圖 2-1-2a）。圖 2-1-2b 針對乳房腫瘤切片檢察的訓練，產生虛擬的腫瘤影像並指示正確的手術位置。我國長庚大學設置醫療擴增實境研發中心，以推動發展醫療擴增實境系統，其中的「腦部擴增實境」輔助系統，醫師只要戴上 3D 眼鏡或透過 3D 立體螢幕，就能看到病患腦部立體影像，並藉由力回饋感應器進行開刀練習。

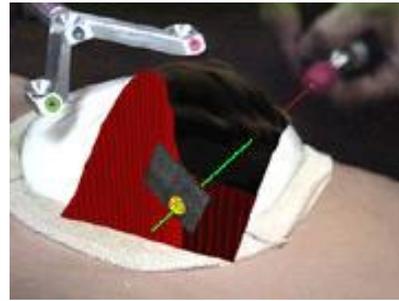


圖 2-1-2a 子宮胎兒模擬 (Azuma, 1997) 圖 2-1-2b 乳房腫瘤切除訓練 (Azuma, 1997)

2. 商業應用

擴增實境技術在商業應用上，消費者能夠在尚未接觸實體商品時，變預先了解商品可能的實際狀況，對於消費者而言將產生不同以往的購物經驗。高振源（2006）將 AR 技術設計應用於服飾的無人店鋪自動販賣機上，消費者在無法實際試穿服式的狀況下，依然能夠藉由 AR 感受實際的服飾穿戴狀況，並考慮是否選購。賣場上的大型傢俱搬動不易，買入之前需考量實際擺設狀況，莊寧（2007）將 AR 導入家具賣場行銷策略（如圖 2-1-2c），消費者只需要操作圖卡，即可大致了解家具於家中之空間擺設關係。或將 AR 應用於商品目錄上，讓消費者對於商品有更深切的感受。



圖 2-1-2c 傢俱賣場行銷 (莊寧, 2007)

3. 娛樂應用

AR 在遊戲和娛樂的應用最為廣泛。Zsolt（1998）利用 AR 製作了以中國麻將遊戲為內容的合作式遊戲，嘗試讓不同的人可以透過一樣的視覺資訊，共同分享。營造出合

作式的遊戲空間（引述自蘇俊欽，2004）。Henrysson（2005）在 SIGGRAPH 2006 所發表的 AR Tennis 以網球為題材（如圖 2-1-2d），透過手機作為遊戲介面，將原本 AR 強調的使用者與虛擬物件的互動，延伸到使用者與使用者的互動，增強了面對面的概念與體驗。郭桐霖（2009）結合 AR 與物理特性製作平衡球等遊戲，增強了使用者對於虛擬物件的操作感受。

遊戲公司也推行了幾套擴增實境的遊戲，SCE（Sony Computer Entertainment）2007 推出的《The Eye of Judgment》是一款使用 AR 技術的桌上型卡片遊戲（如圖 2-1-2e），卡片中的怪獸、魔法透過 AR 技術經由螢幕顯現，將遊戲內容的虛擬物件呈現在現實生活中，增加感官上的刺激。2009 推出的 PS3 遊戲《Eye Pet》，遊戲透過網路攝影機和圖卡進行，玩家可以透過圖卡的功能，與寵物進行飼養、觸摸等互動⁵。AR 應用於遊戲和娛樂之中，增加了人機之間的互動性。



圖 2-1-2d AR Tennis（Henrysson, 2005） 圖 2-1-2e The Eye of Judgment(Kuchera, 2007)

國立新竹教育大學
National Hsinchu University of Education

4.教育學習

AR 應用於教育學習上，是許多學者所樂見的發展。部分研究將 AR 技術與書本做結合，形成一種有趣的閱讀經驗。Billinghurst（2001）設計的 Magic Book 兒童書（如圖 2-1-2f），是透過 AR 技術將將動畫內容疊加在書本上的不同單元裡，讀者在閱讀這些”書”時，仍保有一般閱讀書籍翻書的動作，在閱讀時卻可以看到虛擬的模型動畫，讓閱讀者在真實的閱讀經驗中，感受虛擬資訊的刺激，也提供一個較為新奇有趣的閱讀體驗。

⁵ 詹子嫻（2009，10月29日）。視訊互動養虛擬寵物超有趣。蘋果副刊，E2。



圖 2-1-2f Magic Book (Billinghurst, 2001)

除了紙本上的應用，蘇俊欽（2004）將AR作為教學媒介，以教材的方式融入教學活動中，結合兒童的注音符號字卡（如圖2-1-2g），輔助兒童的注音符號學習；莊順凱（2005）結合概念圖與AR技術，教學童認識生態中的食物鏈關係；薛伊辰（2009）以自然科學中的食物鏈單元為系統設計結合手持式裝置與AR技術，融入學生的校園觀察活動之中，再在顯示擴增實境用於教學媒體，確實對於引起學習動機、模擬學習情境等目標有正面的結果。Shelton & Hedley的教育案例中，發現在九大行星的教學實驗（如圖2-1-2h）裡使用擴增實境教學可以讓老師使用較少量的教材來進行教學活動，因為AR能夠增加學生的知覺並提高學生瞭解度。而Kaufman（2002）指出在教導幾何的空間概念時，使用AR來進行教學，會得到很好的效果。據Billinghurst（2002）指出AR應用在學習上，可以提供獨特的教育益處：1.透過AR讓學習者可以流暢地在虛擬和真實環境下，跟虛擬物件進行互動式學習。2.AR將衍伸出一種新的教學和學習策略，這種學習模式，學生即使是沒有任何電腦經驗也可以進行3.AR可以讓學習者沈浸於學習內容中，讓學習不在只是面對著安靜、不動的文字資訊。

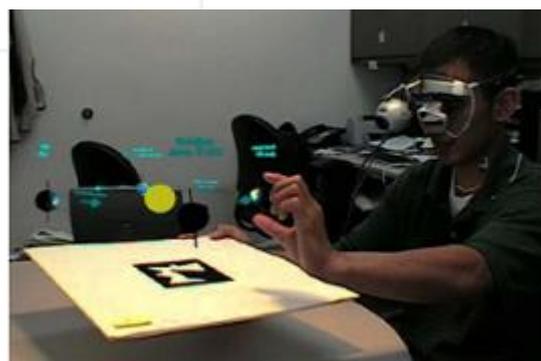


圖 2-1-2g 注音符號卡教學（蘇俊欽，2004） 圖 2-1-2h 九大行星教學實驗（Shelton & Hedley, 2002）

除此之外，目前國內以出現許多擴增實境技術所作之相關研究應用，從以上述研究之實際應用形式，依照圖卡使用互動狀況，分為以操作互動為主與以模型展示為主，兩類擴增實境技術之使用情形，彙整如表2-1-2所示。

表2-1-2 國內AR技術相關研究（本研究整理）

研究者	應用類別	研究名稱	操作 互動	模型 展示
蘇俊欽（2004）	教育學習	擴增實境應用於中文注音符號學習之研究		V
白益欣（2006）	教育學習、遊戲	運用擴增實境於多人互動情境之研究—以遊戲式學習為例	V	V
莊順凱（2006）	教育學習	以概念圖法建構擴增實境教育系統		V
陳連福、李孟軒（2007）	教育學習	擴增實境科技結合互動式虛擬學習介面設計之研究		V
李昆航（2009）	教育學習	多人互動之行動擴增實境技術研究	V	V
高振源（2006）	商業應用	觸碰式擴增實境應用在無人店鋪自動販賣機操作面板設計的可行性之研究		V
莊寧（2007）	商業應用	擴增實境導入家具賣場行銷研究		V
張俊元（2007）	商業應用	擴增實境輔助家具設計開發之研究		V
梁容輝、林娟 奴、陳奕君、陳 偉玲、彭聖傑、 劉俊松（2006）	遊戲	混合實境應用	V	V
郭桐霖（2009）	遊戲	結合擴增實境技術與物理特性之數位遊戲開發與設計	V	
李孟軒（2007）	數位典藏	擴增實境科技結合互動式數位典藏展示介面設計之研究		V

由上表顯示得知在擴增實境的使用狀況上，對於靜態的內容呈現，其虛擬與實境的共存的模型呈現是最基本的特色表現，而動態內容例如遊戲類，則需要加入互動的機制，以提升擴增實境的感受。若將AR融入數位教材，能夠將AR的互動性、知覺的回

饋、空間的關連性與學習的新鮮感等特性作為設計考量（Kikuo, et al., 2005）。

三、小結

綜合上述，本研究教材實作的 AR 顯示型式將以普遍性與便利性為訴求，採用顯示器顯示型，並應用 Saqoosha 改良 Artoolkit 以 AS3.0（Action Script 3.0）語法撰寫的 Flartoolkit 類別庫作為 AR 的應用，結合 Flash 教材方便於網頁上的傳輸使用。在數位教材中 AR 的融入機制與操作互動方式，則將參考上述 AR 的技術應用，作為設計考量。



第二節 國小自然教育—天文學習

一、能力指標與課程內容

(一) 九年一貫課程能力指標

國民中小學九年一貫課程之自然科學與生活科技領域，其主要目的為培養國民科學與科技素養。教育部（2003）頒定的課程綱要，自然與生活科技學習領域能力要項，依造屬性及層次可分類：1.過程技能 2.科學與技術認知 3.科學本質 4.科技的發展 5.科學態度 6.思考智能 7.科學應用 8.設計與製作等八項。

「科學與技術認知」涉及教材內容，在認知層次與環境觀察類別項目中，國小階段應達到之能力指標，主要為透過觀察活動來進行科學性的探究活動，如下表 2-2-1a 所示。

表 2-2-1a 「科學與技術認知」層次之認知與環境觀察項目能力指標（教育部，2003）

學習階段	類別項目	能力指標代號	能力指標說明
第一階段	認知層次	2-1-1-1	運用五官觀察自然現象，察覺各種自然現象的狀態與狀態變化。
		2-1-1-2	察覺到每種狀態的變化常是由一些原因所促成的，並練習如何去操作和進行探討活動。
	現象觀察	2-1-3-1	觀察現象的改變，察覺現象的改變必有其原因。
第二階段	認知層次	2-2-1-1	運用現成的工具來幫助觀察，進行引發變因改變的探究活動。
	認識環境	2-2-4-2	觀察月亮東昇西落的情形，發現月相盈虧，具有週期性。
第三階段	認知層次	2-3-1-1	學習操控變因、觀察事項的變化並推測可能的因果關係。
	認識環境	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。

「科學與技術認知」涉及教材內容，「自然與生活科技」學習領域之教材內容細目清楚列出相關內容。根據教育部（2003）所編製之國民中小學九年一貫「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項中所列相關教材內容，涉及天文知識的主題包含「地球和

太空」、「晝夜與四季」以及屬於情意部分的「科學之美」，本研究將「運動與力」以及「聲音、光與波動」等相關內容有關天文概念之內容，如下表 2-2-1b 所示。

表 2-2-1b 九年一貫「自然與生活科技」學習領域之教材內容細目（教育部，2003）

次主題	學習階段	內容細目說明
111 地球和太空	第一階段	太陽 ● 察覺太陽白天出現且東昇西落。
	第二階段	月亮 ● 察覺月亮東昇西落。 ● 觀察並知道月亮有盈虧現象（月相變化）。
	第三階段	恆星 ● 知道太陽是一顆恆星。
	第四階段	地、日、月系統 ● 利用模型描述地、日、月之間的相對運動，並解釋月相變化、日食、月食的現象。
212 晝夜與四季	第一階段	晝夜 ● 察覺太陽的昇落，使一天分為白天和黑夜。
	第二階段	四季 ● 察覺不同季節晝夜長短不同，氣溫不同。
	第四階段	地球的自轉與公轉 ● 觀察地、日模型，來體認晝夜是因地球自轉所造成。 ● 觀察地、日模型，了解四季是因地球公轉和地軸傾斜所造成。 ● 知道地球自轉一周為一日，而地球公轉一周為一年。
215 運動與力	第一階段	時間測量 ● 察覺太陽移動有規則，影子會跟著改變，可利用它來測時間。
	第二階段	物體的位置 ● 知道要表達物體的「位置」，應包括座標、距離、方向等資料。
	第二階段	時間測量 ● 察覺規則性的運動可用來測量時間及方向。
216 聲音、光與	第一階段	光的傳播與影像 ● 察覺光的直進傳播，若遇阻礙形成影子。 ● 察覺光的反射有一定的方向。
	第一階段	色光與顏色 ● 知道光可用「明暗」、「顏色」等來描述。
	第四階段	影與像的形成

波 動	階段	● 由光的直進傳播，了解針孔成像。
521 科 學 之 美	第二 階段	時序之美 ● 體會日、地、月所形成的時序之美。
	第二 階段	自然之美 ● 由觀察欣賞天象變化的奧妙。

(二) 現行國小自然與生活科技單元內容

自教育部(1993)國民小學課程標準實施後，教科書版本已開放民營。本研究選用康軒文教事業2009所出版，由王美芬教授等人(2001)共同指導編輯之國小「康軒版自然教學指引」手冊，做為教材內容之參考。發現其中涉及天文主題的單元如「月亮」、「時間的測量」、「太陽的觀測」、「美麗的星空」分布於各年級，如下表2-2-1c所示。

表 2-2-1c 康軒版三至六年級單元名稱一覽表(康軒文教事業，2009)

年級 單元	三上	四上	五上	六上
1	植物的身體	月亮*	太陽的觀測*	天氣的變化
2	磁力	水生家族	植物世界面面觀	大地的奧妙
3	空氣和風	奇妙的光	空氣與燃燒	水溶液
4	廚房裡的科學作用	運輸工具與能源	力與運動	電磁作用
年級 單元	三下	四下	五下	六下
1	大家來種菜	時間的測量*	美麗的星空*	簡單機械
2	動物大會師	水的移動	動物世界面面觀	物質的變化
3	奇妙的水	昆蟲家族	熱的傳播與保溫	生物與環境
4	認識天氣	通電的玩具	聲音與樂器	

關於天文主題之單元地位分屬如下圖2-2-1：

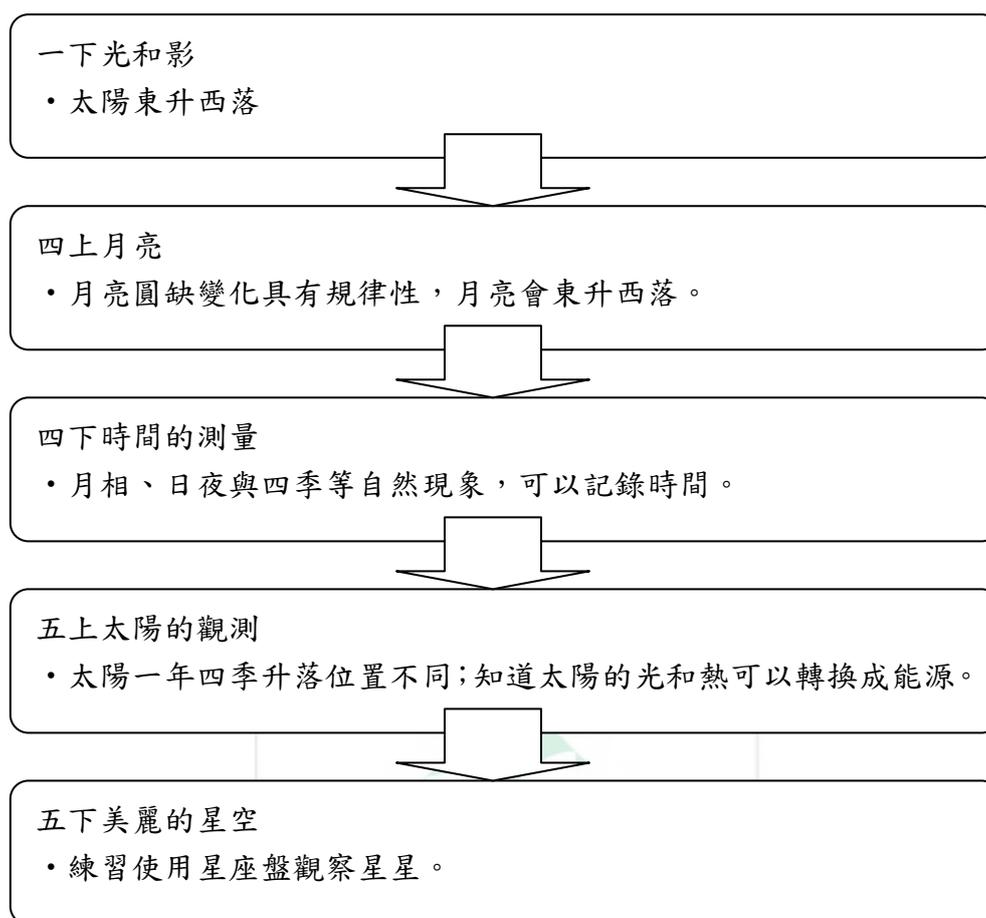


圖 2-2-1 國小康軒版教材天文主題之單元地位（康軒文教事業，2009）

根據現行實施的國小自然與生活科技教材編排設計，從其單元順序與概念結構，能夠發現各天文主題單元依據各階段之能力指標，其課程內容之編排上具有九年一貫的統整性概念。

二、天文教育研究

天文教育方面的論述、研究以及相關書籍非常多，研究者蒐集相關論述，有關天文迷思概念之研究計有 4 篇，有關天文教育之教學策略計有 20 篇，探討教師背景與學生學習影響之研究 1 篇，探討國小天文設施之規劃 1 篇，共計 26 篇（見附錄一）；其中以「月亮」的討論研究所占比例最高，以「月亮」為研究主題或涉及「月亮」概念之研究，所占篇幅計有 17 篇。而其中天文教育之教學策略，多數研究以資訊科技融入教育的方式作為天文教學之輔助應用。研究者根據上述文獻，探討國小學童在學習天文時，常見的迷思、學習資源及學習困境與教學策略。

(一) 天文的迷思概念

天文的學習涉及時間、空間及運動方面的探討，其中太陽、地球和月亮三者之間的運動關係，屬於抽象的概念，此和學生的空間能力有很大的關係，存有許多學童不易了解的抽象概念，因此學生往往難以建立正確的概念（翁雪琴，1994）。許多研究者針對學童的對於天文的知識進行研究，發現學童存在有許多天文迷思概念。陳小娟（2006）整理過去研究者（王美芬，1992；姜滿，1993，1997；陳政瑜，1994；翁雪琴，1994；林王椅，1995；邱美虹、陳英嫻，1995；劉伍貞，1996；許民陽、王景坤，2001；沈勇志，2003；Baxter, 1989；Crews, 1990；Dai, M. F., & Capie, W, 1990；Vosnidou, 1989；iang-Broadstock, 1992；Klein, 1982）研究發現的天文迷思概念，將之分為七個錯誤類型：

1. 地球自轉與天體視運動
2. 地球自轉與晝夜的關係
3. 地球公轉與四季的關係
4. 在月相盈虧現象方面
5. 在月相盈虧成因方面
6. 地日月的概念
7. 地日月相對運動，如下表2-2-2所示。

表2-2-2天文迷思概念與錯誤類型整合表（陳小娟，2006）

錯誤類型	迷思概念內容
地球自轉與天體視運動	<ul style="list-style-type: none"> ● 月亮、太陽、星星會東升西落的原因是太陽繞地球公轉。 ● 月亮、太陽、星星會東升西落的原因是地球繞太陽公轉。 ● 月亮、太陽、星星是不會移動的，每天固定在同一位置。 ● 在辨認方位時，認為月亮、太陽、星星是西升東落的。 ● 地球會自轉，所以北極星也會東升西落。 ● 北極星一直繞著地球運行，所以它在我們的北方。
地球自轉與晝夜的關係	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球會出現晝夜變化的原因是地球轉到太陽那邊就是白天，轉到月亮那邊就是黑夜。 ● 地球的一邊是太陽，另一邊是月亮，當轉到太陽的那邊是白天，轉到月亮那邊則是晚上。 ● 因為地球運轉，才會出現時間，如果沒有自轉就不會有時間了。 ● 在夏天時，地球自轉較慢，所以白天長；冬天時，地球自轉較快，所以白天短。 ● 夏天晝長夜短的原因是夏天太陽走得比較慢。 ● 夏天是因為太陽距離地球較近，所以白天會比較長。 ● 地球自轉一週的週期需要一個星期、一個月、一年。 ● 太陽與月亮會輪流出現在天空中造成晝夜。 ● 太陽繞地球轉造成晝夜，被太陽照到為白天沒照到是晚上。 ● 地球繞著太陽轉而形成晝夜。

<p>地球公轉與四季的關係</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 因為夏天地球正好移動到靠近太陽那邊，所以接受到熱量比較多。 ● 夏天受日照的時間也比較長，所以接受的熱比較多。 ● 地球繞太陽公轉一週需要 1 年。 ● 太陽有一定的軌道運行，夏天時太陽剛好繞到地球上空，所以高度角高。 ● 地球只要有公轉，就會有四季產生。 ● 冷的行星帶走太陽的熱能，所以是冬季。 ● 夏天比較熱是因為太陽離我們比較近。 ● 夏天陽光強，天氣炎熱，所以太陽高度角高。 ● 夏天白天長，所以太陽高度角高。 ● 夏天太陽大，所以太陽高度角高。 ● 冬天的太陽離地面較遠、太陽小，所以冬天的太陽高度角比較高。 ● 一天當中太陽的高度角是一直變化的，有的時候高，有的時候低。 ● 四季的太陽高度角都有高有低不斷地在變化。 ● 地球繞太陽公轉一週需要 365 天，所以造成月相盈虧。 ● 大部分的星星不停的繞著地球運轉，所以我們可以看到不同的星象。 ● 星星都是不會運行，所以夏天跟冬天的星象都是一樣的。
<p>在月相盈虧現象方面</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 上弦月出現在農曆初一左右。 ● 上弦月的月形是眉形月。 ● 上弦月出現在農曆二十二或二十三左右。 ● 望月出現在農曆初七、初八左右。 ● 朔月才是滿月，大約出現在農曆十五左右。 ● 月亮每天在天空的位置都是一樣的，只是月形不同而已。 ● 農曆初七、初八是一個月的月初時段，所以月亮的形狀會是眉形月。 ● 月亮光亮部分左右弄相反了。 ● 月相變化的週期一個月的天數是陽曆的30或31天。 ● 同一天中月亮的形狀會有明顯的改變。 ● 滿月都在農曆十五，所以月相變化的週期是15天。
<p>在月相盈虧成因方面</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 受到天氣的因素的影響，如：被烏雲遮住了。 ● 太陽直射月球時就會出現滿月，當太陽斜射時就會出現其他月相。 ● 滿月時整個月亮都被陽光照射到，而其他月相時，月亮只有部分或完全沒被陽光照射到。 ● 月亮形狀的變化與太陽照射到月亮的面積不同有關係。 ● 滿月時整個月亮都被陽光照射到，上弦月或下弦月則是因為陽光只照到月亮的一半。 ● 朔月時陽光完全照不到月亮。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 月亮被地球的影子遮住了。 ● 月亮會被地球擋住，陽光無法照射到整個月亮。 ● 天氣狀況會影響月相的變化，好天氣時是望月，壞天氣是朔月。 ● 月亮會自己發光，所以我們看得見。 ● 白天不可能看到月亮，月亮只有在晚上才會出現。 ● 月亮是白色的，所以我們才看得到。 ● 觀測月亮的位置不同，所以有時候看不見月亮。
地日月的概念	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽會移動，所以是行星。 ● 太陽是行星，因為太陽會不停的運轉。 ● 太陽都會從東邊升起，西邊落下，所以是行星。 ● 太陽是不會動的，所以是恆星。 ● 太陽是行星，因為行星比較熱。 ● 我們住在地球，所以地球最大。 ● 宇宙是以太陽為中心。 ● 太陽、月球與地球三者之間的體積大小為太陽>月球>地球。 ● 太陽、月球與地球三者之間的體積大小為月球>太陽>地球。 ● 太陽、月球與地球三者之間的體積大小為地球>月球>太陽。
地日月相對運動	<ul style="list-style-type: none"> ● 因為太陽系是以太陽為中心，所以月亮會繞著太陽運行。 ● 太陽系是以地球為中心，所以月亮會繞著地球運行。 ● 太陽和月亮繞著地球轉動。 ● 月亮是不動的，是地球繞著月亮運行。 ● 月亮會繞著地球公轉，但是不會像地球一樣自轉。

