

國立交通大學

理學院科技與數位學習學程

碩士論文

數位遊戲中鷹架輔助

對玩家概念構圖及設計創造力之影響

Scaffolds in Digital Games and Their Impacts

on Player's Concept Mapping and Design Creativity

研究生：江杰翰

指導教授：孫春在 教授

林珊如 教授

中華民國一百年六月

數位遊戲中鷹架輔助對玩家概念構圖及設計創造力之影響

Scaffolds in Digital Games and Their Impacts
on Player's Concept Mapping and Design Creativity

研究生：江杰翰

Student：Chieh-Han Chiang

指導教授：孫春在 教授

Advisor：Dr. Chuen-Tsai Sun

林珊如 教授

Dr. Sunny S. J. Lin

國立交通大學
理學院科技與數位學習學程
碩士論文

A Thesis

Submitted to Degree Program of E-Learning

College of Science

National Chiao Tung University

In partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Degree Program of E-Learning

June 2011

Hsinchu, Taiwan

中華民國一百年六月

數位遊戲中鷹架輔助對玩家概念構圖及設計創造力之影響

學生：江杰翰

指導教授：孫春在 教授
林珊如 教授

國立交通大學理學院科技與數位學習學程碩士班

摘 要

鷹架常被運用在數位遊戲以協助玩家不致於卡關，讓玩家在遊戲當中獲得成就感。本研究以「Crayon Physics Deluxe」為遊戲環境，將該遊戲的鷹架分為「提供示範」和「關鍵特徵」兩種，藉由遊戲中不同的鷹架輔助，以觀察鷹架對受試者在知識習得過程中的影響。

本研究依進行遊戲與否及所使用鷹架的不同，將國中八年級受試學生分為：無遊戲組、無鷹架組、提供示範鷹架組、關鍵特徵鷹架組共四組。在研究中主要透過概念圖的前後測來檢驗結構性知識的習得；而程序性知識的習得，則以受試者在遊戲過後自行設計的關卡作品所展現之創造力的五個向度作為觀察分析的依據。

由概念圖測驗結果可知將鷹架運用於數位遊戲中有助於受試者在知識習得過程中結構性知識的增強，且關鍵特徵鷹架對受試者的知識概念聯結能力較之提供示範鷹架能更為顯著地提升。此外，由創造歷程各向度的評量結果可發現，由於任務關卡需要實際的動手操作，不斷操作可協助內化已學之結構性知識，進而將其轉化為程序性知識。受試者在設計關卡階段運用已內化之程序性知識，可設計出能引導過關之物件及路線，使得關鍵特徵組在創造歷程的敏覺向度方面表現較佳；而提供示範組則在創造歷程的變通向度方面表現較佳。

關鍵字：數位遊戲、鷹架輔助、概念構圖、設計創造力

Scaffolds in Digital Games and Their Impacts
on Player's Concept Mapping and Design Creativity

Student: Chieh-Han Chiang

Advisor: Dr. Chuen-Tsai Sun

Dr. Sunny S. J. Lin

Degree Program of E-Learning
National Chiao Tung University

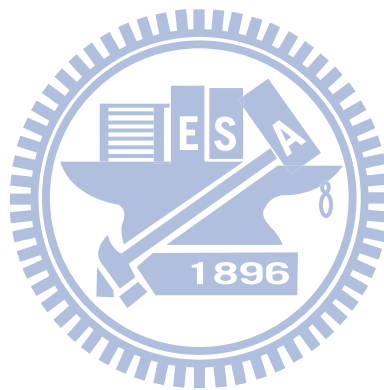
ABSTRACT

Scaffolding is usually employed in digital games so that players can pass the challenges in the game more easily and obtain a sense of achievement. The game used in my study is *Crayon Physics Deluxe*, in which players use physics-related knowledge to solve puzzles. I divide the scaffolds in the game into scaffolds for demonstration and scaffolds for marking critical features. Through the assistance of different kinds of scaffolds, I explore how scaffolding affects knowledge acquisition by the target students. The target students are the eighth-graders in a junior high school. Based on whether to play *Crayon Physics Deluxe* and what kinds of scaffolds are employed, the target students are randomly divided into four groups: Those without the digital games, those without the scaffolding, those with the scaffolding for demonstration, and those with the scaffolding for marking critical feature. In order to evaluate students' ability to connect abstract concepts, I design two tests of concept mapping in my study. One is taken before the target students play the *Crayon Physics Deluxe*, and the other after their playing the game. In addition, for evaluating the students' creativity, they are asked to create their own game after solving all the puzzles in *Crayon Physics Deluxe*, and the games they design are evaluated based on quantitative data. The data is analyzed according to five aspects in terms of creativity: sensitivity, fluency, flexibility, originality, and elaboration.

According to the results of my experiments, I find out four worthwhile points to mention as follows: First, playing *Crayon Physics Deluxe* does help the target students to connect the abstract concepts while doing the concept mapping. Moreover, I find out that the target students who play the game with the scaffolding for marking critical feature perform better than those who with the scaffolding for demonstration. Second, the frequency that the target students apply the scaffolding is not obviously distinctive across groups; however, those who employ the scaffolding for demonstration spend less time to pass the tests in the game than those who employ the scaffolding for marking critical features. Third, while playing *Crayon Physics Deluxe*, the designing sensitivity of those who play with the scaffolding for marking

critical feature is much better than those who play without any scaffolding; the designing flexibility of those who play with the scaffolding for demonstration is far better than those who play without any scaffolding. Lastly, the target students with the scaffolding for demonstration spend less time to pass the tests in *Crayon Physics Deluxe* than those who play with the scaffolding for marking critical features. Therefore, the scaffolding for demonstration does help the target students to play the game.

Keywords : digital games 、 scaffold 、 concept mapping 、 design creativity



誌 謝

在這兩年的研究生涯中，除了重溫當個學生的夢想，在許多教授們的薰陶之下，也著實地讓我獲益良多。而在論文的研究期間，週遭的親戚、朋友們，則扮演了很重要的「鷹架」角色，總是能適時地給予我鼓勵與支持，而這也正是讓我論文能順利完成的動力。

首先，要非常感謝孫春在老師的指導，每週的小眯總是讓我十分期待，因為從我們雜亂無章、毫無頭緒的報告當中，您總是能說出某位學者的理論，來讓我們釐清思考的方向，也總是能在我的論文陷入一團迷霧當中時，及時地提供我一些建議和引導，讓我的眼界變得更加的開闊，能跟著孫老師做研究真是最幸運的一件事了。另外，也要謝謝林珊如老師，您在我論文當中所批改的項目，帶給我很大的啟發，也讓我的論文能更加完善。當然也要感謝項潔老師以及陳一平老師在口試時給我的許多寶貴意見。

再來，最想感謝的是志鴻學長，從最開始教我們如何設計實驗，到最後實驗數據的統計分析，我總是會問出一些笨問題，然而不管您再忙，您總是不厭其煩地為我解答，除了高達五、六十封的 E-mail 往返，便利商店門口、麥當勞也都有過我們的足跡。十分感謝您所付出的一切，就像您所說的，就是當成朋友才會做這些事，也希望以後有事需要幫忙時，要記得有我這個朋友。

趕工論文的這段期間，也多虧了佩嵐學姊以及立先學長的幫忙。常常在小眯一報告完，學姊總要冒著搭不到車的風險，帶著滿滿的建議來跟我說明、指正，您細心的剖析，讓我成長許多。立先學長在一邊忙於資格考的同時，一邊傷眼力的幫我檢查出許多有所疏失之處，真是對您太不好意思了。

更要感謝一起打拼論文的盈廷，在研究小間、705 室以及閱覽室流浪的日子，常常到深夜才能踏上歸途，雖然不想再經歷一次，但這段回憶將讓我永難忘懷，十分感謝妳這兩年的陪伴，如果沒有妳時常對我耳提面命的叮嚀，我想我的研究生涯就不會如此的順利。也要感謝冠璇常常幫我們佔位置和提供很多的八卦資訊，惠婷發自本能的搞笑，熹鈺資料的分享以及熹鈺姊姊在口試時大力的幫忙。

還要感謝在學校辦公室的同事，常常忍受我的無理取鬧，常常陪我喝咖啡。惠萍不管做甚麼總是第一個想到我，給我最大的支持，麗如跟我分享寫論文的甘苦，璿芷以過來人的經驗告訴我要怎麼撐過去。靜怡學姊兼同事的身份，跟我分享要如何更積極的對待我的論文以及口試投影片，讓我因此戰戰兢兢的做更充分準備。

也要感謝遠在台南的家人，爸媽在我忙到忘了打電話時，總會自己打來問我過的怎麼樣。妹妹也隨時督促我的進度，還在口試當天凌晨就傳簡訊為我加油。弟弟和他的賢內助婉琦也在統計的部份幫了我很大的忙。

最後，最需要感謝的就是我的老婆，在我寫論文的這段日子，她把家裡打點的很舒服，讓我有個溫暖的小窩可以無後顧之憂的休息，包容我的任性和暴躁，洗衣、煮飯、打掃全包了，更幫我的論文做了翻譯和校稿的工作，真可說是十項全能了。未來就讓我就用一輩子的時間，天天為妳煮又健康的晚餐來做為報答吧！



杰翰 2011.07.14 于新竹湖口

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iv
目錄	vi
表目錄	viii
圖目錄	ix
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究假設	2
1.4 名詞解釋	3
第二章 文獻探討	4
2.1 鷹架理論	4
2.1.1 鷹架理論的起源	4
2.1.2 鷹架理論的發展	5
2.1.3 鷹架的種類	6
2.2 概念構圖	7
2.2.1 概念圖的定義	7
2.2.2 概念圖的種類	9
2.2.3 概念圖的評量	12
2.3 創造力	13
2.3.1 創造力定義	13
2.3.2 新近創造力理論	15
2.3.3 創造力的測量	17
2.3.4 設計創造力的涵義	20
第三章 研究方法與設計	21
3.1 研究架構	21
3.2 研究對象	21
3.3 研究工具	22
3.3.1 概念構圖評分方式	22
3.3.2 Crayon Physics—「蠟筆物理」遊戲	23
3.3.3 遊戲情境內的鷹架輔助工具分類	27
3.3.4 設計創造力五向度評分依據	27
3.4 研究設計	28
3.5 研究流程	29

3.5.1 實驗流程	29
第四章 資料分析與討論	38
4.1 進行遊戲與否對概念圖成績之影響	39
4.2 不同鷹架輔助對概念圖成績之影響	41
4.3 不同鷹架輔助對設計創造力五個向度的影響	43
4.3.1 不同鷹架輔助對敏覺力的影響	44
4.3.2 不同鷹架輔助對流暢力的影響	45
4.3.3 不同鷹架輔助對變通力的影響	45
4.3.4 不同鷹架輔助對獨創力的影響	46
4.3.5 不同鷹架輔助對精進力的影響	47
4.4 不同鷹架輔助的遊戲表現情形	48
4.4.1 不同鷹架輔助對鷹架使用次數之影響	48
4.4.2 不同鷹架輔助對遊戲過關時間之影響	49
第五章 結論與建議	51
參考文獻	53
附錄一 遊戲規則及鷹架使用的介紹	59
附錄二 關卡任務紀錄單	60
附錄三 關卡設計指導語以及注意事項	61
附錄四 遊戲關卡設計單	62
附錄五 各島嶼關卡	63
附錄六 實驗關卡	65



表目錄

表 1 創造力類別與測量工具交互比對表	19
表 2 設計功能選項表	26
表 3 物件類別計分表	28
表 4 各關卡的相關概念表	31
表 5 各組實驗人數整理表	38
表 6 遊戲與否在調整平均數前後的描述性資料表	40
表 7 遊戲與否在概念圖後測的共變數分析摘要表	41
表 8 三組不同鷹架在調整平均數前後的描述性統計資料表	42
表 9 不同鷹架在概念圖後測的共變數分析摘要表	43
表 10 敏覺力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表	44
表 11 敏覺力的變異數分析摘要表	44
表 12 流暢力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表	45
表 13 流暢力的變異數分析摘要表	45
表 14 變通力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表	46
表 15 變通力的變異數分析摘要表	46
表 16 獨創力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表	46
表 17 獨創力的變異數分析摘要表	47
表 18 精進力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表	47
表 19 精進力的變異數分析摘要表	48
表 20 不同鷹架輔助對鷹架使用次數之t檢定	49
表 21 不同鷹架在遊戲過關時間描述性統計資料表	49
表 22 不同鷹架對遊戲過關時間的變異數分析摘要表	49

圖目錄

圖 1 Vygotsky的近側發展區示意圖.....	4
圖 2 概念圖結構示意圖.....	8
圖 3 蛛網圖.....	9
圖 4 階層圖.....	10
圖 5 鎖鏈圖.....	10
圖 6 魚骨圖.....	10
圖 7 權衡圖.....	11
圖 8 環扣圖.....	11
圖 9 本研究的概念圖範例.....	12
圖 10 Csikszentmihalyi的三指標系統模式.....	17
圖 11 創造力研究發展過程圖.....	18
圖 12 研究架構圖.....	21
圖 13 概念圖計分方式範例.....	23
圖 14 蠟筆物理遊戲畫面圖(一).....	24
圖 15 蠟筆物理遊戲畫面圖(二).....	24
圖 16 蠟筆物理遊戲畫面圖(三).....	25
圖 17 蠟筆物理遊戲畫面圖(四).....	25
圖 18 遊戲設計介面圖.....	26
圖 19 實驗流程圖.....	29
圖 20 受試者繪製的概念圖(一).....	30
圖 21 受試者繪製的概念圖(二).....	30
圖 22 受試者概念圖分數計算範例.....	32
圖 23 參照的標準概念圖.....	33
圖 24 時間安排及設計概念流程圖.....	33
圖 25 受試者設計關卡畫面(一).....	35
圖 26 受試者設計關卡畫面(二).....	35
圖 27 受試者遊戲關卡設計單(一).....	36
圖 28 受試者遊戲關卡設計單(二).....	36
圖 29 實驗場景(一).....	37
圖 30 實驗場景(二).....	37
圖 31 概念圖前測盒狀圖.....	39
圖 32 概念圖後測盒狀圖.....	39
圖 33 遊戲與否在調整後測平均數之長條圖.....	40
圖 34 遊戲與否的調整後測平均數剖面圖.....	41
圖 35 不同鷹架的概念圖前後測比較長條圖.....	41

圖 36 不同鷹架在調整後測平均數之長條圖	42
圖 37 不同鷹架的調整後測平均數剖面圖	43
圖 38 遊戲關卡的鷹架使用次數長條圖	48
圖 39 電腦遊戲式學習模式	51



第一章 緒論

本研究的目的是探討於數位遊戲環境下，不同類型的鷹架輔助工具如何影響玩家／學習者的概念構圖表現，以及他們在自行設計遊戲關卡所展現之創造力。本章共分以下四節：第一節為研究背景與研究動機；第二節為研究目的；第三節為研究假設；第四節為相關的重要名詞解釋。

1.1 研究背景與動機

以數位遊戲作為教學工具，通常可為學習帶來許多正面的影響，如學習成效、認知發展、學習動機、學習專注等（Rosas, Nussbaum, Cumsille, Marianov, Correa, & Flores, 2003）。在遊戲情境中學習，將可營造出對學習者有利的學習環境，不僅具有趣味性且沒有外在壓力的影響，確實可提高學習者的學習動機。許多研究證實，遊戲式的學習環境，能提供學習者概念認知及認知操作的機會，有助於激發學習者的內在動機，且有效提高注意力，易於展現學習效果，是產生自動化學習的良好環境（Raybourn & Bos, 2005）。

Bos (2001)認為數位遊戲設計者通常比教育軟體設計者更知道如何運用鷹架工具，在大多數的遊戲裡提供的工具都具有鷹架的作用，數位遊戲設計者常能藉由鷹架來指導玩家學習如何玩得上手，且會循序漸進地依據關卡的難度、特徵，設計與遊戲內容互相搭配的鷹架。本研究中使用 Crayon Physics Deluxe 此款單機版物理教育遊戲為環境變項，遊戲內所提供的工具正可做為研究的鷹架輔助，藉由探討這些外在鷹架對學習者所造成的影響，進而了解學習者如何主動建構知識及增進概念的理解。

在現今這個多元化的社會裡，教學所提倡的應是有意義的學習，讓學生有意願去學並教導學生發展「如何去學」的能力。Novak & Gowin (1984)所提出的「概念構圖」，就是一種有意義的學習策略（余民寧，1997）。本研究使用學習者自行繪製概念圖的教學策略，是一種「由下往上」的知識建構過程，教學過程中，學習者要能將自己的先備知識與當前學習內容結合起來，主動地建構概念間的關係。

日新月異的科技發展刺激現代人求新求變的需求，創造力的培養也因而成為當代教育極為重要的一環。學者們認為創造力包括敏覺力、流暢力、變通力、獨創力及精進力等認知能力（Guilford, 1968; Baer, 1993; Williams, 1971），創造力是可以與眾不同的（Claxton, 1984），是擴散思考的能力（Guilford, 1968），是思考與回應的歷程，藉由舊經驗的聯結，經刺激而衍生出新奇或獨特的想法（Parnes, 1963）。學者們認為創造力是個人與環境交互作用下的產物（Gardner, 1993; Csikszentmihalyi, 1999; Yeh, 2004），可經由後天環境培養習得。Sternberg (2000)認為創造力是每個人天生擁有的能力，這種能力雖然可以改善，但須得藉由後天的學習來進一步發展。綜合學者們的論述可發現，對於創造的基本認知能力是個人所特有的，並且可經由後天學習而獲得進一步發展。

在 Crayon Physics Deluxe 遊戲中可獲得的知識可分為結構性（structural）和程序性

(procedural) 兩大類 (Anderson, 1990)，學習者透過遊戲中不同鷹架的輔助，在這兩類知識上都可能獲得成長。概念圖為一種結構性知識，將從事實、現象和情境中抽取出來的基本概念或原理，聯結成有邏輯系統而可以明確表達的知識；程序性知識則是一套辦事的操作步驟，是一種自動化的資訊變形活動。

在很多活動當中，兩類知識其實是結合在一起的，學習過程中，最初都以結構性知識的形式來習得，但在大量練習之後，程序性知識就具有了自動化的特點。鷹架的功能主要在於協助學習者學習，為了解在遊戲中所提供的鷹架輔助是否能培養學習者概念的養成及聯結概念能力的加強，以及不同種類鷹架的使用，對於結構性知識以及程序性知識的習得所造成之影響。因此，於遊戲進行的前後分別實施概念圖測驗，藉由比較前後兩次概念構圖的評量結果來研究數位遊戲中鷹架的輔助對學習者結構性知識習得的影響；此外，過完關卡任務後，讓受試者設計關卡，充分地讓玩家發揮想像力與創造力。並以敏覺力、流暢力、變通力、獨創力及精進力五個向度來評量數位遊戲中鷹架的輔助對學習者程序性知識習得的影響。

正所謂習慣是創造力最大的敵人，如何讓鷹架適度引領學習者於概念的學習卻又不妨礙學習者在相關情境的創造力發揮，實在是一項十分重要的課題。在使用鷹架輔助工具來完成任務關卡後，學習者是否能自主學習進而產生更多延伸性想法，抑或可能由於鷹架的引導，反而產生依賴性，在習以為常的慣性影響下，侷限了學習者的彈性思考力，甚至阻礙創造力的發展，這正是本研究想探討的重點。

1.2 研究目的

基於上述的研究背景與動機，本研究的目的為了解在有助於概念構圖及創造力的數位遊戲情境中，影響受試者創造力的因素，在其他學者們的研究基礎上，以鷹架為工具來營造有利於受試者的數位遊戲環境。受試者藉由不同鷹架類型的輔助影響所建構的概念圖，以及了解鷹架如何影響學習者設計創造力的產出。

1.3 研究假設

根據研究背景與動機及研究目的，研究假設如下：

1. 有進行遊戲的組別比沒有進行遊戲的組別，在概念構圖的進步分數較多。
2. 使用不同鷹架（無鷹架、提供示範、關鍵特徵）進行遊戲，在概念構圖表現上有差異。其中提供示範、關鍵特徵這兩組，在概念構圖得分上比無鷹架組高。
3. 使用不同鷹架（無鷹架、提供示範、關鍵特徵）進行遊戲，在設計創造力各向度得分上有差異。其中提供示範、關鍵特徵這兩組，在創造力各向度的得分比無鷹架組高。
4. 使用不同鷹架（無鷹架、提供示範、關鍵特徵）進行遊戲，在鷹架使用次數以及遊戲過關時間上有差異。

1.4 名詞解釋

茲將本研究重要變項名詞的概念性與操作性定義敘述如下：

一、數位遊戲：

此處的數位遊戲情境所指為 Kloonigames 所開發的「蠟筆物理」遊戲(Crayon Physics Deluxe)，此遊戲曾獲得 2008 年獨立遊戲慶典大獎 (Independent Games Festival 2008)，於 2009 年一月上市。遊戲當中的場景都以蠟筆塗鴉方式呈現，玩家可以任意地繪製：線段、形狀、支點、轉軸……等，運用力矩、槓桿、滑輪、重力、其他動力……等來解決謎題，完全不限制玩家要如何來解謎。總共包含有 7 大關，共 81 個關卡，且遊戲內有一功能可讓玩家自行設計關卡。在此種較為輕鬆的環境之下，不加任何的限制，讓玩家們可以充分地發揮想像力。

二、鷹架輔助：

Wood、Bruner 和 Ross(1976)提出六種關於鷹架的分類：(1)引起動機(Recruitment) (2)簡化分割 (Reduction in degree of freedom) (3) 指引方向 (Direction Maintenance) (4) 關鍵特徵 (Marking critical feature) (5) 控制挫折 (Frustration control) (6) 提供示範 (Demonstration)。在本研究中依據所使用的遊戲內功能選項，所使用的鷹架類型為「關鍵特徵」、「提供示範」兩類，分別在實驗過程中讓不同組別使用，調整成受試者易於接受的方式，提供清楚且明白的鷹架輔助，以觀察不同類型的鷹架在遊戲中運用對學習者的概念構圖以及設計創造力產出的影響。

三、概念構圖：

由 Novak 和 Gowin (1984) 兩位學者所提出的概念構圖理論，其理論基礎是根據 Ausubel 的「有意義學習」的觀點，最早應用在科學教育上，強調學習教材的概念與概念間之聯結關係，有助於學生促進思考、理解學習的內容，常用在教學、學習以及評量各方面。

四、設計創造力：

創造力可以應用在許多的層面，將創造力應用在設計方面，就稱之為「設計創造力」。在此研究中所提到的設計創造力，是指受試者經由一連串的問題解決的遊戲情境刺激後，進行設計遊戲關卡活動時，應用其想像力及創造力所設計出新關卡的創意程度而言，本研究中以創造力的五向度加以評量。

第二章 文獻探討

本研究是以鷹架理論為出發點，探討不同鷹架輔助的種類，對受試者由基本知識內容所架構出的概念構圖與進行遊戲後所設計出關卡的創造力之影響。本章則分別對鷹架理論、概念構圖及以設計觀點探討創造力進行整理歸納，以三節探討相關的文獻。第一節是鷹架理論的起源與發展，第二節為概念構圖的設計與評量，第三節則探討新近創造力的相關理論。

2.1 鷹架理論

2.1.1 鷹架理論的起源

鷹架 (scaffolding) 理論起源於建構主義，其基本概念奠基於蘇俄著名的心理學家 Vygotsky (1896~1934) 所主張的近側發展區 (The zone of proximal development, ZPD)。所謂近側發展區指的是「兒童在獨自解決問題的過程中實際所能發展的層次 (Real Level of Development)，與在經由成人或有較高能力的同儕引導或協助下解決問題時，所表現出來的潛在發展層次 (Potential Level of Development) 之間的距離」(Vygotsky, 1978) (如圖1)。因此，Vygotsky認為教學活動應藉由近側發展區的導引，教學者應給予學習者適時且暫時性的輔助，以協助學習者進行學習活動，進一步達到超越性的發展，而此種導引的過程即稱為「鷹架」。(張莞珍, 1997)

