

國立交通大學

理學院科技與數位學習學程

碩士論文

數位遊戲鷹架輔助
對策略發展及遊戲行為的影響
Influences of Scaffolding on Strategy Development and
Gaming Behavior in Digital Games

研究生：詹惠麟

指導教授：孫春在 教授

林珊如 教授

中華民國九十九年六月

數位遊戲中鷹架輔助對策略發展及遊戲行為的影響
Influences of Scaffolding on Strategy Development and Gaming
Behavior in Digital Games

研究生：詹惠麟

Student : Hui-Ling Chan

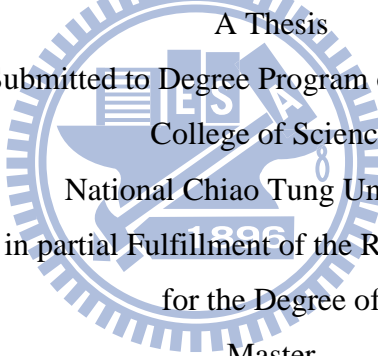
指導教授：孫春在

Advisor : Chuen-Tsai Sun

林珊如

Sunny San Ju 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 2010

Hsinchu, Taiwan

中華民國九十九年六月

數位遊戲中鷹架輔助對策略發展及遊戲行為的影響

學生：詹惠麟

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

本研究旨在利用數位系統的運算力及即時性，做為玩家遊戲時的鷹架輔助，探討不同鷹架輔助對於策略發展以及遊戲行為的影響。本研究選用的數位系統為「數獨教授」遊戲，該遊戲具有多種不同鷹架輔助，將其鷹架依照Wood、Bruner及Ross的分類，有「關鍵特徵」、「控制挫折」與「提供示範」三種類型鷹架，而其鷹架輔助可使玩家在碰到困難時可得到輔助，避免玩家遭受過多的挫折，藉以提高玩家的興趣與動機。

本研究先以十二位玩家做前導性研究，在前導性研究中影片分析發現玩家策略。在正式研究時先以無鷹架輔助的數獨教授找出90位具有相似策略與解題行為的玩家。接著將90人平均分配成3組，進行不同種類的鷹架輔助下的數獨教授遊戲，再找出鷹架輔助下代表該玩家的策略與解題行為，與原本無輔助鷹架的策略與解題行為加以比較，並將玩家在不同種類鷹架下的遊戲行為予以次數紀錄。

本研究主要的發現如下：

- 一、鷹架輔助可降低玩家每關答案全部清除次數、自我作答次數。
- 二、控制挫折鷹架能降低玩家每關卡關次數與使用關鍵特徵工具的次數。
- 三、關鍵特徵和控制挫折鷹架會造成玩家鷹架依賴，剝奪玩家的學習機會。
- 四、關鍵特徵和提供示範鷹架雖會造成玩家鷹架依賴，但玩家在解題行為有正面學習成長的表現。

關鍵字：數位遊戲、鷹架輔助、策略、遊戲行為

Influences of Scaffolding on Strategy Development and Gaming
Behavior in Digital Games

Student : Hui-Ling Chan

Advisor: Dr. Chuen-Tsai Sun

Dr. Sunny San Ju Lin

Degree Program of E-Learning

National Chiao Tung University

ABSTRACT

We use digital assistant tools associated with games as scaffolding for both gaming and learning, and analyze how different scaffolds affect players' strategy development and gaming behavior. The digital game system employed in this research is "Professor Sudoku", which provides varied kinds of scaffolding. According to Wood, Bruner and Ross, there are three different kinds of scaffolding, they are "marking critical features", "frustration control" and "demonstration". Because of these scaffolds, players can get assistance when they get stuck so as to avoid frustration, and promote their interest and motivation.

Twelve fifth grade players participated in our pilot study for identifying basic strategies. Based on that, in the formal experiment, 90 players with similar strategies and game-solving behavior were selected. They were divided into three groups and played Professor Sudoku with different scaffolding. We compared their strategies and game-solving behavior under different conditions.

Our primary findings are as follows:

- (1) The times for answer whole-clearing and self-answering per round in both scaffolding group are significantly less than that in non-scaffold group.
- (2) Scaffolding of frustration control reduces both the times used for scaffolding of marking critical features and the times of all-were-filled situation.
- (3) Scaffolds for marking critical features and frustration control influence players' dependence upon scaffolding, and possibly deprive the players' chance of learning.
- (4) Scaffolds for marking critical features and demonstration influence player's dependence upon scaffolding, but they demonstrate positive learning effect in problem-solving behavior.

Keywords: digital games, scaffold, strategy, game behavior

致謝

畢業了，三年在職的碩班生活終於告一段落了，欣喜若狂…卻但不知怎麼內心卻有一絲絲的不捨，不捨脫離學生角色、實驗室 meeting 的晚上、實驗室同學間互相打氣支持的感受、熬夜趕論文的夜晚…等，這些日子雖然很苦但卻美好。

謝謝孫春在 老師，是你引領我進入研究的領域，在您趣味橫生的上課過程中，帶領我接觸不同領域的研究，讓我體會到研究者必須要有的毅力與嚴謹；謝謝您在我碰到瓶頸時，適時修正我的想法，讓我在沉澱思考後找出光明的一條路，真的很謝謝您。也謝謝林珊如 老師、王淑玲 老師、袁賢銘 老師在我口試時給予不同面向的建議，讓我的論文更為完整。

謝謝學校的同事們：培真、尚洋、鶴玲、浩勻、冠盈，謝謝你們不斷的鼓勵與打氣，也因為有你們在身旁傾聽我的苦水，讓我在研究和上課交錯的日子，適時的紓壓得以繼續調適生活、口試前當我的忠實聽眾…。謝謝協助實驗的阿盛老師，還有協助修改英文摘要 Ritie 老師…，有你們真好。