從上表中內容發現，大部分迷思概念的產生係因於學童以直覺式的觀察經驗解釋自然現象的發生，並且缺乏對於各星體的基本認識以及對於一般常用的名詞認知不足，而形成眾多與科學解釋相互矛盾的概念。

(二) 常見的天文概念教學方法

一般在進行教學時，常搭配不同的教學方法，以促成學習的成效。天文概念的教授，亦極需搭配不同的教學方法，幫助學童進行學習。目前天文教學上常見有以下幾種方法（賴慶三、吳正雄，2005；王美芬、熊召弟，2005；康軒文教事業，2009）：

1. **傳統的講述法**：講述教學是一般在教學上，教師最常使用的方法。透過講述教學，教師容易將要教授的知識內容表述傳達給學生，然而學生往往是被動的進行天文事實的學習，缺乏主動性的學習探究。
2. **電腦輔助教學**：天文觀察活動常會受制於環境、時間等因素，造成觀測活動的不利進

行，或是教師無法在觀測現場進行指導。研究者進行天文教育的文獻蒐集中，發現許多教師常採用電腦輔助教學的策略，以電腦模擬軟體輔助天文教學活動，克服學校設備的不足或天候的限制。

3.STS (Science-Technology-Society) 教學模式：以學生日常生活中或社會大眾所關心的事件為核心主題，引起學生的關切，並讓學生以科學的態度及探究的精神，主動蒐集資料、共同討論，進行創造力思考與問題解決(王美芬、熊召弟，2005)，進而能夠應用天文的概念與觀察技巧來解決問題，是一強調問題解決的教學方法。

4. 模擬式教學活動：天文現象的發生涉及時間與空間的因素，對於學童而言是較難以理解的部份，教師解釋這部分概念時，常會透過立體的教材模型，或是角色扮演的活動，幫助學童理解天球這部分概念，或是經由不同的視覺觀點瞭解星體運動的關係變化。

5. 實際觀察活動：天文概念的學習除了教科書上的理解，最重要的部份還是實際觀測活動，包括星相日月的觀察，幫助學童能夠藉由實際的觀察，印證所學的知識，繼而引發學童主動學習天文的熱情。

6. 戶外教學：受限於教育經費、設備的不足，有許多學校團體到科學中心進行課外教學，作為教學活動的一部份。利用科學中心內的天文設備，讓學童在館內利用動手做，及多重感官的學習，讓天文的學習更生動、有效率。

天文教育，除了是將知識概念正確傳達給學童外，需要多重感官的刺激幫助概念的理解，並能透過實際的實驗印證與現實生活產生關聯，引發學童對於天文學習的熱情，於此必須揉合不同的教學方法。

(三) 天文教學上的困難與建議

導致學生天文概念學習困難有很多因素，其中包含了教科書因素、模擬困難、學生態度、學生認知發展、實驗不易等因素。

1. 教科書因素：教科書所呈現的平面知識難以解釋立體空間的關係，教學內容缺乏與生活實際經驗的結合。

2. 模擬困難：天體的形狀大小以及距離等數據差異龐大，難以精確完整模擬。

3. 學生態度：學生往往以直覺式的經驗解釋天文現象，缺乏實驗探究的精神。

4. 學生認知發展：國小中高年級的學生雖然漸漸能夠在心智中建構抽象概念，但像較複雜的如空間轉換關係，仍需要實體輔助認知。

5. 實驗不易：天文的觀察常受天氣所影響，礙於時間、空間與天氣狀況，實驗活動難以

配合進行。

針對天文概念的理解，根據過去的天文教學狀況，學者指出要使學生完善的建構天文概念，需要透過教學脈絡整合、學習前的告知事件或透過模型輔助與活動設計來幫助學習（熊召弟等人，1998；陳小娟，2006）：

1. 整合教學脈絡：科學概念的學習應注重完整性與一貫性，應該把前述概念與教學內容的單元做整合，以增進學童的理解。例如，解釋天文現象的成因，要先熟知太陽系中地球、月亮、太陽的坐落位置，相對大小和太陽系星體的運行，及光的折射成因。

2. 告知事件：教學內容上，很重要的一點是解釋所要傳遞的概念，例如地球、太陽、月亮和星星的形狀、運行、大小和位置。兒童若僅被告知簡單的事件如「地球像個圓球」、「地球繞著它軸轉」、「太陽比地球大」和「太陽中心」，而這些「事件」與兒童的經驗信念是不一致的，兒童則難以相信這些事件。

3. 輔助教材與活動設計：針對童學習天文迷思概念的產生，學者們認為可透過圖片影像、具體模型增進兒童正確月相概念（王美芬，1992；邱美虹、陳英嫻，1995；賴瑞芳，2002；謝秀月，1987）。根據 Harrison（1996）指出透過模型容易讓人理解抽象的科學概念。學生在星體運動單元的學習過程中，加入適當的教學媒體或模型，將有助學生對於抽象的科學概念理解，減少迷失概念的產生。而角色扮演、校外參觀等活動，都是能夠幫助學童理解相關概念的運作關係。

三、小結

綜上所述，可知天文概念的學習在國民中小學自然與生活科技中是具連貫與統整性的學習內容，研究者將採課程綱要之能力指標與康軒版(2009)自然教學指引，作為數位教材內容之參考。天文概念的學習不僅是基本天文名詞的了解，還包含概念的建構理解，在探討其背後現象的成因後，其實涉及許多概念的組成，包含光與影、方位、以及運動等概念，對於過小學童而言是比較抽象難以理解的內容。故為了瞭解一般國小學童學習天文內容常見的迷思概念與學習困難，研究者將綜合相關的研究論述，根據因應的教學策略與建議，作為教材中學習內容的編排與教材表現形式之參考。

第三節 悅趣化學習

資訊教育是知識管理的基礎技能科目，從九年一貫課程目標所提倡培養的學生十大基本能力之中，不難發現其中之「生涯規劃與終身學習」、「運用科技與資訊」、「主動探索與研究」與「獨立思考與解決問題」等能力皆與資訊科技息息相關。目前資訊科技融入教學已經實際應用於在各個學科領域。王全世(2000)以資訊科技的觀點定義，資訊科技融入教學就是將資訊科技融入於課程、教材與教學中，是為教學上的一個方法或程序，能夠提昇教師的教學效率，或幫助學生進行有效率的學習。

然而，對學童而言，學習常常不是一件有趣的事，如果在學童的學習過程中，能夠以有趣的方法引起興趣，便能達到教學效果（朱延平，1999）。Prensky（2003）認為傳統電腦輔助訓練（Computer-Base Training）是屬於一種低吸引力（Low Engagement）與低學習效果（Low Learning）的學習環境，對學習者而言其吸引力顯得薄弱，故傳統電腦多媒體學習環境必須融入正統遊戲（Pure Game）之高吸引力（High Engagement）優點，才能夠順應學習趨勢成為新的多媒體學習環境。不少研究指出數位遊戲式學習，將遊戲的刺激性、趣味性以及遊戲過程中的促進參與度和增強持續性等元素應用於數位學習設計中，對於學習將帶來的正面教育意義（Prensky, 2001, 2003；Asgari & Kaufman, 2005）。於2008年2月28日梁朝雲、陳德懷、楊叔卿、以及楊接期等人，便共同發表了「悅趣化數位學習」研究宣言，藉此催化臺灣悅趣化學習與社會之研究社群。而2009年，我國國科會教科處更將悅趣式的數位學習（Game/Toy-based e-learning），列為98年度資訊教育學門研究計畫徵求書中的重點之一。悅趣化學習已經逐漸受到重視，並成為發展實踐「寓樂於教」與「寓教於樂」理念的重要策略。

一、電腦輔助教學

「電腦輔助教學（Computer Assisted Instruction）」，是一種運用電腦交談模式呈現教材，並控制個別化學習環境的教學過程（Hicks & Hyde, 1973；Sipple, 1980）。邱貴發（1992）指出「電腦輔助教學」一詞中，電腦二字乃泛指以電腦為主控機器的教學活動，所以多媒體輔助教學（Multimedia Assisted Instruction）、智慧型教學系統（Intelligent Tutroing System）都包括在電腦輔助教學的範圍中（引述自黃慧美，2003）。

張國恩（1999）認為使用電腦來輔助教學活動的適用時機，包含了以下六個範疇（引述自姚乃丹，2003；邱俊宏，2004）：

1.抽象化的教材轉成視覺化的教材：某些學習內容呈現的知識過於抽象，透過電腦的多

媒體特性將這些抽象知識以具體的視覺化方式呈現，能夠幫助學習者更容易理解與加深印象。

2.需要培育從事實物演練的經驗：有些程序性的知識需要學習者實際操作練習，或透過重複練習以獲取經驗提昇熟練技巧，能夠透過電腦重複工作的特性，採電腦模擬的方式讓學習者進行模擬練習。

3.學校無法提供問題解決的環境：有些學習內容其課程資源不易取得，或是在學校教室之中難以呈現其現場環境，可以透過網路上豐富的教學資源，幫助問題的解決。

4.學校所欠缺老師教學的學科：對於學校開課課程中所缺乏的學科專業教師，可以利用遠距教學的方式補足，幫助學生接受較完整的課程學習。

5.引起學生學習動機：某些教材在講授方式的陳述過程中，顯得枯燥單調，其內容透過電腦重新編制，結合多媒體的文字、圖片、動畫和音效等聲光效果的包裝，能夠使學生提昇學習的意願。

6.自我診斷與自我評量：知識診斷或學習評量對老師而言負擔極重，用電腦線上評量或診斷系統能夠方便教師獲得學生的評量資料，並減輕老師負擔。

電腦輔助教學的發展已有一段時間，依造教學軟體在教學中的角色和它們在過程中的定位，可以分成以下七種類型（洪榮昭、劉明洲，1997；古智勇，2003；邱俊宏，2004；高等教育，2004；劉奕帆，2010）

1.個別指導式（Tutorial）電腦輔助教學：教學軟體類似教師的角色，將傳統的教學內容移植到電腦軟體程式中，提供學習者熟悉一個主題所需要的所有資料與教學活動，使學生達成學習目標。

2.練習式（Drill and Practice）電腦輔助教學：教學軟體提供例題供學習者練習，藉由反覆的解答與練習，使學習者精熟學習內容。

3.模擬式（Simulation）電腦輔助教學：教學軟體是將學習內容與實際的現象結合，提供一假設性的情境，並將各種模擬的實物或事實呈現在螢幕上，讓學習者對於某些真實事項進行模擬性學習。

4.遊戲式（Gaming）電腦輔助教學：將教學目標或學習活動加入遊戲規則，設計成遊戲式的電腦輔助軟體，以促進學生的學習動機。

5.交談式（Dialog）電腦輔助教學：交談式電腦輔助教學軟體，是一種讓學習者與電腦可以相互交談，互相問答的電腦輔助教學方式，提供學習者與電腦間「雙向溝通」的教學方式。

6.測驗式 (Testing) 電腦輔助教學：教學軟體由電腦預先輸入的測驗題，按順序或隨機出題，讓學習者在電腦上進行測驗，以評估學生的學習成效。

7.問題解決式 (Problem Solving) 電腦輔助教學：問題解決式的電腦輔助教學是透過電腦教學軟體的設計來訓練解題能力，其中的解題能力包含領域知識內涵與推理技巧。

每一種模式的產生都是為了因應不同的教學需求，在實際電腦輔助教學軟體之中，可以依據教學目標的需求，相互搭配運用這七項電腦輔助功能幫助學習。

二、數位遊戲的特性

遊戲具備吸引遊戲者遊玩的特色。Alessi & Trollip (2001) 認為構成遊戲的要素應包含：目標 (goals)、規則 (rules)、競爭 (competition)、挑戰 (challenge)、新奇 (fantasy)、安全 (safety) 與娛樂 (entertainment)。據 Prensky (2001) 歸納的遊戲特色，具有以下十二個元素 (引述自古洋明，2004；張弘典，2008；莊英君，2009)：

1. **娛樂性：**促使玩家在遊戲中獲得愉悅感。
2. **遊戲性：**促使玩家沈浸於遊戲過程。
3. **規則性：**能提供玩家遊戲的整體架構。
4. **目標性：**提供玩家明確的遊戲目標，並藉此目標引發動力去進行遊戲。
5. **人機互動性：**能讓玩家透過電腦的操弄與互動中來進行遊戲。
6. **結果與回饋：**能讓玩家與遊戲間進行「雙向溝通」。
7. **適性化：**能讓玩家流暢的進行遊戲。
8. **勝利感：**能提供玩家的自我滿足感。
9. **競爭挑戰與衝突感：**能讓玩家感受到興奮與刺激感。
10. **問題解決：**能夠形成挑戰引發玩家的思考活動進行問題的解決。
11. **社會互動性：**能讓玩家吸引同好彼此組成遊戲社群。
12. **圖像與情節性：**能讓玩家在遊戲中感受情感與故事鋪陳。

Rollings & Adams (2003) 以遊戲設計的觀點，提到數位遊戲設計應包括的元素如下 (引述自簡幸如，2005)：

1. **規則：**與其他電影、電視等被動式的娛樂不同，數位遊戲屬於主動性的娛樂，與電影、電視等被動的娛樂性質不同，具有規則來規範整個遊戲的進行。
2. **競爭與挑戰：**遊戲中的競爭與障礙，能夠引起玩家的刺激與滿足成就，並構成遊戲性。
3. **背景、互動模式與視角：**背景是指遊戲中的場景；互動模式是指玩家如何操控遊戲進

行；視角是指玩家視整個遊戲世界的方式。

4. **任務及目標**：遊戲的目標性是引發玩家的遊戲動力，並構成玩家進行遊戲的目標意義。

5. **模式與結構**：模式是指遊戲的進行方式，遊戲方式會跟著不同的模式轉換有所差異；遊戲的結構為訂定模式切換的促發條件。

6. **真實性**：擬真性在遊戲中是不可或缺的元素，遊戲情境與活動的模擬設計是遊戲設計者需考量融入遊戲的元素。

7. **故事性**：遊戲通常具備一故事情節，經由適當的包裝，讓遊戲進行時更具認同感。

吳天貴（2007），曾將 Prensky, Thornton & Cleveland, Felix & Johnston, Baranauskas, Neto & Borges, Malone, Garris, Ashler & Driskell 等多位學者對數位遊戲所應具備的特性曾做出歸納與比較，如表 2-3-2 所示。

表 2-3-2 數位遊戲應具備的特性（吳天貴，2007）

數位遊戲 (Digital Game) 所應具備的特性	規則	目標	產出及回饋	衝突/競爭/挑戰/對立	互動性	圖像情節	風險性	奇幻性	好奇心	掌控性
Prensky (2001)	V	V	V	V	V	V				
Thornton & Cleveland (1990)					V					
Felix & Johnston (1993)	V	V			V	V				
Baranauskas, Neto & Borges (2001)				V			V			
Malone (1981)				V				V	V	V
Garris, Ashler & Driskell (2002)	V	V		V				V	V	V

三、動機學習理論

成功的學習需仰賴於動機的引發 (Prensky, 2001)。教學性的遊戲是一種能加強已經教過的技能、觀念和資訊，並高度激發學習動機的方法 (楊濟華，1999；盧重佑，2010；徐右任，2001)。Clifford (1984) 在動機理論中將動機分成內在動機 (Intrinsic Motivation) 與外在動機 (Extrinsic Motivation)。內在動機包含自我充分發展與自我涉入，而外在動機係由外在因素，如獎勵、懲罰、脅迫或榮譽的競爭等所引發。內在動機所發出的行為是已自身為目的，而外在動機所引發的行為可能將為達到目的而採取手段。在引起動機

的情境中，兩種動機均可能同時發生作用。

Keller (1984) 綜合了當時心理學界針對動機這個議題研究的結果，提出了 ARCS 模型。為了要引起人們的學習動機，有四個因素是必須的。分別是：注意力 (Attention)、關連性 (Relevance)、信心 (Confidence) 及滿足 (Satisfaction)。如表 2-3-3 所示。

表 2-3-3 ARCS 動機模式 (Keller, 1984)

學習動機要素	說明
注意力 (Attention)	引發學習者好奇心及維持注意力。
關連性 (Relevance)	讓學習者察覺學習內容、目標要與其具有關連性。
信心 (Confidence)	建立學習者成功的信心和正面期望。
滿足 (Satisfaction)	提供學習者適當的獎勵與回饋。

Keller & Burkman (1993) 對於教學媒體中訊息設計的學習動機作下列補充說明：

1. 引起學習者的學習動機大部分乃屬於教學設計者的責任。
2. 教學媒體訊息設計的目標，是利用動機原則的方法來激勵學習者學習。
3. 讓教學工具具備學習的激勵性可以是一種系統化的歷程。
4. 在教學媒體的訊息設計中應從頭到尾都考量引起學習者動機。
5. 引發學習者的動機部分能夠被單獨探討，對學習者而言可能是正面的或負面的影響。

四、遊戲學習模式

良好的遊戲設計，將有助於學習者進行互動，達到遊戲式學習的目的。Holland (1998) 在遊戲的動態複雜性描述中，將遊戲區分為遊戲機制 (Mechanics)、遊戲規則 (Game Rules)、遊戲的元件 (Entity) 三個部份，如圖 2-3-4a。

1. **遊戲機制 (Mechanics)**：整個遊戲程式的概觀，是遊戲中控制輸出入的引擎，設定出遊戲進行時資料與程序之間的運行，此機制可以套用到不同的規則以及元件上。
2. **遊戲規則 (Rules)**：遊戲中的操作方式或整個遊戲的常規，玩家必須遵守其中的規定，而不同的規則會有不同的活動進行方法。
3. **遊戲的元件 (Entity)**：遊戲過程中玩家可能接觸的物件，包含遊戲物件、實體物件以及輔助的遊戲代理人等。

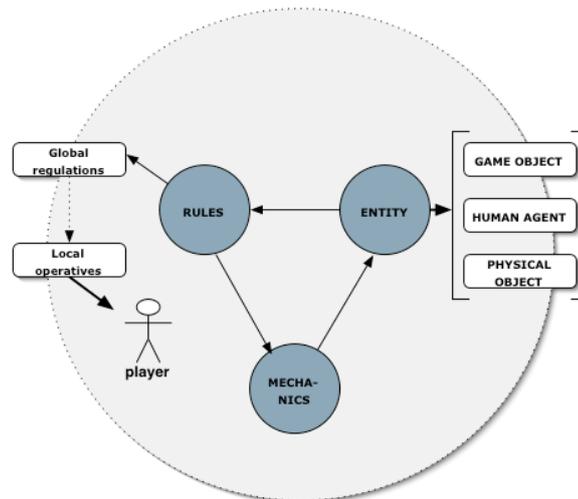


圖 2-3-4a Mechanics、Game Rules、Entity (Walther, 2005)

Garris, Ahlers & Driskell (2002) 提出數位遊戲學習模式 (input - process - outcome game model) (如圖 2-3-4b)，其運作機制分為三個部份，首先由 Input 階段將教材內容 (instructional content) 與遊戲特性 (game characteristic) 整合，於 Process 階段進行遊戲循環 (game cycle)，過程中進行使用者判斷 (user judgments)、操作產生使用者行為 (user behavior) 以及系統回饋 (system feedback)，在不斷的循環後形成任務報告 (debriefing)，檢示學習過程中需修正或改進的錯誤，最後在 Outcome 階段經由認知與反思而達成學習成果的產出 (learning outcomes) (引述自劉奕帆，2010)。

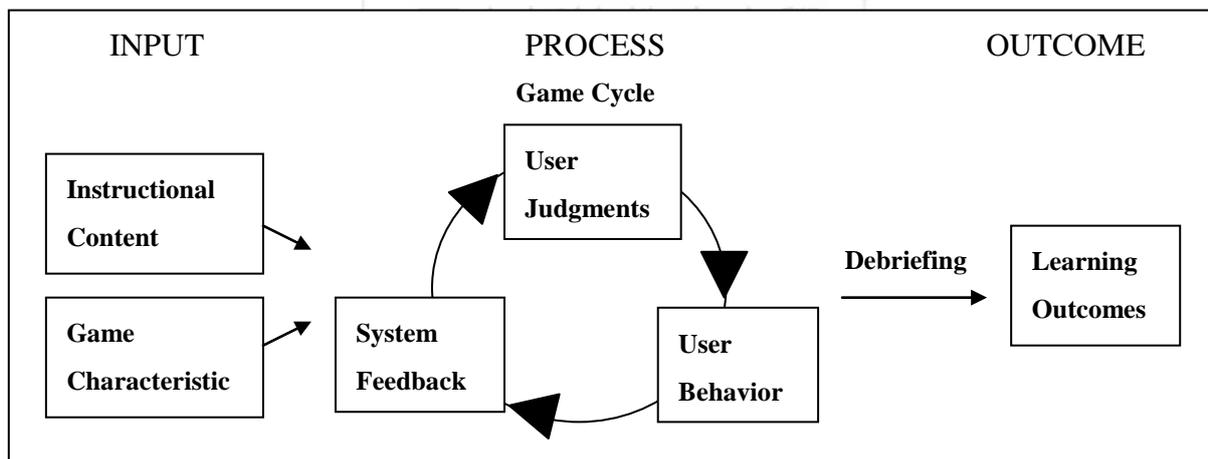


圖 2-3-4b input - process - outcome game model (Garris, Ahlers & Driskell, 2002)

五、教材設計原則

教育總是與流行的資訊媒體有所連結，當數位科技的影響之下，對資訊的貯藏、傳輸及獲得較從前有很大的不同，將對教育的系統帶來改變 (Lankshear & Knobel, 2000;

Spender & Stewart, 2002; 林志忠等人, 2003)。教學革新與教學媒體的普及、應用方法技巧, 以及設計、製作等均有密切的關係 (張霄亭, 1998)。研究顯示教學媒體對於老師與學生都有正面的影響 (Descy, 1992), 教學媒體如果設計得當, 更能夠提昇學習的效果 (楊美雪, 2002), 如此將有賴於訊息介面的設計。Grabowski (1995) 指出訊息設計是一種操作訊息實體形式的計畫活動, 將訊息設計分為外在與內在因素: 外在因素如注意、知覺和理解, 著重在實體形式的呈現; 內在因素如記憶保持和檢索能力, 則著重在引導的成分。對「教」而言, 訊息設計應著重外在因素, 幫助學習者知覺上的認知; 對「學」而言, 則應使用策略引發內在因素, 獲致學習成效, 如圖 2-3-5 (引述自楊美雪, 2002)。