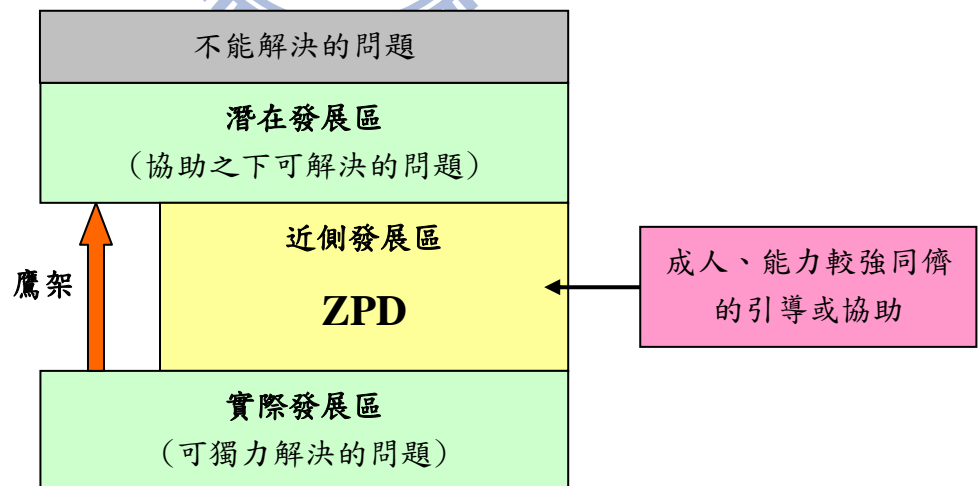


圖 1 Vygotsky 的近側發展區示意圖

鷹架最早是由 Wood et al. 在 1976 年所提出來的，原為建築時設置在房屋的周圍以做為輔助房屋搭建或進行修繕之工具。「鷹架理論」主張由教學者提供一個暫時性的支持以協助學習者發展學習的能力，而這暫時性的支持即為鷹架，常做為一種教學的工具或策略。藉由鷹架的輔助進行學習活動，隨著學習者能力的提昇，鷹架也必須逐漸地撤除，

讓學習者承擔學習的責任，最後讓學習者能自主地學習，並建構出屬於自己的知識。正如同建築物與鷹架的關係，在開始建築時，需要搭鷹架支撐，等結構穩固後便可將鷹架拆除。基於上述論點，在進行教學設計之前，首先要先了解學習者的先備知識，並衡量教學內容及情境能否讓學習者有同化、遷移或是認知衝突，透過教師或有較高能力的同儕等暫時性外在支持，協助學習者達到內化學習的能力，進一步建構出新的知識。

Wood et al. (1976) 對於鷹架理論的概念有以下解釋：

- (一) 鷹架是一種動力 (recruitment)，可針對所面對的困難或挫折加以排除、控制，促使學習者能有持續進行學習的意願。
- (二) 有經驗或有較高能力者的指導，可使學習者在學習的過程當中，有更明確的目標，可減輕學習時所造成的不確定性 (reduction)。
- (三) 鷹架具有增強的作用，可讓學習者的學習動機得以持續 (maintenance)。
- (四) 指出關鍵性的特徵 (make critical features)，可澄清或提示在學習過程中任務及問題之間的關聯性。
- (五) 挫折的控制 (frustration control)，用以協助學習者調解在學習時所遇到的困難。
- (六) 從所提供的示範 (demonstration) 過程當中，進一步了解到學習內容所含的知識或技能。

由上述的說明可得知，鷹架輔助是一個動態性的過程，由能力較高者擔任鷹架的角色，事先考量學習者原有的認知能力，進行系統化的控制挫折加以輔助，而使得學習者能經由主動內化後達到近側發展區的發展，而隨著學習者能力的逐漸增加，鷹架也該逐漸地撤除，當學習者已能獨自完成時，便將鷹架輔助全部移除。

鷹架的一個實例就是使用在腳踏車上的輔助輪，它是可隨時拆卸的，剛開始要學習騎腳踏車，需學習用腳踏踏板、用手把控制方向以及身體要能保持平衡，如果沒有輔助輪的幫助，要同時完成這些難度頗高的操作便會顯得有些困難。而輔助輪這個鷹架，能夠協助學習者成功地達成騎腳踏車的目的，並且在熟練騎腳踏車這項技能之後，便可將輔助輪拆除。

2.1.2 鷹架理論的發展

在 Vygotsky 所提出的「近側發展區」理論逐漸受到重視後，許多學者們開始對於「鷹架」的概念給予不同的意義，包括鷹架是教師對學生的暫時性支持 (Palincsar & Brown, 1984)；是意義的協商以及學習責任的遷移 (Langer, 1984)。

Bruner (1985) 認為當教學者所提供的鷹架是有系統的，且符合學習者原有的認知結構時，學習者就比較容易將其內化，因而提升原有的認知層次。Dyson (1990) 則認為，鷹架應包含「垂直性」與「水平性」兩個層面的考量：「垂直性」強調需提供學習者結構化的知識，透過互動的方式，培養學習者對學習內容的應用能力；「水平性」強調的是學習內容需配合學習者的社會背景、個人經驗及學習者的實際發展區，此種鷹架理論是以學習者為本位，在教學的過程當中輔助學習者進行思考與學習，因而促進近側發展區的發展。

Vygotsky 發現人類具有內在對話 (inner speech) 與外在對話 (outer speech) 兩大類，內在對話是一種本能，可形成人類基本的心智能力；外在對話則是在與他人的對話當中，所形成的心智能力，而這兩者之間存在有第三種聲音 (the third voice)，這第三種聲音通常來自於專家、教師或能力較高的同儕，經由第三種聲音的激化，便能讓學習不斷地產生 (徐椿梁，2001)。

鷹架的提供有即時與遞減的特性，目的則是為了讓學習者最後能獨自解決原本需經他人協助才能達成的任務。

綜合學者們對於鷹架的論述，可整理出以下幾個重點：

1. 近側發展區的學習由低心智層次發展至高心智層次。
2. 社會互動可促使個人的認知學習產生內化。
3. 暫時性支持鷹架能減輕學習的負荷，使個人能獨力解決原本需經協助的問題。
4. 語言是一種重要的表徵符號工具。

2.1.3 鷹架的種類

學者們對於鷹架的使用對象、情境及時機的不同，發展出許多不同種類的鷹架，大致上可分為兩類：暗示及建議 (Anderson, Armbruster & Roe, 1990)。Hannafin 等人 (2001) 提出教學者和學習者在各種不同的學習環境時，會使用不同的學習鷹架，茲敘述如下：

- (一) 概念鷹架 (conceptual scaffolding)：當學習者進行學習活動時，概念鷹架可幫助學習者思考。此鷹架適用於當學習活動當中的任務或問題有很多種不同解決方法時，常運用綱要及概念圖，來幫助學習者決定學習的優先順序以及需要考慮的因素。
- (二) 後設認知鷹架 (metacognitive scaffolding)：這類鷹架可提供一個明確的方向用來幫助學習者持續地進行學習活動，指引學習者在學習過程中如何思考以及培養後設認知的技能。包括提供關鍵性的提示或問題解決模式，讓學習者可藉此了解任務需求及學習的目標。
- (三) 程序鷹架 (procedural scaffolding)：這類鷹架主要是幫助學習者能利用特殊工具或新的學習環境來獲取資源，用以降低學習的過程當中可能產生的認知負荷。這些資源包括提供網站導覽圖、曲線圖或圖解。
- (四) 策略鷹架 (strategic scaffolding)：此類鷹架常用在開放式的學習上，當學習者參與分析、計畫與做決定時，適時地提供學習者建議，可協助學習者能藉由提示構想出解決問題的方法。

Wood et al. (1976) 等人整理了六種鷹架在學習上所能提供的功能，指出這些由成人或某領域專家所提供的學習支援，可以協助學生學習，提升學習的能力，進而使學生最後能獨自完成學習的工作，以下將針對此六種鷹架功能做介紹：

- (一) 引起動機 (Recruitment)：在學習過程當中能引發學生參與的動機以及持續學習的意願。
- (二) 簡化分割 (Reduction in degree of freedom)：將教學的內容做分割，有系統地加以整理及分析，提供給學生參考，用來減輕學習的負擔。

- (三) 指引方向 (Direction Maintenance): 妥善地規畫與管理教學活動, 明確指出所欲學習的目標, 並引導學生專注在學習的目標上。
- (四) 關鍵特徵 (Marking critical feature): 提出所欲學習事物的關鍵性之重點。
- (五) 控制挫折 (Frustration control): 掌控學習過程當中可能產生的挫折, 並給予成功之經驗。
- (六) 提供示範 (Demonstration): 直接給定一個範本或示範, 指引所欲學習的目標。

本研究以 Wood et al. (1976) 的鷹架分類為依據, 將作為研究環境變項的數位遊戲中之鷹架, 依照遊戲功能分為: 關鍵特徵組以及提供示範組, 另外安排一組不使用鷹架的組別作為對照組。

2.2 概念構圖

2.2.1 概念圖的定義

概念構圖是由美國康乃爾大學的著名學者 Novak 和 Gowin 所發展出來的理論, 最早應用於科學教育上, 可將學習的內容圖像化, 用來呈現概念之間的關係, 除了可協助教師引導學生在概念上的學習, 也可從中發現學生可能發生的迷思概念, 後來也被陸續應用到其他學科上, 是一種可用來促進邏輯思考、幫助理解學習內容的教學工具 (Novak & Gowin, 1984; 余民寧, 1997), 也是一種學習策略 (Novak, 1990), 更是一種評量方法 (Novak & Gowin, 1984)。

Novak 概念圖的理論基礎依據 Ausubel 「有意義學習」的觀點而來, 有意義學習的產生是指個人能將原有認知結構中的舊經驗與新知識互相聯結, 經由不斷地整合, 然後同化成為自己的知識, 形成一個穩固的認知結構。有意義的學習必須合乎以下三個條件: (Ausubel, 1963; Mayer, 1987; Novak, 1988)

1. 所欲學習的教材本身必須要有意義, 才能使學習者以有意義的方式聯結舊經驗與新知識。
2. 學習者本身必須具備有足夠學習內容的相關知識或經驗, 也就是要有一定程度的概念架構 (conceptual framework), 才能將新學習的概念做適當的聯結。
3. 學習者要能自願擔負起學習的責任, 能自動自發地將新知識與原有的概念做結合。

具備以上三項條件, 使得新學習與原有認知結構中的舊經驗相互聯結, 而產生「有意義的學習」。藉由將知識概念之間的分類, 以關聯性的方式呈現, 便可構成一道命題 (propositions), 而當命題本身具有意義時, 此命題即是學習的重點 (余民寧, 1997)。

Novak 在研究中發現, 幾乎所有關於概念意義的學習, 都是經由命題的形式學到的, 所以, 如果能將學習內容的概念包含在一連串命題之中來進行的話, 學生便能覺察到除了原先所學習的概念意義之外, 還有其他許多和這個概念相聯結的意義和用法 (余民寧, 1997)。

Ausubel (1963) 認為教學內容除了要了解學生的先備知識之外, 在學習材料的排

序，也應該依相同屬性的知識進行編排，因而提出漸進分化（progressive differentiation）的概念，將知識漸漸地加深加廣，與舊有知識結構連結的新概念則會趨向於精緻化、類別化，最後呈現出複雜的教學內容。因此，Novak 便根據 Ausubel 的論點，將概念圖定義為各種概念以命題架構方式做有意義的連結，以圖解（diagram）方式呈現完整命題架構（Novak & Gowin, 1984）的一種語意網路圖。在此定義之下，概念構圖包含了幾項特質：

1. 需將概念做有意義的連結；
2. 需為一種圖形結構；
3. 需為一種命題的架構方式。

依據有意義學習中對知識層級的論述，將概念以階層排列的方式，以由上到下，由抽象到具體的順序排列（如圖2）。通常一個概念圖至少要包含以下四個結構（Novak & Gowin, 1984）：

1. 關係（relationships）：指的是將兩個概念（concept）聯結成一道命題的連結關係，概念與概念之間用連結線聯結，加註其上的連結詞（prepositional linking words）要能夠明確地表達出這兩個概念間的連結關係，而且必須是有意義的。
2. 階層（hierarchy）：指概念圖中所呈現出的階層個數，且每一個次級概念要比其上的概念更具特殊性。
3. 交叉連結（cross links）：概念圖的階層當中，不同群集裡的某一階層概念與另一階層概念之間具有相關且有意義的連結，所呈現的連結關係必須是重要且有效的，此連結的產生表示學習者知道不同群集間的關係。
4. 舉例（exemplifying）：學習者根據自己的理解，將所習得的知識加以統整之後，舉出具有代表性的事件或物件做為例子，可以幫助學習者概念的澄清。

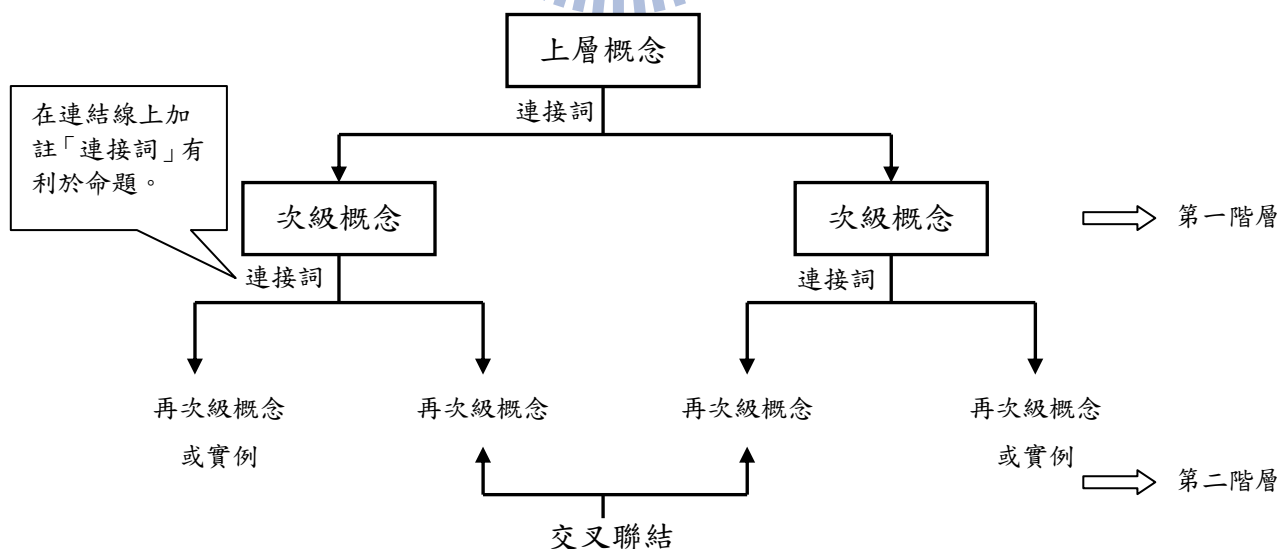


圖 2 概念圖結構示意圖

每一階層所列都是重要的概念，連結線用來聯結相關的概念，在連結線上標記連接詞，用來輔助說明概念與概念間的聯結關係，若有橫向關係則用連結線做交叉聯結，最後形成一幅表徵學習者的知識結構之語意網路圖。兩個概念之間的連結線稱之為「命題」(propositions)，命題當中所包含的意義為概念圖的基本單位，同時也是判斷概念之間的關係是否有效的最小單位 (Novak & Gowin, 1984)。

藉由 Novak 所提出的概念構圖策略，利用概念圖 (concept maps) 呈現教學和學習所包含的概念間聯結關係的過程，學生可瞭解各個概念的層級性以及概念的澄清，教師則可藉由概念圖中概念階層的排序是否適當、概念間的連結是否正確……等，來瞭解學生的學習狀況，甚至進一步找出學生的錯誤概念。總而言之，概念構圖可讓學生的學習層面由「點」逐漸地擴展至「面」，除可幫助學生能更具體的了解抽象的概念，釐清概念與事實之間的關係，更能將原有的經驗與新知識連結，讓學生能更有效地進行有意義的學習。

2.2.2. 概念圖的種類

由 Novak et al. (1984) 所提出的概念構圖，除了雙向度階層結構圖之外，有許多學者提出不同的類型，而這些常用的概念圖大致上可分為三大類 (Tarquin & Walker, 1997)，包括：了解概念從屬的蛛網圖 (spider maps)、說明因果關係的鎖鏈圖 (chain maps) 和強調階層關係的階層圖 (hierarchy maps)，茲分別說明如下：

一、連結相關概念的概念圖：選取某一個主題的中心概念，融入其他相關概念或延伸更多細節，由中心向外發展的圖示方法，常見的類型有蛛網圖和階層圖。

1. 蛛網圖：先以一個概念為中心，由內而外擴展，依序連結其他相關的概念。蛛網圖繪製的第一步要先能列出所有的相關概念，再依其從屬間的關係，從最普遍的概念畫到最特殊的概念。(如圖 3)

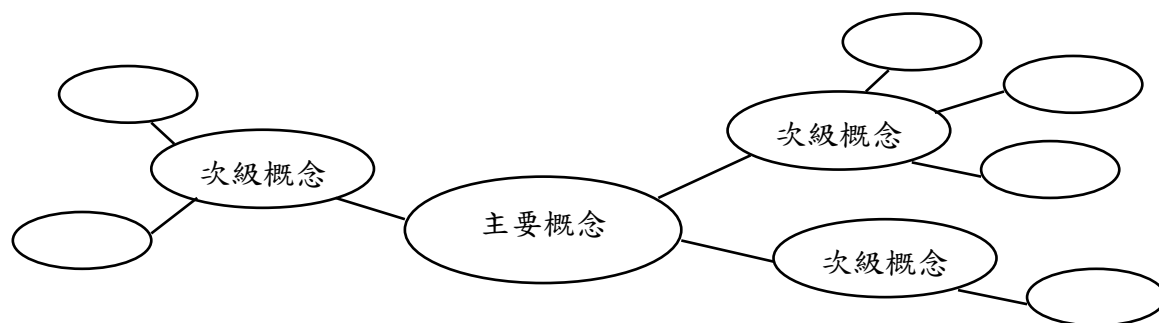


圖 3 蛛網圖

2. 階層圖：依主題或概念，將相關概念由上而下發展，將較為抽象的概念排在上層，而依序將較特定或具體的概念往下排，不同類別概念，以從屬關係做分類，然後將主要概念與次級概念分別呈現在不同階層上。(如圖 4)

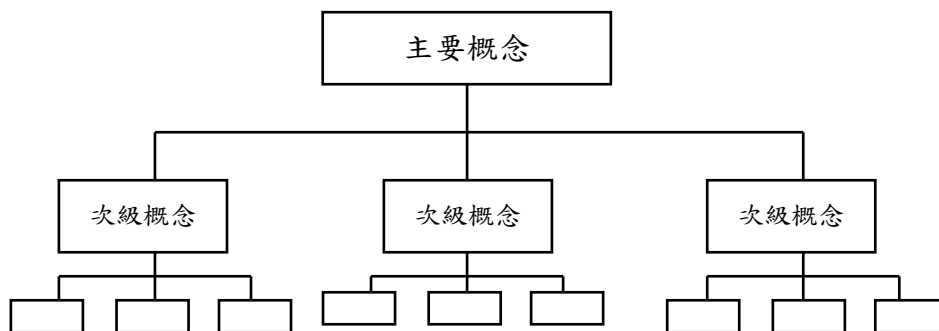


圖 4 階層圖

二、呈現因果關係的概念圖：這類概念圖最常被用在呈現程序性知識，可檢視事件形成的過程，用來分析事件的前因後果，也適用於問題解決的思考流程，常見的有鎖鏈圖和魚骨圖。

- 1.鎖鍊圖：以帶有箭頭的實線作連結，箭頭連接兩個事件間的因果關係，由前面的概念導引出後面的概念，形成步驟化的關係圖，這類概念構圖的特色是能將事情發生的時間先後或思考流程，排列如鎖鏈般地串連每一個環結。（如圖5）

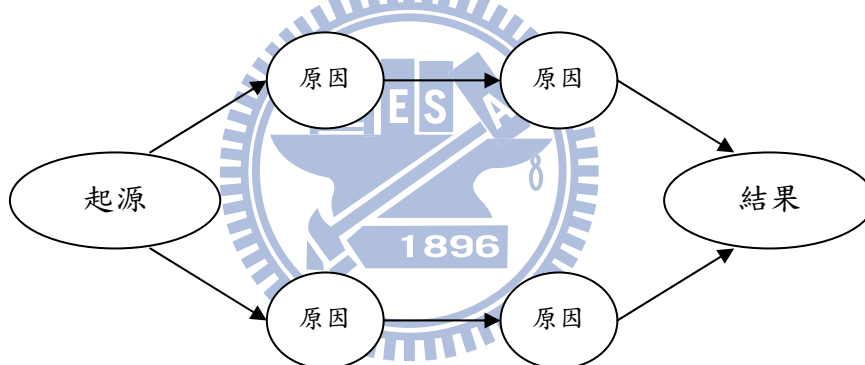


圖 5 鎖鏈圖

- 2.魚骨圖：先將結果列在最前面，再依序歸納出可能造成此事件的原因，用來分析複雜的事件或現象所發生的原因。在教學上，可用來增進學童的歸納能力與分析能力。（如圖6）

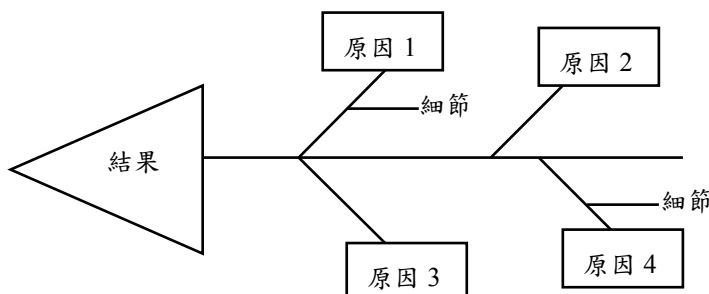


圖 6 魚骨圖

三、評估想法的概念圖：可用在資訊的處理上，將發生的事件列出，進一步評斷事件的意義，比較其異同點。包含有「權衡圖」和「環扣圖」。

1. 權衡圖：用來分析、處理兩方的意見，以評鑑事件意義的概念圖。（如圖7）

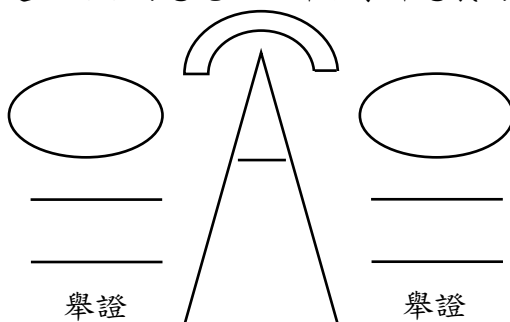


圖 7 權衡圖

2. 環扣圖：可幫助學生做資訊的整理，將兩個或多個概念區分出相同或相異之處，加以進行比較。（如圖8）

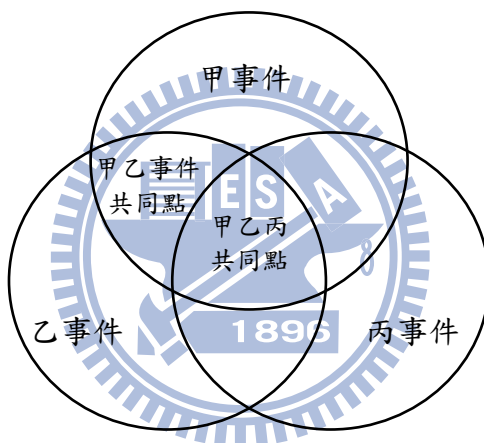


圖 8 環扣圖

除了以上幾種概念圖，Gowin (1981) 還提出 Vee 圖 (V Mapping)，可用在概念的分析。Buzan (1974) 則設計了心智圖 (Mind Mapping) 法，於現在一般教學的使用上也極為廣泛，心智圖是一樹狀的結構圖，充滿色彩、圖像、關鍵字或短句，能促進思考、分析及觸發靈感，一切思考的過程最後便呈現在所繪製的心智圖上。而這又與 Rose & Nicholl (戴保羅譯, 1999) 所提出的「學習地圖」概念很接近，利用圖畫、文字、符號、形象.....等方式表達，將資訊以視覺的效果呈現，建構過程都強調以接近人腦思維的方式來進行知識的再組織。