謝謝實驗室的小玲，在三更半夜趕論文的時候，我們在 MSN 一起討論、一起奮鬥，讓我感到研究是不孤單的；謝謝文弈 meeting 前講的冷笑話；謝謝政勳的鼓勵與協助處理許多實驗室細瑣的事物；謝謝朝淵學長給予的鼓勵；最後謝謝辛苦的佩嵐學姐在研究上給予的種種建議與協助，總能讓我適時的突破困難；謝謝協助程式修改的巫光楨老師，感謝你在推廣數獨繁忙的時間中還撥出時間協助我，也是因為你這本論文才得以完成。

謝謝公公、婆婆一家人的體諒與協助。最後，要謝謝我親愛的老公，因為你的鼓勵，我才會繼續念書；謝謝你陪伴我一個又一個星期六上課的日子；謝謝你在我在徬徨不知所措的時候給予肯定，讓我有如吃了定心丸般穩定下來；在最後最緊迫的生活中，協助我處理許多雜事；謝謝你無怨無悔照顧我們的小寶貝-佳芸，真是辛苦你了。我現在有更多時間可以陪伴你和佳芸了。

惠麟 99.7.3

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
致謝	iii
目錄	iv
表目錄	vii
圖目錄	ix
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究問題	3
1.4 名詞解釋	4
第二章 文獻探討	6
2.1 數位遊戲的定義	6
2.1.1 數位遊戲的種類與特性	6
2.1.2 數位遊戲與學習	6
2.2 鷹架理論	8
2.2.1 鷹架的種類	10
2.2.2 鷹架與數位遊戲	11
2.3 數獨	12
2.3.1 數獨的規則	13
2.3.2 數獨的位置表示法	13
2.3.3 數獨的解題技巧	16
2.4 策略	17
2.4.1 數獨的策略	18
第三章 研究方法與設計	22
3.1 研究架構	22
3.2 前導性研究	22
3.2 正式研究	27
3.2.1 研究對象	27
3.3.2 研究工具	27
3.3.2.1 數獨教授	27
3.3.2.2 數獨教授的鷹架輔助分類	30
3.3.2.3 不同鷹架輔助數獨環境、關卡與版本設計	31

3.3 研究設計	32
3.4 策略、解題行為分類方法	34
第四章 資料分析	37
4.1 不同鷹架輔助對玩家過關次數的影響	38
4.2 不同鷹架輔助對玩家每關答案全部清除次數的影響	39
4.3 不同鷹架輔助對玩家每關自我作答次數的影響	39
4.4 不同鷹架輔助對玩家每關卡關次數的影響	40
4.5 不同鷹架輔助對玩家每關使用工具次數的影響	41
4.5.1 不同鷹架輔助對玩家每關使用關鍵特徵輔助工具次數之影響	41
4.5.2 不同鷹架輔助對玩家每關使用控制挫折、提供示範工具總次數之影響	42
4.6 在不同鷹架輔助下玩家解題行為的改變	43
4.6.1 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下玩家解題行為的改變	43
4.6.2 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下玩家解題行為的改變	44
4.6.3 在無鷹架輔助下玩家解題行為的改變	46
4.7 在不同鷹架輔助下玩家解題第一步的改變	47
4.7.1 在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題第一步的改變	47
4.7.2 在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步的改變	48
4.7.3 無鷹架輔助對解題第一步的影響	49
4.8 在不同鷹架輔助下玩家策略的改變	49
4.8.1 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下玩家策略的改變	50
4.8.2 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下玩家策略的改變	50
4.8.3 無鷹架輔助下玩家策略的改變	51
4.9 玩家在不同鷹架輔助下，策略有成長玩家遊戲過程與遊戲行為分析	51
4.10 不同鷹架輔助之玩家特殊行為表現描述	53
4.11 在無鷹架輔助下玩家策略、解題行為改變者策略、解題行為改變分析	53
第五章 結論與建議	56
5.1 結論	56
5.2 建議	59
參考文獻	60
附錄一：數位遊戲前測簡報介紹與指導語	65
附錄二：數位遊戲鷹架無輔助版指導語	66

附錄三：數位遊戲鷹架有輔助版指導語·····	67
附錄四：鷹架下輔助的三十五關卡題目·····	68
附錄五：前測介紹簡報內容·····	74
附錄六：觀察記錄表·····	75



表目錄

表 1 數位遊戲對學習的影響	7
表 2 直觀法與選數法特性的比較	16
表 3 前導研究 I 策略、解題行為及解題第一步行為差異及其分類歸納表	24
表 4 前導研究 II 策略、解題行為及解題第一步行為差異及其分類歸納表	26
表 5 解題行為與解題第一步高低階層分類表	34
表 6 玩家代表策略分類範例	35
表 7 玩家代表解題行為代表分類範例	35
表 8 玩家解題第一步代表分類範例	36
表 9 不同鷹架輔助組有效樣本人數統計表	38
表 10 不同鷹架輔助對過關次數之變異數分析摘要表	38
表 11 不同鷹架輔助對每關答案全部清除次數之變異數分析摘要表	39
表 12 不同鷹架輔助對每關自我作答次數之變異數分析摘要表	40
表 13 不同鷹架輔助對每關卡關次數之變異數分析摘要表	41
表 14 不同鷹架輔助對使用關鍵特徵工具之變異數分析摘要表	42
表 15 不同鷹架輔助對每關使用控制挫折、提供示範工具次數之變異數 分析摘要表	43
表 16 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配 比較表	44
表 17 不同鷹架輔助下解題行為改變之卡方檢定摘要表	44
表 18 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題行為之適合度考驗	44
表 19 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配 比較表	45
表 20 在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題行為正向改變之卡方改變性考驗 分析表	45
表 21 關鍵特徵和提供示範輔助下解題行為之適合度考驗	46
表 22 無鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配比較表	46
表 23 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數 分配比較表	47
表 24 不同鷹架輔助下解題行為改變之卡方檢定摘要表	48
表 25 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配 比較表	48
表 26 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步之適合度考驗	49
表 27 無鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配比較表	49