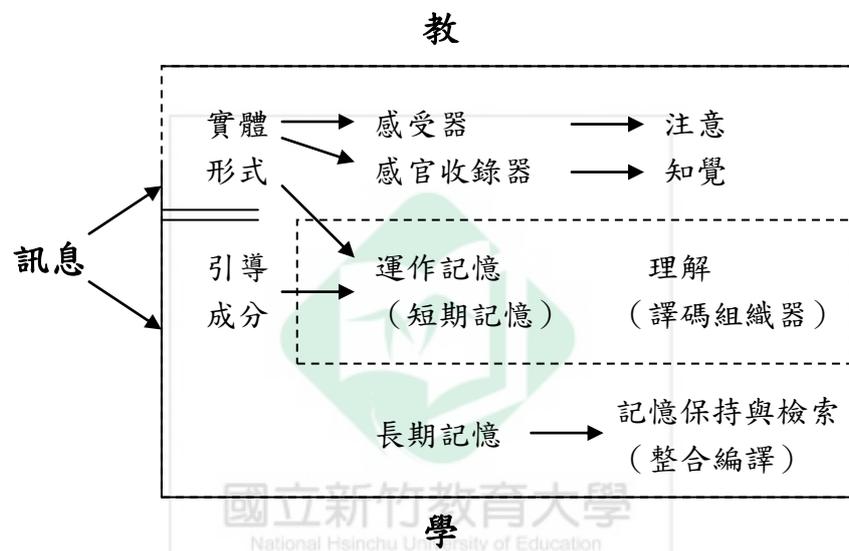


圖 2-3-5 訊息設計與教學關係 (Grabowski, 1995)

從教學的觀點而言, 訊息設計的目的是為了改變學習者的認知、情意與技能行為 (Fleming & Levie, 1993; Kuzmich, et al., 1993; 楊美雪, 2002), 訊息設計的特性之一是必須對教學媒體和學習的工作, 做具體明確的設計 (Seels, et al., 1994; 張霄亭等譯, 2000)。Schwier (1993) 強調在探討互動式多媒體教學的使用技巧及系統結構時, 應注意下列五點原則 (引述自李孟軒, 2007):

1. **教學性 (Instructional)**: 達成教學目地所應具備的功能, 是互動式多媒體教學當中的基本特徵。
2. **多重媒體來源 (Multiple Media Sources)**: 教學內容中的資訊來自各種媒體資源, 包含文字、圖片、動畫、音訊以及視訊等。
3. **片斷式 (Segmented)**: 即教學內容需包括: 連續動畫影像、靜止畫面、文字、問題

等。

4. 有意義的設計 (Intentionally Design)：教學內容必須符合學習者需求，並且依據教學目標進行詳細的教學設計，才能成互動的效果。

5. 連貫性 (Coherent)：整合所有相關教材內容，使內容前後一致具有連貫性，有效達成教學目標。

數位學習正是將學習和資訊科技予以結合，利用數位化的教材與教學方式，整合線上及非線上之學習策略與活動的學習方式（吳聲毅，2004；經濟部工業局，2006）。數位學習是以「學習者為中心」作為學習典範思維的學習策略，儘管數位教材能夠透過多元的媒體科技整合為學習帶來許多優勢與便利，在教學設計上仍應注重教材、學習者及兩者間的互動，以下將對數位教材設計之教學設計、多媒體視覺設計與互動介面設計的考量，分別敘述說明：

（一）教學設計

美國知名教育學者梅格（R. F. Mager）於1968年時提出了教學設計模式的重要性。首先，教學設計模式的第一個重要性即是能協助設計者確立教學方向，之後能夠確立評鑑目標，最後仍需能協助指引學生努力方向。

1. 確立教學方向：若無清楚的目標，教學設計者將缺乏具體的基礎去選擇或設計教學材料、內容及方法。

2. 確立評鑑目標：考試或測驗是評鑑學生是否成功達到學習目標的重要角色。進行評量設計前，唯有當教學目標清楚陳述時，才有可能真正測試到學習者是否達到學習目標。

3. 指引學生方向：清楚的學習目標有助學生朝向正確的目標努力。

（二）多媒體視覺設計

Stemler (1997) 在多媒體系統設計的研究調查中指出多媒體設計當中應注意的部分包含：教學設計、螢幕設計、互動與回饋、導覽、學習者控制、色彩、製圖、動畫、音訊、視訊等元素。根據楊美雪（2002）整理的教學媒體訊息設計原則，一般的設計需要注意到結構與個人的吸引力；視覺設計的原則，大體而言不外乎簡單、清晰、均衡、和諧、組織、強調、容易辨識、統一、可透視等（Bullough, 1974；Thompson, 1994）；圖文部份，則應注意到圖像、文字編排與電腦畫面的設計。各項原則分述如下表 2-3-5a：

表 2-3-5a 教學媒體訊息設計原則（楊美雪，2002）

類別	原則
一般的設計	<ol style="list-style-type: none"> 結構吸引力 <ul style="list-style-type: none"> ● 清晰。 ● 強調重點。 ● 符合學習者步調。 ● 適切地增強。 個人的吸引力 <ul style="list-style-type: none"> ● 吸引學習者。
視覺的設計	簡單、清晰、均衡、和諧、組織、強調、容易辨識、統一、可透視
圖文的設計	<ol style="list-style-type: none"> 圖像的設計 <ul style="list-style-type: none"> ● 畫面安排簡潔明確。 ● 圖像畫面保持平衡。 ● 畫面中的素材能表達共同意念。 文字印刷的設計 <ul style="list-style-type: none"> ● 內容應該考量：讀者、訊息及讀者如何處理訊息三方面。 ● 字句陳述宜精簡、具體，使用正面語調。 ● 每段文字應有標題。 ● 版面應當留白、具有統一的格式。 ● 強調重點。 電腦畫面的設計 <ul style="list-style-type: none"> ● 對齊、平衡、對比、整合成塊、重複、使用、簡單、互動。

（三）互動介面設計

⁶人機介面提供人與機器之間的溝通渠道，介面設計的目標是以使用者為考量，希望使用者透過介面能夠更容易上手，掌握工具的使用功能，促進使用者與機器間的互動以提升工作的效率、品質及樂趣。

Shedroff（1999）提出使用者在多媒體系統中的互動性，可以依回饋、控制、創造力、製作力傳達度與適合度六個向度作為標準（表 2-3-5b），衡量互動性強弱。

表 2-3-5b 多媒體互動性尺度（Shedroff, 1999）

向度	系統與使用者之互動說明
回饋（Feedback）	系統給予使用者回應
控制（Control）	使用者能進行控制系統

⁶ 人機介面之設計，2011 年 7 月 14 日，檢索於
<http://squall.cs.ntou.edu.tw/UserInterface/DesignOfHCI.html#HCIDesignPrinciples>

創造力 (Creativity)	使用者參與表現創意的程度
製作力 (Productivity)	使用者能實際製作的程度
傳達度 (Communication)	訊息或故事溝通的程度
適合度 (Adaptivity)	系統可依使用者以調整系統行為模式或內容

良好的互動設計則應該包括以下幾個特性 (Shedroff, 1999)：

- 1.方向性 (Orientation)：**提供使用者足夠的導覽資訊，告訴使用者如何操作與進行。
- 2.引導性 (Navigation)：**幫助使用者了解界面的位置與獲取訊息的提示說明或方法。
- 3.使用性 (Usability)：**包含對於預期心理的直覺化的認知設計，在使用者理解程度與管理使用者期待的設計。
- 4.功能性 (Functionality)：**分為「定義功能性」與「設計功能性」兩種。前者是要將模糊之處加以說明，讓使用者易於進行問題解決；後者是採探循問題及測試不同答案以獲得最佳工作方式 (Assfalg & Pala, 2000)。

人機互動的形式趨向以人為設計的起點，應有助於使用者探索減少認知負荷，增進使用者的愉悅感及滿足感，以人性化的形式操控為設計考量 (黃雅雯, 2008)，依據 Shneiderman (1987) 的黃金八大設計原則，提到：

- 1.介面一致性：**相同的資訊樣式應維持於相同的設計版面；說明文件中應使用相同的名詞術語；保持按鈕圖示、顏色、文字規格與動作命令之間的一致性，以助於使用者探索 (楊琮熙, 2009)。
- 2.滿足普遍的使用性：**確認使用者需求，提供適應不同級別的使用者操作易用。例如：對於初學者而言需要清楚的說明提示，藉由多次的互動進行輔助；對於專家而言，能夠藉由簡單的介面，精簡操作程序與步驟，明確快速呈現訊息達到有效率的操作 (廖珍怡, 2006；張志仁, 2007)。
- 3.有意義的回饋：**對於使用者每個動作系統應提供回饋，回饋的強度依據動作使用的頻率與重要性予以分級呈現。透過物件的視覺變化，例如色彩的變化與附加文字的呈現，能夠達到重點提示的效果。
- 4.對話設計引導操作：**使用者動作時應具有開始、中間以及結束的組織性。動作之前應先提示使用者訊息，以降低使用者壓力；動作快結束時，應提供訊息讓使用者有心理準備動作即將結束。讓使用者在操作過程中能夠獲得滿足，並能清楚準備下一步動作。
- 5.錯誤處理：**系統設計應考量使用者操作錯誤可能，避免讓使用者操作錯誤。如過使用者操作錯誤，系統應能夠察知使用者錯誤，並主動提供訊息提示解決問題。

6. **允許簡單動作回復功能**：系統允許簡單復原的功能，能夠降低使用者焦慮，增進使用者嘗試操作不熟悉的選項之意願。

7. **提供使用者控制**：有經驗的使用者渴望高度的系統控制權限，系統應適度讓使用者作非回應者之動作創始者，在動作之後，並能有所回應，滿足使用者心裡的渴求。

8. **減少認知負荷**：美國心理學家米勒研究指出人的短期記憶量有限，一般為 7 ± 2 個訊息（葉重新，2005），所以介面設計應保持簡單，避免過多複雜的畫面設計造成認知負荷。透過隱喻性的訊息呈現與使用幫助學習者容易記憶的圖像識別設計能夠簡化心智認知的轉換過程（吳聲毅，2009；張志仁，2007）。

六、小結

綜合上述，本研究在進行數位教材實作，其中教材悅趣化的具體設計，將融入部分的遊戲特性，並參考遊戲學習模式的理論基礎，構思教材的進行方式。本教材之悅趣化考量與評估，將根據 Keller（1984）動機理論，作為參考準則；最後，教材的呈現方式，從教材設計原則之中的教學設計、多媒體視覺設計與互動介面設計之方向，作為學習內容之規劃與教材介面設計之考量。

第三章 研究方法

本章一共包括五節，第一節為研究流程，第二節說明研究對象，第三節為研究設計，第四節說明研究工具，第五節說明資料處理。

第一節 研究流程

本研究之流程如下圖3-1-1所示，主要分為準備、教材設計與建置、實施以及資料分析四個階段，詳細工作內容分述如表3-1-1所示。

表3-1-1 研究工作流程表

一、準備階段
<ul style="list-style-type: none">● 蒐集國內外擴增實境相關之文獻，以瞭解瞭解目前擴增實境技術應用狀況。● 蒐集國小現行實施教材與國小自然科教育教學方法等相關書籍，瞭解國小所學之天文概念內容。● 蒐集國內外與國小自然科學教育之相關文獻，以瞭解天文學習的困難與教學策略，及電腦輔助教學融入自然科學教育之程度。● 訪談具有天文教學經驗的國小教師以及天文領域方面專長的學者瞭解瞭解現行天文教學概況與教材製作建議。● 蒐集國內外悅趣化學習之相關文獻，以提供悅趣化數位教材設計考量。● 測試使用擴增實境技術，以供教材實作互動之設計考量。
二、教材設計與建置階段
<ul style="list-style-type: none">● 訂定教材開發方向。● 規劃學習內容範圍，設計學習內容之呈現順序。● 設計擴增實境與學習內容之互動模式。● 整合學習內容進行教材媒體設計。
三、實驗階段
<ul style="list-style-type: none">● 實施教材雛型之測試，進行初步的問卷調查，並根據分析結果作適當的修改。● 實際進行教材的使用測試，並透過相關的研究工具進行資料的蒐集，分析使用者對學習教材之動機滿意與整體評估。
四、資料分析階段
<ul style="list-style-type: none">● 彙整實驗所有實驗數據與資料進行結果分析，撰寫研究之發現與結論，並提出研究建議，最後統整所有研究內容，完成研究論文修正與定稿。

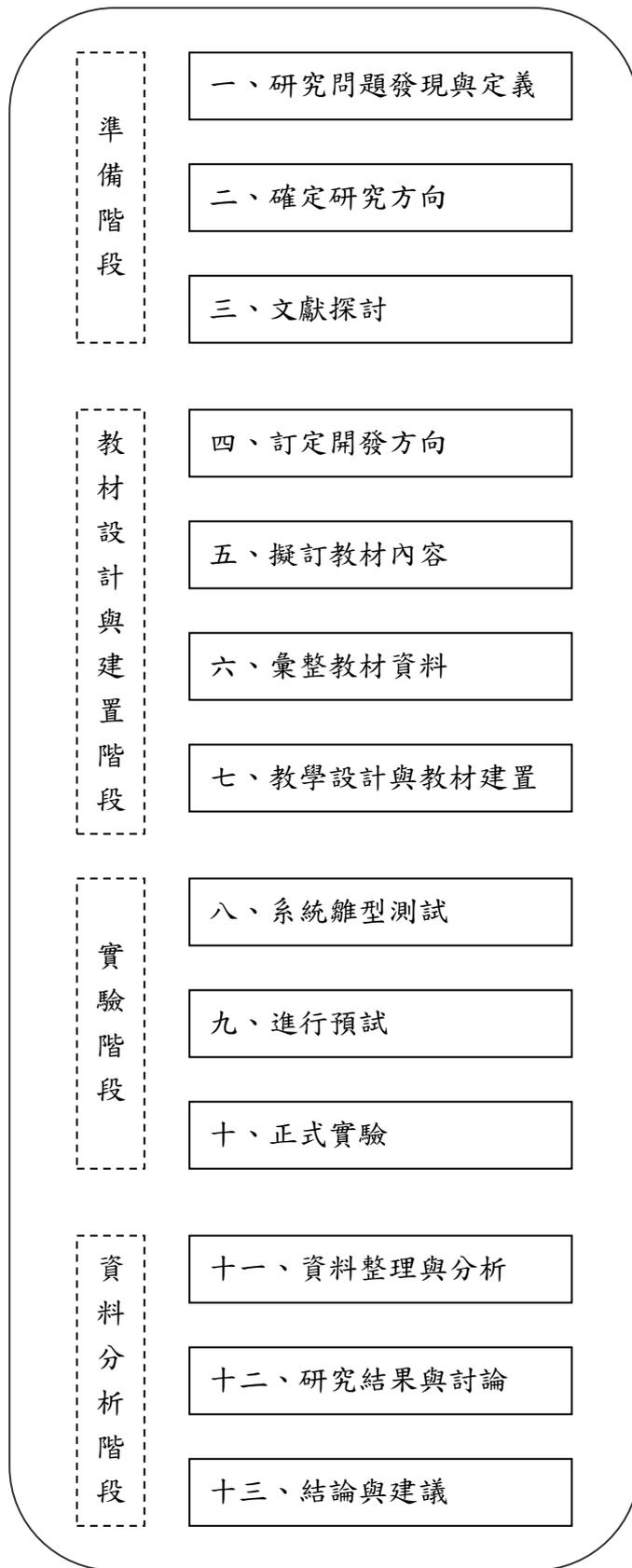


圖 3-1-1 研究流程圖

第二節 研究對象

一、研究對象

根據教育部所頒定的九年一貫課程綱要，自然與生活科技領域天文相關概念內容主要列於四至六年級（教育部，2003），且本學習系統以能力指標為依據進行設計，因此以國民小學五年級學童為研究對象。本研究受限於實驗學校、資源與人力因素，基於實驗活動實施之方便考量，方便取樣以新竹市某國民小學 A 班 32 名學童為研究對象。

二、觀察員

實驗活動中每位受測對象將配有一部桌上型電腦，對本教材進行學習。研究者為了能夠瞭解受測學童在教材使用過程中，學童是否受教材影響引發一些特殊的操作行為或反應狀況，將透過觀察員輔助錄影與觀察記錄。因應電腦教室中的座位安排與方便觀察員進行觀察記錄，受測學童按照座位區域分為 4 組，每 1 組由 1 名觀察員負責記錄觀察，除此之外為了能確保活動流程流暢，另外指派 3 名觀察員機動性負責各小組間的支援協助。

三、訪談員

實驗活動結束，協助學童進行訪談活動，依據訪談內容大綱（附錄八），訪談與記錄學童對於本教材之使用的感受情況。

第三節 研究設計

一、教材實作流程

本研究擬透過 AR 作為學習的媒介，融入自然科學教育教材之中。以天文概念為學習內容，實作一結合 AR 之悅趣化數位教材，作為學習者自行探究學習之用，或是於教師進行教學後的補充學習之用。希冀能夠藉由 AR 的圖卡操弄過程，能夠提升學童的學習動機，並強化學習者對於電腦圖像的感官認知，以削減學童對於天文概念學習中可能存在的迷思。本研究將透過國小天文教育、擴增實境以及悅趣化學習三方向的文獻探討，勾勒數位教材之樣貌，並與具備天文教學經驗的國小教師以及天文領域方面專長的學者進行實際訪談，根據文獻資料與專家建議設計「擴增實境式星體運動教材」。教材實作分為三項步驟，步驟一：教材雛型建置；步驟二：專家意見審核與修正；步驟三：進行完整之教材實測，實作流程如圖 3-3-1 所示。



圖 3-3-1 教材實作步驟

二、實驗流程

為瞭解學童的電腦使用狀況與學童對「擴增實境式星體運動教材」的學習動機與興趣，本研究將實驗的活動流程分為背景資料蒐集、活動進行與問卷調查三個階段。本研究受限於實驗學校、資源與人力因素，實驗活動分為二次，間隔一個禮拜，第一次實驗活動以獲得受測學童資料背景與活動介紹為主，教材僅提供部分學習內容之開放權限，教材操作前為避免學童對於 AR 技術的陌生，將個別簡介 AR，並讓學童有操作練習的機會，以熟悉使用情形，並於會後提供受測學童教材網址，讓學童具備額外操作練習的機會；第二次實驗活動開放完整教材內容之操作權限，並於活動結束後對受測學童進行問卷調查及訪談。活動流程，如下表 3-3-2：

表 3-3-2 實驗活動流程

第一次活動流程		時間
背景資料蒐集： (1) 填寫學生資料 填寫學生資料表，以瞭解學生背景與電腦使用狀況。		
活動進行： (1) 說明活動 簡述實驗活動內容，讓學童瞭解接續所要進行的活動。		2 分鐘
(2) 介紹 AR 介紹 AR 技術與播放 AR 應用的影片，並指導學童操作 AR 的練習範例，讓學童對 AR 有基本的認識與瞭解。		10 分鐘
(3) 教材簡介 介紹教材內容與操作方式。		3 分鐘
(4) 教材操作 讓學童進行教材學習活動。		25 分鐘
第二次活動流程		時間
活動進行： (1) 說明活動 簡述實驗活動內容，讓學童瞭解接續所要進行的活動。		5 分鐘
(2) 教材操作 讓學童進行教材學習活動。		25 分鐘
問卷調查與訪談： (1) 填寫系統整體評估量表 讓學童填寫系統整體評估量表，以提供研究進一步的資料分析。		10 分鐘
(2) 會後訪談 訪談受測學童獲得訪談資料，以提供研究進一步之研究分析。		

第四節 研究工具

一、學生資料表

本研究所設計之學生資料表（見附錄三），為瞭解學童有關電腦方面的使用狀況，以作為研究分析之用。

二、觀察紀錄

實驗活動過程將透過直接觀察法攝影及拍照紀錄，以瞭解學童實際操作教材之行為狀況。為了避免攝影與拍照可能遺漏了活動中的一些特殊狀況或是鏡頭難以捕捉的現象，記錄過程中並由觀察員從旁協助進行觀察紀錄表（見附錄四）之現場紀錄，學習者在進行教材學習過程中，觀察員是不加以控制或干涉，僅提供器材上之支援協助與教材操作上可能遇到的問題解決。

三、系統整體評估量表

本研究參照自莊英君（2009）、劉奕帆（2010）等人在悅趣化學習的研究上自編之問卷量表，繼而針對本研究之擴增實境式學習教材修撰題目，所發展之系統整體評估量表（見附錄五），量表問卷採李克特氏（Likert-Scale）五點量表設計，選項分為「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」，依序給 5 分至 1 分。量表內容分成教材評估與學習動機評估兩部分：

（一）教材評估

本研究針對教材自編量表，分為整體內容、功能設計與介面設計進行評估。

（二）學習動機評估

學習動機量表評估方式採用 Keller（1983）的 ARCS 動機模式作為本教材之學習動機量表設計，以專注力、關聯性、自信心和滿足感四個動機因子作為面向進行評估。

四、訪談大綱

訪談大綱由研究者設計，分為教師訪談及學生訪談；訪談形式採用半結構式；訪談目的說明如下：

（一）教師訪談

訪談對象為具有天文教學經驗之國小自然教師，訪談時機是教材設計之初，主要目的是藉助教師在教學第一現場的經驗，瞭解現行國小階段天文內容之實際教學狀況，並

詢問相關之教學方法與建議，以作為實作設計參考，訪談內容大綱見附錄二。

(二) 學生訪談

訪談對象為受測學童，訪談時機為實驗活動結束，詢問學童對於本教材的想法和感受，訪談內容大綱見附錄八。

⁷半結構式訪談 (focused or semi-structured interviews) 是一種介於結構式與非結構式的訪談方式，研究者利用較為寬廣的研究問題為依據，採取較彈性的討論方式導引訪談的進行，讓研究者得以深入問題中心瞭解受訪者較真實的感受。(林金定、嚴嘉楓、陳美花，2005)。

五、擴增實境式星體運動教材

本研究所使用之工具媒介，是以 Flash CS4 為主要製作工具，並藉由 PV3D、Flartoolkit 類別於 Flash Player 中實現 AR 之互動特效，再輔以其他電腦繪圖工具如 Photoshop、CoreDRAW、Illustrator 等，設計編制而成的教材。學童能夠透過網路連結，使用電腦進行本教材之學習，除了圖文媒體所呈現的知識內容，部分教學內容設計有 AR 式的操作互動，讓學童能透過 AR 互動輔助知識概念的理解。

(教材連結：<http://140.126.36.103/gowentgone87/web/index.html>)

國立新竹教育大學
National Hsinchu University of Education

⁷ 國立彰化師範大學陳繁興教授簡報，2011 年 7 月 20 檢索於 http://tw.wrs.yahoo.com/_ylt=A8tUwZfPfc5OexYAVEhr1gt;_ylu=X3oDMTE2NzI3Y2w2BHNIYwNzcgRwb3MDMQRjb2xvA3R3MQR2dGlkA1NNRVRXMDIlfMzY5/SIG=127q01aci/EXP=1311698255/**http%3a//cse1.csu.edu.tw/adm3/news/Conference/003.ppt

第五節、資料處理

本研究採用系統整體評估量表為量化研究工具，資料分析採用 SPSS 統計軟體，進行描述性統計與相關性分析，以瞭解研究對象對於擴增實境式星體運動教材之接受滿意度，如表 3-5-1 所示。

表 3-5-1 資料分析方法

研究目的	待答問題	資料來源	資料分析方法
應用擴增實境技術建置「星體運動」之數位教材。	結合擴增實境技術之星體運動數位教材之學習策略為何？	國小自然科學教育與擴增實境相關文獻資料庫、網路資料、書籍及教學專家經驗。	以教師訪談記錄與相關文獻分析。
	結合擴增實境技術之星體運動數位教材其系統功能定義與需求之分析？	悅趣學習與擴增實境相關文獻資料庫、網路資料、書籍及教學專家經驗。	以教師訪談記錄與相關文獻加以分析定義。
探討「擴增實境式星體運動教學教材」對學童學習動機之影響與系統評估。	擴增實境學習系統對學童之學習動機的影響為何？	系統整體評估量表—學習動機評估、觀察記錄與訪談資料。	SPSS 統計軟體進行描述性統計與相關性分析，以及觀察記錄與訪談資料輔助分析。
	學童對擴增實境學習系統之評估情形為何？	系統整體評估量表—系統評估、觀察記錄與訪談資料。	SPSS 統計軟體進行描述性統計與相關性分析，以及觀察記錄與訪談資料輔助分析。