以上的各種圖形都各有其特色，在教學上所呈現的效果也有所不同，需要依教學內容選擇合適的概念圖種類來做使用。其中，第一種聯結相關概念的階層式概念圖，由上而下排列方式，具有層次較為分明的特性，除了容易了解如何使用，也較能凸顯概念之間的意義和關係，因此在本研究當中，即使用此種概念構圖法為主要的構圖模式。

由於概念構圖對教師及學生而言分別是一種教與學的策略，因此概念圖在教學上的應用就可分成兩種方式：第一種主要以教師建構好的概念圖進行教學，著重在教學單元的概念構圖之呈現；而第二種則是教導學生自行建構概念圖，著重在學生能自我發現所欲學習單元的意義。本研究中採用第二種方式，除可讓教師藉由概念圖觀察學生的概念結構，也可讓學生審視自己的概念架構，進行修正、重組、同化與適應，有效地提昇分類、統整新知識的能力，產生概念組織和統整調和的作用，也因此，概念圖能真正落實學習者主動進行有意義的學習之觀點（余民寧，1997）。

在本研究中，教導學生操作概念構圖時，先以國中自然的「簡單機械」單元為主題，再要求學生依此主題發展出所欲表達的中心概念，此中心概念即為本單元的重點，之後每一個子單元的次級概念都要圍繞此中心主題來開展，接下來依此步驟，繼續延伸出其他相關的子概念，可持續延伸、擴充，直到舉出實例為止。最後，將中心概念、次級概念、相關子概念與實例都以聯結線連接起來，並註明命題連接詞，即完成此單元的概念圖。（如圖 9）

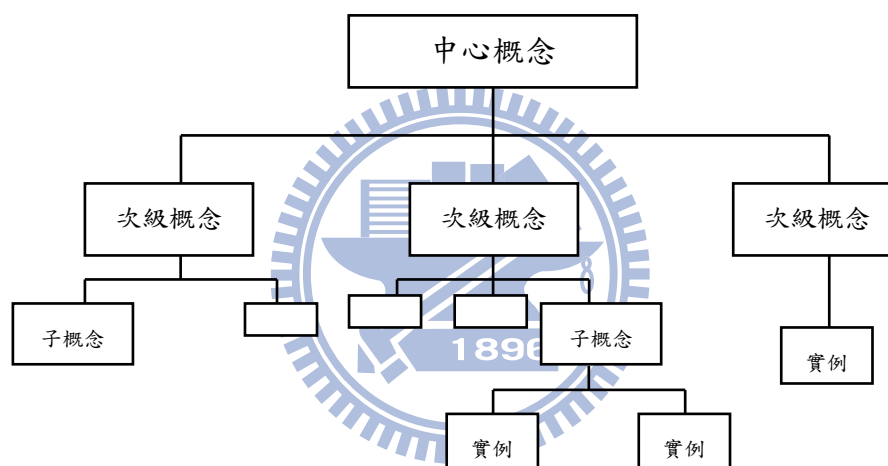


圖9 本研究的概念圖範例

2.2.3 概念圖的評量

教師通常可以將學生所繪製的概念圖做為評量其學習成就的工具，依據不同的需求與目的，則有許多不同的計分方式（Bousquet, 1982; Schreiber & Abegg, 1991），而大多數是依照 Novak & Gowin（1984）所提的計分方法為標準。

Novak & Gowin（1984）在所著的「Learning How to Learn」中，將概念圖分成四個主要的結構，分別是關係（relationships）、階層（hierarchies）、交叉聯結（cross-links）、舉例（examples），而評分內容即依此四個項目為準則，茲分述如下（余民寧，1997）：

1. 關係—若兩個概念之間的聯結關係是有意義且有效的，則給予一分，至於模糊不清甚至錯誤的聯結關係則不給分，亦不扣分。
2. 階層—概念圖中的概念排列需呈現階層性，子概念應比其上的階層更具特殊性，以整個概念圖分支（branch）最多的架構（framework）來計算，有效且有意義的階層關係

則給予五分。有時依研究者研究目的不同，可有相對於「聯結關係」三至十倍之間的取捨。

3. 交叉聯結—概念圖某一階層中的概念與另一階層的概念產生有意義且有效的聯結，需要非常程度的統整能力才能在階層間做如此重要的聯結，可作為學生是否達到有意義學習的指標，亦可作為創造力的指標。交叉聯結的得分通常是「有效階層」的二至三倍，所以，一個重要且有效的交叉聯結給予十分，有效但沒有指出相關概念的交叉聯結，則給予兩分。
4. 舉例—學生將知識理解、統整之後舉出特殊且具代表性的例子。一般而言，學生所舉出的例子能明確符合相關概念的特性，則一個特定的例子就給予一分。

另外，有許多學者們除了上述四項結構成份之外，還會根據個別的研究需求而增加不同的評量項目 (Markham, Mintzes & Jones, 1994; Moreira, 1979)，分別敘述如下：

5. 分支—在一個概念群集之外，有旁支的概念分出來，則給予加分。每個分支必須與其上階層概念間具有有意義且有效的聯結關係，以同等計分方式計算，第二階層以後的分支則分別給予遞增的加權分數。
6. 關鍵概念和命題的增加量—除了所給定的概念之外，還額外列舉其他的概念或聯結關係，則每個新增的關鍵概念或關係可以視為一個聯結關係來分別計分，或給予額外的加分。

此外，教師本身可根據學生用來構圖的概念，事先建構一份可供參照的概念圖做為標準，然後根據上述評分方式自我計分，再將學生的概念圖分數除以這個標準概念圖的分數，即可得到一個百分比，將此百分比的數值做為對教材概念學習的精熟程度指標，亦可成為代表學習成就的指標，值得注意的是，若有學生的概念圖繪製的比標準概念圖還要好，其百分比是可以超過百分之百的（即超過100%）。

一種理想的評量方式要能表徵出某個主題結構的各種組成概念、聯結各個概念間的關係以及聯結關係的適當性與正確性，而概念圖恰能表徵出這三項條件，因此是一種理想的評量方式。但以概念構圖做為一個評量的工具，仍有其為人所詬病之處，其原因就在於過度強調聯結概念的正確性，而容易導致忽略原本所欲教學內容的重點 (Hyerle, 1996; Kinchin, 2001)，但若客觀的加以運用，則概念構圖的優點還是顯而易見的 (Quinn, Mintzes & Laws, 2004)，甚至可以取代傳統紙筆測驗的評量總分 (余民寧, 1996; Markham et al., 1994; Moreira, 1979)。

2.3 創造力

2.3.1 創造力定義

自 Guilford 於 1950 年在美國心理學會呼籲學界研究創造力，至今已五十多年，但是中外學者對於創造力的定義卻各有不同，毛連塹、郭有適、陳龍安、林幸台 (2000) 將其歸納為以下八種主張：

- 1.創造前所未有事物的能力：認為創造是一種無中生有的能力，能夠產生新的觀念或產品，或融合現有的觀念將之改變成另一種新的形式，此種能力即為創造力。（Guilford, 1985）
- 2.具有創造性生活的能力：認為個體於日常生活中為求自我實現，發揮自己的才能，做任何事都具有創新傾向的一種能力。（Maslow, 1959）
- 3.一種解決問題的能力：將創造視為問題解決的心理歷程（Dewey, 1910），對問題形成新的假設，並加以修正或考驗，解決未知問題的能力（Torrance, 1962）。
- 4.藉由思考過程產生創新事物的能力：認為創造乃是運用創造思考以解決問題的過程（Dewey, 1910; Polya, 1957）。
- 5.創新和解決問題的能力：主張創造力的因素包括流暢力、變通力、獨創力、精進力等認知能力（Guilford, 1968）。創造力是一種發明的能力，擴散性思考的能力，也可能是想像力（Torrance, 1964）。
- 6.一種創造的人格傾向：認為自我實現、創新的傾向從人格產生，是一種基本的人格特質（Maslow, 1959）。
- 7.可聯結或結合新的關係的能力：創造性行為的發生乃是根據內外刺激，聯結新的關係，以產生獨特的組合（Parnes, 1966）。
- 8.個人整體的綜合表現：創造是天賦、家庭、動機、文化等融合的結果。主張必須思考、情意、感覺以及直覺合為一體才能產生（Clark, 1983）。

學者們對於創造力的定義雖不盡相同，但仍可得知：創造是個體在具創造性的環境之中，融合敏覺、流暢、變通、獨創、精進等能力，透過擴散性思考的歷程，以解決生活中所面對的問題，對事物產生新的觀點或意義，而使自己甚至是別人獲得滿足。

將創造力的影響因素加以歸納之後，大致可分為四個類別（Rhodes, 1961），也就是「四P」的概念：

- 1.個人（person）：有創造力的人所具備的人格特質，如面對困難能堅持到底，勇於接受挑戰，肯冒合理風險，具有幽默感、好奇心、喜愛冒險……等。
- 2.歷程（process）：Wallas（1926）所提出的創造性歷程，可分為：準備期（preparation）、潛伏期（incubation）、豁朗期（illumination）以及驗證期（verification）四個階段，分述如下：
 - （1）準備期：蒐集資料，以結合舊經驗和新知識。
 - （2）潛伏期：苦思不得其解時，雖暫且擱置，但仍在思索解決之法。
 - （3）豁朗期：突然頓悟，了解問題關鍵所在。
 - （4）驗證期：將頓悟的結果付諸實現，以驗證是否可行。
- 3.產品（product）：個人依據一定的目的，產生新穎、獨特，對個人或社會具有價值的產品。
- 4.環境（place）：創造性的環境（包含知識領域、社會環境以及文化脈絡），可激發個體創造的動機，培養具有創造性的人格特質，有助於創造行為的產生。

2.3.2 新近創造力理論

(一) 創造力成份模式 (creativity componential model) :

Amabile (1983) 為創造力下了一個定義：創造力是一種新奇、適當、有用、正確或具有工作價值的反應，而且必須具啟發性而非按照步驟解決問題。Amabile (1983) 認為影響個人創造力有三項因素：領域相關技能 (domain-relevant skills)、創造力相關技能 (creativity-relevant skills) 以及工作動機 (task motivation)。茲分述如下：

(1) 領域相關技能：

包括領域相關知識、需具備的專業技術、領域相關才能。此類技能主要藉由先天認知能力、先天的知覺和動作技能、以及正式與非正式教育而來。

(2) 創造力相關技能：

包含適當的認知風格、產生新奇想法的知識探索、有助於工作的型態。此類技能受到訓練、產出創意的經驗以及人格特質的影響。

(3) 工作動機：

包含工作態度、對所從事工作的個人知覺以及動機。此成份受到對於工作的內在層次或動機、環境中是否有顯著的外在束縛、個人縮減外在束縛的能力等因素之影響。

Amabile (1983) 的創造力成份理論應用於創造力教學上，在進行教學時，首先須將「領域相關技能」教授給學生，也就是將相關的基本知識和技能教給學生，而後由教師引導學生運用「創造力相關技能」來發揮創造力。

Amabile (1996) 綜合先前的研究，進一步修正創造的三成份模式，加入社會環境影響因素。她認為個體的創造行為產生於社會環境中，此因素會最先影響工作動機進而影響整個的創造行為，個人有較高的內在動機，也比較容易展開以及持續創造的行為歷程。

(二) 創造力投資理論 (investment theory) :

縱觀近期的創造力研究假定，大多認為要整合多元要素才能導致創造力的發生 (Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1988; Gardner, 1993; Sternberg & Lubart, 1991)，而創造力的其中一個很重要的概念，便是需要選定一個主題，且在這個主題上有不同的變化 (Minsky, 1987)。這個概念相當於 Sternberg 和 Lubart (1995) 所提的創造力投資理論，從投資的觀點來看創造力，以「買低賣高」來類比創意在知識市場裡的運作模式。建議個體能看出一個別人不屑為之的想法所具有的成长潛力，當產品具有高價值時，在適當的時機高價拋售，以提昇創造力所具有的可能性。創造力投資理論認為能夠展現創造力表現的個體，通常需要六個資源的形式：智能、知識、思考風格、人格特質、動機及環境，茲分述如下：

(1) 智能 (intelligence)：智能是一種理解力與統整的能力，可使個人能夠從不同觀點進行比較，而且能重新界定一個問題，進一步想出具可行性的新奇方案，包含資訊處理的洞察能力。

(2) 知識 (knowledge)：包括正式與非正式的知識，其中正式知識為某領域的專業知

識，是可習得的知識，而非正式知識則是個人在某領域中所得到的經驗，甚至是無法言喻的，是一種內隱的知識。

- (3) 思考風格 (thinking style)：指個人發揮本身的智慧與能力的特有風格，有創意的個人不墨守成規，能質疑既有的規則或規定，不會因襲傳統而能自成一派，是一種處理問題、解決問題的方式。
- (4) 人格 (personality)：具有冒險的探險性格、能克服障礙、高自我效能的人格特質通常較有創造力，站在投資市場的角度而言，則是願意冒較大的風險來進行「買低」的投資。
- (5) 動機 (motivation)：個人的創作需要內在動機以及外在動機，來支持創作的歷程。此外，成就動機同樣也有利於創造力。
- (6) 環境 (environment)：上述各項皆為個人的因素，然而創造力是個人與環境交互作用下的結果，因此一個支持且有回饋的環境，才能促使個人生產出具有創意的成品。

以上這六個形式的資源交互地作用對創造力思考是極為必要的，唯有這六項資源都恰如其分地用在相當程度上，創造力才會因此而產生。

(三) 三指標系統模式 (three-pronged systems model)：

Csikszentmihalyi (1990) 認為創造力並非是個人或產品的某項特質，而是結合個人、產品與環境的產物，因此提出創造力的三指標系統模式，此三個指標為個人 (individual)、領域 (domain) 及學門 (field)。

- (1) 個人：包含系統內化以及內在動機，其中系統內化指的是在某個專業領域內的相關規範、知識、標準……等，個人能將其在我心中吸收轉化。內在動機則是個人在創造的過程中，可能產生一種「愉悅經驗」，因為這個「愉悅經驗」而讓個人產生內在動機，並促使個人能發揮能力，在創作上可以因此而更進一步。總結而言，Csikszentmihalyi (1990) 認為個人的創造力必須有特定領域的專業知識為基礎才能產生。
- (2) 領域：專業領域內會包含該領域所需的專門知識與技能，個人經由學習這些知識、技能之後，才能藉此創造出新產品。領域內知識與技能的傳遞，需具備「易進入性」(accessible) 與「可得到性」(available)，「易進入性」指的是該領域要容易被人所接受、容易進入該領域；「可得到性」則是領域內的知識、技能要讓人易於學習與使用。
- (3) 學門：學門是屬於某個領域的社會組織，而社會組織可能包含數個領域的成員。Csikszentmihalyi (1990) 認為領域內的專家則扮演了守門角色者 (gatekeeper)，守門角色者會對該領域內的新產品或新觀念進行批判，符合該領域的規範及標準就可被該領域所接受，反之則否。以學校的學生為例：教師是其守門人的角色；而以教師的角度來看，學校的同儕或主管則成為其守門人，因此學門有著激發創造力以及抑制創造力的功能。

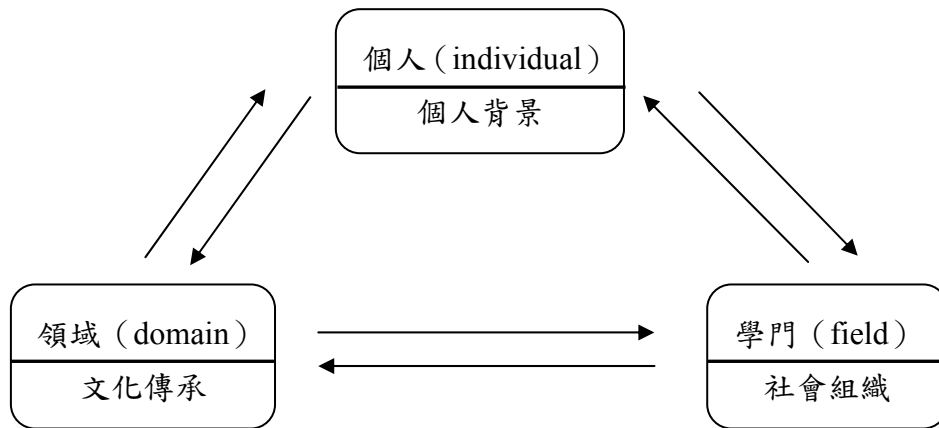


圖 10 Csikszentmihalyi 的三指標系統模式 (Csikszentmihalyi & Wolfe, 2000)

(四) 創造力互動模式 (interactive perspective model) :

Gardner (1993) 受到 Csikszentmihalyi 的創造力系統模式影響，發展出創造力的「互動觀點」(interactive perspective)，在此理論架構中所強調的是個人 (individual)、他人 (other persons) 和工作 (the work) 三者間的互動關係。他藉由觀察在社會中有創造力的個體，其成長過程與社會脈絡間的互動，來說明此三項因素對創造力之影響。在孩提時期，影響個人創造力的「他人」主要是家人及同儕，當學有專精時，影響個人創造力的「他人」主要是競爭對手、評論者與同行中的支持或仿效者，在「工作」領域中，影響個人創造力發展的則是學科知識以及技能訓練。Gardner (1993) 認為個體產生創造力的專業領域往往受創造者的智能、個人特質、社會支持和領域中的機會所影響，並強調所有具創造力的活動皆來自於兩個層面，分別是具創造力的個體與其工作領域，以及與他人之間的聯繫與關係。

2.3.3 創造力的測量

基於上述的理論基礎，我們不難發現到，許多學者們對於創造力各有各的觀點，而顯得創造力的概念過於複雜，很難發展出一套可涵括所有創造力特質的評量工具，因此在過往的認定當中，學者們將創造力視為不可測量之事物。然而，自從1950年Guilford倡導創造力的研究以來 (Anderson & Sahlin, 1997)，學者們便開始思考使用標準的創造力測驗來衡量一個人的創造力，而至1996年Torrance的創造思考測驗發展出來後，與創造力測量的相關研究又因而達到另一波高峰。

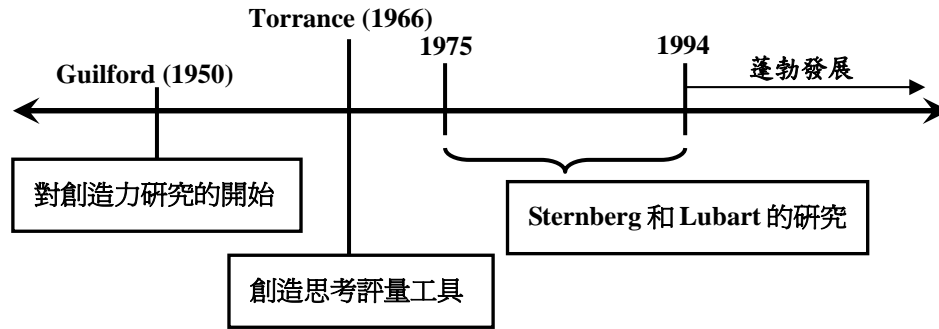


圖11 創造力研究發展過程圖

(一) 創造力評量的分類：

目前創造力的評量及鑑別方式，以Hocevar的分類方式可歸納為十類，如下所述(陳龍安 & 朱湘吉，1999)：

1. 擴散性思考測驗 (test of divergent thinking)：

源於Guilford (1988) 「智力結構說」認知運作中的「擴散性思考」理念，可了解個人在創造思考的聯想過程，運用擴散性思考將圖形、符號、語意、行為的材料加以運作，而產生單位、類別、關係、系統、轉換及應用的結果，總共有二十四種組合。

2. 態度與興趣量表 (attitude and interest inventory)：

許多研究者認為，有創造力的個體，其表現出來的態度與興趣較有利於創造思考活動，可藉此來評定其創造力的高低。

3. 人格量表 (personality inventory)

很多學者們認為個人的人格特質對創造力的表現具有相當重要的影響，藉由評量這些與創造力有關的人格特質，如：冒險、開放、想像力……等，便可推知其創造力的高低。通常採用之工具主要是傳記式的自陳量表，或較無結構的心理測驗工具，以及較具結構的心理測驗工具，也有學者利用形容詞檢核表，發展創造力人格量表來評量個體的創造力。

4. 傳記量表 (biographical inventory)

讓受試者陳述過去的經驗，藉此來評鑑其創造力，通常是以生活經歷、環境或事物與個體之間的互動而進行編製的量表、問卷，可因此評量個人創造力的發展性。

5. 教師推薦 (teacher nominations)

藉由教師平時對學生的觀察與了解，提供一些有關創造力的行為指標，以評定其創造力的高低，並由教師提名具創造力特質的學生。

6. 同儕提名 (peer nominations)

提供學生一些有關創造力的效標，如：「班上哪個人鬼點子最多？」，然後由同學進行提名。

7. 指導者評定 (supervisor ratings)

由上司對部屬的創造力進行評鑑，常用來甄選有潛力的員工，接受訓練。

8. 產品的評斷 (judgment of products)

以流暢性、變通性、獨創性、精密性等創造力相關效標，將個人所創作的產品交由

專家或一般人直接評分，評分方式則由研究者依創造力定義自行訂定，藉以評量個體是否具創造力，一般而言，具有創造力的產品，應具有新奇、實用、價值……等特質。

9.名人研究 (eminence)

針對在某領域具有特殊表現的傑出人士，根據其所屬的身分、社會地位、個人因素……等卓越表現，來做為評量的依據。

10.創造活動及成就之自我報告 (self-reported creativities and achievement)

個人將自己與創造力相關的經歷、成就及功績作自陳式報告，根據其內容加以分析個人的創造力高低。

表1

創造力類別與測量工具交互比對表

測量工具	個人	過程	產品	環境
擴散性思考測驗		✓		
態度與興趣量表	✓			
人格量表	✓			
傳記量表	✓	✓		✓
教師推薦	✓			
同儕提名	✓			
指導者評定	✓			
產品的評斷			✓	
名人研究	✓	✓		✓
創造活動及成就之自我報告	✓	✓	✓	

(二) 專家共識法：

Amabile (1983) 提出專家共識法 (Consensual Assessment Technique, 簡稱CAT)，此方式被使用的範圍相當廣泛，也最被人所接受。專家共識法強調以「產品」

(product-based) 為評估的中心，主要是藉由領域中的專家，依據一定程度的知識、經驗、程序與評分規準，針對產品進行創意程度的評量。Amabile (1983) 在CAT量表上關於評定創造力的建議：「使用專家本身主觀對於創造力的定義為標準，來評定每個作品相較其他作品的創意程度。」也就是說，創意的評量標準是比較性的。專家間評分的穩定性即表示共識的存在，故評分者間一致度就代表了測量之有效性與一致性。

專家共識法包含了以下五點規範：

- (1) 評分者必須為該領域或相關領域的專家；
- (2) 評分者在評量的過程中不可進行協商或討論；
- (3) 作品的評量順序以隨機方式進行；
- (4) 評量的標準是作品間的相對標準，而非絕對標準；
- (5) 評量以創造力為主，而其他相關層面也需要加以評量。

評量內容的選擇必須符合以下三項要求：

- (1) 評量的產品，應該是具體、可觀察的，方便讓評審進行評分；
- (2) 評量內容應能讓受試者引發較多的彈性、變通與新奇的反應；
- (3) 評量內容不該需要過多的特殊技能。