表28	關鍵特徵和控制挫折組鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配比較表	50
表29	不同鷹架輔助下策略改變之卡方檢定摘要表	50
表30	關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配比較表	51
表31	無鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配比較表	51
表32	策略成長者遊戲過程與遊戲行為分析	52
表33	無鷹架輔助無效樣本之解題行為、解題第一步及策略改變分析	54



圖目錄

圖 1 可能發展區示意圖	9
圖 2 列的位置表示法	14
圖 3 行的位置表示法圖	14
圖 4 九宮格位置表示法	15
圖 5 宮格位置表示法	15
圖 6 行唯一解	19
圖 7 列唯一解	19
圖 8 宮唯一解	19
圖 9 行摒除	20
圖 10 列摒除	20
圖 11 宮摒除	20
圖 12 行摒餘	21
圖 13 列摒餘解	21
圖 14 宮摒餘解	21
圖 15 研究架構圖	23
圖 16 前導研究 I 流程圖	23
圖 17 前導研究 II 流程圖	23
圖 18 前測-唯一解關卡	25
圖 19 前測-基本摒除關卡	25
圖 20 區塊解題行為	25
圖 21 單數解題行為	25
圖 22 輔數解題行為	25
圖 23 單刀解題行為	25
圖 24 架輔助下第一關基本摒除的題目	27
圖 25 數獨教授操作環境	28
圖 26 數獨教授的輔助鷹架	28
圖 27 自動輔數	29
圖 28 指定輔數	29
圖 29 檢查錯誤	30
圖 30 下一手提示	30
圖 31 下一步詳解	30
圖 32 電腦接手	30
圖 33 關鍵特徵與控制挫折鷹架組遊戲畫面	31

圖 34 關鍵特徵與提供示範鷹架組遊戲畫面 31
圖 35 無鷹架組遊戲畫面 32
圖 36 實驗流程 33



第一章 緒論

1.1 研究動機

在教育上，學習成就低落的學生，常遭受到各種挫折而恐懼學習，最終因嚴重的挫折感而放棄學習。而遊戲式學習環境能激發學習者主動參與的內在動機並提高專注力，是自發性學習的良好環境 (Raybourn & Bos, 2005)。而在電腦普及的世代中，數位遊戲是一個吸引玩家，且時時刻刻提供學習的環境 (Prensky, 2003)。而且遊戲本身就是一個問題解決的歷程，數位遊戲不但提供了問題解決的良好環境，還讓玩家在玩樂中自我學習 (Gee, 2003)。

Sweller (1998) 認為在問題解決過程中，如果不給予任何的協助與提示，將可能會產生嚴重的認知負荷。而數位環境的即時性、運算力、圖像化、互動性，能協助學童主動收集資料及歸納規律 (黃永廣等人, 2004)。在問題的解決過程中，透過數位環境的上述特性，可讓玩家在遭遇困難時得到協助與引導，可避免錯誤而遭受種種挫折，使玩家不會因為認知負荷過重而放棄學習。

Kintsch (1991) 認為電腦學習環境的角色，是在提供學習者一個暫時性的支持，讓他們的表現能超出他們目前能力的水準，而非提供智慧去指導學習的進行或監控學生的進度，他所提出的「暫時性支持」符合建構理論中的鷹架 (scaffolding) 概念。Vygotsky (1978) 提出兒童的學習發展中，在「實際上能解決問題的能力」及「經過協助後能解決問題之能力」之間存在一個「可能發展區」 (the zone of proximal development, ZPD)，鷹架提供給學習者輔助，使其跨越現有的知識技能和欲達到的目標之間的鴻溝，在這過程中隨著學習者精熟度的增加，輔助應逐步減少。最終，學習者能夠獨立達到欲求的知識技能，而不仰賴任何的教學輔助 (Greenfield, 1984)。

在數位遊戲中，設計者為了避免玩家遇到過多的挫折而放棄，常提供許多不同種類的輔助。因此電腦不但是個能幹的同伴角色，也是一個重要的鷹架來源 (陳定邦, 2003; Davis & Miyake, 2004)，能夠在玩家碰到瓶頸時，給予協助。Bos (2001) 發現數位遊戲的設計者似乎比教育軟體的設計者更懂得運用鷹架理論，知道如何以鷹架來引導玩家學習。學者們對於鷹架對學習者所產生的作用有不同的看法。Lepper, Drake, & O' Donnell-Johnson (1997) 曾指出鷹架作用所帶來的負面聯想，他們用油漆工人沒有鷹架支持就回到地面，來比喻鷹架對於學習者

的作用。也有學者認為，當學生在自我學習時無法達到更高層次的學習時，鷹架是協助學生達成更高層次學習的引導工具 (Hannafin, Land, & Oliver, 1999; Jackson, Stratford, Krajcik, & Soloway, 1994)。究竟在數位遊戲中，鷹架輔助是否能夠對玩家產生學習的作用呢？

數獨 (Sudoku) 是個有趣的推理遊戲，規則簡單卻變化無窮，在推敲之中完全不必用到數學計算，只需運用邏輯推理能力。無論老少中青男女，人人都可以玩，而且容易入手、容易入迷，一玩就上癮，因此數獨已成為全球化的益智遊戲 (吳明瑄、葉茂淳、王思懿, 2006)。數獨的遊戲規則是在九個九宮格裡，填入 1 到 9 的數字，每個數字在每個行、列及九宮格裡都只能出現一次，謎題中會預先填入一些數字，其他宮位則留白，玩家必須依照謎題中的數字分布狀況，推敲思考出剩下的空格裡是什麼數字。