第四章 教材實作設計

第一節 教學現況訪談

研究者分別與一名天文領域方面專家，以及兩名國小自然科教師進行訪談。其中，天文領域方面專家具有多年教育準自然科教師的資歷，對於教授學童天文知識與教授教學者如何進行天文教學，都具有相當的經驗；國小自然科教師則是具有三年以上實際教學經驗，並且是實際教授過天文概念相關課程的國小自然科專任教師。研究者藉由訪談過程，瞭解天文教育的授課狀況，以及授受天文概念應注意的問題，並彙整以下五點建議作為本研究實作教材之參考：

一、內容規劃

國小部分有關太陽、地球及月球運動的天文概念並未深入探討，要至國中以上的學習內容，所提及的概念架構才會較為完整。然而，教授天文現象的知識概念，需要含括數個知識概念的相關及理解，例如日蝕現象細分便可涉及至近二十餘個概念，教學設計者在內容設計過程，應掌握該知識內容的概念架構，並從中挑選出所要教授的概念範圍並做規劃調整。

二、提供完整資訊

專家認為在天文概念的教學中，以日全蝕及月全蝕現象為例子，是一連續性的變化現象，講授該知識內容若僅透過變化的結果解釋整個知識內容，將遺漏過程中的精彩變化，教學過程中應強調並能呈現現象從開始到結束的具體變化過程，對於周圍的環境與方向位置等資訊並應該主動提及，讓學習者可以以觀測者的角度建構完整的自然現象變化歷程。具有實際天文教學經驗之國小教師表示，利用數位媒體教授天文概念之中動態現象的變化能夠達到良好的教學效果，圖片、影片或動畫的呈現，能夠以具體的呈現方式令學童瞭解整個變異的過程。

三、宇宙觀點與天體視觀點

吾人觀察天文的經驗採由地球望向天空的天體視觀點，天體視觀點僅能表現出觀察者在地球上所看到的畫面現象，欲解釋天文現象產生的原因，常需要從宇宙的觀點由外部觀察系統的變化情形以作解釋，專家認為在解釋星體運動所產生的現象成因時，宜透過宇宙觀點觀察星體的運動狀況以及天體視觀點所呈現的現象變化互相對照，讓學習者

能夠整合不同視角的經驗瞭解其成因變化。國小教師表示教授學童有關興體運動的知識概念時，由於及立體的空間概念，實際教學過程中常使用實作立體教具或是廠商附贈的教材，幫助學童瞭解宇宙觀點中的星體運動關係，而有關宇宙觀點與天體視觀點兩種視角的模擬，能夠透過角色扮演活動，讓學童扮演不同的星體，瞭解不同星體的運動狀態，並從中體驗觀察者會看到的相對星體之運動變化。

四、實際觀測

專家表示天文概念的學習，除了學習有關紙本上的天文知識內容，更應該讓知識與生活經驗作連結，實際的天文觀察經驗，能夠提供最深刻直接的印象。天文現象與觀察者之間的相對位置有著密切關係，因觀測地域位置的差異，結果也會略顯不同，專家分享自身體驗以日全蝕的觀察為例，便曾經親身遠渡重洋地觀察此一天文奇景，除此之外，我們平日在地面上即可觀察到的太陽與月亮，在同一時間中會因為觀測位置不同，得到不盡相同的觀察數據；同樣地，在同一觀測地點不同的觀察時間，亦是會獲得不同的觀察結果。可見觀測地點、時間與觀察之現象結果習習相關，是實際天文觀測中的重要資訊，對於沒有實際觀察經驗的學習者而言更是重要的參考依據，教學過程中提供觀測者所處地理位置、觀測時間與提供實際的照片影像，有助於學習者間接從觀測資訊，體認天文知識與實際現實環境的關係。

五、教學引導

國小教師表示在教授國小學童天文概念時，教學者應做好的學習的引導。例如，藉由角色扮演認識星體運動的遊戲活動中，若無經過適當的引導與說明，學童在認知上恐單純視為好玩的遊戲，而忽略了背後的學習意義。課程安排的順序上，可以讓學童先進行教學內容的認識，再透過相關的遊戲活動引導其內涵，讓學童能夠在過程中省思；月亮觀察的學習活動中，學童較欠缺月亮的出現時機與相關背景知識，宜在學童進行觀測活動前，提供相關資訊或提示，幫助學童進行觀測活動。所以教學過程中確保學童能夠正確獲得教學上的指引是需要強調的部份，對於學童而言亦是重要的資訊與輔助。

綜合上述的專家與教學者經驗，研究者實作擴增實境式星體運動教材前，應確立教材之教學目標，妥善規劃學習內容所概括之概念範圍，並蒐集充足之教材資料，整合其編排順序以提供完整的知識架構與內容。實作階段則應該注意媒體素材的呈現，是否能夠充分表達內容，使學童能夠獲得最佳的經驗感受，檢驗教材學習內對於星體運動之描述是否完整明確。除了確認媒體與學習內容的整合是否完善編排是否得宜之外，由於本

教材屬於自學式教材，更必須確保能夠資訊上能予以適切的引導與幫助，才能有效的輔助學童學習。



第二節 教材內容規劃

一、學習內容

擴增實境式星體運動教材的內容主要探討太陽、地球及月亮三球之間運行而形成的天文現象成因。教材的範圍內容，透過文獻探討並彙整之國小學童常見天文迷思概念，訂定為「晝夜」、「四季」、「月相」、「月蝕」及「日蝕」五個單元（如表 4-2-1），「晝夜」單元探討白天與黑夜形成的原因，並建立地球自轉造成晝夜發生的概念；「四季」單元探討季節的冷熱變化與地球運動的關係，並建立地球公轉與地軸傾斜是形成四季更替的概念；「月相」單元探討月亮周期性的盈虧變化，使學習者可以瞭解月相的周期性變化，並認知各種月形的名稱；「月蝕」及「日蝕」單元探討日蝕與月蝕的成因、蝕的過程以及認識各種蝕。學習內容取材參考自王美芬教授等人（2001）共同指導編輯之國小「康軒版自然教學指引」手冊，及周秋香（2005）著作的自然科學與生活科技概論「變動的地球—地球的運動」一章節，「地球的自轉」、「地球的公轉」、「地球、太陽和月球」等內容，整理教材範圍內容如表：並參考陳小娟（2006）在國小六年級地球與太空概念二段式診斷測驗之發展與應用研究，所做之地球與太空概念圖，整理本教材知識範圍之概念圖，如圖 4-2-1 所示。

表 4-2-1 學習內容項目表

單元編號	單元名稱	內容項目
1	晝夜	● 晝夜成因
2	四季	● 四季成因
3	月相	● 月相的成因 ● 月相盈虧的週期變化 ● 月形的名稱
4	月蝕	● 月蝕成因 ● 月蝕的過程變化 ● 月蝕 ■ 月全蝕 ■ 月偏蝕
5	日蝕	● 日蝕成因 ● 日蝕的過程變化 ● 日蝕 ■ 日全蝕 ■ 日偏蝕 ■ 日環蝕

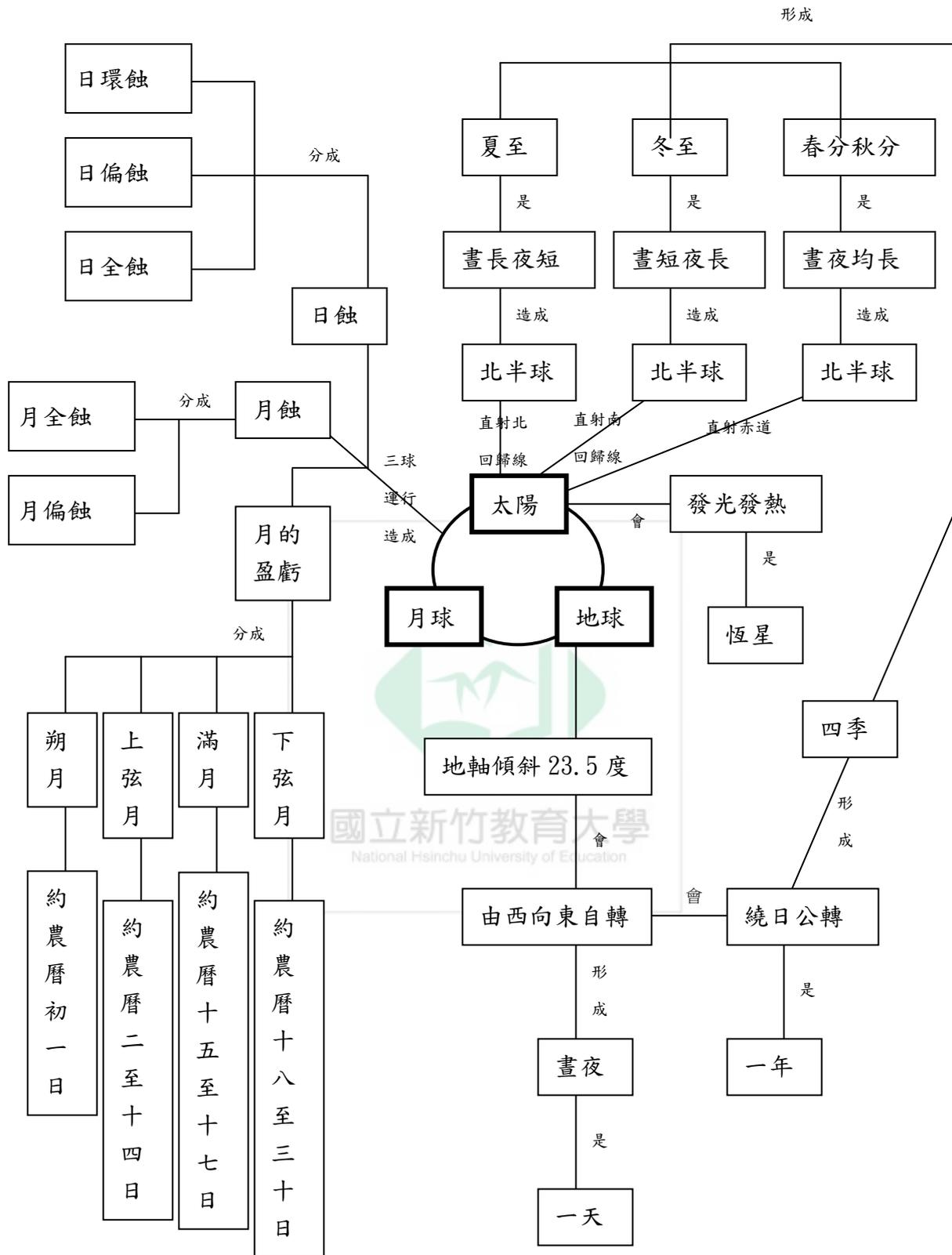


圖 4-2-1 教材學習內容之概念圖 (本研究整理)

二、擴增實境內容

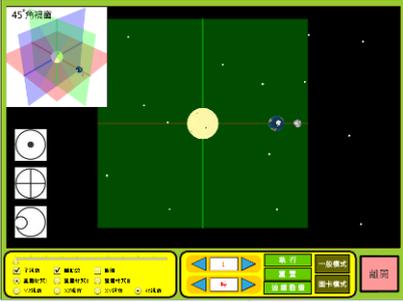
本研究根據教材之學習內容，設計 10 組 AR 互動情境，如表 4-2-2a 所示。

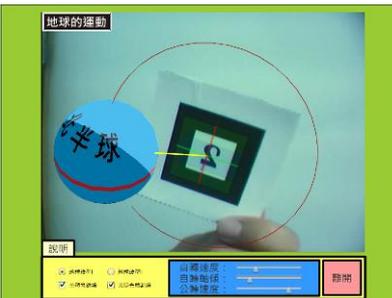
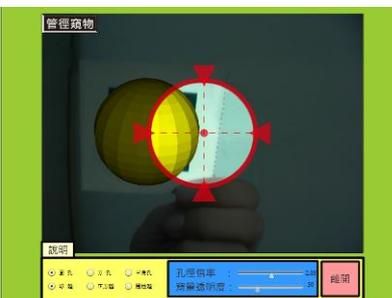
表 4-2-2a AR 互動情境分置表

學習內容	三球模型	晝夜	四季	月相	月蝕	日蝕
代碼	AR1	AR2、AR3	AR4、AR5	AR6	AR7、AR8	AR9、AR10

依照上表之 AR 互動情境之代號編碼分述其設計概念如下表 4-2-2b 所示。

表 4-2-2b AR 互動情境之設計概念說明（本研究整理）

代碼	畫面展示	設計概念與說明簡介
AR1		<p>三球模型採 3D 動畫模式與 AR 模式。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3D 模式—學習者能夠直接觀看模型之正視圖及其他視角子圖，幫助瞭解星球的運行軌跡。 ● AR 模式—藉由圖卡翻轉，幫助學習者瞭解三顆星球在空間位置的變化情況。
AR2		<p>藉由操作圖卡的模型與控制虛擬光源位置之互動，幫助學習者瞭解物體的背光面與向光面之意義。</p>
AR3		<p>藉由圖卡中轉動的地球模型，讓學習者可以觀察到地球的紋理進入光面與暗面的變化情形。</p>
AR4		<p>以立竿見影的概念為基礎，圖卡代表光源位置，讓學習者藉由操作手上的圖卡與 Webcam 互動之關係，感受光源與虛擬竿影之間的變化情況。</p>

AR5		<p>利用翻轉圖卡讓學習者能夠藉由立體模型的傾斜度，觀察地球模型繞日公轉運行過程中，太陽光直射的位置會隨這地球的位置改變出現變化。</p>
AR6		<p>圖卡呈現半邊黑色與半邊黃色的球體，學習者藉由轉動圖卡模擬不一樣的月形，以瞭解月相變化與觀察者的角度有關</p>
AR7		<p>以 Webcam 當作屏幕，模擬不同形狀的物體與影子關係</p>
AR8		<p>藉由操作手上的圖卡，虛擬畫面互動，察覺可能的月蝕形狀。</p>
AR9		<p>以”管中窺豹”為基礎概念，讓學習者從各式形狀的缺口，觀察物體的部份，並猜測其形狀，察覺光的直線前進概念。</p>

AR10		藉由操作手上的圖卡，虛擬畫面互動，察覺可能的日蝕變化情形。
------	---	-------------------------------

三、內容結構編排

學習內容的編排與設計，參考康軒版國小自然教學指引之天文、時間主題單元（附錄七），以及張秀琴等人（1974）所著『月球與地球的運動』一書教學設計之單元目標與教學活動（見附錄六），發展學習內容架構之順序，主要架構分為認識星體、學習單元、挑戰測驗三部分，教材編排順序如圖 4-2-3b~f，各學習單元之概念發展：

1、認識星體

學習者正式進行學習內容前，將直接透過太陽、地球及月球三球運行模型，認識三星體的運行關係，以及形狀、大小、距離、運動和運轉周期等基本物理特性作為背景知識，以利學習單元的進行。

2、學習單元

學習內容共有晝夜、四季、月相、月蝕與日蝕五個單元，進行各天文概念的學習前，導入生活中的相似活動，幫助學習者在進行學習時作相關學習內容的類比。

3、挑戰測驗

完成晝夜、四季、月相、月蝕或日蝕任一單元內容，提供對應單元之挑戰測驗，使學習者完成學習，並能利用所學內容解決問題。

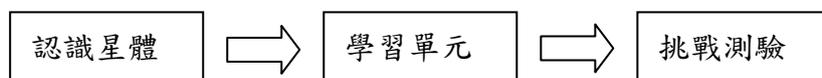


圖 4-2-3a 教材結構順序

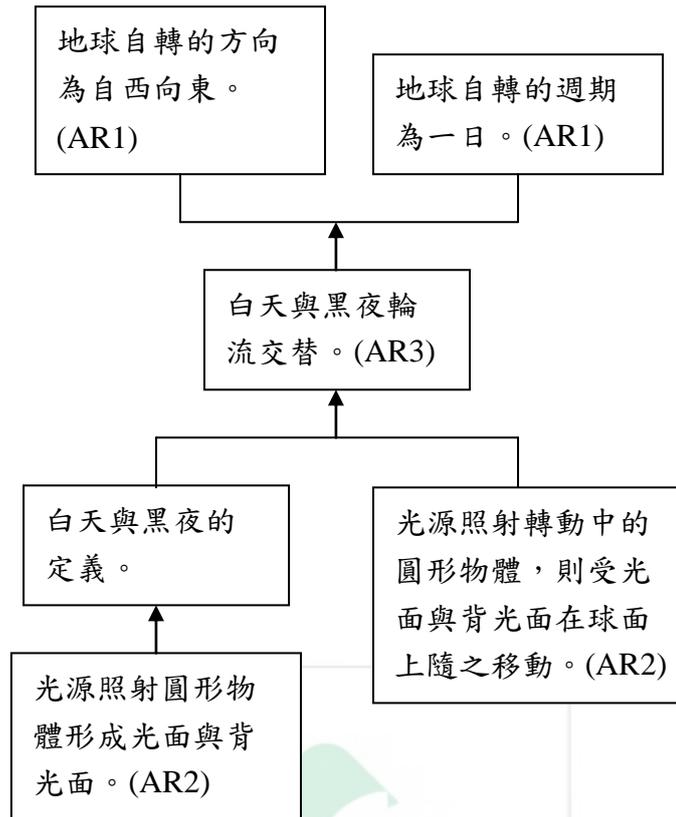


圖 4-2-3b 晝夜單元結構

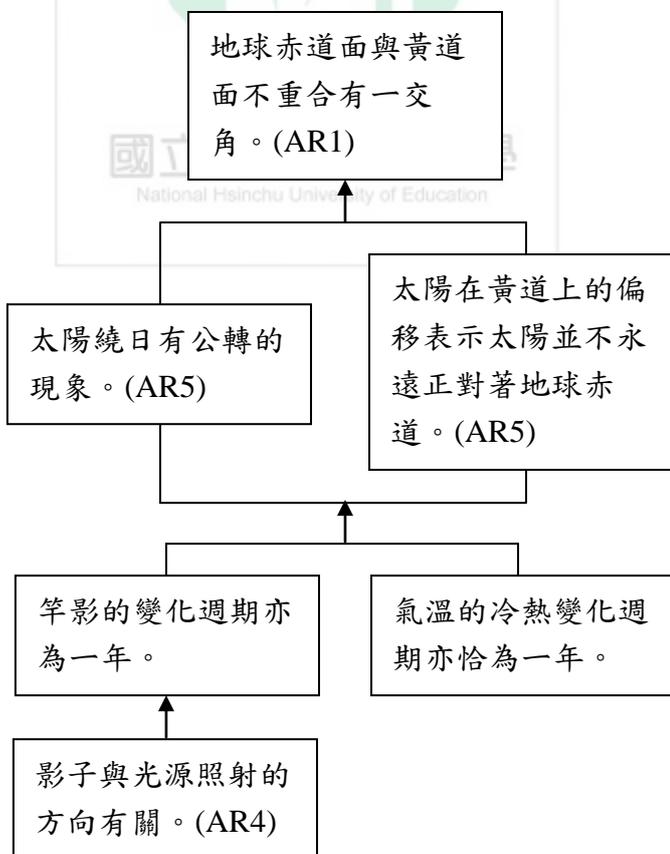


圖 4-2-3c 四季單元結構

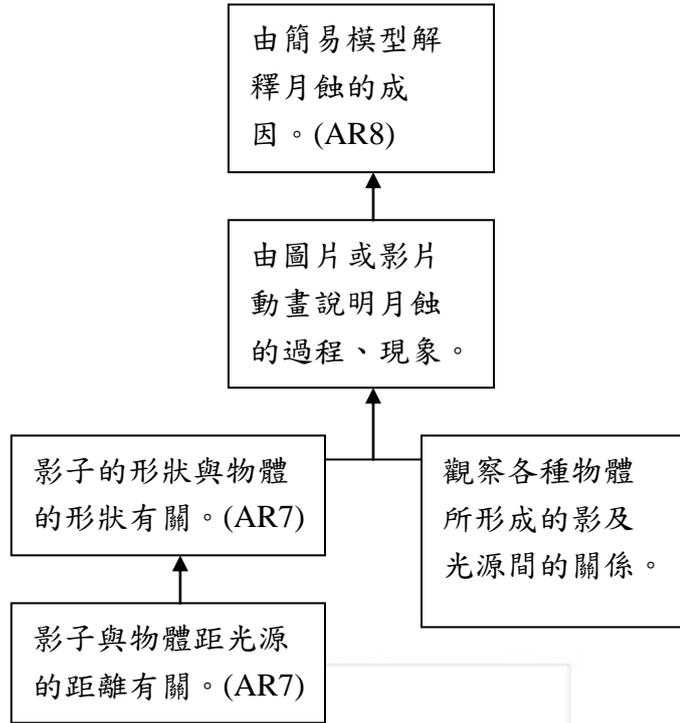


圖 4-2-3d 月蝕單元結構

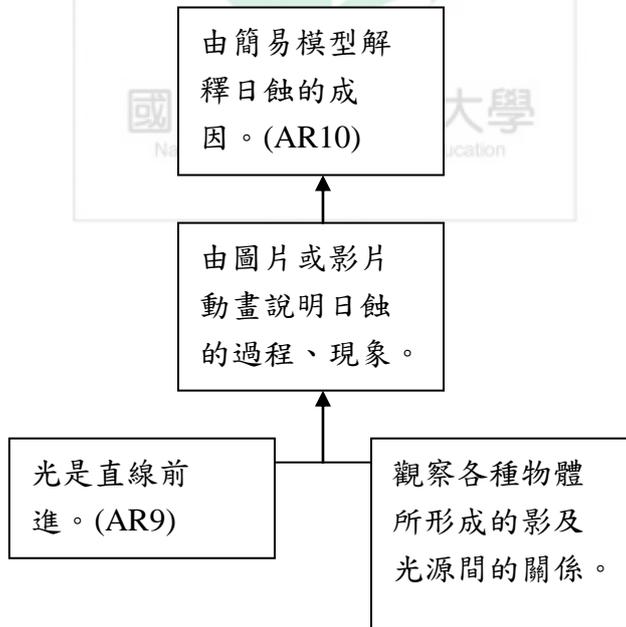


圖 4-2-3e 日蝕單元結構單

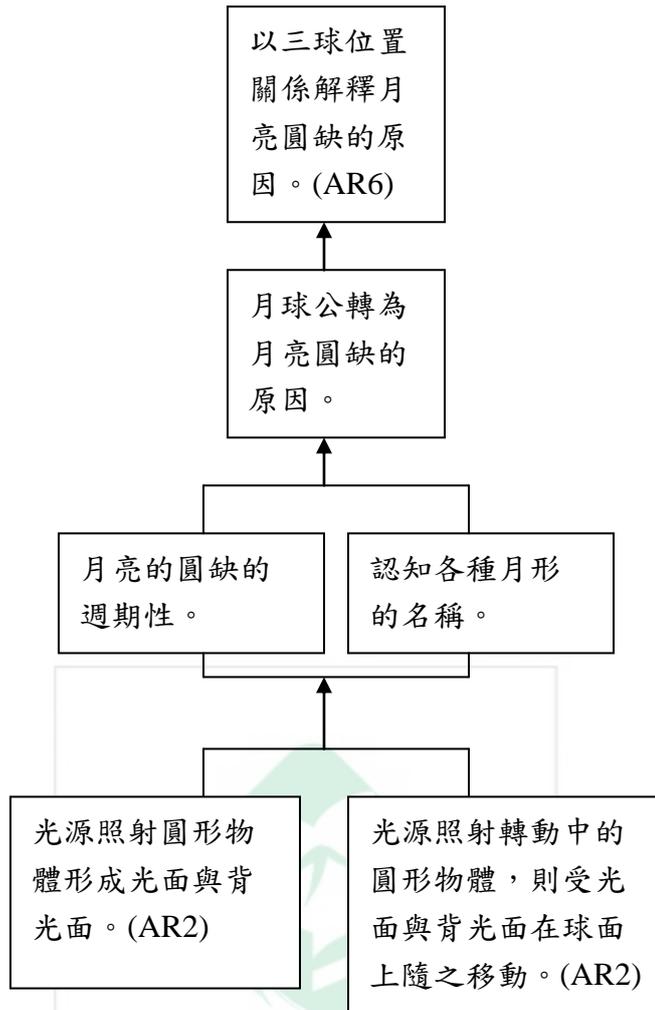


圖 4-2-3f 月相單元結構
National Hsinchu University of Education

第三節 教材簡介

本教材以虛構的「梅林的天文教室」為情境背景，貫串整個學習活動，以下將針對教材實作之設計概念進行介紹。

一、教材設計理念

學習是一連串刺激反應聯結與認知理解的歷程。本研究依據文獻悅趣化學習之理念，將其特色與優點加以整合運用於本教材之系統建置，參考 Garris, Ahlers & Driskell (2002) 提出的數位遊戲學習模式，依此觀點建構設計擴增實境式星體運動教學教材之系統學習模型，如圖 4-3-1 所示。