Amabile (1983) 的專家共識法首次運用於藝術創造力研究案，實驗的結果發現到，專家共識法除了有不錯的信度與內在建構效度之外，與其他傳統創造力測驗相比，更能看出受試者的真實表現，評量結果也相符，故具有外在效度，此法足以有效克服主觀與客觀因素。

Amabile, Teresa, Tighe, & Elizabeth (1993) 認為以產品來衡量創造力，該產品必須是適當的觀察者 (appropriate observer)，亦即所有的創造力測驗都應以某創造性的作品當作外在效標，否則其效度將成問題。本研究採取的即是以產品為中心的取向，以創造性作品的評斷之方式進行評量，在研究中以設計遊戲關卡做為具創造性的作品，由學生發揮其創意的特質，在進行過遊戲的各個關卡之後，自行設計出一個新的關卡，以此作品的產出做為評量學生創造力的依據。而學生所設計的關卡則以專家共識法的方式，由教師擔任守門角色者 (gatekeeper) 進行評分 (Csikszentmihalyi, 1988)。

2.3.4 設計創造力的涵義

自創造力廣泛研究以來，設計與創造力就常被學者們視為有很大的相關性 (Kim, 1990; Sternberg, 1988; Weisberg, 1986)，依訊息處理論的觀點，一般人對於一項具有創造力的設計之認知，不外乎就是一連串「輸入→處理→輸出」的過程，其中「處理」是一種設計、構思的機制，而這也就是創造的一部份，同時也是常久以來最為學者們感到好奇的。細分設計的過程可分為五個階段，即分析、構想設計、初期設計、細部設計以及產出 (Cross, 1989)，其中構想設計階段與創造力最為相關，設計創造力就潛藏於其中，行為學派和完形心理學派將此階段的心智歷程稱為「黑箱」(black box) 作業 (Rowe, 1987)。從設計的觀點來看，Cross (1999) 認為設計的能力是人類的本能 (natural intelligence) 之一，此能力是天生並廣泛地存在於每一人當中，也因此便可藉由作品的设计來觀察其創造力。設計是有關於作品的創作，在设计過程中的創造力，通常是「有意義且重要事件的發生」(the occurrence of a significant event)，也稱為「創造性跳躍」(creative leap)，而這樣的事件常是突然出現的，由設計者忽然認知到此有意義的新事物，本研究即由個人作品的創作來評定其設計過程中所發想的創造力。

第三章 研究方法與設計

本研究想在數位遊戲的情境之下，以不同的鷹架輔助工具對概念構圖及設計創造力的影響為研究主題。

以下針對研究架構、研究對象、研究工具、研究設計、實驗流程分別敘述如下：

3.1 研究架構

本研究之研究架構如圖 12：

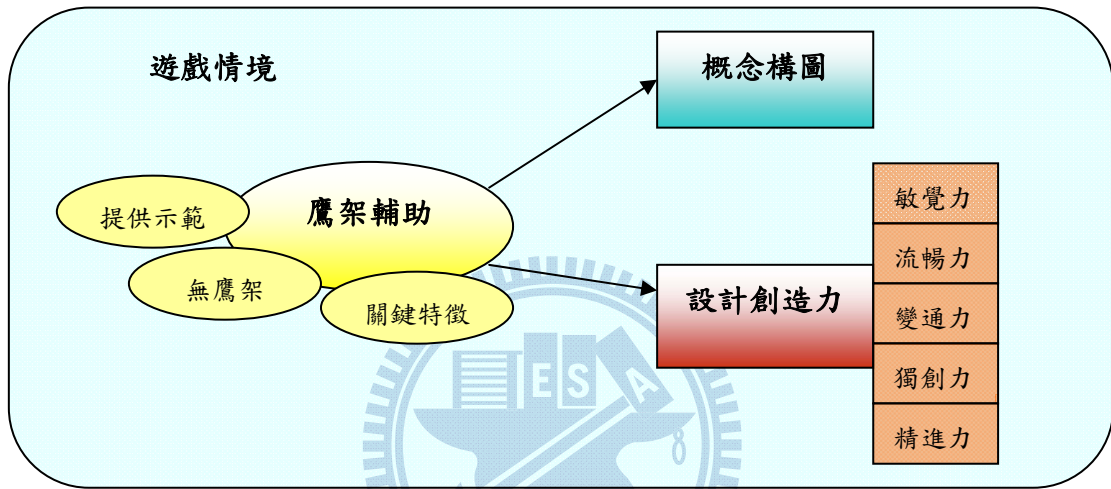


圖 12 研究架構圖

3.2 研究對象

本研究挑選新竹縣某國中八年級的學生為研究對象，學生家中有電腦且可上網的比例達 80%以上，八年級學生在學校每週有一節的電腦課，以致於學生皆有接觸過電腦遊戲，且對電腦遊戲有極高的興趣。

本研究的實驗樣本共有 4 個班級，其中兩個班級當中有資源班的學生，部份上課時間無法參與施測，因此不列入取樣範圍，扣除資源班的學生之後，四個班學生人數分別為 31 人、30 人、33 人、32 人，共 126 位學生。由於新生入學之時，班級成員的編排採 S 型的常態編班方式，故在本研究中即設定研究對象的起使值具有一致性。

3.3 研究工具

3.3.1 概念構圖評分方式

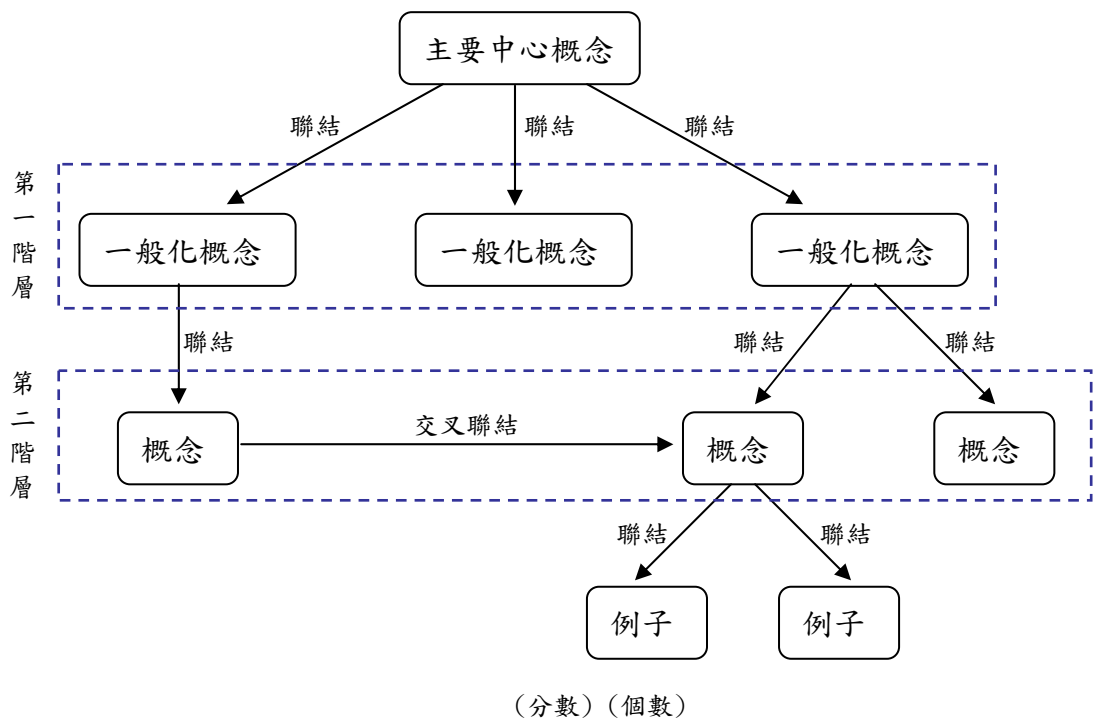
以 Novak & Gowin (1984) 在所著的「Learning How to Learn」中所提到關於概念圖的評量方式，加上其他學者們的論述 (Markham et al., 1994; Moreira, 1979)，將計分方式整理如下：

- 1.關係—若兩個概念之間的聯結關係是有意義且有效的，則給予1分，至於模糊不清甚至錯誤的聯結關係則不給分，亦不扣分。
- 2.階層—概念圖中的概念呈現具有階層性，以整個概念圖分支最多的架構來計算，有效且有意義的階層關係則給予5分。
- 3.交叉聯結—概念圖某一階層中的概念與另一階層的概念產生有意義且有效的聯結，一個重要且有效的交叉聯結給予10分，有效但沒有指出相關概念的交叉聯結，則給予5分。
- 4.舉例—若學生所舉出的例子能明確符合相關概念的特性，則一個特定的例子就給予1分。
- 5.分支—每個具有有意義且有效的分支，以同上的計分方式計算，每一個有效的關係給予1分，階層5分，舉例1分。
- 6.關鍵概念和命題的增加量—每一個額外列舉的關鍵概念或關係，給予額外加2分。

教師根據學生用來構圖的概念，事先建構了一份概念圖做為標準，並先行計分，然後以底下方式計算學生成績：

$$(\text{學生概念圖原始分數}) \div (\text{標準概念圖分數}) \times 100 = (\text{換算後概念圖分數})$$

經由換算後所得到的百分比分數就是學生學習成就的指標，亦即為學生繪製概念圖的分數，若有學生的概念圖繪製比標準概念圖還要好，其百分比分數可以超過一百分。



1. 關係(重要且有效) :	1 X 8 = 8 分
2. 階層(重要且有效) :	5 X 2 = 10 分
3. 交叉聯結(重要且有效) :	10 X 1 = 10 分
4. 舉例(重要且有效) :	1 X 2 = 2 分
總分 :	30 分

圖 13 概念圖計分方式範例

3.3.2 Crayon Physics—「蠟筆物理」遊戲

此遊戲未正式推出即獲得 2008 年獨立遊戲慶典大獎，並於 2009 年一月上旬上市。遊戲的風格呈現出蠟筆塗鴉的畫面，共包含 70 個以上的小關卡，可記錄玩家使用過的物體數目、推球次數、過關時間……等，並提供一個強大功能可讓玩家自行設計關卡。玩家可以任意地繪製：線段、形狀、支點、轉軸等，並且可以運用力矩、槓桿、滑輪來解決謎題，讓玩家充分發揮想像力和創造力。

(1) 選擇此遊戲作為遊戲情境的原因：

此為單機版遊戲，方便實驗時降低連線時可互相傳訊溝通所造成的影響因素。另外，遊戲情境為過關的模式，可增加學生挑戰的樂趣，以創造性思考的歷程來看 (Wallas, 1926)，玩家甫一看到關卡的初期，在準備階段 (preparation) 會盡可能的思考所有可能的過關方法，將舊有經驗與新經驗結合，並在醞釀階段 (incubation) 形成有利於解題以及設計關卡時所需的經驗，等到豁然階段 (illumination) 突然頓悟

了解解決問題的關鍵後，便可進入驗證階段（verification）而過關並且進一步設計出具有個人獨特風格特色的關卡，在這整個創造力思考的歷程中，正可讓玩家經歷一整個高層次思考的運作。

(2)遊戲畫面說明：

1.操作環境：

遊戲開始可在島嶼中任選小關卡進行任務，完成整個島嶼的任務後，將出現下一座島嶼，共 7 個大島嶼，81 個小關卡，而最新的版本在進行完所有小關卡後，加上限制條件再進行一次，最後會出現隱藏的第 8 個島嶼。為控制實驗的進行，只從其中挑選最具代表性的 19 個關卡進行實驗。

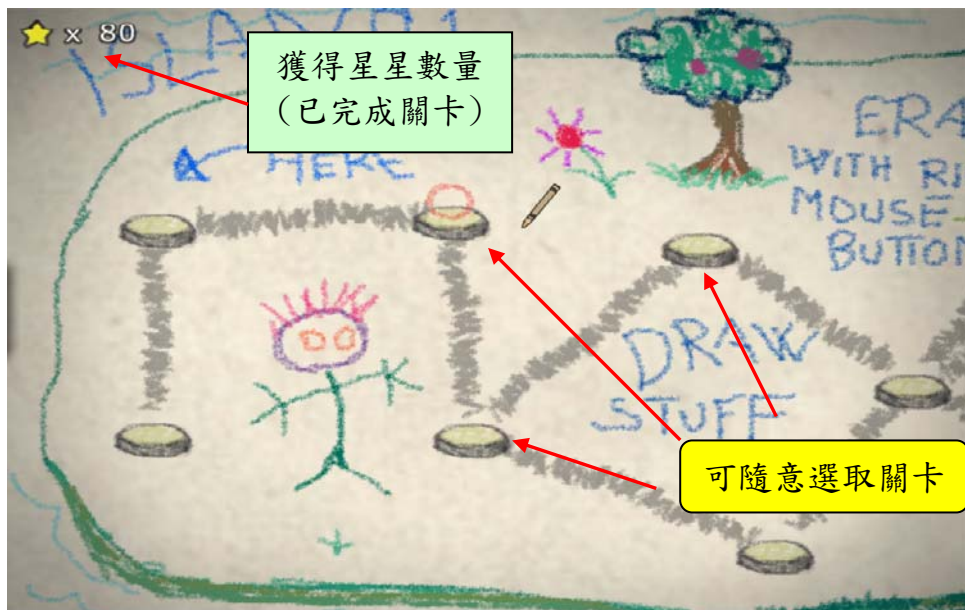


圖 14 蠟筆物理遊戲畫面圖(一)

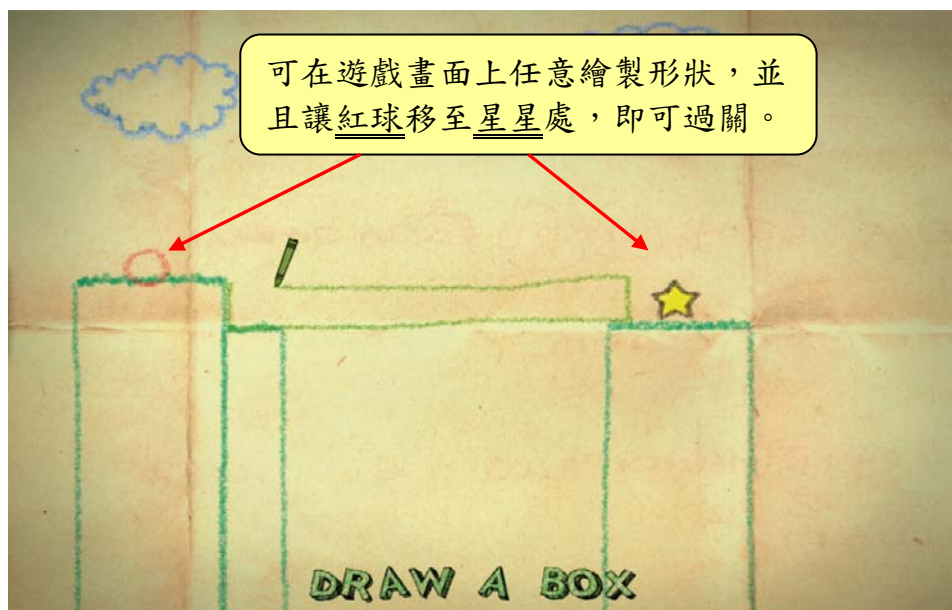


圖 15 蠟筆物理遊戲畫面圖(二)

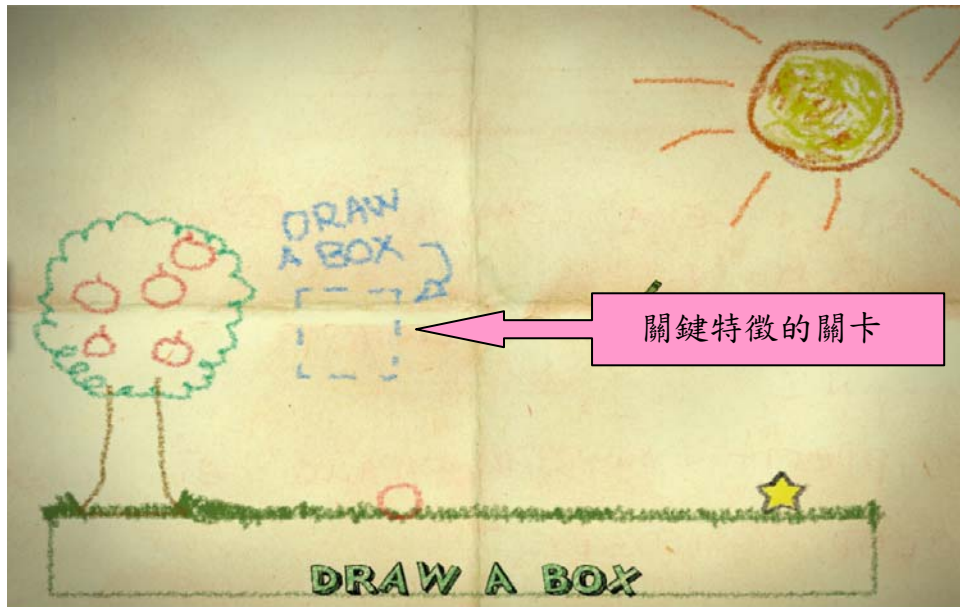


圖 16 蠟筆物理遊戲畫面圖(三)

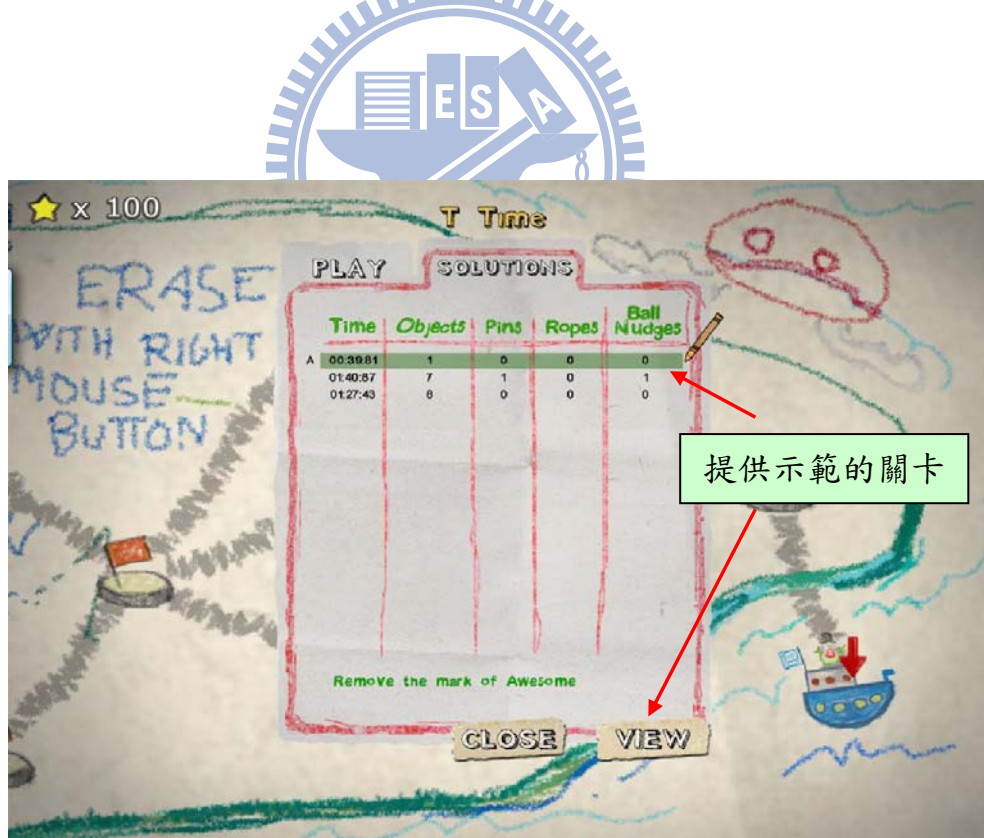


圖 17 蠟筆物理遊戲畫面圖(四)

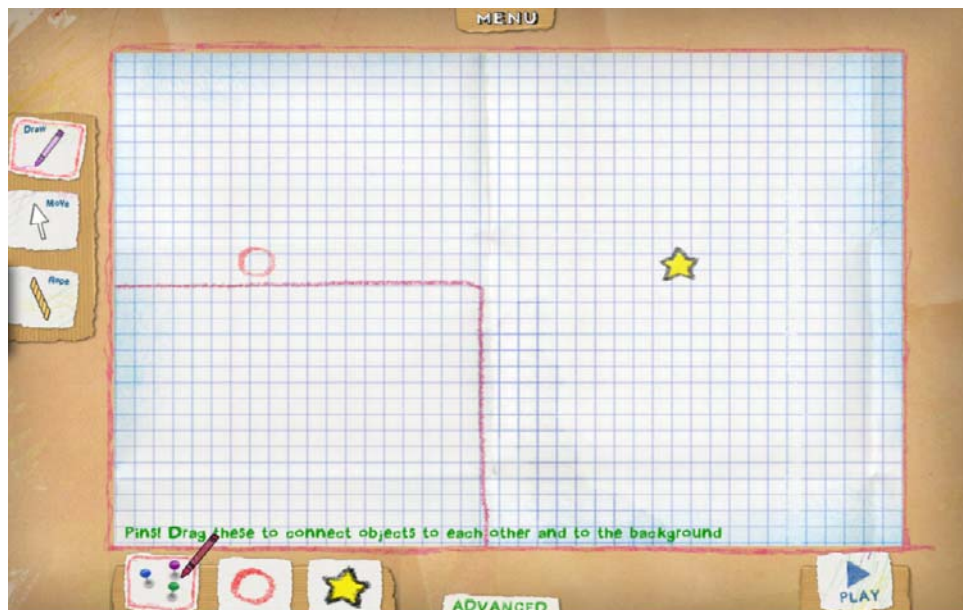


圖 18 遊戲設計介面圖



2.設計遊戲功能選項說明：

表 2

設計功能選項表

遊戲設計功能選項		
名稱	圖示	功能說明
Draw		可在畫紙上隨意畫出任意形狀、線條。
Move		在畫面上的物體可以加以移動至其他位置。
Rope		所畫出的線條會形成繩索的作用。
Pins		在畫好的形狀上放置一個可固定物體，但會形成轉動，若放置兩個則完全固定物體。
Ball		用拖曳的方式增加紅球到畫面中。
Star		用拖曳的方式增加黃色星星到畫面中。
Play		預覽設計的關卡。
Stop		停止預覽設計的關卡。(只在預覽時出現)
Game Pins		作用同 Pins，原先是在遊戲進行時，由玩家所畫出的，此功能讓設計者可在畫面中預先放入，有提示作用的效果。(進階功能)

遊戲設計功能選項

名稱	圖示	功能說明
Rocket		火箭動力，可放置畫面中，若有物體碰撞到就會飛起。(進階功能)
Force		隱藏的動力，需要搭配 Pins。(進階功能)
滑鼠右鍵	無	點選的物品可被取消、刪除。

3.3.3 遊戲情境內的鷹架輔助工具分類

本研究使用的「蠟筆物理」遊戲，依照遊戲原有的功能再進一步加強，將此遊戲內的遊戲提示分類成兩種不同的鷹架輔助工具，分別是使用關鍵特徵鷹架以及提供示範鷹架的兩組別，另有一組不提供任何提示的無鷹架組做為對照組，茲分別介紹如下：

- (1) 關鍵特徵鷹架所運用的時機是在遇到無法解決的關卡時，在相同內容的關卡之中，提供一個或數個關鍵的步驟化提示，提示的內容一部分是由遊戲本身所提供，另一部分較細節的部分則由研究者與三位相關領域專家教師討論而得。此提示可為槓桿、支點、滑輪等概念性提示，在複雜度較高的關卡，更會一步一步地提供受試者可直接利用或參考的物體，受試者可藉由此引導的方式而掌握到過關的關鍵。
- (2) 遊戲內有可將過關方式記錄下來的功能，提供示範鷹架則利用此功能，在受試者進行遊戲關卡過程中遇到挫折時，可觀看預先記錄的數個該遊戲關卡的不同解法，為受試者提供清楚的過關流程，受試者可任意選擇其中一個或多個觀看，看完之後可使用同樣方法或物件過關，亦可於參考示範之後自行構想出不同的解法。此部份的提供示範是由研究者與三名相關領域專家教師在分別進行過遊戲之後，進一步討論分析而得。