教育的重要任務，是要培養學生的思考技能，尤其是解決問題時的邏輯策略推理能力 (Bottino, Ferlino, Ott, Tavella, 2007)。益智遊戲是個促進認知發展的好工具，特別是培養推理技巧 (Bottino et al., 2007)，而數獨是一個形象良好的益智遊戲，被大眾認為對邏輯推理能力及專心有幫處 (Mephram, 2005)。而 Baek, Kim, Yun & Cheong (2008) 更進一步證實玩數獨遊戲可以增加玩家的邏輯思考能力。也難怪英國政府出資的「教師雜誌」建議把「數獨」引進課堂 (Holden, 2005)，希望藉有趣好玩的數獨增進學生的邏輯策略推理能力，達到教育培養思考技能的重要目標。

1.2 研究目的

所謂解決問題的「策略」就是在面對問題時，為了改變問題狀態，需付出一些心智努力以解決問題，經過心智努力所產生與使用的解題方法 (黃幸美, 2004)。一般性的問題解決策略有：方法-目的分析法、差異減除法、嘗試錯誤法、倒推法、類比法、繪圖法等 (鄭昭明, 1996; 鍾聖校, 1997)。在數獨的解謎策略中，剛開始通常以人性的直觀式解法為主，對於初入門的玩家來說，這也是較容易理解、接受的方法，從接到數獨謎題的那一刻起就可以立即開始解題，不需任何輔助工具就可開始玩。其他重要的策略有唯一解法、基礎摒除法、區塊摒除法、唯餘解法、矩形摒除法、單元摒除法等 (巫光楨, 2006)。

數位遊戲和傳統遊戲的重要差異之一是前者提供了很多的系統工具，讓玩家

在面對關卡解決問題時能得到鷹架輔助的效果。這些工具在遊戲中具有讓玩家免於卡關焦慮的功能，但是在學習方面所扮演的角色則有待進一步釐清。連韻文(2007)的研究指出，兒童在電腦輔助情境下進行規則發現練習，能提升兒童的演繹推理能力，且透過電腦輔助鷹架來降低認知負荷量，能協助兒童在探索過程發展出更佳策略。Wood、Bruner 以及 Ross 在 1976 年提出六種鷹架提供的輔助：(1)引發孩童興趣；(2)簡化切割；(3)引導解決問題的方向；(4)關鍵特徵；(5)控制挫折；以及(6)提供示範。本研究想要瞭解在數位遊戲中，在何種類型的鷹架支持下對玩家的學習的成效最佳，可以產生策略上的改變？而何種類型的鷹架，會被玩家過度使用而產生鷹架依賴，反而抑制了學習造成策略發展上的阻礙？

因此本研究選用數位版的數獨遊戲作為主要的研究工具，藉著操作不同類型鷹架的輔助，讓玩家在遊戲時可使用鷹架工具來避免遭受挫折，進而探討這暫時性的協助是否能让玩家在輔助下主動學習得到策略的發展？或者這暫時性的輔助是無法發揮學習作用的？遊戲是重過程而非結果的一種活動，究竟玩家在不同鷹架輔助下的遊戲過程學到了什麼？這些都是本研究想釐清的問題。

綜合而言，本研究的主要目的有以下三項：

- 一、分析不同鷹架輔助對玩家遊戲行為的影響；
- 二、分析在不同鷹架輔助下玩家解題行為改變的影響；
- 三、分析在不同鷹架輔助下玩家策略改變的影響。

1.3 研究問題

基於上述的研究目的及前導性研究的結果，本研究提出八個具體的研究問題：

- 一、不同鷹架輔助對玩家過關次數的影響。
- 二、不同鷹架輔助對玩家每關答案全部清除次數的影響。
- 三、不同鷹架輔助對玩家每關自我作答次數的影響。
- 四、不同鷹架輔助對玩家每關卡關次數的影響。
- 五、不同鷹架輔助對玩家每關使用工具總次數的影響。
- 六、在不同鷹架輔助下玩家解題行為的改變。
- 七、在不同鷹架輔助下玩家解題第一步的改變。
- 八、在不同鷹架輔助下玩家策略的改變。

1.4 名詞解釋

一、遊戲情境：本研究所選用的遊戲情境為一網路益智遊戲-數獨教授

(Sudoku)，因為研究對象為國小六年級學生，本研究選用 6×6 的版本，相較於無輔助鷹架的數獨教授，數位化的介面提供了檢查錯誤、顯示剩餘數字數量統計、自動輔數、指定輔助、下一步解答、下一步詳解與視覺上的輔助-區塊顯色、加強顯示與剩餘數字數量統計，使玩家不會因為認知負荷過重而卡關。

二、鷹架輔助：本研究依照 Wood、Bruner 以及 Ross (1976) 提出的鷹架分類，數獨教授有其中三種鷹架類型：(1)關鍵特徵組；(2)控制挫折組；(3)提供示範組。

(1) 關鍵特徵：運用各種方法引導學習者注意並察覺事物或目標的特徵。

在數獨教授：顯示剩餘數字數量統計、區塊顯色與加強顯示。

(2)控制挫折：當學習者遭遇瓶頸與錯誤時，協助度過。

在數獨教授：檢查錯誤、自動輔數、指定輔數、下一步提示。

(3)提供示範：學習指引上運用學習者的語言或行為，提供清楚的示範。

在數獨教授：下一步詳解。

受到正式研究中樣本數共 93 人的限制，將關鍵特徵和控制挫折鷹架合併、關鍵特徵和提供示範鷹架合併，並以無鷹架輔助為對照組。

三、解題策略：數獨主要的解題策略有唯一解法、基礎摒除法、區塊摒除法、唯餘解法、矩形摒除法、單元摒除法(巫光楨, 2006)。因研究對象為小學六年級，本研究將策略簡化成：唯一解法、基本摒除法。