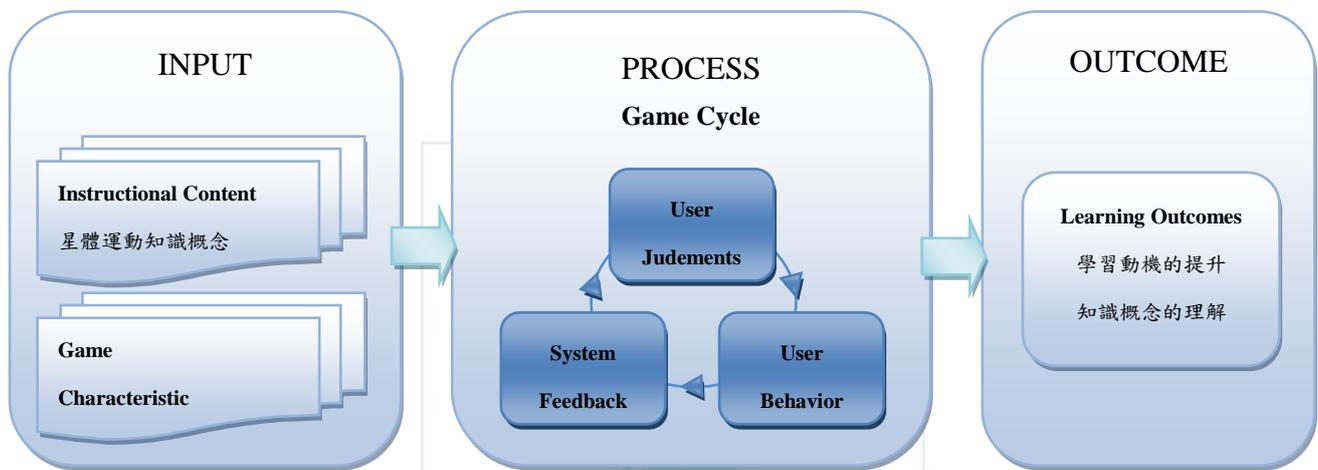


圖 4-3-1 結合 Garris 等人(2002)之系統學習模型

系統學習模型包含輸入 (Input)、處理 (Process) 與產出 (Outcome) 三個部分，分述如下：

輸入部分包含「教學內容」與「遊戲特性」。

教學內容包含以下四個主題：

1. 白天與黑夜
2. 四季的成因
3. 月相的變化
4. 日蝕與月蝕

「遊戲特性」如表 4-3-1a 所示：

表 4-3-1a 教材設計與遊戲特性之對應

遊戲特性	對應之教材設計
故事性	學習者是到福爾摩沙島拜訪梅林巫師的人員，將參觀走訪梅林的天文觀測站。
規則	教材的學習內容是在虛構的背景環境中進行，具有一定邏輯的先後順序。
目標	完成教材的內容學習。
圖像	提供豐富的圖片動畫為傳達媒介，圖樣以卡通式塊狀色彩，簡化較貼近兒童式的可愛風格呈現。
回饋	教材中具有即時的操作回應，讓學習者得知動作的結果。
問題解決	完成學習內容時，教材將頒布與之對應的學習任務，讓學習者進行問題解決與思考。
互動	允許學習者與虛構的故事場景或學習內容中之部分物件進行溝通。
掌握	學習者擁有自由挑選學習內容、自行控制學習進度與操作部份內容物件之權限。

處理階段的教材內容對應設計如表 4-3-1b 所列：

表 4-3-1b 處理階段的教材設計對應

項目	教材內容設計
系統回饋	學習者在操作學習物件時能夠獲得相對應的內容解釋；新的知識概念提供學習者互動行為的機會。
學習者判斷	教材內容中提供提問與決策性的操作互動，讓學習者在接觸到新的知識概念後，能夠經由思考，嘗試並驗證自身想法。
學習者行為	學習者除了靜態的獲取知識內容外，經由多元的互動刺激與驗證，達到學習的反思，繼而能夠理解並接受新的知識概念。

產出階段是為學習者於教材使用過程中，藉由遊戲的特性提高學習動機，並經由系統的回饋刺激與反思，逐漸理解吸收新的知識內容，結合自身經驗達到學習的成效。

二、故事簡介—梅林的天文教室

本教材以梅林的天文教室為題，藉由虛構之角色—梅林與故事背景，貫串所有單元學習內容，背景情境如下所述：

位於北太平洋的海上，存在一座月牙狀的海島—福爾摩沙島。據說，聞名遐邇的大魔法師梅林正在這座島上進行著天文觀測的研究。這是向梅林學習，拜訪他難得的好機會，許多人都爭相慕名而來。

梅林為了歡迎特地遠道來拜訪他的學習者，將帶領大家參觀神秘的**梅林的工作室**。在工作室中，學習者可以與梅林聊天，瞭解他的工作環境，並四處看看梅林的收藏或典籍。夜深了，梅林開始進行日行的天文觀測研究，學習者可以到梅林的觀測站，向他請教一些天文的知識。學習者可以從**梅林的學習單**中，挑選好奇的學習內容，進行學習……

三、教材介面

「梅林的天文教室」可分為四個主幹場景，依序為：「歡迎頁面」、「梅林的研究室」、「梅林的觀測站」、「森林步道」（表 4-3-3）。「歡迎頁面」在本教材的作用上主要是作為陳述交代整個教材的情境背景（圖 4-3-3a）；「梅林的研究室」場景在本教材的定位上是作為前導組織的應用，讓學習者預先認識瞭解學習單元的內容架構，並提供有關太陽、地球和月球的基本知識，以及情境背景所在的地理位置（圖 4-3-3b）；「梅林的觀測站」為學習活動的主要場景，提供「白天與黑夜」、「四季的成因」、「月相的變化」及「日蝕與月蝕」四個學習內容讓學習者自由進入學習（圖 4-3-3c、4-3-3d）；「森林步道」則是針對上述四個學習內容，所設定的學習任務場景，當學習者進行「梅林的觀測站」的任一學習內容後，即隨之觸發與之對應的學習任務（圖 4-3-3e、4-3-3f）。

表 4-3-3 內容結構名稱與教材結構名稱對應表

編號	場景名稱	場景意義
1	歡迎頁面	情境說明
2	梅林的研究室	前導組織
3	梅林的觀測站	學習內容
4	森林步道	學習任務



圖 4-3-3 a 「梅林的天文教室」歡迎頁面



圖 4-3-3b 梅林的研究室場景



圖 4-3-3c 梅林的觀測站



圖 4-3-3d 梅林的觀測站出現學習選單



圖 4-3-3e 森林步道



圖 4-3-3f 森林步道與對應的任務內容

本教材在進入學習活動後，主要可劃分為二種操作介面：學習內容介面與圖卡互動介面；以梅林的天文教室為背景的三个故事場景：梅林的研究室、梅林的學習單和梅林的請託。

- 1.學習內容：學習內容的主要介面，具有(1)內容顯示區：學習者閱覽學習內容的區域；(2)圖卡互動：供學習者連結至與學習內容相對應的擴增實境圖卡互動內容；(3)功

能列：上/下頁控制：供學習者自行控制內容進度（4）返回觀測室：離開學習內容回到觀測站場景。如圖 4-3-3g。

2.圖卡互動：學習者進入圖卡互動操作內容時，教材畫面會呈現提示動畫，提示該互動內容所需的圖卡型號。圖卡互動的主要介面，具有（1）內容標籤：提示學習者正在操作的圖卡互動主題；（2）互動畫面顯示區：視訊畫面的呈現區域；（3）說明：介紹該圖卡互動與知識概念間的關聯意義；（4）功能列：提供畫面顯示區的背景調整、圖卡顯示物件之控制與離開圖卡互動內容之選項，如圖 4-3-3h、4-3-3i。



圖 4-3-3g 教材內容介面



圖 4-3-3h 圖卡互動介面前置動畫圖

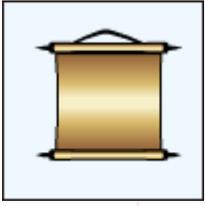
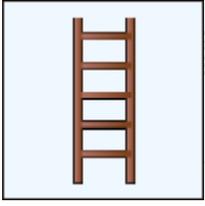


圖 4-3-3i 圖卡互動介面

四、場景物件介紹

梅林的研究室，具有以下功能物件，如表 4-3-4a 所示。

表 4-3-4a 梅林的研究室功能物件說明

編號	物件名稱	物件圖示	說明
1	魔法地球儀		先備知識：學習者可以透過太陽、地球和月球的三球模型，了解三球運行關係，及補充介紹三顆星體的基本特色。
2	世界地圖		背景：虛構世界的地理位置，讓學習者可以依此作為參考。
3	記事掛軸		學習內容：學習內容知識樹，讓學習者了解各學習活動的目標架構。
4	楊木梯		連結：連結至梅林的觀測室。
5	萬年燭		離開：離開教材內容至教材首頁。
	梅林	略	功能介紹：介紹功能環境。

梅林的觀測室，具有以下功能物件，如表 4-3-4b 所示。

表 4-3-4b 梅林的觀測室功能物件說明

編號	物件名稱	物件圖示	說明
1	魔法望遠鏡	學習單元 	學習者可以自行選擇晝夜、四季、月相、月蝕或日蝕學習內容。
2	楊木梯	連結 	連結至梅林的研究室。
3	森林步道路標	連結 	連結至梅林的請託。
4	梅林	略	功能介紹：介紹功能環境。

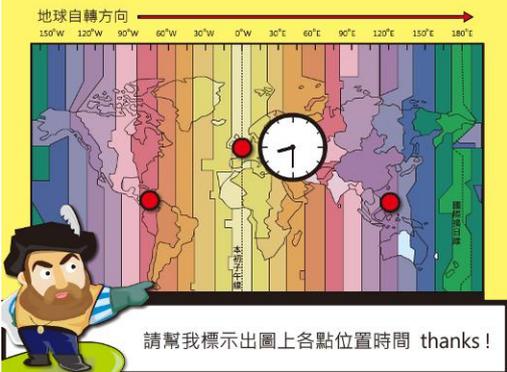
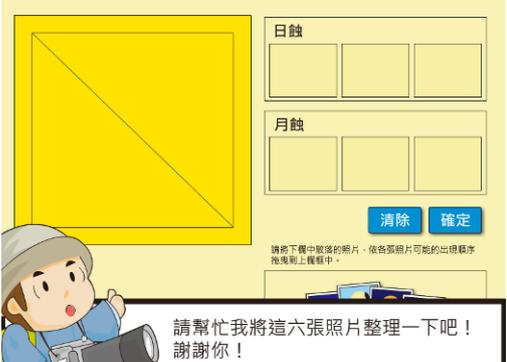
梅林的請託，具有以下功能物件，如表 4-3-4c 所示。

表 4-3-4c 梅林的請託功能物件說明

編號	物件名稱	物件圖示	說明
1	任務選單	挑戰測驗	完成學習內容後，學習者可以自行選擇想要挑戰之相對應的任務內容。
2	觀測站路標	連結 	連結至梅林的觀測室。
3	梅林	略	功能介紹：介紹功能環境。

梅林的請託任務分述如表 4-3-4d。

表 4-3-4d 梅林的請託—任務說明

編號	任務名稱	對應內容	任務畫面	任務說明
1	麥哲倫的時差圖	晝夜	 <p>地球自轉方向 150°W 120°W 90°W 60°W 30°W 0°W 30°E 60°E 90°E 120°E 150°E 180°E</p> <p>請幫我標示出圖上各點位置時間 thanks!</p>	航海旅途中的麥哲倫先生正在思考，地球上各地區的時間差異的問題，需要學習者藉由「白天與黑夜」所學到的知識內容來推測應用，並幫助他解決問題。
2	孟母換新屋	四季	 <p>吉屋出售</p> <p>這四間房子，該選擇哪一間會比較合適呢？</p>	孟母想要搬家到福爾摩沙島北部，正在尋找一幢合適的房子，需要學習者藉由「四季的成因」所學到的知識內容與房子的介紹說明中加以判斷，幫助孟母挑選理想的房子。
3	后羿的思念	月相	 <p>18:07</p> <p>請問，距離現在大概至少還要等多久，才有機會再見一次月圓？</p>	自從嫦娥到了廣寒宮後，后羿對嫦娥朝思暮想，但是他們只有在月圓時刻才能相聚，后羿需要學習者藉由「月相的變化」所學到的知識內容與系統中所提示的資訊，加以推測后羿與嫦娥團圓的日子。
4	小明的相簿集	日蝕 月蝕	 <p>日蝕</p> <p>月蝕</p> <p>請將下欄中散落的照片，依各張照片可能的出現順序拖曳到上欄框中。</p> <p>請幫忙我將這六張照片整理一下吧！謝謝你！</p>	小明整理了之前拍攝的照片，不小心將有關日蝕和月蝕過程前後順序的照片搞混了，需要學習者藉由「日蝕與月蝕」所學到的知識內容加以判斷，幫忙編排照片的順序。

第五章 研究結果

本章共分為三節，第一節為研究對象背景資料分析；第二節為系統整體評估量表之分析；第三節為訪談資料之分析。

第一節 研究對象分析

本節主要在呈現研究對象之背景資料，研究者根據受測對象之基本資料統計，以瞭解「學童對於自然科的喜好程度」以及「電腦使用經驗」，對此分別描述如下：

一、學童對於自然科的喜好程度

學童平日對於自然科的學習感受程度如表 5-1-1，研究者將其分為五個量度，「非常喜歡」5 分、「喜歡」4 分、「普通」3 分、「不喜歡」2 分、「非常不喜歡」1 分。有半數學生喜歡自然科的學習，僅 9.4% 學生對於自然科的學習感受表示不喜歡，整體學習感受平均為 3.56 分。

表 5-1-1 學童喜歡自然科程度統計表

喜歡自然科程度	人數 (n=32)	百分比
非常喜歡	7	21.9%
喜歡	9	28.1%
普通	13	40.6%
不喜歡	1	3.1%
非常不喜歡	2	6.3%

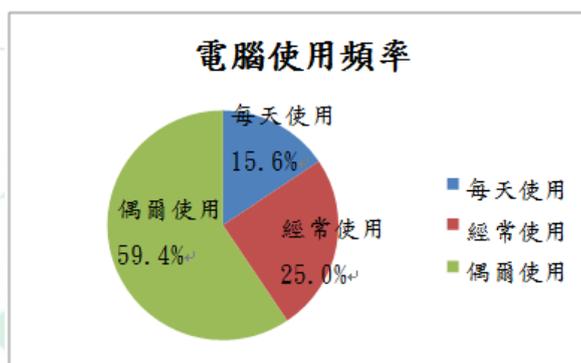
二、電腦使用經驗

32 位研究對象，家中皆具有電腦設備，使用電腦的相關經驗如表 5-1-2。由表中可知，多數學童僅偶爾使用電腦（59.4%），且平均每次使用時數多在一小時以內；經常使用者佔 25%；每天使用電腦的學童佔 15.6%；整體來看，平均每次使用電腦時間低於 3 小時的學童佔 84.4%；使用時間超過 3 小時的學童人數僅佔 15.6%。研究者所調查之電腦使用活動項目中，利用電腦進行視聽娛樂或社群聯絡活動行為的學童佔多數比例（上網聊天佔 10.5%、遊戲佔 21.1%、看影片佔 19.5%、聽音樂佔 18.8%、其他 0.8%）；藉由電腦輔助課業上之需求，在使用活動內容中所佔比例則將近 1/3（打作業佔 11.3%、上網找資料佔 18.0%）。

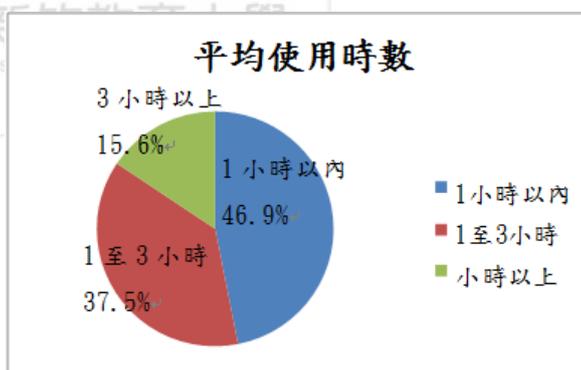
表 5-1-2 學童電腦使用經驗統計表

電腦使用頻率	平均使用時數	人數 (n=32)		百分比	
每天使用	1 小時以內	0	5	0	15.6%
	1~3 小時	2		6.2%	
	3 小時以上	3		9.4%	
經常使用	1 小時以內	0	8	0	25.0%
	1~3 小時	6		18.8%	
	3 小時以上	2		6.2%	
偶爾使用	1 小時以內	15	19	46.9%	59.4%
	1~3 小時	4		12.5%	
	3 小時以上	0		0	

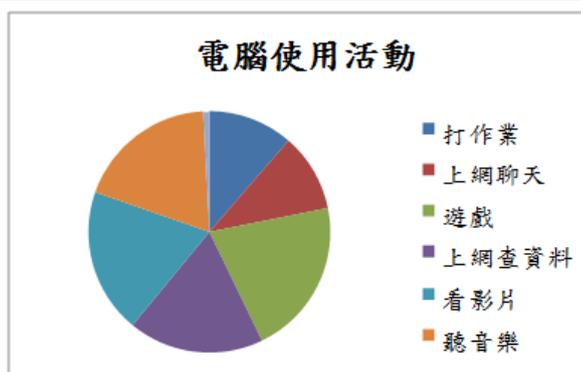
電腦使用頻率統計圖



平均使用時數統計圖



電腦使用活動統計圖



(1) 電腦輔助學習的經驗

32 位研究對象中曾經使用電腦進行學習輔助者共有 27 位，所佔比例高達 84.3%。其中，有 14 位學童曾經使用電腦進行國語方面的輔助學習；11 位學童進行英語方面的輔助學習；7 位學童進行數學方面的輔助學習；12 位學童進行自然方面的輔助學習；其他包含社會方面、生活資料與打字訓練等輔助學習者尚有 11 位（表 5-1-2a）。

表 5-1-2a 學童電腦輔助學習經驗統計表

電腦輔助學習	人數 (n=32)	百分比
有經驗者	27	84.3%
無經驗者	5	15.7%
國語	14	
英語	11	
數學	7	
自然	12	
其他	11	

具有過電腦輔助學習經驗的 27 名學童之中，多數對於藉由電腦輔助學習的方式感到滿意。學童表示藉由電腦來完成課業中的書面報告，能夠提升作業上的效率，亦能夠於豐富的網路資源中迅速且便利地取得所需資訊。部分學童表示，雖然廣博的資訊量中經常會搜尋到不相干的資訊內容，但經由篩選還是能夠從中獲得許多課堂中所沒教授的相關補充知識。同時，多數學童認為電腦所營造的數位媒體環境，能夠引發樂趣，對於透過電腦工具進行輔助學習的方式表達接受與認同。研究者將學童對於電腦輔助學習的看法意見整理如下：

1. 提升作業效率

Std-2：很方便、輕鬆、好用。

Std-29：打英文報告，打的比寫的快。

Std-32：它幫助我打字變快。

2. 豐富的網路資源

Std-7：學到很多。

Std-11：查成語作業時幫助很大。

Std-17：我覺得還不錯，而且可以讓我們增加知識。

Std-19：可以讓我們知道很多，比上課的講的還要多。

Std-22：讓我學到一些無聊的詞。

Std-23：查社會、自然課要用的資料。

Std-25:雖然有時候查資料要查很久，但又讓我學習到許多東西。

3. 資訊容易取得

Std-4：不懂的問題在電腦上查。

Std-13：找資料可用到。

Std-20：電腦幫我查資料！

Std-24：當我從書中找不到我要的資料時，打開電腦，打上我要的關鍵字，不一會兒就找到了，真的很方便！

4. 具娛樂性

Std-6：比較不無聊。

Std-21：覺得好玩！

Std-27：很多，比較有趣。

(2) 使用電腦教學軟體的經驗

32 位研究對象中曾經使用過電腦教學軟體的學童有 16 位，佔 50%。其中，有 2 位學童曾經使用過國語方面的電腦教學軟體；有 2 位學童曾經使用過數學方面的電腦教學軟體；有 6 位學童曾經使用過自然方面的電腦教學軟體；有 4 位學童曾經使用過英語方面的電腦教學軟體；其他包含社會方面、網路安全與打字練習等教學軟體者有 8 位（表 5-1-2c）。

表 5-1-2c 學童電腦教學軟體使用經驗統計表

電腦教學軟體使用經驗	人數 (n=32)	百分比
有經驗者	16	50.0%
無經驗者	16	50.0%
國語	2	
英語	4	
數學	2	
自然	6	
其他	8	

上述 16 位學童針對曾經利用電腦教學軟體學習感受給分，「非常喜歡」5 分、「喜歡」4 分、「普通」3 分、「不喜歡」2 分、「非常不喜歡」1 分，其平均值達 4 分，多數學童表示認同 (68.8%)，僅 6.2% 表示不喜歡 (表 5-1-2d)。

表 5-1-2d 學童對教學軟體之感受程度統計表

使用電腦教學軟體感受	人數 (n=16)	百分比
非常喜歡	7	43.8%
喜歡	4	25.0%
普通	4	25.0%
不喜歡	0	0%
非常不喜歡	1	6.2%

學童認為電腦教學軟體的操作是簡單易用，教學軟體之中所附加的娛樂特色，讓學習過程充滿樂趣，是使用電腦教學軟體的經驗中印象最深刻之處。學童對於電腦教學軟體的經驗感受陳述如下：

1. 電腦教學軟體操作簡易

Std-2：很方便、輕鬆、好用。

Std-12：很好用。

Std-20：好簡單喔！

2. 電腦教學軟體具娛樂性

Std-13：好玩。

Std-19：很好玩，也很特別的軟體。

Std-23：so so~還不錯...