3.3.4 設計創造力五向度評分依據

創造力是經由擴散性思考而表現於外的行為，通常包含五種基本的能力，也是目前評量創造力的重要指標，分別為：敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、精進力。本研究依此五種基本能力分為五個向度，以陳龍安（2006）創造思考評量的評分指標為設計遊戲的評分參考，茲分別敘述如下：

- (1) 設計敏覺力：敏覺力是指敏於覺察事物，把握問題核心的一種能力。故以設計出的關卡是否能讓玩家過關，並且對照學習單上的「過關方法」欄位，實際對照所描述的過關步驟，依據可以執行的程度來評分。分數高低由 1 至 5 分，1 分最低，5 分為最高。
- (2) 設計流暢力：流暢力是產出大量構想的能力，指產生多少個觀念而言，是所有有關反應的總和，反應越多則分數越高。此項目的分數是以學生所設計出的關卡數目為評分依據，每一個有意義的關卡得 2 分，與其他自行設計的關卡相類似的得 1 分。

(3)設計變通力：變通力是將熟悉的事物加以變通思考的能力，指不同分類或不同方式的思考模式，是所有有關類別的總和。關卡任務的十九個關卡當中，只進行基本圖形以及簡單物理知識的任務，而是否能作更進一步的變化，即以設計的關卡所用到的物體種類為評分依據，評斷學生能否將形狀做不同的變化以及搭配，而形成新的物件種類。計分方式如下：

表 3
物件類別計分表

編號	類別名稱	計分
1.	線條	1
2.	文字	1
3.	形狀	2
4.	圖形(圖案)	2
5.	附釘的繩索	2
6.	動力來源：火箭	2
7.	動力來源：箭頭	2

以上述的各項類別計分，符合每一個項目則依上表的標準給分，累計總和即為此變項的分數。

- (4)設計獨創力：創造性獨特反應的能力，是指反應的獨特性、稀有性，常人所想不到的。以設計的關卡獨特程度進行評分依據，與關卡任務中的十個關卡差異越大，給分越高。分數高低由 1 至 10 分，1 分最低，10 分為最高。
- (5)設計精進力：意念延展的能力。是在增加細節的部份，除基本的結構外，每多一個概念即可得一分。在學生設計的多個關卡之中，結構最簡單的關卡與最複雜的關卡互相對比，依據差別程度進行評分，探討學生精益求精的能力。分數高低由 1 至 5 分，1 分最低，5 分為最高。

3.4 研究設計

本研究採用準實驗設計法，將國中八年級四個班級的學生為樣本，分別以三個班為實驗組，一個班為對照組，做為研究對象。探討的內容分為兩部份：

1.概念構圖部份：研究的自變項為以進行遊戲的有無分組，有遊戲組會依在進行遊戲時所提供的不同鷹架輔助，而再分成三組（提供示範組、關鍵特徵組、無鷹架組），對照組則不進行遊戲，依變項為概念構圖的成績（前測、後測）。

2.設計創造力部份：研究的自變項為不同鷹架輔助的分組，依變項為創造力的五項認知能力分數（敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、精進力）。

3.5 研究流程

研究流程分為三個階段：分別為「研究準備」、「進行概念圖及設計創造力實驗」、「資料分析」：

第一階段：研究準備

確定研究目的與研究假設，進行文獻理解與探討。設計與測驗相關的講義、紀錄表格、測驗時相關說明事項以及評量方式，確立信效度，並請專家審核與修改。

為了瞭解學生在實驗時可能出現的情況，先選定男、女學生各兩名進行前導實驗，目的為觀察學生有哪些遊戲行為及解題策略，以及正式施測時可能的突發狀況。

第二階段：進行概念圖及設計創造力實驗

實驗時間間隔約為一個月，概念圖的教學與施測在兩週內完成，利用學生在學校的班會及彈性課程共三節課 135 分鐘，由研究者自行授課，實驗組與對照組均需完成前後兩次概念圖的繪製。遊戲關卡的進行與設計各費時兩週，利用學生的電腦課，調整成每週兩節課進行施測，亦由研究者自行授課。

第三階段：資料分析

全部實驗施測完畢後，根據概念圖前後測成績，以及關卡設計的創造力在各向度得分結果，使用統計軟體 SPSS 第 18 版進行統計分析的工作，以了解受試者在不同鷹架輔助下，其概念構圖及設計創造力的各項認知能力是否有差異。

3.5.1 實驗流程

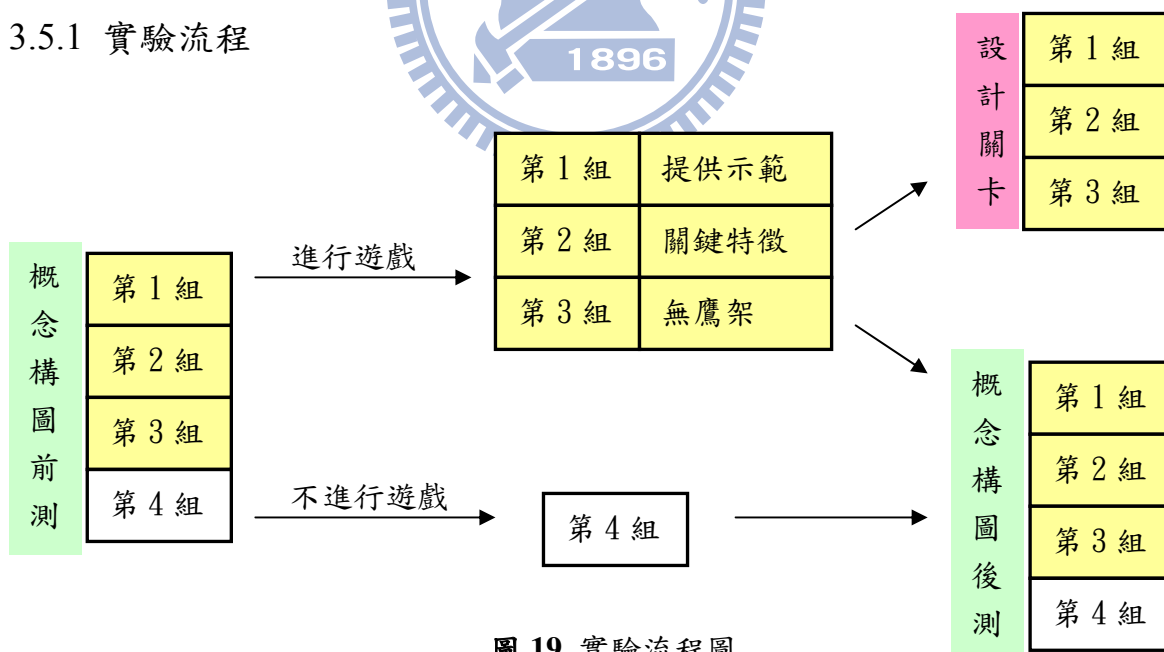


圖 19 實驗流程圖

本實驗流程分為四個階段，依序為「概念圖前測」、「鷹架輔助下進行遊戲」、「概念圖後測」、「設計遊戲關卡」，詳述如下：(如圖 19)

1. 第一階段：概念圖前測

學生包含 4 個班級，共 126 人，分為四個組別：提供示範組、無鷹架組、關鍵特徵組以及對照組，四組均需完成繪製「簡單機械」單元的概念圖（如圖 20、圖 21），實施時間為兩節課共 90 分鐘，第一節課為概念圖的介紹以及說明繪製概念圖的過程及方法，第二節課為指定單元的概念圖設計活動。

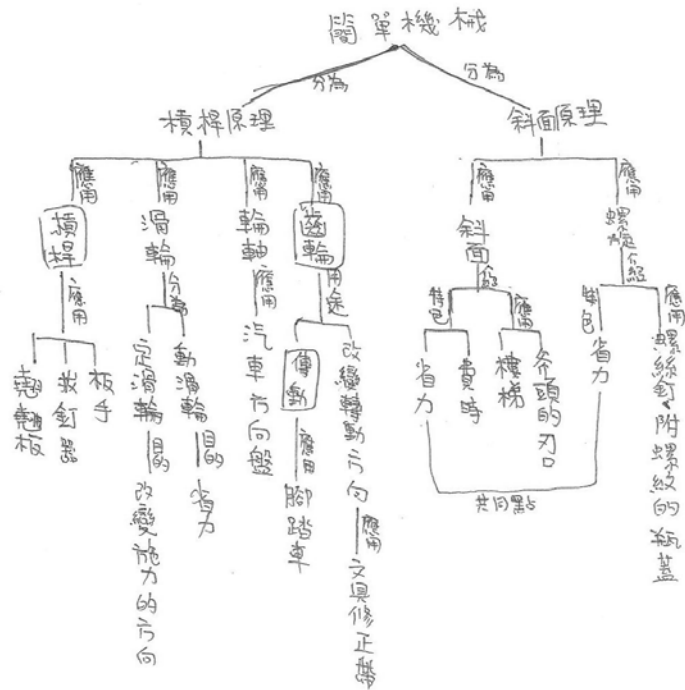


圖 20 受試者繪製的概念圖(一)

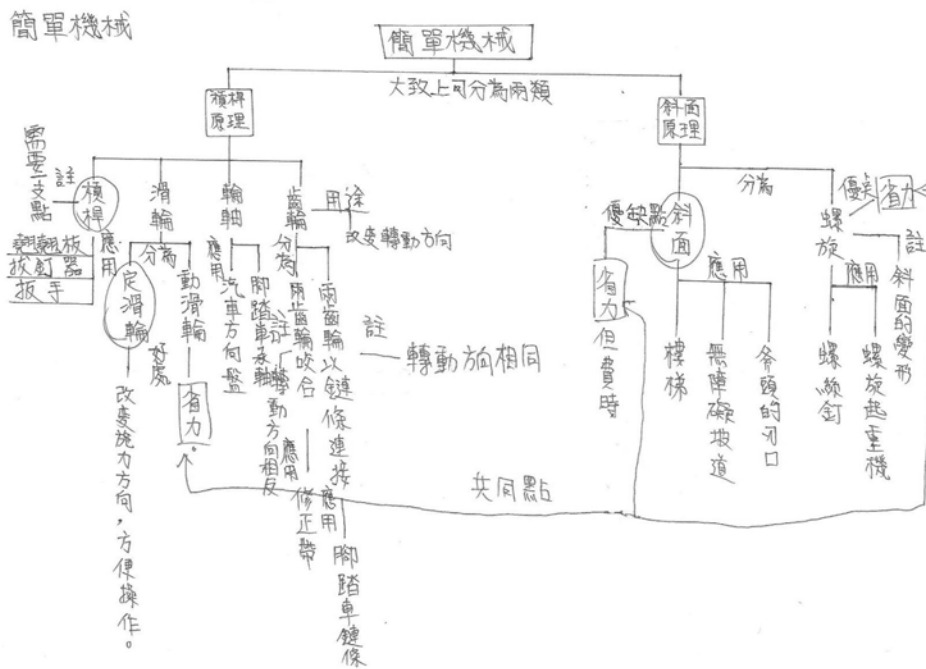


圖 21 受試者繪製的概念圖(二)

2. 第二階段：鷹架輔助下進行遊戲

前三組完成概念圖前測後，進行遊戲的施測，並在遊戲過程中施以不同的鷹架，分別為提供示範組：只提供示範式的鷹架；關鍵特徵組：只提供關鍵性的引導與提示；無鷹架組：則完全不給予任何鷹架的支持。

開始進行遊戲時，為避免造成霍桑效應及強亨利效應，不告知學生進行遊戲的目的，亦不告知有其他不同鷹架的分組，同一個班級的學生為同一組，由於是常態分班，視同隨機分組。

在學生每週一次的電腦課堂上進行實驗，上課時間共 45 分鐘，為給予學生充分的思考時間，避免實驗時間相隔太長，調整成每週連續上兩節課，每組共需進行 19 個關卡任務，於兩週內完成實驗，第一週只會先提供 10 個關卡，以避免學生因預先得知關卡任務而造成實驗上的誤差。

在時間安排上，第一節課的前 15 分鐘，先進行遊戲規則以及鷹架使用的說明（詳見附錄一），實際總施測時間約為 120 分鐘。每組提早完成的學生僅記錄其完成時間作為遊戲表現之參考，由於學生能力有別且基於公平原則，在規定時間內，沒有完成關卡任務的學生，也將不再給予更多的時間。

在為期兩週的時間內完成總共 19 個關卡，各個關卡與指定單元所包含的相關概念，如表 4 所列，關卡的選擇由兩位教學經驗 10 年以上的國中自然與生活科技領域教師討論而得。遊戲過程中要求受試者填寫關卡任務紀錄單（詳見附錄二），可藉此觀察學生在遊戲中過關所花時間以及所使用的物體數目，並了解學生鷹架的使用情形。

表 4
各關卡的相關概念表

關卡	1-2	1-3	1-5	1-10	1-11	2-2	2-3	2-6	2-7	3-2
相關概念	基本原理。	基本原理。	基本原理。	基本原理、轉動。	槓桿。	支點、轉動。	滑輪。	支點、想像。	支點、轉動。	支點、轉動、斜面。
關卡	3-3	3-5	3-7	4-2	4-5	4-6	4-7	5-1	5-2	
相關概念	支點、轉動、滑輪。	支點、想像。	支點、想像。	支點、斜面。	支點、斜面。	槓桿、斜面。	支點、轉動、斜面。	支點、槓桿、轉動、斜面。	動力、斜面。	

利用遊戲功能記錄學生使用過的物體數目、鷹架使用次數、遊戲過關時間，但由於遊戲內的錄影功能只能記錄有過關的關卡且需由玩家自行標記，故另外搭配螢幕錄影軟體，將學生使用鷹架輔助工具的情況紀錄下來，為避免有過度依賴鷹架的情形發生，在進行鷹架使用規則說明時，告知學生所記錄的鷹架使用次數會列入計分考量。

3. 第三階段：概念圖後測

全部四個組別皆需完成相同單元的第二次概念圖繪製。研究者依評分規則進行評分

工作，首先將標準概念圖依評分規則計算，得分為 76 分，同樣依此評分規則計算出受試者前後兩次概念圖的成績，再與標準概念圖得分計算百分比，以做為受試者在概念圖前後測的分數。

以圖 23 為例，學生所繪製的概念圖中，總共有二十六個聯結關係，在「關係」的得分為 $1 \times 26 = 26$ 分；「階層」總數有四層，得分為 $5 \times 4 = 20$ 分；「交叉聯結」的部份有一個，得分為 $10 \times 1 = 10$ 分；在「舉例」方面，共舉出了十個例子，所以得分為 $1 \times 10 = 10$ 分，全部加總後的得分為 66 分，與標準分數計算百分比，故此受試者經換算之後的得分為 $66 \div 76 \times 100 = 86.8$ 分，計算至小數第一位。在所有受試者的概念圖得分中，前測的最高分為 94.4 分，最低分為 11.3 分；後測的最高分為 97.2 分，最低分為 11.3 分。

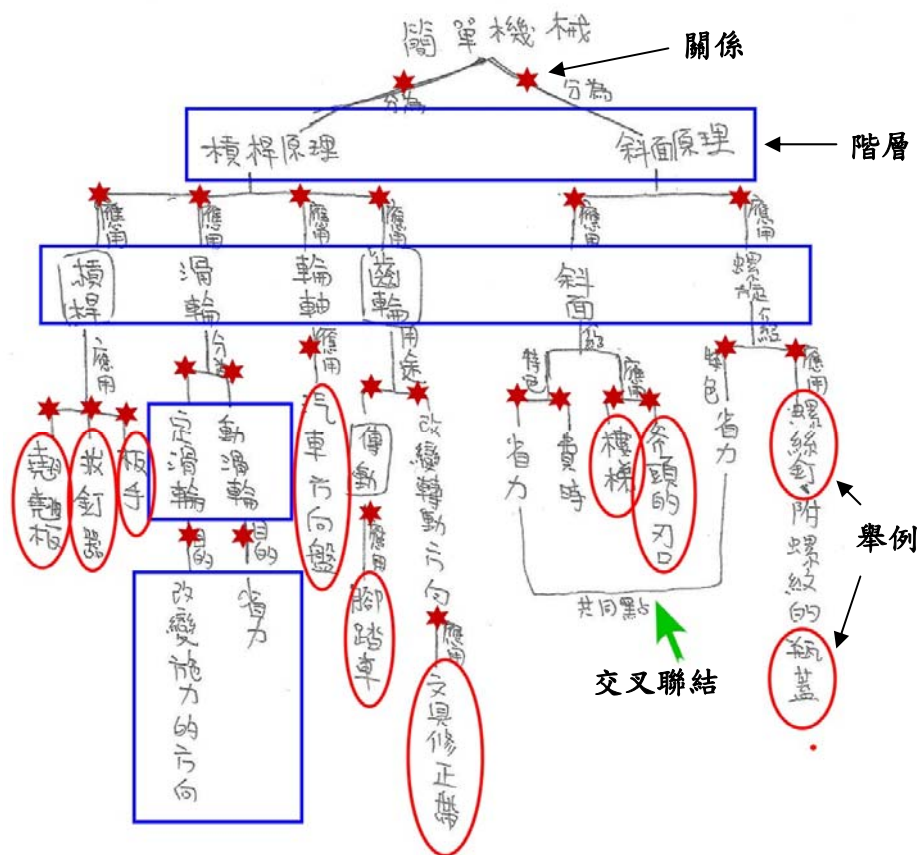


圖 22 受試者概念圖分數計算範例

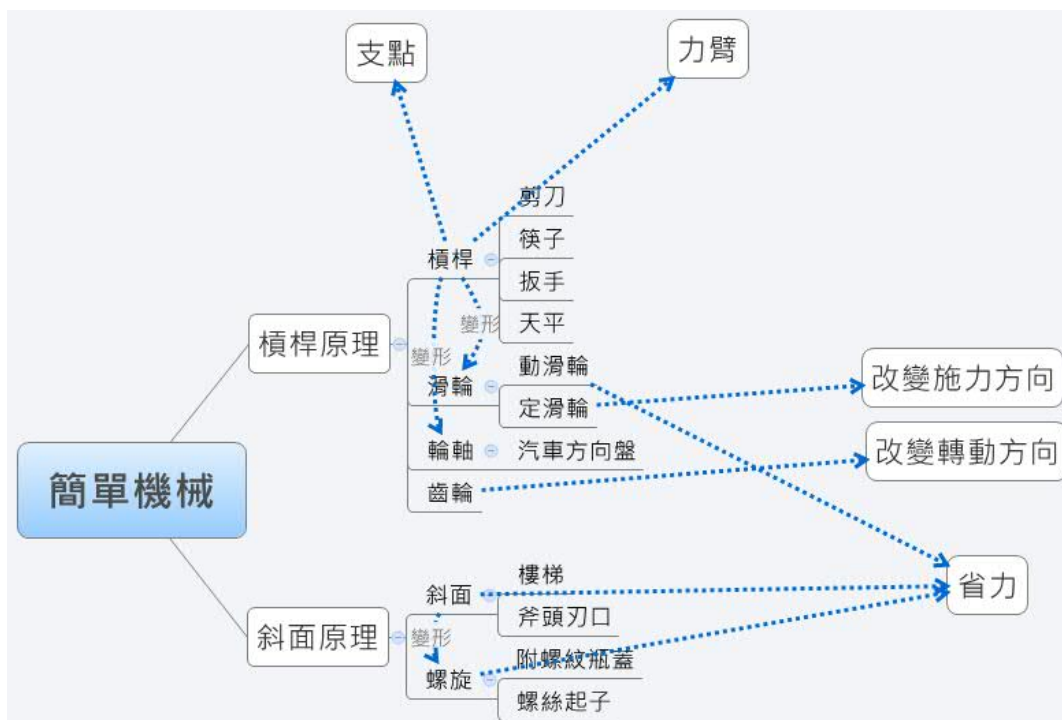


圖 23 參照的標準概念圖

4. 第四階段：設計遊戲關卡

進行完兩週的遊戲關卡任務後，提供示範組、關鍵特徵組、無鷹架組共三組，實施遊戲關卡的设计活動，第三週的第一節課前 15 分鐘說明注意事項及功能選項的介紹(詳見附錄三)，接著受試者開始設計關卡，並嚴格禁止交談、討論。實際進行關卡设计的總時間約為 100 分鐘，另外 30 分鐘完成關卡设计單(詳見附錄四)。關卡设计單的目的是希望學生能先在紙上構思、作業，同時也作為評分時的參考依據，避免學生可能因為不習慣於電腦的操作，而無法完整呈現出個人具創造力的構想。

從開始遊戲的進行到最後設計遊戲關卡的過程中，實驗的设计正符合 Wallas (1926) 所提創造力的歷程，於準備期藉由觀察遊戲，蒐集有關問題資料，以舊經驗結合新的知識；在百思不解之後，進入豁朗期，深入探索遊戲過後，因為發現規則而頓悟，能了解解決問題的關鍵；最後在驗證期，經由設計遊戲關卡將所得新知識與新觀念實際運用，並加以驗證是否可行(如圖 24)。

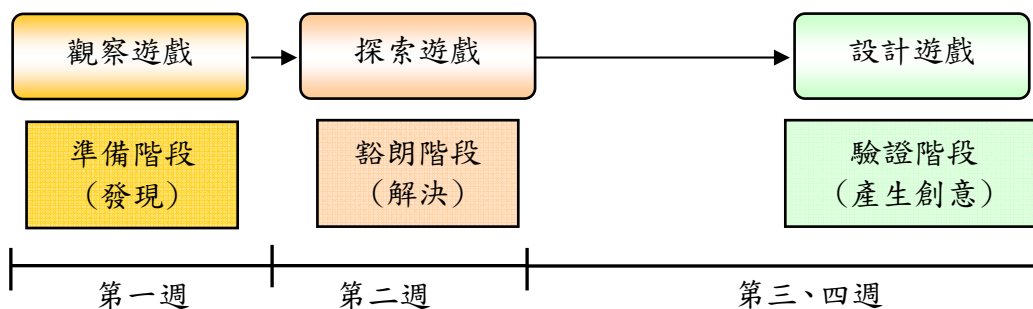


圖 24 時間安排及設計概念流程圖

設計的過程由螢幕錄影軟體記錄下來，設計活動完成後，受試者需繳交所有設計出的關卡電子檔，依順序編檔名，並自行選出在所有設計中最滿意的一個作品，做為主要評分的依據，另需繳交一份關卡設計單。最後由三位教學年資分別為4年、5年、8年的相關領域專門教師(特教、心輔、美術)，進行設計敏覺力、設計流暢力、設計變通力、設計獨創力以及設計精進力五個向度的評分。

在設計關卡任務的評分中，每一項創造力的認知能力都有三位專家所評的三個分數，而決定受試者分數的方式為：以兩位相關較高的評分者A及評分者B所評的分數為基準，兩位評分者分數的平均數為其得分。但若所評的分數差距超過兩個標準差以上，則再以評分者C的分數來做比較，最後由三個所評分數當中，挑出分數差距最小兩個分數的平均數做為受試者最後所得分數。

所有受試者以上述計分方式所得的分數中：在敏覺力方面的分數最高為5分，最低為1分；在流暢力方面的分數最高為6.5分，最低為1.5分；在變通力方面的分數最高為7分，最低為1.5分；在獨創力方面的分數最高為8分，最低為1分；在精進力方面的分數最高為4.5分，最低為1分。