(1)唯一解法：當數獨謎題中的某一個宮格因為所處的列、行或九宮格已填入數字的宮格達到 8 個時，那麼這個宮格所能填入的數字，就只剩下那個還沒出現過的數字了，而解決上述數獨謎題的策略為唯一解法。

(2)基本摒除法：瞭解數獨每一行、每一列、每一個九宮格都只能出現一次的規則後，基礎摒除法是第一個出現使用的

方法。

基礎摒除法雖然簡單，但在實際尋找時，可分成三個部分：

- ① 宮摒餘：利用每行、列、宮數字不重複的原則，找到某數在某一個九宮格可填入的位置只餘一個的情形；意即找到了該數在該九宮格中的填入位置。
- ② 列摒餘：利用每行、列、宮數字不重複的原則，找到某數在某列可填入的位置只餘一個的情形；意即找到了該數在該列中的填入位置。
- ③ 行摒餘：利用每行、列、宮數字不重複的原則，找到某數在某行可填入的位置只餘一個的情形；意即找到了該數在該行中的填入位置。

四、答案全部清除次數：指玩家在遊戲過程，將盤面上所有宮格答案全部清除的行為次數。

五、自我作答次數：指玩家在遊戲過程，不靠下一步提示或下一步詳示工具輔助，而靠自己作答的次數。

六、卡關次數：指玩家在遊戲過程，盤面答案全滿的次數。

第二章 文獻探討

2.1 數位遊戲的定義

數位遊戲較傳統遊戲多了即時回饋與聲光效果的刺激，乃因使用了科技設備作為平台。Salen & Zimmerman (2004) 將數位遊戲定義為電腦遊戲與電子遊戲，是以電腦或電視為平台的遊戲、手機或 PDA 遊戲、掌上型遊樂器、電子遊樂場與遊樂園的遊戲。而本研究所指的數位遊戲乃是以電腦為平台的遊戲。

2.1.1 數位遊戲的種類與特性

數位遊戲的種類繁多，但仍可依照特徵做一些分類。Orwant (2000) 將數位遊戲分成八類：動作、探險、戰鬥、益智、角色扮演、模擬、運動及策略。董家豪 (2001) 將遊戲分為動作、益智、戰略、角色扮演、模擬、運動、其他等七類

數位遊戲的種類複雜，內容更是包羅萬象，Prensky (2001) 認為數位遊戲提供了玩家學習的機會，並使玩家樂在其中學習，他並指出數位遊戲有以下特性：

1. 娛樂性：能讓玩家在遊戲的過程中獲得享受與愉悅。
2. 遊戲性：能促使玩家熱烈的投入於其中。
3. 規則性：能提供玩家遊戲的整體架構。
4. 目標性：能讓玩家有動力去進行遊戲。
5. 人機互動性：能讓玩家透過操作中來進行遊戲。
6. 適性化：能讓玩家在遊戲中流暢的進行
7. 結果與回饋：能提供玩家學習的機會。
8. 勝利感：能提供玩家自我的滿足感。
9. 競爭挑戰與衝突感：能讓玩家感受到興奮與刺激。
10. 問題解決：能引發玩家的創造力。
11. 社會互動性：能讓玩家與其他玩家組成社群。
12. 圖像與情節性：能讓玩家在遊戲中獲得情感。

2.1.2 數位遊戲與學習

在教育中，數位遊戲最主要的功能是引發學習動機，電腦遊戲能提供適當的自我挑戰、適時的回饋，可滿足好奇心、獲得主控權，並可進入假想世界，從中品嚐勝利的滋味以及成功的喜悅等人性需求的滿足感（蘇冠銘和陳瓊美，

2001) 。Prensky (2003) 表示成功的學習過程中，不可獲缺的就是動機，而遊戲則正好提供這個必要條件。數位遊戲讓玩家願意且主動進入學習的環境，並且讓玩家們在遊戲中不知不覺中學習。

由於電腦的普及化，使得數位遊戲快速崛起，許多研究者相繼進行著數位遊戲的研究，尤其是數位遊戲對學習的影響，並期望能正式將數位遊戲引入教學中。學者 Rosas (2002) 整理過去的研究中運用數位遊戲作為教學工具，對學習帶來的正面影響主要有四大方面：學習成效、認知能力發展、學習動機、學習專注力等，整理如下表。

表 1 數位遊戲對學習的影響

向 度	研究者	時間	研究成果
學 習 成 效	McFarlane, Sparrowhawk, & Heald	2002	學習者在幾何的學習有較佳的表現
	McFarlane et al.	2002	提升閱讀理解的學習成效
	Din & Caleo	2000	提升拼音及文法學習的學習成效
	Lou, Abrami, & d' Apollonia	2001	對學習成效、學習態度及自我概念的發展都有較佳的成效
認 知 能 力 發 展	Keller	1992	促進對問題解決的後設能力
	Mandinach	1987	
	Keller	1992	
	Jenkins	2002	
	McFarlane et al.	2002	
	Zimmerman	1990	
	Rieber	1996	
	Fitzgerald	1991	
學 習 動	Jenkins	2002	透過學習者能自行操弄遊戲的速度與難度來進行學習，有助發展不同學習風格的學習者
	Nussbaum, Rosas, Rodriguez, Sun, & Valdivia	1999	幫助學習障礙者的語言學習
	Kulik	1994	與傳統教學法相較之下，學習者對
	McFarlane et al.	2002	於遊戲式的學習有較高學習動機
	Jenkins	2002	遊戲式的學習具有挑戰性與吸引