Std-24：有一點好玩，又有點無聊。

Std-25：有點好玩！

3.其他

Std-27：很好，比寫東西好。

根據背景調查顯示受測學童家中普遍具備電腦，電腦對於大部分學童而言已是屬於生活中的基本物件，多數學童亦具備使用電腦進行作業、問題解決以及視聽娛樂等能力。其中，有 84.3%學童對於利用電腦來幫助學習上的輔助不感陌生，亦有 50%學童曾經有用過電腦教學軟體的學習經驗。學童對於使用電腦進行學習的態度上，多數抱持正向的反應。



第二節 實驗結果分析

本研究之系統整體評估量表採李克特氏 (Likert-Scale) 五點量表設計，計分採「非常同意」為 5 分，「同意」為 4 分，「無意見」為 3 分，「不同意」為 2 分，「非常不同意」為 1 分，並以百分比描述性統計分析之。量表內容分為教材評估與學習動機評估兩部分，題數共 45 題，於受試者完成教材操作後進行調查，經 SPSS 信度分析：教材評估部分，分為整體內容、功能設計與介面設計，其整體信度 Cronbach's 之 α 值達 0.950 (表 5-2a)；學習動機評估部分整體信度之 α 值達 0.943，其中專注力、相關性、自信心與滿足感四項要素 α 值亦大於 0.8，顯示本量表具有一定之可信度 (表 5-2b)。填寫本問卷量表之受試者共 32 位，其中有效問卷為 30 份，以下將藉由問卷調查結果針對整體內容、功能設計、介面設計與學習動機加以說明：

表 5-2a 「教材評估」信度分析

評估內容	題數	形式	α 值	標準化項目 α 值
整體內容	19	Likert 五點量表	0.918	0.920
功能設計	8	Likert 五點量表	0.827	0.833
介面設計	8	Likert 五點量表	0.878	0.879
整體信度			0.950	0.952

表 5-2b 「學習動機評估」信度分析

評估內容	題數	形式	α 值	標準化項目 α 值
專注力	5	Likert 五點量表	0.857	0.860
相關性	6	Likert 五點量表	0.837	0.840
自信心	5	Likert 五點量表	0.848	0.857
滿足感	5	Likert 五點量表	0.828	0.841
系統評估	2	開放式問題		
整體信度			0.943	0.945

一、整體內容評估

整體內容評估如表 5-2-1 所示，整體內容部分之總體評估，非常同意 43.0%，同意 37.5%，無意見 16.1%，不同意 2.3%，非常不同意 1.1%，共有 80.5% 表示認同，僅 3.4% 受試者表示不同意，平均值達 4.19 分。據題 M-1 至 M-10、A-5、R-1 與 S-3 學童對各學習內容的接受瞭解狀況調查，僅 M-2 平均分數在 4.0 以下，略顯為低，其餘項目平均分數表現皆在 4.07 以上，顯示多數受測學童能夠清楚瞭解教材中所要傳遞的知識概念，藉由本教材之輔助於自學過程從中獲取知識概念，並有 76.7% 受測學童對於大部分教材內

容感到興趣。題 M-2 標準差之值達 1.033，答題分布狀況有半數以上（70.0%）學童表示同意，1/3 之受測學童表示無意見（23.3%）與不同意（6.6%）。其中題 M-6 與 M-2 同屬「月相的變化」內容之題型，與題 M-2 相較之下，相對而言是能夠獲得多數受測學童之認同。根據教材實作設計之前專家意見訪談，曾指出月相的變化解釋原因，通常會藉由宇宙與地球上不同的觀察點進行交互解釋，其中涉及太陽、月球與觀察者之間相對位置的變化因素，對學童而言屬於抽象困難的概念。教材的內容之中有一項問題是，從過去月相歷史觀測紀錄中，依照農曆日期挑選可能出現的月相進行排列，教材使用過程中有部分受測學童能夠輕易完成，而部分學童則是需要多方嘗試才能夠完成。因此研究者推估造成題 M-2 答題的表現較不理想原因，是由於內容本身的難易度有關，學童從教材中雖能客觀的發現月相周期性的變化，但對其具體的形成原因是需要較多的時間，或是較為充分的說明、深刻的印象以吸收理解；題 M-9 至 M-11、A-2 及 S-1 認同人數皆在 70% 以上，平均分數表現亦達 4.07 以上，顯示占多數受測學童對於本教材內容之編製規劃感到滿意，其中更有高達 90.0% 學童對於選擇教材學習單元的自主性表示認同，而透過有系統規劃地學習並能間接獲得太陽、地球與月球三星體運動的整體性概念；題 R-3 與 R-5 在平均分數上分別為 4.17 與 4.03，並獲得 80.0% 受測學童認同，本教材的知識內容確實能與學習者先備知識及現實經驗相互呼應連結。部分受測學童於開放問題中表示肯定：

Std-7：謝謝你們讓我學到很多知識。

Std-9：我上完梅林的天文教室後，我已經知道日蝕的變化。

Std-13：讓我們知道一些有關日蝕。

Std-27：這個空間讓我學到很多，很清楚，這個是一個很好的教材。

Std-29：月全蝕很有趣，我之前都不知道有月全蝕這種東西，只知道有日全蝕。

Std-30：我覺得紅色的月亮很特別！讓我印象深刻喔！

Std-32：紅色的月亮好酷。

由開放問題中可得知受試者對於本教材所規劃的學習內容感受是有興趣的，而在「白天與黑夜」、「四季的成因」、「月相的變化」與「日蝕與月蝕」四個學習內容之中，受試者表現更高度的興趣。研究者推論相較於「白天與黑夜」、「四季的成因」與「月相的變化」內容，日蝕與月蝕現象對受試者而言是平日難以親身體驗的現象，該現象的發生對學童而言是特別的經驗，與平日所觀察到的太陽、月亮的印象有所不同，此外日蝕與月蝕在小學的課程內容中並未深入探討，因此容易引起學童對未知的知識內容感到好

奇與興趣，繼而引發其求知欲。學童對於本教材所提供之學習內容，亦多表示對於能夠從中獲得知識感到滿足。由問卷數據與開放問題顯示，本教材的整體知識結構的編排與規劃上對學童是具有良性正向的意義。

表 5-2-1 「整體內容」評估分數

整體內容							
題目	評估分數 (百分比)					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
M-1 透過教材我能夠瞭解晝夜交替的形成與地球自轉和日照有關。	53.3%	33.3%	10.0%	0%	3.3%	4.33	.922
M-2 透過教材我能夠瞭解月相的盈虧變化與農曆的關係。	36.7%	33.3%	23.3%	3.3%	3.3%	3.97	1.033
M-3 透過教材我能夠瞭解日蝕現象的變化過程。	63.3%	20.0%	10.0%	6.7%	0%	4.40	.932
M-4 透過教材我能夠瞭解月蝕現象的變化過程。	56.7%	30.0%	10.0%	0%	3.3%	4.37	.928
M-5 透過教材我能夠瞭解四季變化與地軸傾斜和地球繞太陽公轉有關。	46.7%	36.7%	13.3%	3.3%	0%	4.27	.828
M-6 透過教材我能夠分辨月相的形狀與名稱。	36.7%	43.3%	20.0%	0%	0%	4.17	.747
M-7 透過教材我能夠瞭解日蝕現象的形成與太陽、地球和月球之間的運動有關。	36.7%	50.0%	13.3%	0%	0%	4.23	.679
M-8 透過教材我能夠瞭解月蝕現象的形成與太陽、地球和月球之間的運動有關。	40.0%	43.3%	16.7%	0%	0%	4.23	.728
M-9 透過教材我能夠充分瞭解太陽、地球和月球之間的運動關係。	40.0%	40.0%	16.7%	0%	3.3%	4.13	.937
M-10 透過教材我能夠理解太陽、地球和月球之間的運動與教材中出現的天文現象之關係。	33.3%	43.3%	20.0%	3.3%	0%	4.07	.828
M-11 我覺得操作這份教材內容的過程是循序漸進式的。	26.7%	53.3%	20.0%	0%	0%	4.07	.691
A-2 大部分教材內容的呈現順序能夠引起我探索的動機。	33.3%	43.3%	20.0%	3.3%	0%	4.07	.828
A-5 教材中大部份的學習內容都	46.7%	30.0%	23.3%	0%	0%	4.23	.817

能吸引我的注意力。							
R-1 我能充份了解教材要表達的概念。	46.7%	30.0%	23.3%	0%	0%	4.23	.817
R-3 我能將這個教材的內容和我以前學過的知識連貫起來。	40.0%	43.3%	10.0%	6.7%	0%	4.17	.874
R-5 我能夠瞭解教材中的自然現象與生活上的一些經驗有關。	30.0%	50.0%	13.3%	6.7%	0%	4.03	.850
S-1 我很高興能夠自由選擇我要學習的內容。	56.7%	33.3%	6.7%	3.3%	0%	4.43	.774
S-3 我能從教材內容中獲得天文知識。	53.3%	30.0%	13.3%	0%	3.3%	4.30	.952
S-4 我很喜歡這個教材，希望有機會能多練習。	40.0%	26.7%	23.3%	6.7%	3.3%	3.93	1.112
平均	43.0%	37.5%	16.1%	2.3%	1.1%	4.19	

二、功能設計評估

功能設計評估如表 5-2-2 所示，功能設計部分之總體評估，非常同意 47.5%，同意 31.7%，無意見 17.1%，不同意 2.9%，非常不同意 0.8%，共有 79.2% 表示認同，僅 3.7% 表示不同意，平均數均值達 4.22。其中，題 T-1、T-4、A-1 及 S-5 在平均分數上都達 4.0 以上，並獲得多數學童之認同，表示本教材提供的圖卡互動，不僅在學習過程中提供學童趣味性，並能予以認知上的輔助；功能設計中允許使用者簡單的動作回復，能夠鼓勵學習者探索不熟悉的選項並降低焦慮 (Shneiderman, 1987; 張志仁, 2007; 黃雅雯, 2008)，題 T-2 平均分數為 4.33，贊同之受測學童達 86.7%，顯示本教材所具備階段性的功能回復，能給予受測學童適度調整其學習步調之空間；題 T-3 平均分數為 4.33，有 83.3% 學童認同本教材所提供之說明引導，表示本教材之說明引導功能卻能達到輔助效果，多數受測學童於教材過操作程中能夠藉此功能之幫助順利進行；功能設計題項之中，題 T-5 的平均分數略低於其他題項，平均分數為 3.87，標準差值達 1.106，答題分布狀況有半數以上 (63.4%) 學童表示同意，1/3 之受測學童表示無意見 (26.7%) 與不同意 (10.0%)。顯示本教材在前導組織的輔助性上較其他題項偏低，雖然認同「記事掛軸」輔助作用的受測學童達半數，但仍有 1/3 之受測學童使用教材過程中，感受不到「記事掛軸」在本教材之中的功能作用，研究者推論梅林的「記事掛軸」於教材場景之中採獨立物件方式顯示，學習內容之選單位置與「記事掛軸」分屬於不同場景，換言之前導組織與學習內容以物件式的圖像呈現於不同空間，加上各場景上具有兩個以上物件，「記事掛軸」在使用中又欠缺醒目地說明，故此學童較難以將「記事掛軸」內容與學習內容做關聯，並

深切感受到「記事掛軸」在整份教材之中的地位。整體上，本教材在功能設計之評估獲得多數學童之認同肯定，惟有部分控制設計仍需微調或有於賴介面上的佐助，得以幫助學習者在使用中降低焦慮。

表 5-2-2 「功能設計」評估分數

功能設計							
題目	評估分數 (百分比)					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
T-1 針對不同學習內容中的圖卡互動，使用不相同的圖卡作互動，我認為可以突顯學習內容的區別性。	46.7%	33.3%	20.0%	0%	0%	4.27	.785
T-2 學習內容中的「上一頁\下一頁」控制能讓我自由調整學習的步調。	50.0%	36.7%	10.0%	3.3%	0%	4.33	.802
T-3 教材中的說明引導，能幫助我了解要完成的事項。	53.3%	30.0%	13.3%	3.3%	0%	4.33	.844
T-4 教材中的圖卡互動能夠幫助我了解相對應的學習內容。	50.0%	33.3%	16.7%	0%	0%	4.33	.758
T-5 梅林的「記事掛軸」能夠幫助我快速瞭解學習內容的組織概要。	36.7%	26.7%	26.7%	6.7%	3.3%	3.87	1.106
A-1 圖卡互動內容的操作過程，能使我更加集中注意力。	46.7%	36.7%	10.0%	3.3%	3.3%	4.20	.997
S-1 我很高興能夠自由選擇我要學習的內容。	56.7%	33.3%	6.7%	3.3%	0%	4.43	.774
S-5 我覺得操作圖卡的互動過程中很有趣。	40.0%	23.3%	33.3%	3.3%	0%	4.00	.947
平均	47.5%	31.7%	17.1%	2.9%	0.8%	4.22	

三、介面設計評估

本教材的媒體素材以視覺為主，文字與影像是兩大重點，而視覺設計的原則，大體而言不外乎簡單、清晰、均衡、和諧、組織、強調、容易辨識、統一 (Bullough, 1974; Thompson, 1994)。如表 5-2-3 所示，本教材之介面設計部分總體評估，非常同意 51.2%，同意 29.2%，無意見 15%，不同意 3.8%，非常不同意 0.8%，共有 80.4% 表示認同，僅 4.6% 表示不同意，平均數均值達 4.26，其中題 I-1 至 I-5 平均分數皆在 4.1 以上，表示本

教材圖文介面的表現普遍獲得受測學童之肯定，有助學習者的探索，而題 I-4 平均分數更高達 4.4，顯示本教材色彩的明示度對於受測學童視覺判斷而言，具有正面增強的效益；題 I-6、C-2 及 C-5 各平均分數表現皆於 4.2 以上，亦皆受到 80.0% 以上之學童的認同，說明本教材在內容操作亦或是圖卡互動操作，對多數受測學童而言是符合使用者心態，是容易理解的。根據以上數據，顯示本教材整體之介面表現獲得受測學童之正面肯定，能夠藉由媒體清楚呈現內容。然而，仍有學童於開放問題中，反應：

Std-31：有些東西不是那麼的清楚。

研究者推論本教材於學習內容，設計考量上為避免畫面複雜，採用情境式操作介面，將部分互動選項融入背景畫面之中，互動選項僅以陰影與滑鼠游標圖示變換供使用者識別，部分互動選項物件小變化幅度偏低不夠醒目，導致學童不容易察覺並容易混淆，惟有待於視覺介面之調整以利辨別。研究者認為未來在介面設計的考量上仍應在介面的訊息傳遞與內容呈現上所力取最佳平衡點，以建置無負擔並更適合使用者的介面環境。

表 5-2-3 「介面設計」評估分數

介面設計							
題目	評估分數 (百分比)					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
I-1 教材中的文字能夠清楚表達內容。	56.7%	23.3%	13.3%	3.3%	3.3%	4.27	1.048
I-2 教材中的圖示能清楚表達其所代表的內涵。	46.7%	30.0%	20.0%	3.3%	0%	4.20	.887
I-3 教材中的按鈕設計能清楚點閱。	40.0%	36.7%	20.0%	3.3%	0%	4.13	.860
I-4 教材的配色和諧，容易閱讀。	63.3%	16.7%	16.7%	3.3%	0%	4.40	.894
I-5 教材的畫面設計讓我操作流暢無負擔。	43.3%	30.0%	20.0%	6.7%	0%	4.10	.960
I-6 教材操作介面容易理解，下次操作時我還是可以記得如何操作教材。	56.7%	30.0%	6.7%	6.7%	0%	4.37	.890
C-2 我認為操作這份教材對我來說不是難事。	53.3%	36.7%	10.0%	0%	0%	4.43	.679
C-5 我有自信操作教材中的圖卡互動內容。	50.0%	30.0%	13.3%	3.3%	3.3%	4.20	1.030
平均	51.2%	29.2%	15%	3.8%	0.8%	4.26	

四、學習動機評估

(一) 專注力

Bruner (1997) 認為在幫助兒童學習時應確保過程中的專注力，通由此過程將引領兒童至一定的水平。引發學習者好奇心以及維持專注力是為本教材設計製作之考量因素之一，由表 5-2-4a 所示，本教材於專注力要素的整體表現，非常同意 41.3%，同意 34.7%，無意見 21.3%，不同意 2.0%，非常不同意 0.7%，共有 76.0% 表示認同，僅 2.7% 表示不同意，平均數均值達 4.14，顯示本教材在教材內容的編排、圖卡互動內容的呈現與圖卡互動之互動過程，對受測學童而言具有一定的吸引力。

研究者並於活動過程中觀察到部分有趣現象，說明如下：

1. 學童對於圖卡互動方式與內容感到新奇

Std-21 與 Std-8 學童對於圖卡互動的操作表現很有興趣，活動過程中對於視訊裝置的使用躍躍欲試；Std-10 學童對圖卡互動中轉動的地球感到新奇、愉快。多數受測學童對於圖卡互動的內容以及互動模式都是感到新奇有趣。

2. 虛擬角色的對話式動畫能引起學習者注意

Std-3 學童在嘗試教材操作的過程中表現積極，當教材內容出現梅林的說明引導動畫時，更有與教材中的角色進行對話的行為。

3. 科學知識搭配實際影片更能提高專注力

Std-2、Std-18、Std-22、Std-27 學童在學習日蝕與月蝕內容時，在看到實際現象變化的影片過程中，表現更專注。

4. 同儕推薦行為能引發學習專注力

受測學童在操作教材時，雖然會因為各自學習步調不同進入不同內容進行學習，但部分學童會與鄰近學童分享他們正在進行的內容 (5-2-4a)，或與隔壁同學分享討論圖卡互動過程中的發現 (5-2-4b)，經過同儕的推薦介紹，更能引起學童學習興趣。



圖 5-2-4a 學童共同討論教材內容情形



圖 5-2-4b 學童共同討論圖卡互動情形

部分學童於開放問題中表示圖卡互動在學習輔助上具有趣味性，認同本教材內容所

呈現的媒體具有吸引力，亦有部分學童對教材之未來建議提出希望有更多操作互動的訴求。學童於開放問題中陳述如下：

1.圖卡互動具趣味性

Std-20：圖卡互動真是太有趣了！可以使人更有興趣使用。

Std-21：我覺得很有趣，很好玩。尤其是圖卡互動的部分。

2.教材之媒體呈現具吸引力

Std-2：我覺得梅林的天文教室是一個很好玩的教材，因梅林的天文教室用了許多好玩的動畫。

3.未來建議

Std-1：有更多地方可以點選。

Std-4：更多能操作的地方。

Std-10：很好，可以多加一些東西。

根據問卷結果與觀察發現研究者推論，本教材在上引起學童專注力的因素表現主要有：1.教材內容的深入性探討與學童對學習內容的新鮮感，能夠引起學童對於知識內容的專注與探索；2.多元的互動方式，能夠引起學童探索的樂趣；3.生動活潑的虛擬角色，能夠幫助學童在進行學習的過程中，更融入背景的情境。除此之外，同儕之間在同時使用該份教材，若再藉由同儕之間的分享討論，將給予學習者一份正向鼓舞，並提升其專注力。

表 5-2-4a 「專注力」評估分數

專注力							
題目	評估分數（百分比）					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
A-1圖卡互動內容的操作過程，能使我更加集中注意力。	46.7%	36.7%	10.0%	3.3%	3.3%	4.20	.997
A-2大部分教材內容的呈現順序能夠引起我探索的動機。	33.3%	43.3%	20.0%	3.3%	0%	4.07	.828
A-3教材中的任務內容，能夠使我在學習過程中更專注。	36.7%	30.0%	30.0%	3.3%	0%	4.00	.910

A-4 教材中的圖卡互動內容能夠吸引我的注意力。	43.3%	33.3%	23.3%	0%	0%	4.20	.805
A-5教材中大部份的學習內容都能吸引我的注意力。	46.7%	30.0%	23.3%	0%	0%	4.23	.817
平均	41.3%	34.7%	21.3%	2.0%	0.7%	4.14	

(二) 相關性

當學習者能夠察覺學習內容及學習目標與自身經驗具有關連性，將對學習者之學習動機產生影響，由表 5-2-4b 所示，本教材於相關性要素的整體表現，非常同意 40.5%，同意 38.9%，無意見 16.7%，不同意 3.3%，非常不同意 0.6%，共有 79.4% 表示認同，僅 3.9% 表示不同意，平均數均值達 4.16，其中題 R-1、R-2、R-4 及 R-6 各平均值在 4.03 以上，並獲得 73.3% 以上之受測學童認同，表示多數學童能夠清楚理解教材中所欲傳遞的知識概念，並能察覺學習內容、圖卡互動過程、與學習任務三者彼此具備邏輯性且互有關連；題 R-3 與 R-5 各平均值亦在 4.03 以上，並獲得 80.0% 以上之受測學童認同，顯示本教材所提供之內容能促使多數學童於學習過程中與自身經驗產生關聯。

研究者並於活動過程中觀察到：當圖卡資訊顯示 3D 地球模型時，部分小朋友會想找尋臺灣位置或與之互動；Std-10 學童對圖卡互動中轉動的地球感到新奇、愉快；Std-28 學童並反應對於本教材感到很有趣，藉由此活動未來對於地球科學方面的知識也會提升其學習興趣。由上述觀察內容中可得知，1. 學童在學習過程中更容易將注意力關注於與切身關聯較近的事物上；2. 受測學童在接受圖卡互動所呈現的媒體訊息中，會產生較高的興趣並主動尋找與自身經驗的關連性，研究者推估此現象是由於學童受圖卡互動的新鮮感影響，心理上產生比較作用，並想印證事實是否合乎心理預期而產生此動機；3. 學童在學習過程中察覺學習內容與自身經驗之相關性，有機會更能引發後續之學習興趣。

部分學童於開放問題中表示，本教材之學習內容能夠引起新鮮感與探索興趣，並且對於過去曾經學習的知識概念能有所補充。學童於開放問題中陳述如下：

Std-29：月全蝕很有趣，我之前都不知道有月全蝕這種東西，只知道有日全蝕。

Std-30：我覺得紅色的月亮很特別！讓我印象深刻喔！

Hillman (1994) 認為學習者須透過與介面的互動才會產生更多的互動。根據問卷結果與觀察顯示，大部分受測學童在使用本教材時，能夠瞭解教材所欲傳遞的知識概念，並將學習內容與自身的經驗連結，而在多種媒體間的交互刺激與實證下，更能促進其作用。

表 5-2-4b 「相關性」評估分數

相關性							
題目	評估分數 (百分比)					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
R-1 我能充份了解教材要表達的概念。	46.7%	30.0%	23.3%	0%	0%	4.23	.817
R-2 圖卡互動能夠幫助我對學習內容的理解。	33.3%	40.0%	23.3%	3.3%	0%	4.03	.850
R-3 我能將這個教材的內容和我以前學過的知識連貫起來。	40.0%	43.3%	10.0%	6.7%	0%	4.17	.874
R-4 我知道大部分圖卡互動內容所要表達的概念。	46.7%	33.3%	20.0%	0%	0%	4.27	.785
R-5 我能夠瞭解教材中的自然現象與生活上的一些經驗有關。	30.0%	50.0%	13.3%	6.7%	0%	4.03	.850
R-6 我知道「觀測站」中的學習內容，能夠幫助我完成「森林步道」中的任務。	46.7%	36.7%	10.0%	3.3%	3.3%	4.20	.997
平均	40.5%	38.9%	16.7%	3.3%	0.6%	4.16	

(三) 自信心

學業的成功能為學習者帶來滿足，因此在學習過程中建立學習者正面的期望，是達成有效學習的強烈誘因，由表 5-2-4 c 所示，本教材於相關性要素的整體表現，非常同意 44.0%，同意 36.0%，無意見 18.0%，不同意 1.3%，非常不同意 0.7%，共有 80.0% 表示認同，僅 2.0% 表示不同意，平均數均值達 4.21，其中題 C-1、C-3 及 C-4 各平均值在 4.03 以上，73.3% 以上之受測學童表示認同，顯示多數受測學童有信心能夠學會本教材之學習內容並完成教材所交付之任務，研究者推估受測學童具有高度信心完成本教材之學習，部分原因與學習者能夠與學習內容產生關聯有關；題 C-2 及 C-5 之各平均值在 4.20 以上，80.0% 以上之受測學童表示認同，代表多數受測學童有信心能夠操作使用本教材進行學習，其中題 C-5，標準差值達 1.030，約 1/5 之受測學童在作答中表示無意見 (13.3%) 與不同意 (6.6%)。實驗活動過程中發現，大多數學童在經過圖卡互動的示範說明後，以具備基本的利用圖卡與視訊裝置進行互動之能力，僅有極少部分受測學童對於圖卡的操作感到難以進行，顯示即便本教材之圖卡互動內容對受測學童而言是比較陌生的電腦操作方式，但絕大多數受測學童對於此種互動方式仍有自信能夠順利操作，研究者推估研究對象的背景調查中顯示受測學童家中普遍具備電腦，學童在操作使用電腦