在信效度方面，設計關卡任務的評分中，評分者一致性信度在五向度評分的相關係數分別為設計敏覺力 ($r=.653, p<.001$)、設計流暢力 ($r=.726, p<.001$)、設計變通力 ($r=.746, p<.001$)、設計獨創力 ($r=.541, p<.001$)、設計精進力 ($r=.512, p<.001$)，皆呈現顯著的正相關，可做為評分者信度指標。本研究設計關卡的評分方式以專家效度檢核為主，針對研究目的，引用相關文獻的研究實證，並參酌相關領域教師及專家意見修改而成。



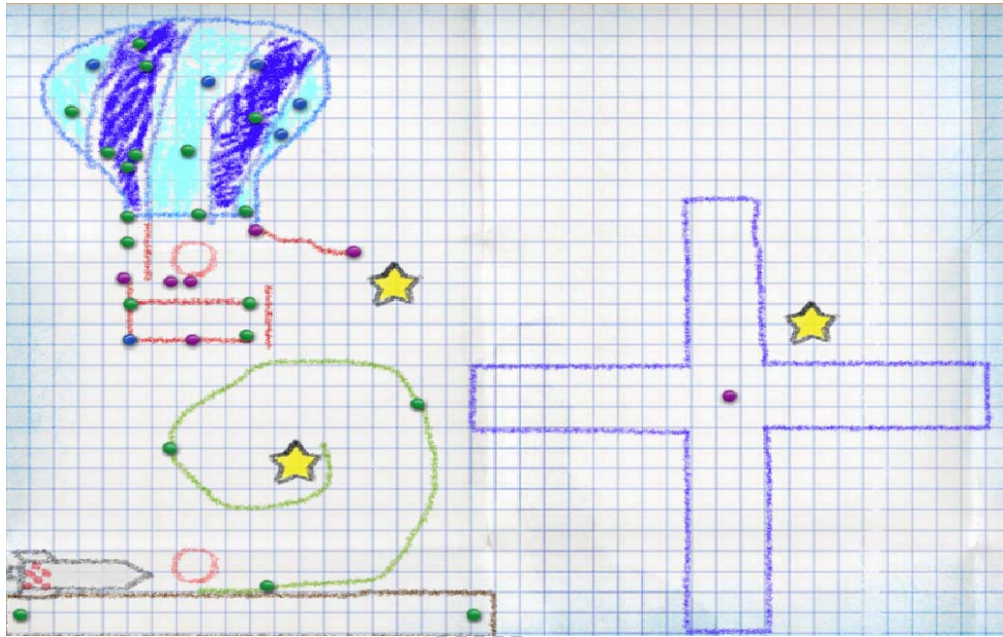


圖 25 受試者設計關卡畫面(一)

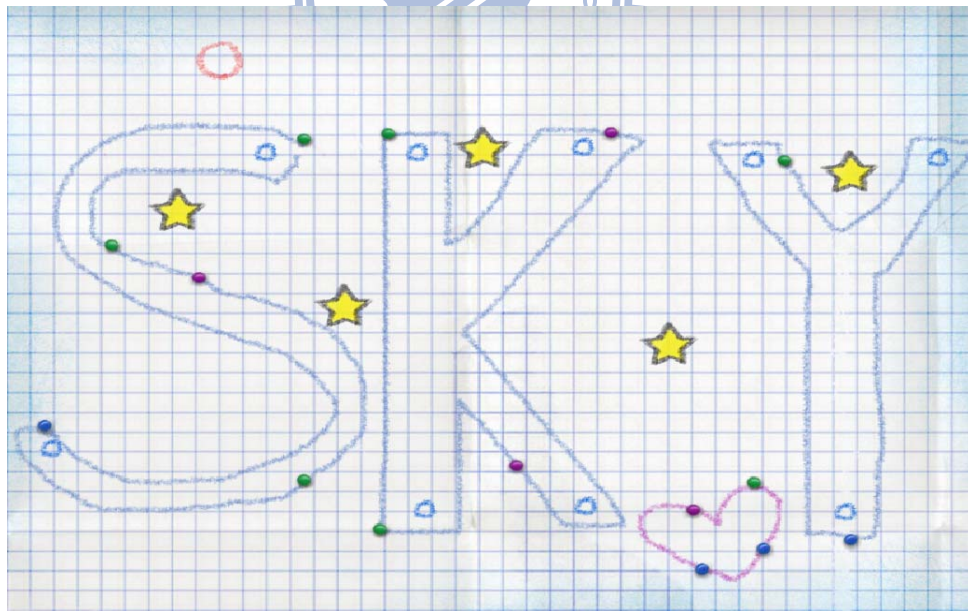
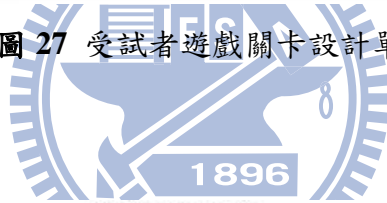


圖 26 受試者設計關卡畫面(二)

遊戲關卡設計單

組別:	(不需填寫)	關卡命名: 飛飛 fly	姓名:
物體數目:	24	難易度: <input type="checkbox"/> 難 <input checked="" type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	使用功能數目: 9
畫面呈現			
文字描述 (特色)	整體充滿 cute 的, 而且不會太難, 絕對可以很有耐性的玩完喔~ ^^		
過關方法 (依步驟順序)	①畫兩顆釘子連持兩顆球和四顆星星 ②畫一物體讓球滾到第一顆星星 ③在圖中右畫個物體在何時把連持兩物的物體消掉就可以吃到第二顆星星 ④在火箭上畫物體讓它撞球去星星		

圖 27 受試者遊戲關卡設計單(一)



遊戲關卡設計單

組別:	(不需填寫)	關卡命名: 星星	姓名:
物體數目:	16	難易度: <input type="checkbox"/> 難 <input checked="" type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	使用功能數目: 9
畫面呈現			
文字描述 (特色)	用英文字做化的關卡, 較多星星! 需花較多時間完成。		
過關方法 (依步驟順序)	①在K和Y上釘了兩顆釘子讓球在S的星星在畫物體讓球碰到K, 再讓球下。 ②畫一線使球碰到K的星星, 在畫物體在球下使球上A。 ③再畫一線使球碰到Y的星星, 在畫物體讓球真正到Y上。 ④KY是畫釘子, 畫長形讓球停下, 再讓物體碰到星星。		

圖 28 受試者遊戲關卡設計單(二)



圖 29 實驗場景(一)



圖 30 實驗場景(二)

第四章 資料分析與討論

資料的分析依據研究目的與研究假設，可分為以下幾部份：4.1 進行遊戲與否對概念圖成績之影響，4.2 不同鷹架輔助對概念圖成績之影響，4.3 不同鷹架輔助對敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、精進力等創造力五向度之影響，4.4 不同鷹架輔助在鷹架使用次數及遊戲過關時間的表現情形。

本研究利用統計軟體 SPSS 第 18 版套裝軟體進行統計分析，所使用的方法如下：

- 1.進行遊戲與否對概念圖前後測的分數差異程度。(單因子共變數分析)
- 2.不同鷹架輔助對概念圖成績之影響。(單因子共變數分析)
- 3.不同鷹架輔助對敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、精進力之影響。(單因子變異數分析)
- 4.不同鷹架輔助對鷹架使用次數之影響。(獨立樣本 t 檢定)
- 5.不同鷹架輔助對遊戲過關時間之影響。(單因子變異數分析)

本研究的四個班級以隨機方式分派組別，將四個班級分為有進行遊戲且在遊戲過程中實施不同鷹架輔助的提供示範組(31人)、無鷹架組(30人)、關鍵特徵組(33人)，以及沒有進行遊戲的對照組(32人)，共四組進行實驗。

進行完概念圖前後測及設計關卡的實驗後，因為有些受試者請假或缺交，使得概念圖前後測的繳交不完全，遺漏值共 19 人；而設計好的關卡電子檔繳交出錯，遺漏值共 3 人，此皆屬無效的樣本，因此將其刪除。另外，以盒狀圖的分佈情況可看出，在概念圖前測中，對照組的第 15、27 以及 28 筆資料，分數為過低或過高的極端值(超過兩個標準差)；概念圖後測部份，對照組的第 28 筆資料，以及關鍵特徵組的第 98 筆資料，也都屬極端值，共 4 人，將以上資料過濾後，整理後每組的實際人數如表 5 所列：

表 5

各組實驗人數整理表

遊戲與否	組別	概念圖前測	概念圖後測	設計創造力
有玩遊戲	提供示範組	26	26	30
	無鷹架組	23	23	30
	關鍵特徵組	28	28	31
沒玩遊戲	對照組	26	26	X

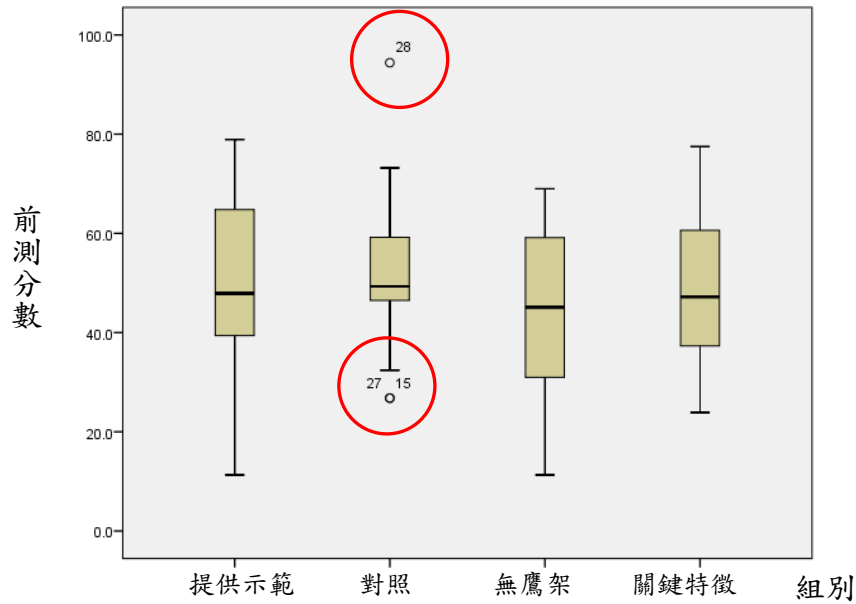


圖 31 概念圖前測盒狀圖（註：圖中數字表示受試者編號）

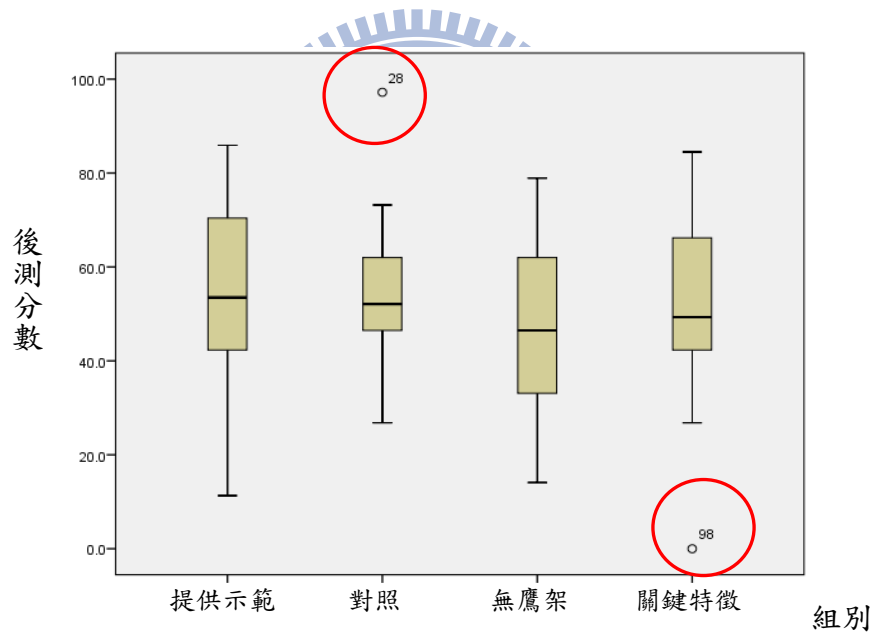


圖 32 概念圖後測盒狀圖（註：圖中數字表示受試者編號）

4.1 進行遊戲與否對概念圖成績之影響

為探討有進行遊戲及未進行遊戲在增進相關單元的概念聯結程度是否有差異，將有進行遊戲的受試者做為遊戲組，而不進行遊戲的受試者為對照組，在本研究假設的實驗中，自變項為進行遊戲與否的組別，依變項為概念圖後測的成績，而共變項則為概念圖前測的成績，進行單因子共變數分析，以探討自變項對概念圖成績之影響。

表6

遊戲與否的概念圖後測成績平均數與經共變數調整後平均數之描述性統計表

組別	人數	原始平均數		調整平均數	
		平均數	標準差	平均數	標準誤
對照組	26	53.365	14.907	49.585	.546
遊戲組	77	51.278	18.953	52.554	.316

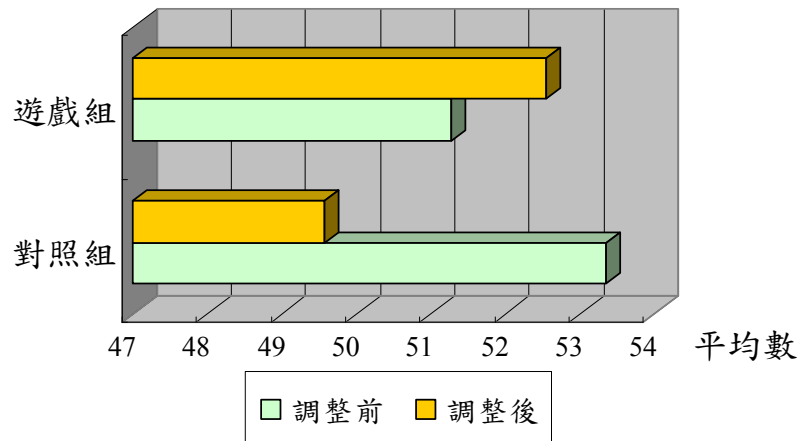


圖 33 遊戲與否在調整後測平均數之長條圖

為了解遊戲組與對照組的受試者起點行為之差異情形，進行同質性檢定，經過 Levene 檢定後未達顯著水準，符合變異數同質假設。

由表7可知，在排除了概念圖前測成績對後測成績的影響之後，有進行遊戲與沒有進行遊戲的兩個組別在概念圖後測成績上具有顯著差異， $F(1,100) = 22.003$ ， $p < .001$ ，即表示後測成績會受到是否進行遊戲的影響。

事後檢定可得知：遊戲組的概念構圖成績，明顯高於對照組 ($p < .001$)，亦即有進行遊戲的受試者，在概念構圖的表現上，顯著高於沒有進行遊戲的受試者。

在研究中發現，相較於沒有進行遊戲的學生，有進行遊戲的學生概念構圖的進步分數較多，在「蠟筆物理」遊戲情境中，關卡任務可讓學生將原有的舊經驗與新的學習產生聯結，除了瞭解「簡單機械」的概念結構外，也因此將中心概念與其他子概念的聯結加深加廣，讓學習內容更有意義、更具體化。由此推論，遊戲確實可以幫助提昇學習內容中相關單元的概念聯結，加強學習者對於概念與概念之間的聯結關係，讓學習有較佳的效益。

表7

遊戲與否在概念圖後測的共變數分析摘要表

變異來源	自由度	平均平方和	F值	顯著性	事後比較
對比	1	168.723	22.003	.000	遊戲組 > 對照組
誤差	100	7.668			

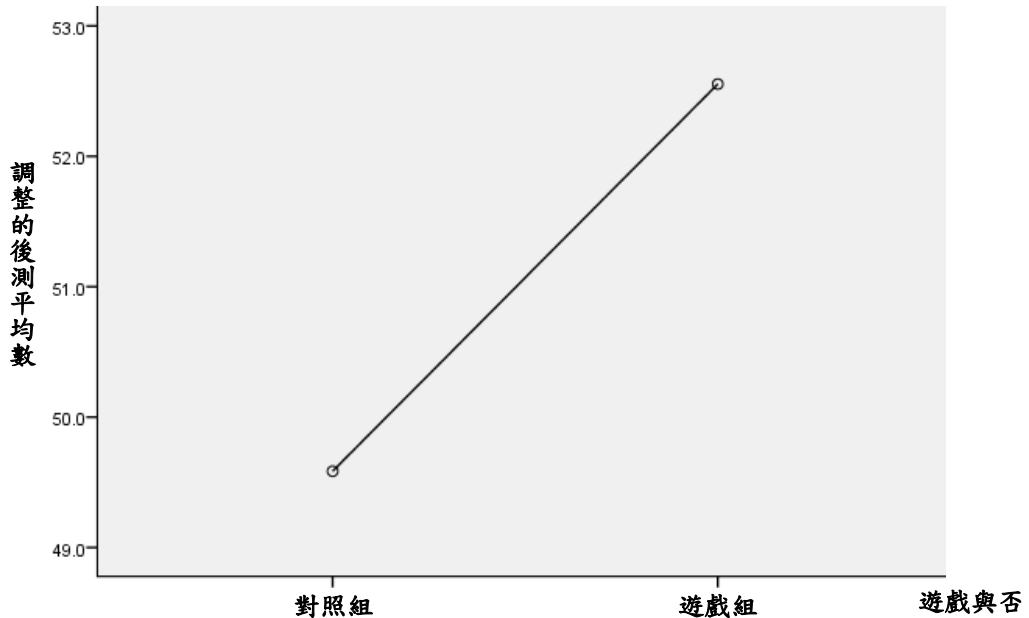


圖 34 遊戲與否的調整後測平均數剖面圖

4.2 不同鷹架輔助對概念圖成績之影響

由於有進行遊戲確實在概念圖表現上顯著較佳，因此比較有進行遊戲的三個組別：提供示範組、關鍵特徵組以及無鷹架組，分別對概念圖前後測的差異性是否顯著，以了解何種鷹架有助於概念圖的表現。

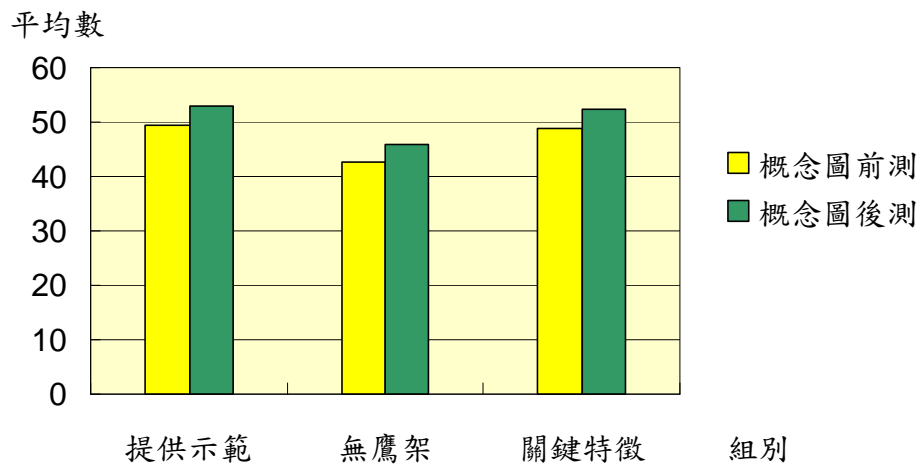


圖 35 不同鷹架的概念圖前後測比較長條圖

此研究假設中的自變項為組別，分別為提供示範組、關鍵特徵組以及無鷹架組，共三個組別，依變項為概念圖後測的成績，而共變項則為概念圖前測的成績，進行單因子共變數分析，探討自變項各個組別對概念圖成績之影響。

表8為三組不同鷹架對概念圖成績的描述性統計，調整前的三組別平均數分別為關鍵特徵組（54.44）、提供示範組（52.88）、無鷹架組（46.05），關鍵特徵組的平均數略高於其他兩組，而調整後的平均數分別為關鍵特徵組（52.64）、無鷹架組（50.90）、提供示範組（50.53）。

表8

不同鷹架的概念圖後測成績平均數與經共變數調整後平均數之描述性統計表

鷹架組別	人數	原始平均數		調整平均數	
		平均數	標準差	平均數	標準誤
提供示範	26	52.881	19.832	50.527	.570
無鷹架	23	46.052	19.917	50.902	.610
關鍵特徵	28	54.436	16.595	52.638	.548

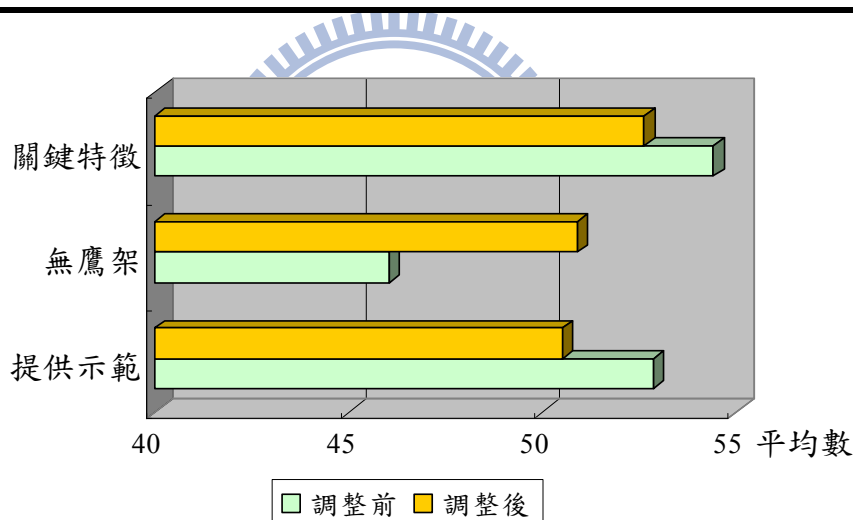


圖 36 不同鷹架在調整後測平均數之長條圖

同質性考驗未達顯著水準，即概念構圖前測以及概念構圖後測不因組別的处理不同而有所差異，符合同質性檢定，繼續進行共變數分析。

由表9可知，在排除了概念圖前測成績對後測成績的影響之後，三個不同鷹架輔助的組別對後測成績的影響效果顯著， $F(1,100) = 22.003$ ， $p < .001$ ，表示後測成績的高低會受到三種不同的鷹架作用所影響，而有顯著差異。

事後比較結果可知：經實驗處理後的概念圖成績，在不同鷹架的三個組別中，關鍵特徵組在概念圖的成績顯著高於提供示範組 ($p < .01$)，且關鍵特徵組在概念圖的成績也顯著高於無鷹架組 ($p < .05$)，而提供示範組與無鷹架組之間則無顯著差異。

關鍵特徵鷹架在遊戲過程中，不直接給學生過關的解答，而只給予關鍵步驟的提示，讓學生能藉由提示的引導，重新審視關卡問題，自行擬定解題計畫來解決問題。學

生在一連串的關卡任務中，逐步將遊戲中所習得的概念與相關單元的內容，內化成自己的知識。

提供示範鷹架提供學生完整的關卡解答過程，使學生在遊戲過程能較順利的過關，不致於因為卡關而降低樂趣，卻可能讓學生因此無法主動思考關卡內所包含的意義以及解題方法，並減少融會貫通的機會，導致在概念的聯結關係上，未能如關鍵特徵鷹架一般，呈現出較佳的成效。

表9

不同鷹架在概念圖後測的共變數分析摘要表

變異來源	自由度	平均平方和	F值	顯著性	事後比較
對比	1	168.723	22.003	.000	關鍵特徵 > 提供示範
誤差	100	7.668			關鍵特徵 > 無鷹架