機	Lepper & Malone	1987	力，能引發學習者對學習的好奇心
	Institute for Learning Sciences	1994	遊戲式的學習提供錯誤修正的回饋機制，而非強調錯誤，能增強學習者的學習動機
學	McFarlane et al.	2002	提升學習者的專注力及投入
習	The Institute for Learning Sciences	1994	學習者在遊戲學習的過程中，專注於問題解決的時間較長，投入的潛在學習時間較多
專			
注			
力			

近來英國有學者將流行的數位遊戲與教育結合，如模擬城市、世紀帝國等，TEEM 研究結果顯示學生與家長都肯定數位遊戲對於技能的提升有很大的貢獻，這些技能包含了策略思考、計畫、溝通與合作與數學應用的能力 (McFarlane, Sparrowhawk, Heald, 2002)。這些結果充分的顯示未來數位遊戲與教育直接結合的無限可能。

Bottino、Ferlino、Ott 和 Tavella (2007) 實驗發現長時間接觸邏輯遊戲，對兒童推理能力有正向影響。Houssart & Sams (2008) 的研究中發現，以電腦為對手玩遊戲，可使孩童從學習電腦的策略建構自己的數學推理策略。本研究所選用的數位遊戲是數獨 (Sudoku)，是被大眾認為對邏輯推理能力及專心有幫處的遊戲 (Mephram, 2005)。數獨規則明確，不需要數學的計算能力，是重推理與策略思考的益智遊戲，在不同難度策略的關卡中，玩家需用發散性思考有哪些方法可用，再以聚斂性思考選擇何種方法最適合目前的情境。

2.2 鷹架理論

鷹架 (scaffolding) 源自建構主義的概念，是由 Wood、Bruner & Ross (1976) 等人所提出，其基本概念是源自於 Vygotsky 的學習理論。建構主義在探討個體學習時認為個體會藉著本身既有的知識經由一個主動建構的歷程建立新知識

(Bruner, 1973)。當個體所感知到刺激時，其基模或心智模組等認知結構就運用既有知識與經驗提供一個組織、意義讓既有知識與新知識進行同化與調適歷程，使個體思考能力擴大。Vygotsky 認為人類的認知發展是經由「內化」或「行動的遷移」的過程。

Vygotsky (1978) 提出兒童的學習發展狀態上，在「實際上能解決問題的能力」以及「經過協助後能解決問題之能力」之間存在一個「可能發展區」(the zone of proximal development, ZPD)；兒童的心智發展與成人或社會互動有關聯性，反而和實際年齡沒有絕對關係，而教學者應協助學習者藉由與專家或同儕間的互動合作，經過內化達到可能發展區的發展。

在可能發展區裡，別人給予兒童的協助，即稱為鷹架作用(張春興, 1996)。鷹架可能是一種教學策略或教學工具，是一種暫時性的支持，隨著學習者精熟度的增加，鷹架輔助應逐步減少。最終，學習者能夠獨立達到欲求的知識技能水準，而不仰賴任何鷹架輔助(Greenfield, 1984)，而這就是鷹架輔助的最終目的。

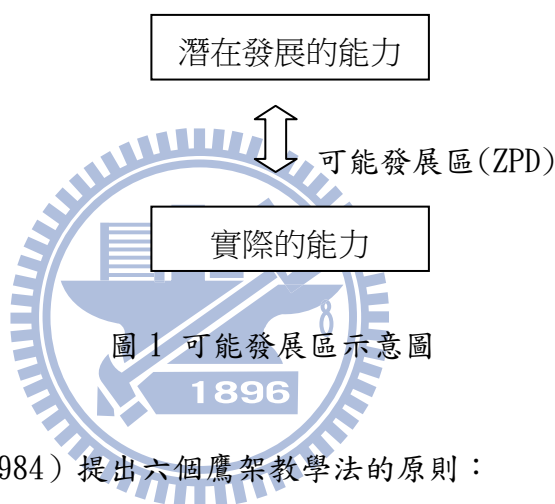


圖 1 可能發展區示意圖

Greenfield (1984) 提出六個鷹架教學法的原則：

1. 在實際教學活動，由專家充當學習者能力發展的鷹架；
2. 支持的程度依學習者目前的程度而調整；
3. 學習者的能力增進時，支持的數量隨之遞減；
4. 支持的多少與工作難度成正比；
5. 支持以逐步漸進與隨時校正的方式進行；
6. 支持以導向內在化為目標，逐漸使學習者能夠獨立自主。

鷹架需契合學習者認知組織特質：相關鷹架的研究指出，當教學者提供的鷹架是有系統的、且符合學習者認知組織特質時，學習者較容易超越原來的認知層次 (Bruner, 1989)。搭設鷹架需包含兩個構面的考量 (Dyson, 1990)：

- (a) 水平性：配合學習者的社會背景、個人經驗、學習者真實發展區之所在。
- (b) 垂直性：提供結構化的知識，並使學習者認知多元化，以培養應用能力。

從上述原則可得知，鷹架輔助為一動態過程，是由能力高的專家擔任鷹架，且須提供學習者有系統的輔助且考量到學習者原本的認知特質與能力，期望學習者內化後達到可能發展區的發展，最後鷹架輔助需隨著學習者能力的增長而逐漸移除，在學習者達到欲得到的能力之前，鷹架需全部移除。