上應已具備基礎的操作能力，並對於電腦的操作介面具有一定的認知水平，而圖卡互動是藉由實際的翻轉操弄實體圖卡控制虛擬物件的移動、旋轉，對使用者而言是具直覺式的操作，故此學童在進行本教材之操作學習過程，將大幅降低學童在透過電腦載具進行學習方面，因缺乏或不熟悉電腦基本操作而導致恐懼排斥的心理因素所干涉，而少部分學童對於圖卡的互動操作缺乏信心，則可能導因於學童在圖卡操作過程中的經驗，無法流暢進行所致。

研究者並於活動過程中觀察到：Std-11、Std-15 學童在操作教材學習過程會主動協助隔壁同學問題解決並對於教材中的內容分享討論；Std-21 學童在學習過程中偏好自己先行摸索教材內容，而當完成學習任務時能獲得滿足，並與 Std-9 學童討論任務內容。由觀察的內容能夠發現，藉由學習分享的過程使學童不僅獲得內在的滿足感，更能具體表現自信。

綜合問卷結果與觀察發現可得知，整體而言多數受測學童對於本教材之操作方法或是學習內容，都具備高度正面的期望。除此之外，研究者推估本研究於學習活動過程中影響自信心之因素，尚包含：1.熟悉教材的操作環境能夠間接提升學童學習的自信心；2.讓學童瞭解學習內容與學習任務間所具備的關連性，可以使得學童更有自信完成任務；3.透過任務的挑戰與自身經驗的分享，能夠使學童獲得成就感以及提升自我肯定。

表 5-2-4c 「自信心」評估分數

自信心							
題目	評估分數 (百分比)					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
C-1 我有信心可以學會教材的內容。	33.3%	40.0%	26.7%	0%	0%	4.07	.785
C-2 我認為操作這份教材對我來說不是難事。	53.3%	36.7%	10.0%	0%	0%	4.43	.679
C-3 我有信心我可以完成教材中的任務內容。	50.0%	33.3%	16.7%	0%	0%	4.33	.758
C-4 我在教材中的好表現，是因為我付出的努力而達成的。	33.3%	40.0%	23.3%	3.3%	0%	4.03	.850
C-5 我有自信操作教材中的圖卡互動內容。	50.0%	30.0%	13.3%	3.3%	3.3%	4.20	1.030
平均	44.0%	36.0%	18.0%	1.3%	0.7%	4.21	

(四) 滿足感

影響學習者維持高度的學習動機，包括內在的自我充分發展與自我涉入，以及外在提供學習者適當的獎勵與回饋(Clifford, 1984; Keller, 1984; Karoulis & Demetriadis, 2005)，數位教材若能幫助學習者於學習過程中獲得充分的滿足感，將可能維持學習者高度的學習動機，由表 5-2-4d 所示，本教材於滿足感要素的整體表現，非常同意 48.7%，同意 29.3%，無意見 18.0%，不同意 2.7%，非常不同意 1.3%，共有 78.0% 表示認同，僅 4.0% 表示不同意，平均數均值達 4.21，其中題 S-1 平均數值高達 4.43，90% 受測學童表示認同，說明教材使用過程中提供學習者適度的學習自主性是重要的一項教材機制；題 S-2、S-3 及 S-5 平數值皆在 4.0 以上，說明本教材之中所包含的學習知能、挑戰以及媒體互動，對多數受測學童具有一定程度維持學習動機的正面作用。

研究者於開放問題中蒐集到部分受測學習者對於本教材的學習使用感受，正面感受與負面感受，說明如下：

1. 正面感受

Std-7：謝謝你們讓我學到很多知識。

Std-24：我覺得「梅林的天文教室」很有趣，但如果可以加更多遊戲會更好。

2. 負面感受

Std-18：我覺得好沒趣，遊戲那麼少。

Std-22：我覺得好無趣，遊戲只有四個。

研究者於活動過程中發現多數受測學童熱衷於本教材之任務內容，受測學童並以遊戲挑戰的心理取代試題測驗來看待任務內容，但是在開放問題中部分學童提出遊戲量偏低的負面看法，以及題 S-4 學童對於重複多次使用本教材的意願表現上略低於其他題項，平均分數為 3.93，標準差值達 1.112，約 1/5 之受測學童在作答中表示無意見(23.3%) 與不同意(10.0%)。研究者推估教材內容設計是屬於固定式的，學習任務過少又缺乏遊戲中循環的練習機制顯得單調，所以導致受測學童在學習獲得經驗後，便容易失去一開始的新鮮感。整體而言，根據問卷結果與開放性問答內容敘述，顯示本教材在滿足感的要素之中，是具有一定程度的增益作用。

表 5-2-4d 「滿足感」評估分數

題目	滿足感					平均數	標準差
	評估分數(百分比)						
	5	4	3	2	1		
S-1 我很高興能夠自由選擇我要學習的內容。	56.7%	33.3%	6.7%	3.3%	0%	4.43	.774
S-2 我很高興能夠完成教材中的	53.3%	33.3%	13.3%	0%	0%	4.40	.723

任務內容。							
S-3 我能從教材內容中獲得天文知識。	53.3%	30.0%	13.3%	0%	3.3%	4.30	.952
S-4 我很喜歡這個教材，希望有機會能多練習。	40.0%	26.7%	23.3%	6.7%	3.3%	3.93	1.112
S-5 我覺得圖卡互動過程中很有趣。	40.0%	23.3%	33.3%	3.3%	0%	4.00	.947
平均	48.7%	29.3%	18.0%	2.7%	1.3%	4.21	

(五) 學習動機之總體評估

本研究於 ARCS 四個向度整體結果來看，其綜合平均分數達 4.18，非常同意 43.5%，同意 34.9%，無意見 18.4%，不同意 2.4%，非常不同意 0.8%，有 78.4% 學童表示認同，僅 3.2% 學童表示不認同，如表 5-2-4e。表示本教材於學習動機整體向度上獲得多數受試者認同，能夠提升學習者之學習意願。最後，在使用本教材之後有半數以上受試者表示推薦本教材給其他人使用之意願(表 5-2-4f)，並認同在學習內容中融入圖卡互動以輔助學習的方式，Std-19 學童並於開放問題中表示希望未來還有更多類似的課程，顯示整體上本教材對於受試學童在學習動機方面是具有正向的影響力。

表 5-2-4e 學習動機總體評估分數

學習動機總體評估						
題目	評估分數 (百分比)					平均數
	5	4	3	2	1	
專注力	41.3%	34.7%	21.3%	2.0%	0.7%	4.14
相關性	40.5%	38.9%	16.7%	3.3%	0.6%	4.16
自信心	44.0%	36.0%	18.0%	1.3%	0.7%	4.21
滿足感	48.7%	29.3%	18.0%	2.7%	1.3%	4.21
平均	43.5%	34.9%	18.4%	2.4%	0.8%	4.18

表 5-2-4f 「其他」評估分數

其他							
題目	評估分數 (百分比)					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
O-1 我願意推薦其他人來使用這個教材。	46.7%	26.7%	23.3%	3.3%	0%	4.17	.913
O-2 對於圖卡互動的學習，我覺得很值得繼續推廣與嘗試。	33.3%	36.7%	30.0%	0%	0%	4.03	.809

第三節 訪談資料分析

本研究以自編的訪談大綱訪問受試學童，訪談採半結構式，於實驗活動結束後，徵求自願者 4 名學童，並隨機抽取 4 名學童，共 8 名學童 (Std-1、Std-2、Std-7、Std-9、Std-10、Std-17、Std-21、Std-30)，針對本教材操作使用後的之感受接受訪談 (訪談逐字資料見附錄九)。每位學童訪談時間約 10 分鐘，研究者將資料整理後，分別說明如下：

一、學童對於「梅林的天文教室」的整體接受度

根據訪談大綱中第一、二、五、六題項，獲知受訪學童的數位教材使用經驗，並瞭解學童對於本教材之介面與內容的看法與感受：

(一) 功能介面

由受訪學童 Std-2、Std-7、Std-10 及 Std-30 的訪談過程中得知，學童認為本教材所呈現的圖片、文字，整體表現上是清晰易懂的，其中不乏曾經接觸過數位教材經驗的學童，對於本教材的操作介面亦表示容易上手之肯定態度，說明本教材在功能設定與介面設計上是容易理解並進行操作，鮮與學童過往的電腦操作經驗衝突造成操作上的困難。Std-10 學童並表示對於教材能夠依自身學習步調進行調整感到認同，相較於課堂講授，獲得更多時間對學習內容進行消化吸收。而 Std-2、Std-7、Std-17 及 Std-21 學童對於教材中所呈現的圖片部分感到親切喜愛，尤其是教材中輔助引導的虛構角色—梅林，在學習過程中令其感到有趣及印象深刻。

(二) 整體內容

根據整體內容評估統計結果可知，多數受測學童能夠瞭解本教材所要傳遞「白天與黑夜」、「四季的成因」、「月相的變化」與「日蝕與月蝕」，由太陽、地球與月球三星體運動所形成的現象成因。訪談過程中瞭解，受訪學童對於教材中與過去所學相關的補充內容，能夠激起學習者探索的興趣，Std-10、Std-17 學童表示本教材具豐富的內容，過去部分不甚理解的知識概念，藉由本教材淺顯的說明能夠獲得良好的解釋；Std-10、Std-21、Std-30 學童對多次提及日蝕與月蝕學習內容，對此天文現象表現高度的興趣。多數受訪學童表示在學習過本教材的內容後，會有將所學運用現實印證的想法，並能引發後續相關學習的興趣，如星星方面的知識；亦有 Std-17、Std-21 學童表示希望能夠對於飛機、颱風、地震等他們有興趣的主題瞭解。研究者認為本教材對於學童的知識探索

學習，具有啟發與潛移默化的助益，藉由生動有趣的教材做為學習窗口，將有效拉近學童與知識內容的距離，並引發後續的學習興趣。

二、圖卡互動的優缺點

根據訪談大綱中第三、四題項得知，本教材中擴增實境式的圖卡互動，在學童的電腦操作經驗上，是屬於第一次的接觸體驗，但是在經過示範說明後，受測學童很容易便能與之互動。Std-2、Std-7、Std-10、Std-17 及 Std-30 學童表示圖卡互動新鮮有趣，在操作上直覺方便且能夠輕易上手；除此之外，視訊畫面中的立體模型與紙卡的翻轉互動連結，更能表現出立體感受。但是圖卡互動受制於硬體裝置與影像辨識問題仍有其不足之處，Std-10 學童指出在進行圖卡互動前需要仔細將圖卡對準視訊鏡頭，互動過程中亦須避免圖卡資訊脫離視訊鏡頭所能擷取的畫面，感應方面相較於鍵盤滑鼠的反應，仍是有許多值得改善的進步空間。

三、學童對「梅林的天文教室」的未來建議

訪談大綱之第七、八題項主要針對本教材之圖卡互動部分與整體內容之未來建議進行訪談，受訪學童也於訪談過程中提出寶貴的意見，供未來在系統開發與擴充修改時作為參考：

（一）教材內容

1.增加場景與任務：教材之故事場景應更具延展性，未來能夠延伸故事背景的深度融入更多場景與其它知識的學習內容，擴大整體教材的世界觀，並且能夠增加多元的任務挑戰，以提供刺激與挑戰（Std-1、Std-2、Std-7、Std-9、Std-17、Std-30）。

2.提升任務難易度：本教材在內容設定上是採用固定模式，任務挑戰則是依據學習內容對應出問題事件，以提供學習者整合知識內容進行問題解決，而任務挑戰過程多採單一事件的問題決策缺乏挑戰性，宜增添事件的難易度以提升其變化性與刺激感（Std-10、Std-17、Std-30）。

（二）教材互動機制

1.增加學習內容的互動性：學習過程是藉由一連串的刺激反應與互動而達成。訪談過程中更確實學童在進行本教材內容中的物件互動時，能夠有效引起注意，並引發受訪者的好奇心，進而提高學習的動機。多數受訪學童表示希望未來在教材上能夠有更多小遊戲，並提供更多地方可以獲得點擊、控制的驚喜。

2.增加獎勵回饋的機制：獎勵制度不管是在遊戲或是學習之中，對參與者具有不可言喻地激勵作用。本教材在達成任務後，僅以文字訊息做為回饋，稍嫌不足。Std-2、Std-7 學童指出教材的挑戰任務上若能夠獲得較為具體的虛擬獎賞，作為指標性的物件，將獲得更大的成就與榮譽感。

3.提升虛擬角色的互動性：梅林此一虛擬角色在本教材之中，擔任情境引導與介紹說明的作用。多數學童在使用本教材時表示，對於梅林的虛擬角色感到滿意與喜愛，Std-2、Std-7 學童並期待能與梅林進行更多的雙向互動，也希望能夠增加梅林的動作讓它表現更生動。儼然梅林已成為本教材之中絕佳的虛擬代理人，這是本教材在規劃中所意料之外的表現，同時也是未來在教材設計上值得考量與深入耕耘的部分。

(三) 圖卡互動

1.提升圖卡互動的辨識功能與流暢性：受訪學童 Std-9 指出本教材在圖卡互動部分，有時會出現影像延遲而促使整體流暢性下降，而圖卡的辨識仍需配合視訊裝置，有時候會有辨識錯誤的導致虛擬影像不連續動作的問題存在，未來在圖卡的互動表現上應強化虛擬影像與現實動作之間的即時性，提升實境與虛擬之間的契合度，使得操作行為能像使用滑鼠、鍵盤指令般的明確有效。

2.強化 3D 模型的空間感：受訪學童 Std-1 表達圖卡互動之中，畫面的呈現上仍有待強化整體的空間感立體感，而使得影像畫面的擬真再搭配操作行為的互動，達到較高度的認同感受。

第六章 結論與建議

本章共分為兩節，第一節依據本研究目的與資料分析結果歸納出結論，第二節針對未來研究及系統建置提出具體建議，提供後續相關研究之參考。

第一節 結論

本研究之目的是將擴增實境技術導入國小星體運動內容，以相關的文獻與理論作為基礎發展建構「擴增實境式星體運動教學教材」，作為星體運動學習內容之輔助應用，並藉由學童實際測試使用教材之結果，得知受測學童對教材系統之評估情形，與分析探討本教材對學童學習動機之影響成效。針對本研究之待答問題，研究者按照「擴增實境式星體運動教學教材」實際之設計特色，並依據問卷量表資料分析、訪談資料與活動中觀察到的行為，歸納出本研究結果，詳述如下：

一、本教材所設計的教學方法有助於引發學童對天文知識探索的動機

根據系統整體評估量表之教材評估部分的調查結果與訪談結果顯示，受測學童具有操作使用本教材之能力，並能夠清楚瞭解本教材之學習內容；學習動機評估部分的調查結果與訪談內容顯示，本教材在 ARCS 四項因子中確實具有一定程度增強學習者學習動機之效益；研究者並於問卷調查結果發現，學生背景資料之中對於自然科的感受，未到喜歡程度的半數受測學童，多數原先不排斥自然科的受訪學童，於問卷的填答反應傾向正面，並對於本教材給予高度肯定；少部分不喜歡自然科的學童，在問卷的調查結果反應亦趨良性。受測學童於開放問題中，反應如下：

Std-6：謝謝大哥哥大姐姐用很多自己的時間來幫我們，也讓我們知道如何用電腦學習。

Std-7：謝謝你們讓我學到很多知識。

Std-20：圖卡互動真是太有趣了！可以使人更有興趣使用。

Std-21：我覺得很有趣，很好玩。尤其是圖卡互動的部分。

綜合上述結果得知本教材所設計的教學方法，有助於引發學童對天文知識探索的動機，研究者在此針對本教材之教學策略逐項說明：

(一) 循序漸進式的內容呈現能幫助學童融會貫通：本教材的學習內容是採線性式呈現，從日常生活經驗引入學習要點，使得學童在學習過程中能藉由前文敘述的呼應，瞭解學習內容間的關聯性。整體內容評估之題 M-11 與專注力評估之題 A-2，說明受測學

童能夠瞭解本教材之學習內容是以循序漸進方式呈現，並能引起其學習興趣。

(二) 先備知識的聯結有助於學童學習新知識：本教材學習單元的設計，是以生活經驗或是提問方式為開頭，接著藉由舉例說明正式帶入主題。根據整體內容評估之題 M-9、M-10，相關性面向之評估題 R-3、R-5 顯示，受測學童使用本教材進行學習過程中，能夠同時與自身經驗進行關聯思考，幫助新知識的吸收。可見傳授新的或是較深入的知識概念時，若能藉由日常生活的相關經驗的舉例鋪陳，或是提供相關的基礎概念，將有助學童對新的知識概念之理解。

(三) 將容易搞混的知識內容並列呈現，能促使學童理解與融會貫通：根據文獻探討與教師訪談資料得知，學童對於天文的認知上，存有許錯誤迷失，部分學童無法指出月蝕與月相的變化的差異，或是無法解釋日蝕及月蝕的現象。本教材在內容規劃之初，考量上述因素，將月相變化與月蝕兩個知識概念同時規劃為教材單元，立意讓學童學習後能夠更容易發現兩者間的差異；並將日蝕與月蝕現象合併為一單元，促使對於日蝕與月蝕較生疏或不清楚的學童，能夠更加瞭解箇中奧妙。問卷之開放問題中，學童曾經表述如下：

Std-9：我上完梅林的天文教室後，我已經知道日蝕的變化。

Std-29 表示：月全蝕很有趣，我之前都不知道有月全蝕這種東西，只知道有日全蝕。

依據整體內容評估之題 M-2、M-3、M-4、M-6、M-7、M-8 之調查結果，顯示多數學童使用本教材後能夠清楚瞭解月相變化、日蝕與月蝕三個知識概念，說明經過妥善的教材編排，讓學童逐一學習容易混淆的知識概念後，學童將獲得較為完整的知識概念。

(四) 教材提供適度的功能開放性與控制權，將令學習者更投入於學習活動：數位教材讓學童能夠更便利地獲取知識來源，並讓學童能夠依據自身學習步調反覆學習。根據更能設計評估題 T-2 與 S-1 結果，以及訪談過程中學童 Std-10 表示電腦教材相對於上課聽講，擁有更多時間進行知識內容的消化理解，說明數位教材除了供給學習者教材中所要呈現的知識內容外，最大特色在於結合多媒體的互動呈現後，更能提供學習者於學習過程之中享有充分的操作練習，使之投入於學習活動之中。

(五) 生動有趣的教材學習經驗，將引起學習者後續的學習興趣：根據整體內容評估與學習動機評估之 ARCS 四個面向調查結果顯示，本教材所提供的內容確實能幫助受測者

理解該知識概念；整體教材的設計，確實對於多數受測學童有提升學習動機的成效。經由訪談大綱第 6 題的訪談資料得知，受訪學童 Std-1 與 Std-10 表示未來對於天文方面的知識會想多加認識；受訪學童 Std-2、Std-7 會想要在日常生活上印證所學的知識；並有受訪學童 Std-21、Std-17 以及部分學童於開放問題中，表示希望能夠將本教材的學習模式建立於其他課程之中。研究者認為通過生動有趣的教材學習經驗，不僅能拉近學習者與知識內容間的藩籬，更能做為學習的窗口，引發學習者後續的學習熱忱與興趣。

二、本教材悅趣化設計結合遊戲特徵的特色

本教材之悅趣化設計，除了表現於圖卡互動的趣味性外，並以遊戲學習模式為基礎，融入規則、目標、任務、互動性以及圖像情節等遊戲特性進行設計。根據問卷調查之學習動機評估與訪談內容証實本教材之悅趣設計對受測學童的學習動機具有正向的助益，研究者依教材之設計特色逐項說明：

(一) 遊戲的機制與規則設定能有效提供學習者學習路徑：教材設計必須考量認知地圖的指引，以避免學習者在學習過程迷失方向（吳聲毅，2009）。本教材之學習路徑是為遊戲機制與規則之結合，根據功能設計評估題 T-3，介面設計評估題 I-6 與 C-5 顯示，多數受測學童能夠容易地理解本教材之操作方式並進行學習，說明本教材透過規則與機制的設定，能夠順利在學習者學習過程中達到引導作用。

(二) 學習內容加入情境事件，能提升學童的學習動機：學童大多喜歡聽故事，喜歡隨著故事情節的高低起伏沉浸於內（白碧華，2008）。故事情節是遊戲元素中引起動機的因素之一，因此本教材在悅趣化設計考量上，將藉由此一特色包裝學習內容，以吸引學童注意。本教材於知識內容與任務挑戰呈現結合部分情境元素，根據訪談資料以及實驗過程中的直接觀察，發現學童在學習過程會受情境的引導進行與之對應的決策行為，而在情境事件的介入下確實能令學童在操作上更具目標性。

(三) 圖片介面的悅趣性能拉近學童與學習內容之間的藩籬：研究者以國小學童為使用族群作為本教材設計之原則，在學習內容的呈現除了文字敘述，搭配動畫圖片與插圖輔助說明，圖示多採用卡通式並儘量在設計上使其色彩鮮明、線條構圖簡單，使學童進行本教材的過程中能藉由生動活潑的圖示介面，理解文字內容的敘述並降低其枯燥感。根據系統介面評估的資料與訪談大綱第 2 題的資料內容顯示，多數受測者肯定本教材的介

面設計上是簡單容易理解，訪談過程中表示教材中呈現的圖片動畫豐富活潑與好感，說明本教材確實能藉由生動活潑的介面提升學童的學習動機。

(四) 學習者熱衷於任務挑戰，並能從中獲得成就感與自我滿足：學習者學習過後經由適度的評量測驗，除了能印證學習者的學習成效外，並能對其自信心產生影響。本教材的案例上並無提供完整的學習成效檢驗，轉而代之是結合情境事件的任務挑戰，並於挑戰過程中提供挑戰者部分參考資源以供決策判斷。根據開放問題以及個別訪談過程中，得知多數學童在面對本教材的任務挑戰，是以遊戲而非考試測驗心理進行問題解決；學童給予本教材之未來建議中，並表示對於任務之關卡內容與難易程度有所期待。據上述得知，學童在教材學習過程中勇於挑戰問題，並能從中獲得學習樂趣。由此可見，若在學習之後，能夠適時提供學童適度的挑戰考驗，有助於學習思考與專注，並將激發學童動機，於任務完成後獲得內在的自我滿足。

(五) 教材虛擬代理人的引導與溝通互動將提升學習者學習過程的認同感：透過訪談資料與開放問題內容，研究者發現本教材中所安排之虛擬角色—梅林，深受多數受測學童之喜愛。研究者認為數位教材作為一份教材傳遞知識內容，在使用過程中塑造一位虛擬代理人作為引導，並提供使用者與之溝通互動，將使學童便於使用以提升學習樂趣。

(六) 悅趣化教材設計應考慮遊戲性與學習性的平衡：根據系統整體評估量表與訪談資料顯示，本教材的悅趣化設計，在結合了遊戲特性與擴增實境的互動的基礎之下，ARCS 四個面向獲得學童良好的反應，能夠有效引起學童學習動機。然而滿足感評估題 S-4 與訪談資料顯示，不難推測本教材在動機影響方面是欠缺持久性，學童在學習使用過本教材之後容易失去新鮮感，而不想反覆練習。從受測對象的經驗背景可得知，學童平日常接近於資訊聲光媒體的刺激，研究者大膽推測學童對於媒體反應容易產生疲乏。研究者認為要保持動機的持久性必須從內容的變化性著手，本教材的學習內容多以講述方式呈現而顯的單調，且教材主軸架構以線性方式進行缺乏變化，若能於學習過程著重遊戲特色所引起的持續專注力，並兼顧學習內容的平衡，將之式概念細分並加以切割整合併入教材的情境背景之中，將大幅提升本教材之學習樂趣。