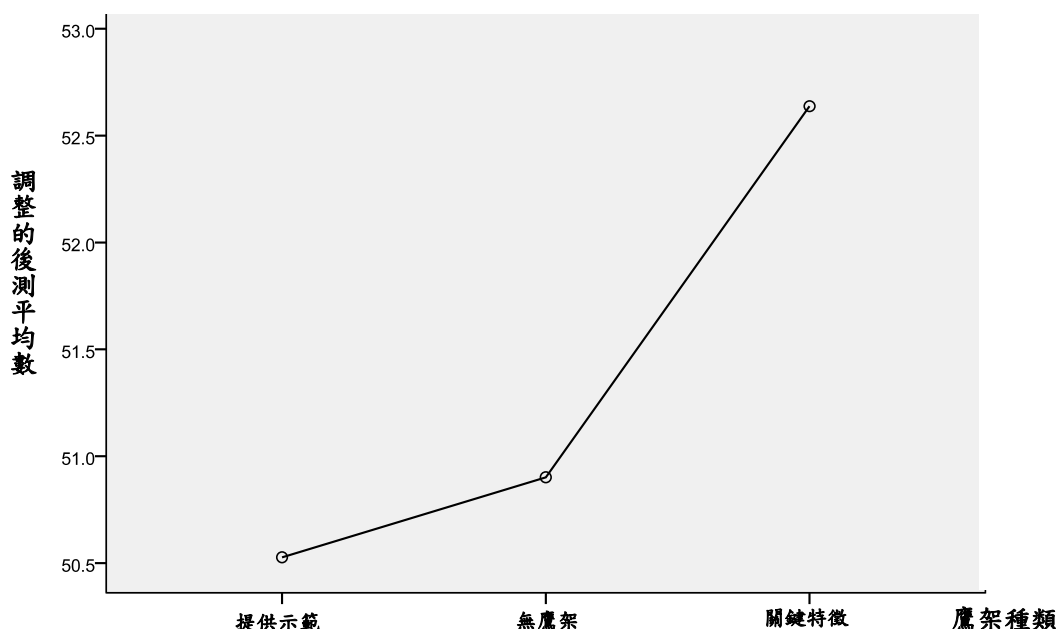


圖 37 不同鷹架的調整後測平均數剖面圖

4.3 不同鷹架輔助對設計創造力五個向度的影響

依據研究目的，將受試者分為三組，分別為「提供示範組」、「關鍵特徵組」、「無鷹架組」，為瞭解各組受試者於創造力的五個向度上所得的分數是否存在有顯著差異，將依組別針對各向度得分實施單因子變異數分析。

4.3.1 不同鷹架輔助對敏覺力的影響

首先，為瞭解不同鷹架輔助的各組別在敏覺力的表現情形，先以描述性統計進行比較。由表 10 可看到，在「敏覺力」的平均數當中，關鍵特徵組 (2.71) 的表現優於提供示範組 (2.38) 及無鷹架組 (2.18)。

表 10

敏覺力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表

鷹架組別	人數	平均數	標準差
提供示範	30	2.383	.762
無鷹架	30	2.183	.804
關鍵特徵	31	2.710	.728

在同質性考驗中，Levene 的變異數同質性檢定未達顯著，結果發現不同鷹架的三組別在「敏覺力」評分項目中的離散情形沒有明顯差別。

整體考驗結果可以發現，在遊戲中使用不同鷹架輔助的受試者，在「敏覺力」的表現上確實有所不同， $F(2,88) = 3.689$ ， $p < .05$ ，即「敏覺力」會因鷹架的不同而有顯著的差異，如表 11 所示。

在事後多重比較檢驗中可發現，在「敏覺力」的部份，關鍵特徵組對無鷹架組具有顯著差異 ($p < .01$)，而提供示範組對無鷹架組則沒有顯著差異。

基於上述分析結果可推論：由於關鍵特徵鷹架提供給受試者的提示，所呈現的是關卡之中某個關鍵性的步驟，可讓受試者在完成關卡任務時，了解關卡的進行以及解題的模式，藉此幫助受試者在設計關卡時，思考能更為縝密，更能將設計的內容步驟化，也因此可從研究中發現到，關鍵特徵組的受試者在設計敏覺力方面的表現顯著較高。

表 11

敏覺力的變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著性	事後比較
組間	4.315	2	2.158	3.689	.029	關鍵特徵 > 無鷹架
組內	51.470	88	.585			
總和	55.786	90				

4.3.2 不同鷹架輔助對流暢力的影響

首先，為瞭解不同鷹架輔助的各組別在流暢力的表現情形，先以描述性統計進行比較。由表 12 可看到，在「流暢力」的評分項目之平均數，提供示範組 (3.52) 的表現優於關鍵特徵 (3.32) 及無鷹架 (3.15) 兩組。

表 12

流暢力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表

鷹架組別	人數	平均數	標準差
提供示範	30	3.517	1.102
無鷹架	30	3.150	1.153
關鍵特徵	31	3.323	.971

在同質性考驗中，Levene 的變異數同質性檢定未顯著，結果發現這不同鷹架的三組在「流暢力」評分項目中的離散情形沒有明顯差別。

整體考驗結果發現，三組受試者在不同鷹架輔助下，對於「流暢力」的得分無顯著差異， $F(2,88) = .87$ ， $p = .422$ ，表示「流暢力」的表現並不顯著。

推論可能原因為設計一個遊戲關卡需要耗費頗多的時間，在設計過程當中受試者常會在一兩個關卡上不斷地進行修改以及嘗試，以致於所產出的關卡數量並不足以在本研究中造成顯著的影響。

表 13

流暢力的變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著性
組間	2.019	2	1.010	.870	.422
組內	102.091	88	1.160		
總和	104.110	90			

4.3.3 不同鷹架輔助對變通力的影響

首先，為瞭解不同鷹架輔助的各組別在變通力的表現情形，先以描述性統計進行比較。由表 14 可看到，在「變通力」的平均數方面，則是提供示範組 (3.65) 的表現優於關鍵特徵 (3.18) 及無鷹架 (3.03) 兩組。

表 14

變通力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表

鷹架組別	人數	平均數	標準差
提供示範	30	3.650	1.153
無鷹架	30	3.033	.964
關鍵特徵	31	3.177	.791

在同質性考驗中，Levene 的變異數同質性檢定未顯著，結果發現這不同鷹架的三組在「變通力」評分項目中的離散情形沒有明顯差別。

整體考驗結果可以發現，在遊戲中使用不同鷹架輔助的受試者，在「變通力」的表現上確實有所不同， $F(2,88) = 3.264$ ， $p < .05$ ，即「變通力」會因鷹架的不同而有顯著的差異，如表 15 所示。

在事後多重比較檢驗中可發現，在「變通力」的部份，提供示範組明顯的優於無鷹架組，具有顯著的差異（ $p < .05$ ），但是關鍵特徵組對無鷹架組則沒有顯著差異。

提供示範鷹架在遊戲中給予受試者多樣化的過關示範內容，這些示範的內容在過關的過程中，讓受試者無形之中獲取了大量的物件資訊，因而能夠將其運用在所設計的關卡內，以致於提供示範鷹架組的受試者，在設計變通力的向度中，能有較好的表現。

表 15

變通力的變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著性	事後比較
組間	6.256	2	3.128	3.264	.043	提供示範 > 無鷹架
組內	84.316	88	.958			
總和	90.571	90				

4.3.4 不同鷹架輔助對獨創力的影響

首先，為瞭解不同鷹架輔助的各組別在獨創力的表現情形，先以描述性統計進行比較。由表 16 可看到，在「獨創力」的平均數當中，關鍵特徵組（2.84）的表現優於提供示範組（2.60）及無鷹架組（2.32）。

表 16

獨創力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表

鷹架組別	人數	平均數	標準差
提供示範	30	2.600	1.494
無鷹架	30	2.317	1.030
關鍵特徵	31	2.839	1.114

在同質性考驗中，Levene 的變異數同質性檢定未顯著，結果發現這不同鷹架的三組在「獨創力」評分項目中的離散情形沒有明顯差別。

整體考驗結果發現，三組受試者在不同鷹架輔助下，對於「獨創力」的得分無顯著差異， $F(2,88) = 1.381$ ， $p = .257$ ，表示「獨創力」的表現並不顯著。

James Propp 在 *The Art of Mathematics* 書中的書評曾提到過：「獨創力可由培養獲得，但卻無法由教學習得。因為獨創力是種藝術，而不是技術。」本研究並不在獨創力能否教學或培養之中下定論，然而由學者們的論述當中可知，獨創力似乎不是一朝一夕就可有所改變的，因此在研究中的各組鷹架對於設計獨創力的影響並不顯著，推論原因可能在此研究的時間內，未必能對設計獨創力產生影響所致。

表 17

獨創力的變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著性
組間	4.161	2	2.081	1.381	.257
組內	132.635	88	1.507		
總和	136.797	90			

4.3.5 不同鷹架輔助對精進力的影響

首先，為瞭解不同鷹架輔助的各組別在精進力的表現情形，先以描述性統計進行比較。由表 18 可看到，在「精進力」的平均數當中，關鍵特徵組 (2.15) 的表現優於提供示範組 (1.92) 及無鷹架組 (1.88)。

表 18

精進力對不同鷹架輔助的描述性統計資料表

鷹架組別	人數	平均數	標準差
提供示範	30	1.917	.939
無鷹架	30	1.883	.739
關鍵特徵	31	2.145	.686

在同質性考驗中，Levene 的變異數同質性檢定未顯著，結果發現這不同鷹架的三組在「精進力」評分項目中的離散情形沒有明顯差別。

整體考驗結果發現，三組受試者在不同鷹架輔助下，對於「精進力」的得分無顯著差異， $F(2,88) = .988$ ， $p = .377$ ，表示「精進力」的表現並不顯著。

不同鷹架的各組受試者在設計精進力的表現上並不顯著，推論原因在於受試者在設計關卡的過程中，主要以遊戲的難易度以及能否過關為導向，而忽略了設計成品的精細

程度。因此，最後所呈現的關卡作品之間細膩程度並沒有較為明顯的差異。

表 19

精進力的變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著性
組間	1.245	2	.623	.988	.377
組內	55.480	88	.630		
總和	56.725	90			

4.4 不同鷹架輔助的遊戲表現情形

遊戲表現由「鷹架的使用次數」以及「遊戲關卡所花費的時間」兩方面來探討，分別使用獨立樣本 t 檢定、單因子變異數分析來做資料的處理，以下分兩小節討論。

4.4.1 不同鷹架輔助對鷹架使用次數之影響

鷹架使用次數採計的方式為每個受試者在所有關卡當中所使用的鷹架總次數，其中，沒記錄清楚而產生的遺漏值共 4 人，因此，最後提供示範組共有 29 人，關鍵特徵組共有 30 人。圖 38 為提供示範鷹架及關鍵特徵鷹架的受試者，分別於各個關卡的鷹架使用次數長條圖，可看出兩組別在各關卡所使用的鷹架次數約略相當。

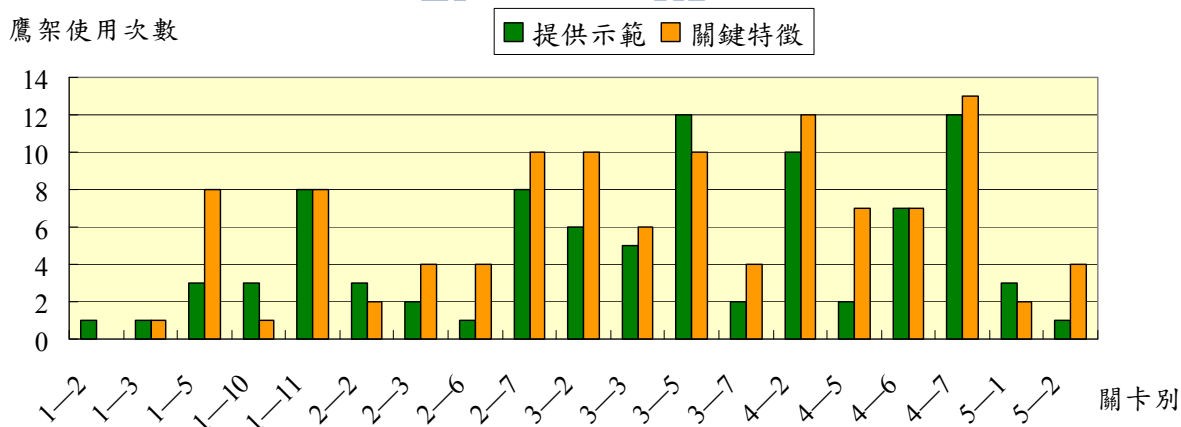


圖 38 遊戲關卡的鷹架使用次數長條圖

以不同的鷹架分組來看，關鍵特徵組 (3.77) 在鷹架的平均使用次數比提供示範組 (3.10) 的平均使用次數略高。

從不同鷹架的組別對鷹架使用次數的 t 檢定來看，提供示範組與關鍵特徵組兩者之間未達顯著， $t(57) = -1.166$, $p = .249$ ，即表示兩組不同鷹架輔助的受試者在鷹架的使用次數上沒有顯著差異。

表20

不同鷹架輔助對鷹架使用次數之t檢定

鷹架類型	人數	平均數	標準差	t值
提供示範	29	3.10	2.366	-1.166
關鍵特徵	30	3.77	1.995	

4.4.2 不同鷹架輔助對遊戲過關時間之影響

遊戲過關時間為每個關卡從開始到過關所花費時間的總和，為求分析準確，在觀察記錄時，如有未完成遊戲者或是任何一關沒有記錄到，即為無效的樣本，因此，提供示範組採計人數為 22 人，無鷹架 19 人，關鍵特徵 21 人。

由表 21 的描述性統計可看到，在遊戲過關時間的平均數中，無鷹架組（1212.53 秒）的時間比關鍵特徵組（1085.33 秒）及提供示範組（830.14 秒）略高。

表21

不同鷹架在遊戲過關時間描述性統計資料表

	人數	平均數	標準差
提供示範	22	830.14	430.767
無鷹架	19	1212.53	405.960
關鍵特徵	21	1085.33	325.085
總和	62	1033.76	415.914

在同質性考驗中，三組不同鷹架輔助的同質性檢定未顯著，結果發現不同鷹架的三組別對於遊戲時間的離散情形沒有明顯差別。

由表 22 可得知，整體考驗的結果在不同鷹架輔助下的三組受試者，對於遊戲過關時間具有顯著差異， $F(2,59) = 5.177$ ， $p < .01$ ，進行事後比較可發現，無鷹架組的遊戲過關時間顯著高於提供示範組（ $p < .01$ ）；關鍵特徵組的遊戲過關時間亦顯著高於提供示範組（ $p < .05$ ）。由結果可知，提供示範組在三組不同鷹架的組別中，於進行遊戲過關所花費的時間最少。

表22

不同鷹架對遊戲過關時間的變異數分析摘要表

	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著性	事後比較
組間	1575223.377	2	787611.688	5.177	.008	無鷹架 > 提供示範
組內	8976831.994	59	152149.695			關鍵特徵 > 提供示範
總和	10552055.371	61				

綜合4.4.1以及4.4.2的發現，提供示範鷹架以及關鍵特徵鷹架的兩組受試者，在鷹架使用次數上並無顯著差別，然而，提供示範組在遊戲過關時間卻顯著少於關鍵特徵組。

實驗開始前即要求受試者需把使用鷹架的情形記錄下來，受試者為了與同儕比較而產生不服輸的心理，都想獨自將關卡任務完成，盡可能在遊戲過程中都避免了鷹架的使用，由此推論，在運用鷹架輔助策略的同時，若能加上同儕競爭的機制，確實可有效的避免鷹架依賴的情況發生。

提供示範鷹架的受試者雖使用鷹架次數略少於關鍵特徵鷹架的受試者，但其所提供的鷹架，能給予受試者最直接的解題方法及策略，較能幫助受試者不致於卡關，因此減少了遊戲過程中所花費的時間，較有助於遊戲的進行。



第五章 結論與建議

在數位遊戲情境中學習，可為學習帶來許多正面的影響（Rosas et al., 2003）。經本研究發現，有進行遊戲的受試者，在概念圖的表現上確實優於沒有進行遊戲的受試者。法國教育學家福祿貝爾曾說：「遊戲起於快樂，而終於智慧」，能在遊戲中學習，應是每個人所希望的。認知學派大師級人物 Paley，在接受「天下雜誌」專訪時說：「在遊戲裡能學到人生各階段所需要的能力，遊戲是創意的來源，創意是人類與生俱來的一部份」（李雪莉，2002）。遊戲能讓學生在不斷的回饋下，產生自發性學習動機而持續地進行學習。在遊戲情境中，可形成一個較為輕鬆無壓力的環境，不僅降低學生可能產生的認知負荷，更可提昇學生的內在動機，因而產生有意義的學習（Ausubel, 1963）。

遊戲式學習（Game-based learning）策略能將教學相關的內容與遊戲特性做結合，在一個學習循環的過程之後，達到所欲學習的目標（Garris、Ahlers & Driskell, 2002）（如圖 39）。其中，第二階段的學習循環需要學習者有意願主動學習如何玩遊戲並持續參與此遊戲，才能建構出此一學習循環，而這就需要有良好且適當的學習鷹架工具做為輔助。本研究的「Crayon Physics Deluxe」即為此種教育類型的遊戲，與其他數位遊戲同樣具有競爭與挑戰、目標及規則、結果與回饋、且能帶來自我滿足與成就感等特性，由於提供示範鷹架可藉由螢幕錄影軟體將過關的過程錄下，以達到與本研究相同的效果，而關鍵特徵鷹架則可使用畫面擷取輔以繪圖軟體的方式來提供步驟化的提示，因此，可以輕易的將此兩種鷹架推廣至其他類型遊戲當中。在遊戲內的鷹架輔助下，結果證實增加了知識概念的聯結且增進了創造力的表現。由此可知，當學生在學習新的知識時，若能在數位遊戲當中融入適當的學習鷹架做為學習輔助，相信能因此對學習產生莫大的助益。

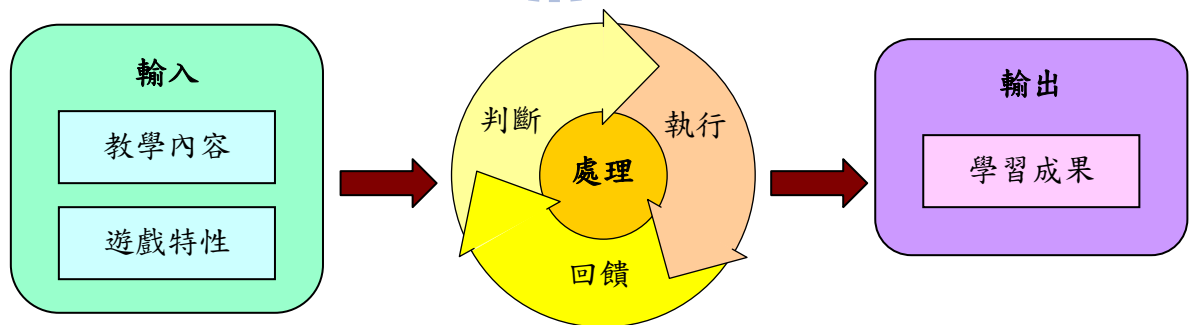


圖 39 電腦遊戲式學習模式（Garris、Ahlers & Driskell, 2002）

本研究對照 Hannafin (2001) 所提出學習鷹架的分類，關鍵特徵鷹架相當於後設認知鷹架，正好呼應 Wolf (2000) 所提後設認知所包含的任務分析、策略選擇、自我監控等學習過程。關鍵特徵組在遊戲進行中的步驟化提示，提供學習者一個問題解決模式，可幫助學習者做概念與概念間的聯結。學習者能在推理解題過程中自我修正與調適，增進擴散思考的能力，也促使受試者在設計關卡階段能主動的偵測與監控自己的認知歷程，因此在創造力的敏覺向度能有較佳的表現。

提供示範鷹架由於在遊戲過程中能直接給予受試者解題示範，而有立竿見影的成效，大幅縮短遊戲的時間。更因此讓受試者獲得大量的物件資訊，了解更多物件的使用方式，能在設計關卡時加以運用，使得提供示範鷹架在創造力的變通向度表現較佳。

從研究結果發現，在遊戲進行當中施以鷹架輔助，鷹架可讓學習者獲取大量的訊息以及步驟化的提示。學習者以遊戲初期所獲得大量的結構性知識為基礎，將資訊處理後進一步習得程序性知識，在持續地解決關卡任務之後，形成程序性知識的自動化。由概念構圖評量及創造力關卡設計評量中可知，適當將提供示範以及關鍵特徵的學習鷹架運用在數位遊戲中有助於學習者吸收新的結構性知識，並藉由數位遊戲的反覆操作可協助學習者將所學之結構性知識內化成具有自動化特點的程序性知識，並成為下一個結構性知識的起點。

綜合以上，可發現不同的鷹架輔助會對學習者的學習產生不同的影響，從教育的觀點來看，有時過多或過於有效的鷹架，可能會造成玩家的鷹架依賴，阻礙學習者的學習（詹惠麟，2010），由此可知，鷹架實施的關鍵必須在適時、適切地給予最適當的協助，為了協助學習者學習，鷹架有其必要性，但鷹架的數量及內容則需要教學者審慎思考及使用。



參考文獻

中文部分

- 毛連塹、郭有遜、陳龍安、林幸台（2000）。**創造力研究**。台北：心理出版社。
- 余民寧（1996）。**概念構圖在改進教學方法之應用研究**。教育部專題研究成果報告。台北：國立政治大學。
- 余民寧（1997）。**有意義的學習-概念構圖之研究**。台北：商鼎文化出版社。
- 李雪莉（2002）。**遊戲出想像力、專注力**。天下雜誌教育特刊系列，第 263 期。
- 徐椿梁（2001）。**鷹架學習理論在專業技術教學的成效分析之研究**。國立台灣師範大學工業教育研究所博士論文。未出版。
- 張苑珍（1997）。**鷹架理論在成人教學實務之應用**。成人教育雙月刊，40，43-52。
- 陳素宜，孫易新合譯，Buzan, Tony 著（2007）。**心智魔法師:大腦使用手冊(Use Your Mind)**。台北：耶魯國際文化。
- 陳龍安，朱湘吉（1999）。**創造與生活**。台北：五南，72~74。
- 陳龍安（2006）。**創造思考教學的理論與實際(第六版)**。台北：心理出版社。
- 詹益民（1996）。**個人屬性、人格特質與內滋激勵與外附激勵關聯性之研究—以交通部數據通訊所員工為例**。國立交通大學管理科學研究所碩士論文。未出版。
- 詹惠麟（2010）。**數位遊戲中鷹架輔助對策略發展及遊戲行為的影響**。國立交通大學理學院科技與數位學習學程碩士論文。未出版。
- 戴保羅譯（1999）。**學習地圖—21 世紀加速學習革命**。（原作者：Colin Rose & Malcolm J. Nicholl）。台北：經典傳訊。（原著出版年：1997）

英文部分

- Amabile, T. M. (1983). *The Social Psychology of Creativity*, New York, NY:Springer-Verlag.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity In Context: Update to The Social Psychology of Creativity*.
Oxford, UK: Westview Press.
- Amabile, Teresa M., Tighe, Elizabeth (1993). *Questions of creativity, in Creativity* edited by
Brockman John.
- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive psychology and its implications (3rd ed.)*. New York: W.H.
Freeman.
- Anderson, R., Armbruster, B., & Roe, M. (1990). *Improving the education of reading teachers*.
Daedalus, 119 (2), 187-209.
- Anderson, Ake E. & Sahlin Nils-Eric (Eds.) (1997), *The Complexity of Creativity*,
Boston: Kluwer academic publishers.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and
stratton.
- Baer, J. (1993). *Creativity and divergent thinking: A task-specific approach*. Hillsdale, New
Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bos, N. (2001). What do game designers know about scaffolding? Borrowing SimCity design
principles for education. *Technical report for the CILT Playspace working group*.
- Bousquet, W. S. (1982). *An application of Ausubel's learning theory to environmental
education: A study of concept mapping in a college natural resources management course*.
Unpublished doctoral dissertation: Ohio State University.
- Bruner, J. (1985). Vygotsky: A historical and conceptual perspective. In I.V. Wertsch (Ed.),
Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives (pp. 21-34). Cambridge
University Press, England.
- Buzan, T. (1974). *Use your head*. UK: BBC.
- Clark, B. (1983). *The higher education system: Academic organization in cross-national*

- perspective*. Berkeley: University of California Press.
- Claxton, G. (1984). *Live and learn*. London: Harper and Row.
- Cross, N. (1989). *Engineering design methods, Strategies for Product Design*, Chichester.
- Cross, N. (1999). Natural intelligence in design, *Design Studies*, 20, 25-39.
- Csikszentmihalyi & Wolfe (2000). *New conceptions and research approach to creativity: Implications of a systems perspective for creativity in Education*. In Heller, K. A., Monk, F. J., Sternberg, R. J. & Subotnik, R. F. (Eds.)(2000). *International Handbook of Giftedness and Talent*, 84.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: a systems view of creativity, In Sternberg, R. J. (Ed.), *The nature of creativity: Contemporary Psychological Perspectives* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY: Harper & Row.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313–328). Cambridge, England: Cambridge Univ. Press.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston: D. C. Heath.
- Dyson, A. (1990). Special educational needs and the concept of change, *Oxford Review of Education*, 16(1), 55-66.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds*. New York, NY: BasicBooks.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. (2002). Games, motivation, and learning: a research and practice model, *Simulation & Gaming*, vol. 33, (4), 441-467.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, Creativity and Their Educational Implications (1st ed.)*. CA., Robert R. Knapp
- Guilford, J. P. (1985). The structure-of-intellect model. In B. B. Wolman (Ed.), *Handbook of*

intelligence. NY:wiley.