2.2.1 鷹架的種類

鷹架的種類隨著使用的教學法而有不同種類。Anderson, Armbruster, & Roe (1990) 認為鷹架有兩大種類，暗示和建議。Hall (2001)指出鷹架工具可能是語言、計算工具、圖像等。近年來，鷹架教學的概念逐漸擴大，包括許多用來輔助學生的工具和學習資源都被視為一種鷹架，這些工具和資源被引入多媒體和超媒體的學習環境中，提供學生學習時的輔助 (Kao, Lehman, & Cennamo, 1996)。陳定邦 (2003)認為電腦是能幹的同伴角色，是一個重要的鷹架來源。

Wood 等三人也整理出六種鷹架在學習上的所能提供的支援，並指出這些由成人或專家所提供的學習支援，可以幫助學童發展學習的能力，進而使學童最後能自行完成學習的工作 (Wood, Bruner & Ross, 1976)。

1. 引發興趣 (Recruitment)：設計要能引起參與且繼續學習的興趣；
2. 簡化切割 (Reduction in degree of freedom)：教材簡化切割成較小的次單位 (chunk)，以幫助學習者專注；
3. 引導解決問題的方向 (Direction Maintenance)：引導針對目標行事，不分心於他事；
4. 關鍵特徵 (Marking critical feature)：運用各種方法引導學習者注意並察覺事物或目標的特徵；
5. 控制挫折 (Frustration control)：當學習者遭遇瓶頸與錯誤時，協助度過；
6. 提供示範 (Demonstration)：學習指引上運用學習者的語言或行為，提供清楚的示範。

McLoughlin (2002)進一步說明科技教學內的鷹架類型：

1. 定向 (說明學習目標) (Orientation: communication of expectation)；
2. 指導 (Coaching)；

3. 指出關鍵 (Eliciting articulation) ;
4. 任務支持 (Task support) ;
5. 專家調整 (Expert regulation) ;
6. 概念鷹架 (Conceptual scaffolding) ;
7. 後設認知鷹架 (Metacognitive scaffolding) ;
8. 過程鷹架 (Procedural scaffolding) ;
9. 策略鷹架 (Strategic scaffolding) 。

不同的學者對於鷹架的作用看法不同，Lepper, Drake, and O' Donnell-Johnson (1997) 曾表示鷹架作用帶來的負面聯想，用油漆工人沒有鷹架就回到地面，來比喻鷹架對於學習者的作用。有學者認為當學生在自我學習時無法達到更高層次的學習，鷹架是協助學生達成更高層次學習的引導工具和策略 (Hannafin, Land, & Oliver, 1999; Jackson, Stratford, Krajcik, & Soloway, 1994)。鷹架輔助的類型與學習上的成效是否有關係？何種鷹架能夠使學習者成功內化，產生學習效果達到可能發展區的發展，而何種鷹架無法使學習者成功內化，反而造成學習上的依賴，這也是本研究想要瞭解之處。

2.2.2 鷹架與數位遊戲

數位遊戲是大部分孩子生活中很重要的休閒生活，但並不是每款數位遊戲對玩家而言都是輕鬆就能完成的，有些數位遊戲是很困難且複雜的，尤其對初學者而言 (Gee, 2005)。Sweller (1998)認為在問題解決過程中，如果不給予任何的協助與提示，將可能會產生嚴重的認知負荷，造成學習上的困難。而遊戲設計者必須要嚴謹的思考，該如何給予玩家適時的引導、示範、回饋、在遊戲過程中讓玩家邊玩邊學，讓新手玩家得以一邊享受晉級的愉悅，一邊要努力思考該如何讓遊戲順利進行，才能夠讓遊戲與學習繼續不中斷。Bos (2001) 發現數位遊戲的設計者似乎比教育軟體的設計者更懂得運用鷹架理論，知道如何以鷹架來引導玩家學習，他也提到遊戲內的鷹架若沒有運用妥當，反而會阻礙了玩家的學習。若在數位遊戲內適當的使用鷹架，促進讓玩家思考，則可增進玩家的學習效果 (Fisch, 2005)。

而本研究所選用的數獨教授遊戲包多種鷹架，將其依照 Wood et al. (1976) 的鷹架分類，數獨教授有三種類的鷹架，關鍵特徵、控制挫折、提供示範。

(1) 關鍵特徵組：

- ① 剩餘數字數量統計表：會主動顯示剩餘數字的數量。
- ② 加強顯示：點選該數字時，所有該數字會多加圓圈底色以便觀察。
- ③ 區塊顯色：將 6 個 2x3 的區塊以雙色顯示，讓玩家容易區分。

(2) 控制挫折組：

- ① 檢查錯誤：會告訴錯誤是哪幾宮格且以不同顏色標出錯誤的宮格。
- ② 自動輔數：經過系統運算後，會顯示所有宮格可能的所有答案。
- ③ 指定輔助：經過系統運算後，會顯示該數字在所有宮格中可能出現的位置。
- ④ 下一步提示：提示下一步在哪一格，並告知該宮格的答案。

(3) 提供示範組：

- ① 下一步詳細解答：會以圖示方式告知下一步宮格的解答以及解題程。

陳櫻代 (1999) 指出鷹架理論實際應用於教學時，學習者會過度依賴鷹架。連韻文 (2007) 的研究指出，兒童在電腦輔助情境下進行規則發現練習，能提升兒童的演繹推理能力，且透過電腦輔助鷹架來降低認知負荷量，能協助兒童在探索過程發展出更佳策略。究竟在數位遊戲的設計中，鷹架輔助設定的高度是否符合玩家的設計？過高可能造成玩家拒絕學習，過低可能讓玩家感到無趣且索然無味，而使用的鷹架是否能夠玩家基模增生，進而產生內化，達到學習的效果？數獨教授提供了不同的鷹架，究竟何種鷹架可讓玩家得到策略的成長？而何種鷹架會造成鷹架依賴，抑制了學習？