三、星體運動學習內容結合擴增實境互動有利於提升學童興趣與學習輔助

根據學習動機評估之專注力、相關性與滿足感調查結果與訪談內容得知，本教材的

星體運動學習內容搭配擴增實境互動的輔助，不僅能夠提升學習的樂趣，確實能夠幫助學童對於立體空間的建構。整體而言，擴增實境互動對於數位教材的學習輔助上具備以下特色：

(一)輔助學童空間感的認知：擴增實境經由實體物件的操弄，呈現立即性的三維虛擬影像翻轉移動過程，這種貼近實際行為的操作方式結合即時性的影像回饋，有別與滑鼠操作經驗，是打破平面呈現更立體感的互動方式，能夠強化使用者對於虛擬影像的空間感受，並有受訪學童表示，圖卡互動中所呈現的物件更具有立體感。根據研究實驗以及訪談資料中，受訪對象對於圖卡互動使用狀況之描述，得知擴增實境於本研究研究之中的應用，對部分受測學童確實有輔助其空間認知的作用，但是在使用過程中仍然存在一些瑕疵，研究者認為欲使擴增實境輔助強化使用者對虛擬影像的空間感受，流暢性是影響使用者感受之重要因素，應考慮：1.實際動作與虛擬影像是否能即時呈現；2.圖卡辨識錯誤所造成的虛擬影像不連續或跳動問題；3.模型精緻度最佳化考量；4.硬體設施是否造成延遲。提升擴增實境操作過程的流暢性，將更能有效充分地展現擴增實境的特色。

(二)操作簡單易懂具直覺性：擴增實境在操作過程中只要視訊裝置能夠偵測辨識圖卡樣式，對圖卡進行翻轉、平移動作即可控制虛擬影像，互動過程簡單具直覺性。本研究於實驗活動過程中觀察得知，學童雖然第一次接觸擴增實境之圖卡互動，卻能輕易上手，顯見擴增實境在操作使用上所需要克服的門檻不高，透過此互動模式能夠拉近使用者與科技間的距離。

(三)媒體新鮮感：擴增實境的互動方式提供與傳統按鍵式的互動經驗不同的媒體感受，根據滿足感評估之題 S-5 以及訪談資料顯示，以本研究之圖卡互動方式，對於受測學童而言是不曾接觸過的電腦互動經驗，具有新鮮感並能夠引起學童關注與好奇。

(四)資訊內容具神秘感：擴增實境藉由辨識圖卡來顯示隱藏的資訊內容，學習者在進行圖卡辨識之前因為無法僅由圖卡得知完整的內容，而對於所將產生的資訊內容將感到好奇，間接引起學習者注意力。

第二節 未來研究建議

研究者根據研究結果及發現，提出下列未來研究與教材建置建議，作為未來相關研究之應用與參考：

一、教材建置建議

(一) 提升擴增實境的使用流暢度

本教材的擴增實境互動，其圖卡辨識採二值化的辨識方式，操作過程容易受黑色與白色的背景影響，導致訊息跳動。研究者建議未來在使用擴增實境進行輔助應用時，宜從影像的辨識效能與容忍度上進行改良，並考慮搭配硬體設備的表現成效，以提升擴增實境使用上的流暢性，充分展現現實與虛擬之間的溝通特點。

(二) 提供學習者意見交流區

本教材目前以網頁方式呈現讓學習者能夠方便進行學習，但是缺乏學習者之間的交流互動空間。研究者從實驗活動中的行為觀察發現，學童於學習中經由同儕之間的經驗分享與意見交流，將獲得自信心與滿足感，藉此建議未來在數位教材的建置上，同時能夠規劃線上討論區，不僅能提供學習者之間的互動空間，亦能藉此蒐集使用者對教材之意見看法，以利後續編修改良。

(三) 蒐集學習者學習歷程與提供學習者學習記錄

系統加設針對學習者在教材中各學習內容的使用時間與學習路徑的記錄，並提供使用者學習筆記，對於後續研究學習者進行數位教材的學習行為，能夠提供進一步的數據以供分析探討。

(四) 強化教材的互動回饋或任務獎賞機制

數位化改變了傳統的知識論基礎，進而影響教育學習 (Knobel & Lankshear, 2000)。本教材藉由多元的媒體刺激達成教學的目的，故此本研究之中媒體的互動回饋對於學童學習動機具有大幅度的影響作用。研究者根據研究整體表現成果，提出下列建議，作為後續改良以提升學習者動機之建議：1.加入提示音效的回饋強化認知；2.增強學按鍵的變化幅度，以利學習者識別；3.任務獎賞機制需具體性，如提供虛擬寶物或作為其他學習內容之啟動關鍵，讓學習者瞭解任務過程的重要性，進而提升學習者專注力。

(五) 增加學習重點筆記與查詢功能

本教材學習內容採線性閱讀方式，學童在學習過程中若遇到相近知識概念想要在進行內容回顧，會是比較麻煩的操作。研究者建議未來在教材建置上，系統能夠記錄學習者所進行過的學習要點，並能提供書籤式的查詢功能，幫助學習者記錄感興趣的內容頁面並快速進行內容回顧。

二、後續研究建議

(一) 學習內容檢定評量

本研究之研究結果顯示，學童對於本教材之整體內容與功能介面多數持正面肯定態度，ARCS 四個面向亦顯示本教材在學童的動機影響上具正面效益。本教材之製作設計立意為藉由生動多元的媒體互動強化學童認知與學習動機，並非要取代一般傳統教學方法或是與既有的數位教材做比較批判，但是本質上仍實屬教材，學習者在使用完本教材後是否能正確傳達訊息令學習者充分理解教材內容，仍是教材的首要目的。本研究現階段未能對於教材中的知識內容進行評量測驗，研究者建議後續在研究上能夠延長實驗的活動時間，將教材融入實際的課程之中作為學習輔助，並加入前測與後測的學習內容試題檢驗學習成效，以此印證教材表現除了寓教於樂外亦確實具有提升學習成效上之實質意義。

(二) 學習歷程分析

本教材在操作設計上立意是提供學習者一個虛擬的學習環境與情境，讓學習者能夠在環境之中自由選取教材所提供的學習內容進行學習。由於背景情境的引導作用，學習者在不同情境分支下，可能會影響其學習行為，研究者建議未來在研究上能夠針對學習者之學習歷程方面加以記錄探討，以提供教材設計或修正的考量因素。

(三) 教材內容之遊戲性與學習性平衡考量

研究結果顯示多數受測學童在學習過程中希望有更多的遊戲互動，研究者反思本教材在建置設計上在任務挑戰及互動層面欠缺循環式的反覆性練習，學習內容上仍有切割細分的空間。未來在遊戲性與學習的平衡考量上，基於有意義的互動與避免學習者沉溺於學習遊戲之中，思考如何將知識內容細分並融入於故事情境與循環式的遊戲任務中，是值得深思熟慮的課題。

參考文獻

一、中文部份

- 王美芬(1992)。我國五、六年級學生有關月亮錯誤概念的診斷及補救教學策略的應用。臺北市立師範學院學報，23，357-380。
- 王美芬、熊召弟(2005)。國小階段自然與生活科技教材教法。臺北：心理出版社。
- 王全世(2000)。對資訊科技融入各科教學之資訊情境的評估標準。資訊與教育雜誌77期，36-47。
- 王景坤(2001)。臺北市國小中高年級學生天文概念發展研究。國立臺北市立師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 王燕超(2006)。從擴增實境觀點論數位學習之創新。空中教學論叢,20,40-63。
- 尹政君(2000)。國小老師的網路教學素養的培育。資訊與教育雜誌，79，13-19。
- 古智勇(2003)。動畫網頁輔助學習數學幾何成效之研究—以國小六年級角柱和角錐單元為例。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 古洋明(2004)。以不同遊戲因子促進學習動機之學習環境設計-以結構化內容為例，國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 白益欣(2006)。運用擴增實境於多人互動情境之研究—以遊戲式學習為例。元智大學資訊傳播學系碩士班互動科技組碩士論文，未出版，桃園縣。
- 白碧華(2008)。『大聲』說故事：如何說好一個故事的技巧。臺北縣中和市：菁品文化。
- 李孟軒(2007)。擴增實境科技結合互動式數位典藏展示介面設計之研究。臺南崑山科技大學視覺傳達設計所碩士論文，未出版，臺南縣。
- 李昆航(2009)。多人互動之行動擴增實境技術研究。國立中正大學通訊工程研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。
- 朱延平(1999)。多媒體在教育上的應用。資訊與教育雜誌，72期，15~25。
- 沈勇志(2003)。國小高年級學童太陽概念之研究。國立臺中師範學院自然科學系碩士論文，未出版，臺中。
- 吳天貴(2007)。建置一個數位遊戲式學習系統以促進能源教育之學習動機及自我覺知。中央大學網路學習科技研究所碩士論文。
- 吳延慶(2008)。國小自然與生活科技領域虛擬實境網路數位教材開發與設計-以「月亮迷思概念教學網站」為例。國立臺北師範學院教育傳播與科技研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 吳聲毅(2004)。數位教材製作。臺北市：金禾資訊。
- 吳聲毅(2009)。數位學習觀念與實作第二版。臺北市：學貫行銷股份有限公司。
- 邱貴發(1992)。電腦輔助教學成效探討。視聽教育雙月刊，33(5)，11-18。
- 邱美虹、陳英嫻(1995)。月相盈虧之概念改變。師大學報,40,509-548。
- 邱俊宏(2004)。多媒體電腦輔助教學對國小學童學習線對稱圖形成效之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。

- 林王椅 (1995)。國小六年級學生「地球運動」概念之探討。國立臺南師範學院碩士論文，未出版，臺南。
- 林志忠、楊洲松、簡成熙、方永泉、崔光宙、洪雯柔 (2003)。E世代教師的科技媒體素養。臺北：高等教育文化事業有限公司。
- 林金定、嚴嘉楓、陳美花 (2005)。質性研究方法：訪談模式與實施步驟分析。身心障礙研究，3 (2)，122-136。
- 洪榮昭、劉明洲 (1997)。電腦輔助教學之設計原理與應用。臺北市：師大書苑有限公司。
- 徐右任 (2001)。和原住民學童「玩」數學：一個探究數學遊戲與數學態度的質性研究。臺東師範學院教育研究所碩士論文，未出版，臺東。
- 高振源 (2006)。觸碰式擴增實境應用在無人店鋪自動販賣機操作面板設計的可行性之研究。崑山科技大學視覺傳達設計所碩士論文，未出版，臺南縣。
- 姜滿 (1993)。國小學童地球科學概念之理解。臺南師院學報，26，193-219。
- 姜滿 (1997)。國小學童地球運動之想法與概念改變歷程。國立臺南師院學報，30，p.217-243。
- 姚乃丹 (2003)。應用網路資源於國小自然科教學之研究以「多采多姿的生物世界」為例。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 陳政瑜 (1994)。由球體透視概念探討學習月相成因之困難。國立臺灣師大地球科學研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 陳郁雯 (2003)。電腦模擬對學生學習成效影響之後設分析。國立新竹教育大學國民教育研究所，新竹市。
- 陳奕君、彭聖傑、劉俊松、林娟玟、陳偉玲，(2005)。混合實境應用，銘傳大學資訊傳播工程學系學士專刊。
- 陳小娟 (2006)。國小六年級地球與太空概念二段式診斷測驗之發展與應用。中原大學教育研究所，未出版，桃園。
- 陳連福、李孟軒 (2007)。擴增實境科技結合互動式虛擬學習介面設計之研究。ICDDC 2007數位設計創意國際研討會論文集，臺南縣。
- 康軒文教事業 (2009)。國民小學自然教學指引 (四上)(四下)(五上)(五下)。臺北：康軒文教事業。
- 教育部 (2001)。國民教育九年一貫課程綱要。臺北：教育部。
- 教育部 (2003)。國民教育九年一貫課程綱要。臺北：教育部。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。臺北：教育部。
- 教育部 (2008)。教育部中小學資訊教育白皮書 2008-2011。臺北：教育部。
- 許民陽、王景坤 (2001)。國小自然科中的天文概念及臺北市中高年級學生天文概念發展調查，科學教育研究與發展專刊，1-25。
- 張秀琴、李偉、毛松霖 (1986)，月球與地球的運動 (上)(下)(再版)，臺北市：幼獅文化事業公司。

- 張霄亭、朱則剛（1998）。教學媒體。臺北:五南圖書出版公司。
- 張國恩（1999）。資訊科技融入各科教學之內涵與實施。資訊與教育雜誌，72期，2~9。
- 張志仁（2007）。數位教材介面設計原則之探討。國立臺南大學數位學習科技學系碩士論文，臺南市。
- 張俊元（2007）。擴增實境輔助家具設計開發之研究。國立雲林科技大學工業設計所碩士論文，未出版，雲林縣。
- 張弘典（2008）。能源小蜜蜂:以數位遊戲式學習輔助能源教育。國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 連啟瑞、盧玉玲（1996）。國民小學高年級學童對自然科學、環境與技學興趣類別分析研究--城鄉之比較。國立臺北師院學報，9，p.517-544。
- 郭桐霖（2009）。結合擴增實境技術與物理特性之數位遊戲開發與設計。國立臺北教育大學數位學習系碩士論文，未出版，臺北市。
- 翁雪琴（1994）。探討國三學生對於「晝夜及四季」成因之心智模式及其概念改變歷程。國立臺灣師範大學碩士論文，未出版，臺北市。
- 莊順凱（2006）。以概念圖法建構擴增實境教育系統。國立成功大學工業設計研究所碩士論文，未出版，臺南市。
- 莊寧（2007）。擴增實境導入家具賣場行銷研究。國立雲林科技大學工業設計所碩士論文，未出版，雲林縣。
- 莊英君（2009）。視訊互動遊戲設計應用於數位學習之研究-以國小閩南語課程為例。國立臺北教育大學數位科技設計所碩士論文，未出版，臺北。
- 黃慧美（2003）。國小二年級學童使用電腦輔助學習之學習態度分析研究。國立嘉義大學幼兒教育學所碩士論文，未出版，嘉義。
- 黃雅雯（2008）。下世代介面設計。國立交通大學建築研究所碩士論文，未出版，新竹市。
- 楊濟華（1999）。迎接多語言教育新時代的來臨—談國小實施英語教學。臺灣教育，6，14-16。
- 楊美雪（2002）。教學媒體訊息設計之研究。臺北：漢文書店。
- 楊琮熙（2009）。輔助創造力發展的人機介面設計原則。國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所碩士論文，臺北市。
- 經濟部工業局（2006）。我國數位學習產業發展措施具體建議報告。臺北：經濟部。
- 廖珍怡、吳肇銘、李維平（2006）。探討不同的使用者介面對介面設計之影響。臺灣商管與資訊研討會，臺北。
- 葉重新（2005）。教育心理學。臺中市：葉重新。
- 熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫（譯）（1998）。Shawn M.Glynn & Russell H.Yeany & Bruce K.Britton。科學學習心理學。臺北市：心理出版社有限公司。
- 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，1（18），p.59-85。
- 賴瑞芳（2002）。小學生月亮迷思概念之研究。臺中師範學院自然科學教育教育學系碩

- 士論文，未出版，臺中。
- 劉伍貞（1996）。國小學童月相概念學習之研究。國立屏東師範學院碩士論文，未出版，屏東。
- 劉世雄（2000）。國小教師運用資訊科技融入教學策略之探討。資訊與教育雜誌，78，p.60-66。
- 劉奕帆（2010）。悅趣式魔術方塊空間能力學習系統之研究。國立新竹教育大學數位學習科技研究所碩士論文，未出版，新竹市。
- 盧重佑（2010）。悅趣化合作學習融入國中英語補救教學研究。國立嘉義大學教育科技研究所碩士論文，未出版，嘉義。
- 謝秀月（1987）。從國小教材探討師專地球科學中天文教材內容與教法。臺南師專學報,20期,801-821。
- 戴廣欽（2005）。以擴增實境科技應用於電子商務人機介面之研究。臺南崑山科技大學視覺傳達設計所碩士論文，未出版，臺南縣。
- 簡幸如（2005）。數位遊戲設計之教學模式建構。國立中央大學學習與教學研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 薛伊辰（2009）。擴增實境式行動學習系統開發。銘傳大學資訊傳播工程學系碩士論文，未出版。
- 魏立欣譯。（2004）。教育科技融入教學。臺北市：高等教育。
- 蘇俊欽（2003）。擴增實境應用於中文注音符號學習之研究。國立成功大學工業設計研究所碩士論文，未出版，臺南市。

二、英文部分

- Azuma, R. T. (1997), A survey of augmented reality. Teleoperators and Virtual Environments 6 (4), pp.355-385.
- Assfalg J., Pala P. (2000). "Querying by Photographs: A VR Metaphor for Image Retrieval", IEEE Multi-Media, 7 (1), January-March.
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (2001). Multimedia for learning: Methods and development (3 ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Asgari, M., & Kaufman, D. (2004). Relationships Among Computer Games, Fantasy, and Learning. Proceedings of the 2nd International Conference on Imagination and Education.
- Bullough, R. V. (1974). Aesthetics and instructional materials. Audiovisual Instruction, 19 (2), 69-71.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. International Journal of Science Education, 11 (2), 502-513.
- Billinghurst, M. (2001), "The MagicBook: a transitional AR interface," Computers & Graphics 25, pp. 745-753.
- Billinghurst, M. (2002), "Augmented Reality in

- Education” ,<http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>
- Clifford, M.M. (1984), “Thoughts on a theory of constructive failure”, *Educational Psychology*, Vol. 19, pp. 108-120.
- Crews, W. E. (1990) . Development of a paper-and-pencil instrument to elicit student concepts concerning the earth as a planet. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. ERIC Document Reproduction Service No. ED 324191.
- Dai, M. F., & Capie, W. (1990) . Misconceptions about the moon hold by persevere teachers in Taiwan. ERIC Document No. ED 325327.
- Descy, D. E. (1992) . Instructional media utilization, classroom learning, and teacher burnout. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 344 575)
- Fleming, M. & Levie, W. H. (1993) . *Instructional message design: Principles from the behavioral and cognitive sciences.* (2nd ed.) . Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Grabowski, B. (1995) . Message design: Issues and trends. In Anglin, G.. (Ed.) , *Instructional technology: Past, present and future* (2nd ed.) . pp.222-232. Englewood, CO: Libraries Unlimited.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002) . Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation and Gaming*, 33, 441-467.
- Hicks, B. & Hyde, D. (1973). Teaching about CAI. *Journal of teacher education*, summer, 24, p120.
- Hillman, D. C. A., Willis, D. J. & Gunawardena, C. N. (1994) . Learner-interface interaction in distance education: An extension of contemporary models and strategies for practitioners. *The American Journal of Distance Education*, 8(2), pp.30-42.
- Harrison, A. G. (1996) , Conceptual change in secondary chemistry: the role of multiple analogical models of atoms and molecules. Unpublished Ph.D.thesis, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.
- Holland, John H. (1998) . *Emergence. From Chaos to Order.* Oxford: Oxford University Press.
- Henrysson, A., Billinghurst, M., & Ollila, M. (2005) . Face to Face Collaborative AR on Mobile Phones, *Proceedings of the 4th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 80 - 89.
- Jiang-Broadstock, M. (1992) . Elementary Students’ Alternative Conception about Earth Systems Phenomena in Taiwan, Republic of China. PhD. Dissertation, The Ohio State University .
- J. Cassell, & M. Ananny (2000) , *Shared Reality: Physical Collaboration with a Virtual Peer*, CHI2000, 259-260.
- Klein, C.A. (1982) . Children’ s concepts of the earth and the sun : A cross cultural study.

- Science Education, 65 (1) , 95-107.
- Keller, J. M. (1984) . The use of the ARCS model of motivation in teacher training. In K. Shaw & A. J. Trott (Eds.) , Aspects of Educational Technology (Vol. 17, pp. 140 – 145) . London: Kogan Page.
- Keller, J. M. & Burkman, E. (1993) . Motivation principles. In Fleming, M. & Levie, W. H. (1993) . Instructional message design: Principles from the behavioral and cognitive sciences. (2nd ed.) , pp.5-33. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Kuzmich, C. J. & others. (1993) . Integrating instructional, graphical, and message design. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 363 314)
- Kristof, R. (1995) , Satran, A., Interactivity by design: Creating & communicating with new media. Mountain View, CA: Adobe Press.
- Kaufmann, H. (2002) , Construct3D: an augmented reality application for mathematics and geometry education, Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia, pp. 656 – 657
- Kikuo Asai, Hideaki Kobayashi & Tomotsugu Kondo. (2005) . Augmented instructions- a fusion of augmented reality and printed learning materials, Proceedings of the fifth IEE international Conference on Advanced Learning Technologies.
- Kuchera, B. (2007) . Ars technica. Retrieved October 20, 2008, from <http://arstechnica.com/reviews/games/eyeofjudgment-ars.ars>
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2000). Why “Digital Epistemologies” ? *Re-Open*,1(1).
- Mager, R. F. (1968) . Developing attitude toward learning. Fearon, California.
- Malone, T. W. (1980) . Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 4, 333-369.
- P. Milgram and F.A. Kishino. (1994) , “Taxonomy of MixedReality Visual Displays,” Institute of Electronics, Information, and Communication Engineers Trans. Information and Systems (IECE special issue on networked reality) , vol. E77-D, no. 12, pp.1321-1329.
- Prensky, M. (2001) . Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2003) , Digital Game- based Learning. *Computer in Entertainment (CIE)* , 1 (1) , 21-21.
- Rollings, A & Adams, E (2003) Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design. New Riders Publishing, USA.
- Sipple, C. J. & Sipple, R. J. (1980) . Computer Dictionary. Indianapolis, Ind: H.W. Sam.
- Shneiderman, B. (1987). Designing the user interface : strategies for effective human-computer interaction / Ben Shneiderman ; illustrations by Carol Wald, Cambridge, Mass. : Addison-Wesley Press.
- Schwier, R. A. (1993) . and Misanchuk, E. R., “Interactive multimedia

- instruction” ,Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publication.
- Seels, B. & Richey, R. C. (1994) . Instructional technology: The definition and domains of the field. Washington, D. C.: Association for Education Communications & Technology.
- Stemler,L. (1997) .Education characteristics of multimedia: A literature review. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 6 (3-4) ,339-359.
- Shedroff, N. (1999) . Information interaction design : A unified field theory of design,Cambridge : MIT Press.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002) ,Using AR for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. Paper presented at the 1st IEEE Int. ARToolkit Workshop, Darmstadt, Germany.
- Spender, D., & Stewart, F. (2002). Embracing e-learning in Australian schools. Sponsored by the Commonwealth Bank.
- Shim, K., Park, J., Kim, H., Kim, J., & Park, Y. (2003) . Application of virtual reality technology in biology education. Journal of Biological Education, 37 (2) , 71-73.
- Vosniadou,S. (1989) .Knowledge acquisition in observational astronomy. (ERIC Document Reproduction Service No.ED316408)
- Vallino, J. R. (1998) . Interactive augmented reality. Unpublished doctoral dissertation, University of Rochester, New York.
- White, B. Y. (1993) ,ThinkerTools: Causal models, conceptualchange, and science education. Cognition and instruction, 10 (1) ,1-100.
- Walther, B. K. (2005). Atomic actions - molecular experience: theory of pervasive gaming. Computers in Entertainment, 3(3), article 4B, 1-13.