Guilford, J. P. (1988). Some changes in the structure-of-intellect model. *Education and Psychological Measurement*, 48, 1-4.

Hyerle, D. (1996). *Visual Tools for Constructing Knowledge*. Alexandria, VA: ASCD.

Kim, S. H.: (1990). *Essence of Creativity*, Oxford University Press, New York.

Kinchin, I.M. (2001). If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education* , 23, 1257-1269.

Langer, J. A. (1984). Literacy instruction in American schools: Problems and perspectives. *American Journal of Education*, 93(1), 107-132.

Markham, K.M., Mintzes, J.J. & Jones, M.G. (1994). The concept as a research and evaluation tool:Further evidence of validity. *Journal of College Science Teaching*. 31, 91-101.

Maslow, A. H. (1959). Creativity in self-actualizing people. In H. H. Anderson (Ed.), *Creativity & Its Cultivation* (New York: Harper & Row, 1959). Reprinted in *Electro-Mechanical Design*, 1959 (Jan. and Aug.). Reprinted in *General Semantics Bulletin*, 1959, Nos. 24 and 25, 45-50.

Mayer, R.E. (1987). *Educational psychology:A cognitive approach*. New York: Freeman.

Minsky, M. L. (1987). *The Society of Mind*, William Heinemann Ltd, London.

Moreira, M. (1979). Concept maps as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching* 8, 283-286.

Novak ,J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn* . Combridge University press.

Novak, J. D. (1988). Learning science and the science of learning. *Studies in Science Education*,15, 77-101.

Novak, J. D. (1990). *Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education*. *Instructional Science*, 19, 29-52.

Palincsar, A., & Brown, A. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.

- Parnes, S. (1963). Development of individual creative talent. In C. W. Taylor & F. Barrons (eds.), *Scientific creativity: Its recognition and development*. (pp.311-320) New York: Wiley.
- Parnes, S. J. (1966). *Instructor's manual for institutes and courses in creative problem solving*. Buffalo, New York: Creative Education Foundation.
- Polya, J. (1957). *How to solve it (2nd ed.)*. Garden City, NY : Doubleday Books.
- Quinn, H. J., Mintzes, J. J., & Laws, R. A. (2004). Successive concept mapping. *Journal of College Science Teaching*, 33 (3), 12-17.
- Raybourn, E. M., & Bos, N. (2005). *Design and evaluation challenges of serious games*. Paper presented at the Conference on Human Factors in Computer Systems (pp. 2049-2050), Oregon, USA.
- Rhodes, M.(1961).An Analysis of Creativity. In S.G. Isaksen (Ed.), *Frontiers of Creativity Research* (pp. 216-222). New York:Bearly Limited.
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., et al. (2003). Beyond Nintendo: Design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40(1), 71-94.
- Rowe, P. G. (1987). *Design Thinking*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Schreiber, D. A., & Abegg, G. L. (1991). Scoring student-generated concept maps in introductory college chemistry. *National Association for the Research in Science Teaching*, Lake Geneva, WI.
- Sternberg, R. (Ed.) (1988). *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Sternberg, R. J. (2000). Identifying and developing creative giftedness.*Roeper Review*, 23(2), 60-64.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34, 1–32.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd -- cultivating creativity in a culture*

of conformity, ny: The free press.

Tarquin, P., & Walker, S. (1997). *Creating success in the classroom*. Englewood, CO:Teacher Ideas Press.

Torrance, E. P. (1962). *Guiding creative talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Torrance, E. P. (1964). *Education and Creativity*. In C.W. Taylor (Ed.), *Creativity: Progress and Potential*. NY: Mcgraw-Hill.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Edited by M. Cole, V. John-Stiener, Scribner,S. and E. Souberman. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wallas, G. (1926). *The arts of thought* . New York: Harcour Brace.

Weisberg, R. W. (1986). *Creativity: genius and other myths*. New York: Freeman.

Williams, F. E. (1971). Models for encouraging activity in the classroom. In J.C. Gowan & E. P. Torrance (Ed.), *Educating the ablest* (pp. 222-233). Itasca, IL: F. E. Peacock.

Wolf, S. (2000). *The big six information skills as a metacognitive scaffold in solving information-based problems*. Unpublished doctoral dissertation. Arizona State University, Tempe.

Wood, D.J., Bruner, J.S. & Ross, G. (1976). *The role of tutoring in problem solving*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.

Yeh,Y.C. (2004).*The interactive influence of three ecological systems on R & D personnel's technological creativity*. *Creativity Research Journals*.16(1), 11-25.

附錄一 遊戲規則及鷹架使用的介紹

大家好，今天我們要一起來玩一款電腦益智遊戲，名稱叫做「蠟筆物理」(調查是否有學生以前玩過，記為無效樣本)。今天所玩的遊戲和你們的電腦成績沒有關係，遊戲進行期間嚴格禁止和隔壁同學交談，老師未下達進一步指示時，請同學們不要有其他動作，若有任何問題，可舉手發問。

請先看老師示範其中的 1-1 以及 2-1 兩關，遊戲規則十分簡單，只要將畫面上的紅球碰到黃色的星星即可過關，可在畫面上畫出任何物體，點物體按右鍵即可消除，但禁止使用推球的功能，要使用自己所能想像到的物理方式將球移動。

【遊戲過程中，如果遇到卡關而想不出過關方法時，超過三分鐘之後即可使用提示功能，提示的使用方式請看老師示範。】

開始操作前，請先執行桌面上一個攝影機的圖示 (screenvideocapture)，按下執行鍵即開始錄影。接著執行一個星星的圖示 (Crayon Physics Deluxe)，點選 即可進入遊戲。

每人都會拿到一張「關卡任務記錄單」以及一張「關卡地圖」，在遊戲過程中都要在記錄單上做記錄，進行遊戲關卡任務時不需按照順序，但每個項目都要確實填寫，老師會和螢幕錄影的結果做對照。

遊戲表現較佳的三位同學會有神秘小禮物，以過完關卡數目、過關時間以及提示使用次數為依據，請大家好好表現。

遊戲進行時間總共有 60 分鐘，若全部關卡都已完成的同學就靜靜等候，未全部完成的同學，也請時間到了便停止繼續操作。之後，離開遊戲畫面，關掉螢幕錄影並將檔案儲存於 D 槽。

回去之後請不要和同學討論遊戲任何相關的內容，否則將影響獲得禮物的結果。

現在請同學們開始進行遊戲，有問題可隨時舉手發問，老師將會過去為你解答，並請記得絕對禁止和同學講話、討論。

附錄二 關卡任務紀錄單

第一週：

班級： 座號： 姓名：						
順序	關卡	花費時間	物體數目	難易程度	使用提示	備註
	1-2			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	1-3			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	1-5			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	1-10			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	1-11			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2-2			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2-3			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2-6			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2-7			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	3-2			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

第二週：

班級： 座號： 姓名：						
順序	關卡	花費時間	物體數目	難易程度	使用提示	備註
	3-3			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	3-5			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	3-7			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	4-2			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	4-5			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	4-6			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	4-7			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	5-1			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	5-2			<input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

附錄三 關卡設計指導語以及注意事項

各位同學大家好，今天我們要一起來進行下個階段的設計關卡活動。進行設計任務時嚴格禁止和隔壁同學交談、討論，也不可東張西望，老師未下達進一步指示時，請同學們不要有其他動作，若有任何問題，可舉手發問。

請先看老師的示範，首先開啟「蠟筆物理」遊戲，點選 **level editor** 即可進入遊戲關卡編輯畫面，可在其中的方格紙當中隨意畫上線條、形狀，可自由地畫上任何圖案，按右鍵即可將所畫的物體消除，畫面上的所有線條、形狀都要加上釘子 (pins)，否則開始執行時就會往下落，若還有不清楚的地方，每位同學手邊有一份關卡設計功能選項介紹表，可以參照其中的說明。

遊戲關卡設計的時間總共為 100 分鐘，同學們請妥善利用時間，在時間限制內，盡可能發揮自己的創意，設計越多的關卡越好，而以能過關為最主要的先決條件，但不能有太高的重複性。將所有檔案依自己的座號依序命名為：「座號_01」、「座號_02」、「座號_03」……等，其中所有設計出的關卡當中，自己認為最具有創意的為「座號_01」，最後，將所有檔案儲存於 D 槽的個人資料夾當中。

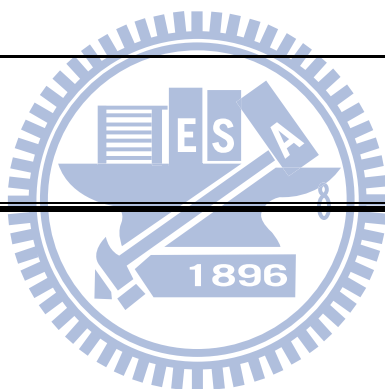
關卡設計完畢之後，需填寫一張「遊戲關卡設計單」，要詳細填寫並完整記錄下來，老師之後將抽出三位有確實填寫清楚的同學，贈送神秘小禮物一份。

現在請同學們開始進行遊戲，有問題可隨時舉手發問，老師將會過去為你解答，並請記得絕對禁止和同學講話、討論。



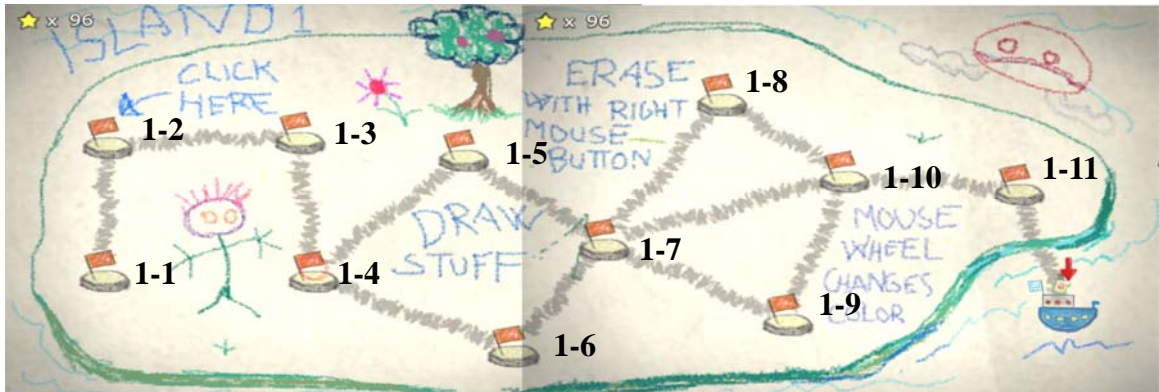
附錄四 遊戲關卡設計單

組別：	(不需填寫)	關卡命名：	姓名：
物體數目：		難易度： <input type="checkbox"/> 難 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 易	使用功能數目：
畫面呈現			
文字描述 (特色)			
過關方法 (依步驟順序)			



附錄五 各島嶼關卡

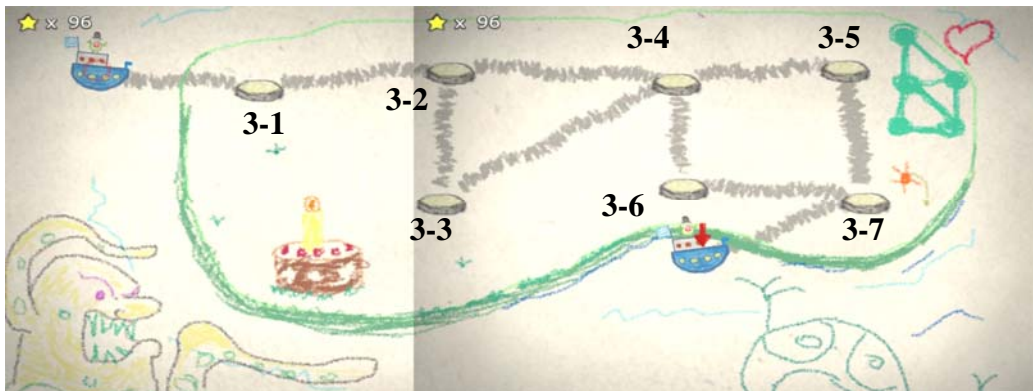
Island1



Island2



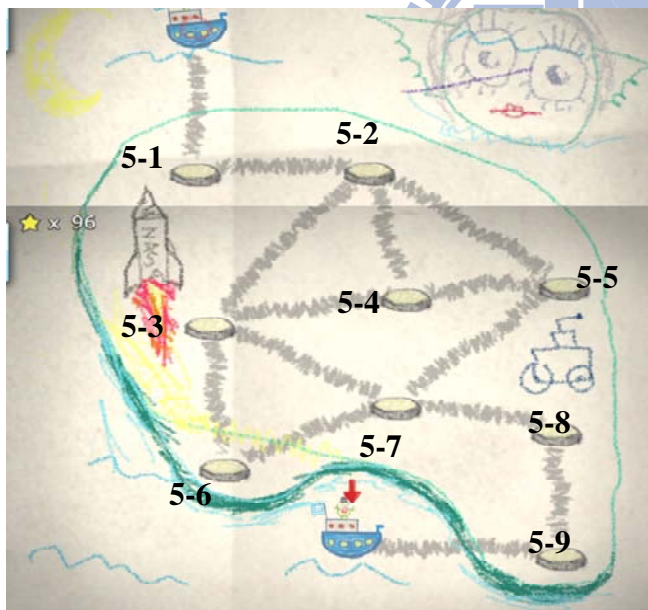
Island3



Island4

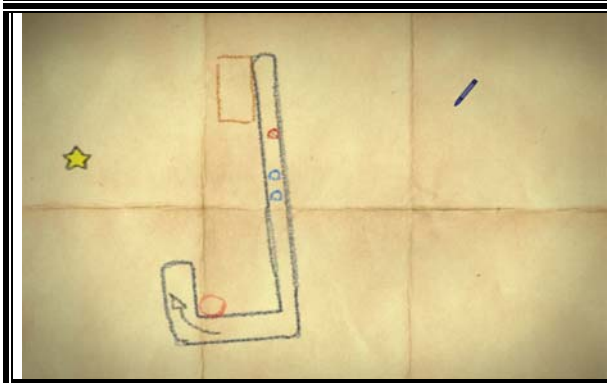


Island5

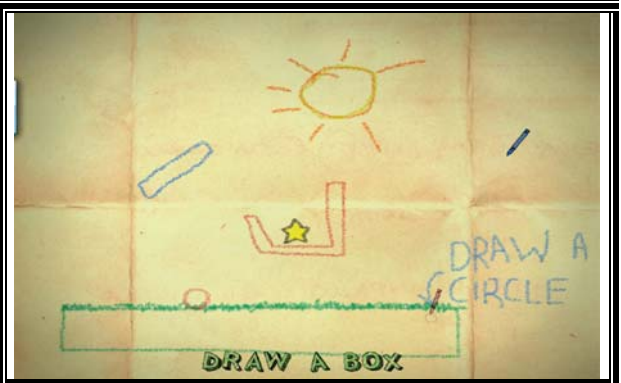


附錄六 實驗關卡

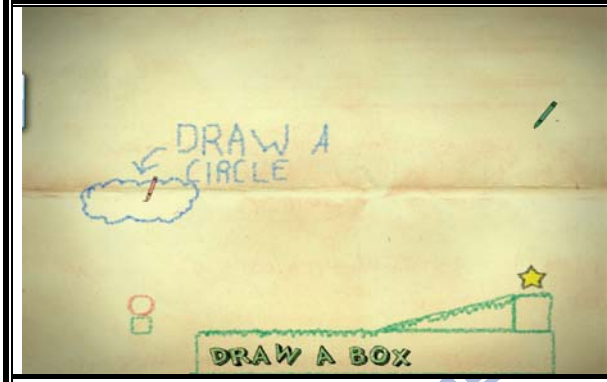
	
1-2 Home Sweet Home	1-3 First Obstacle
	
1-5 Crayon Gap	1-10 Rotating Castle
	
1-11 A Real Catapult	2-2 Hinge Playground
	
2-3 Machine	2-6 Leap of Faith



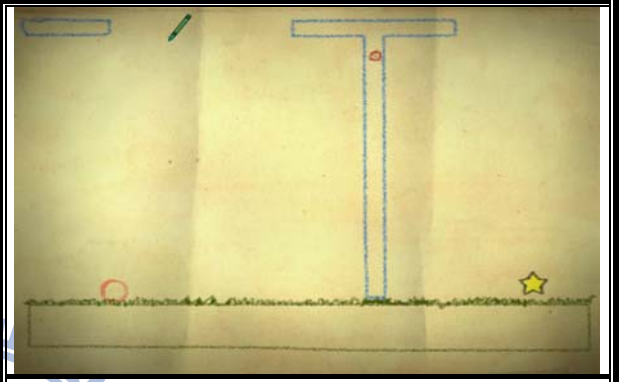
2-7 Hinge Lift



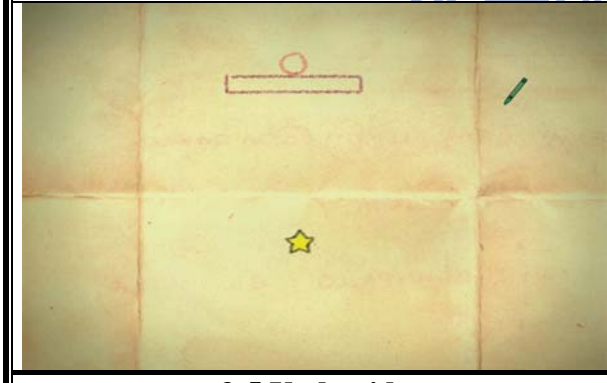
3-1 Draw Your Own Pins



3-2 More Golf



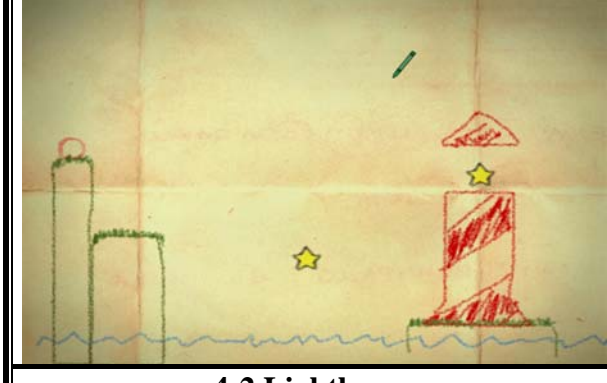
3-3 Mr.T is Hanging Around



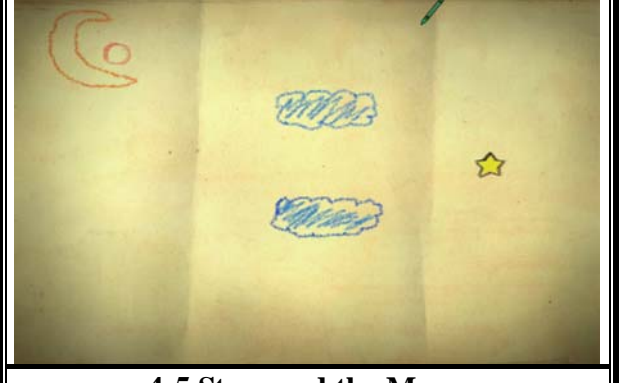
3-5 Underside



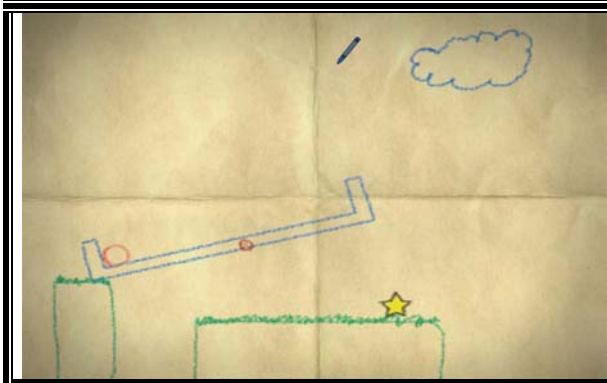
3-7 Falling to Emptiness



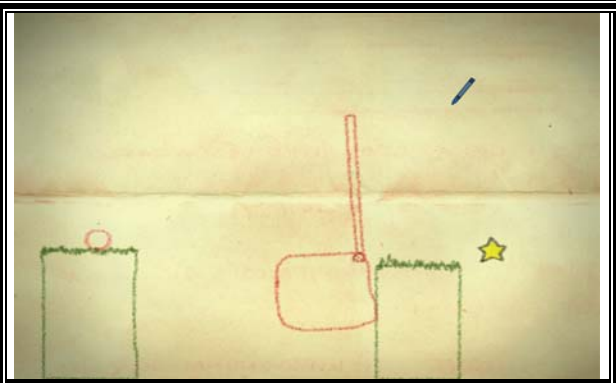
4-2 Lighthouse



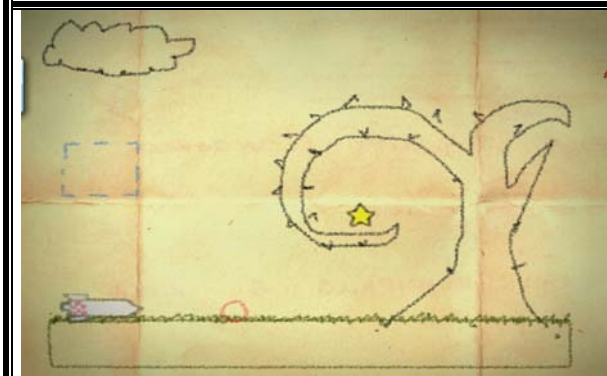
4-5 Stars and the Moon



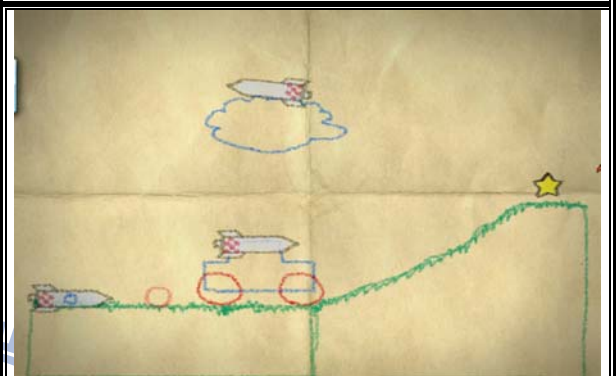
4-6 Bathtub Seesaw



4-7 Nameless One



5-1 Draw Yet Another Box



5-2 Rocket Car !