2.3 數獨

「數獨」遊戲是由瑞士數學家歐拉的「拉丁方塊」改良而來，但當時沒有得到應有的注目，直到 1970，美國人重新挖掘它的魅力，接著日本雜誌出版商在 1980 年代末期在一本美國名為 Number Place 雜誌上看到這個遊戲，帶回日本後，並增加它的遊戲難度，Nikoli 出版社的董事長鍛冶真起將它命名為「數獨」(SU

DOKU)，1984 年在日本推出後一炮而紅。連「朝日新聞」亦定期連載，2004 年 11 月「數獨」登陸英國，在「泰晤士報」亮相後就迅速流行起來。2005 年 5 月台灣的「中國時報」首度引進，且每日連載，亦造成很大的迴響，「數獨」已逐漸成為全球化的益智遊戲(吳明瑄、葉茂淳、王思懿，2006；巫光禎，2005)。

方格裡擺幾個數字，好像沒什麼，但數獨好玩之處，就在其中推敲的過程，以及解答出來的成就感。有些人認為玩數獨是他們紓解工作壓力的最佳方式；有些人認為玩數獨可以保持頭腦靈活，尤其適合老年人；也有些老師和父母覺得玩數獨需要耐心、專心和推理能力，所以拿數獨當題目出給學生練習，用來訓練小孩子(巫光禎，2005)。最近英國政府出資的「教師雜誌」甚至建議把「數獨」引進課堂(Holden，2005)，因為數獨不僅有趣好玩，還可以增進玩者的推理與邏輯能力。

2.3.1 數獨的規則

「數獨」的規則很簡單，就是以 1~9 九個數字把 9×9 方格裡的空格填滿，1~9 的數字在每個直行、橫列及每個小九宮格裡都只能出現一次。想解開「數獨」不需任何的計算，而是利用邏輯推解出答案(吳明瑄、葉茂淳、王思懿，2006)。

由於數獨變化無窮，但規則簡單，即使數學不好的人，也能輕易上手，在推敲的過程中只需運用邏輯推理能力，所以人人都可以玩，且容易入手。

2.3.2 數獨的位置表示法

為了說明時指位的方便，本研究的位置表示法如下(巫光禎，2005)：

1. 列：橫向的九個宮格排成一直線是為列，數獨共有九列，如圖 2，最上面的一列是第 1 列，然後是第 2 列、第 3 列……，最下方的一列是第 9 列。

← 4	第一列	6	→
←	第二列	6	→ 8
← 3	第三列	2	→
←	第四列		→ 3
← 1 8	第五列		→ 2
←	第六列		→ 1
← 2	第七列		→ 1 4
← 4	第八列		→
←	第九列		→ 2 9

圖 2 列的位置表示法

2. 行：縱向的九個宮格排成一直線是為行，數獨共有九行，如圖 3，最左邊的一行是第 1 行，然後是第 2 行、第 3 行……，最右邊的一行是第 9 行。

↑	↑	↑ 4	↑	↑ 7	↑ 6	↑	↑	↑ 8
↑	3	↑	8	↑	2	↑	↑	↑
第一行	第二行	第三行	第四行	第五行	第六行	第七行	第八行	第九行
2	↑	↑	↑	6	↑	↑	1	4
↓	↓ 4	↓	↓ 2	↓	↓	↓ 2	↓ 9	↓

圖 3 行的位置表示法

3. 九宮格：數獨是由 9 個九宮格所組成。如圖 4，這九個九宮格分別稱為上左、上中、上右、中左、中央、中右、下左、下中、下右九宮格。

		4		7	6			
	上左			上中		6	上右	8
	3		8		2			
							3	
1	中左		4	中	5		中右	
				8				1
2				6			1	4
	下左		2	下中			下右	
						2	9	

圖 4 九宮格位置表示法

4. 宮格：數獨共有 81 個宮格，為了指出指定的宮格，以(列，行)的座標表示法來定位，如圖 5，例如(3,6)就是第 3 列第 6 行的宮格；(7,8)表示第 7 列第 8 行的宮格。

		4		7	6			
								8
	3		8		2			
							3	
1	8		4	5			2	
				8				
2			6				1	4
	4		2					
						2	9	

圖 5 宮格位置表示法

2.3.3. 數獨的解題技巧

可大分為直觀法及候選數法兩種（巫光禎，2005）。

表 2 直觀法與選數法特性的比較

直觀法的特性	候選數法的特性
不需任何輔助工具就可應用。	需先建立候選數列表，所以常需電腦輔助，或使用候選數法的輔助解題用紙。
從接到數獨謎題的那一刻起就可以立即開始解題。	所以從接到數獨謎題的那一刻起，需經過一段相當的時間才會出現第 1 個解。
初學者或沒有電腦輔助時的首要解題方法。	需使用高階直觀法技巧或有電腦輔助時的首要解題方法
能解出的謎題較簡單。	能解出的謎題較複雜。
唯一解法、基礎摒除法、區塊摒除法、唯餘解法、矩形摒除法、單元摒除法。	唯一候選數法 (Singles Candidature)、隱性唯一候選數法 (Hidden Singles Candidature)、區塊刪減法 (Locked Candidates)、數對刪減法 (Naked Pairs)、隱性數對刪減法 (Hidden Pairs)、三鏈數刪減法 (Naked Triples)、隱性三鏈數刪減法 (Hidden Triples)、矩形頂點刪減法 (X-Wing)、三鏈列刪減法 (Swordfish)、關鍵數刪減法 (Colors, Colouring)、關連數刪減法 (Forcing chains)。

數獨的解謎技巧，剛開始發展時，以人性的直觀式解法為主，對於初入門的玩家來說，這也是較容易理解、接受的方法，故本研究以直觀法之解謎技巧作為本研究玩家所使用的策略，說明如後。

2.4 策略

策略就是解題者面對問題時，為了改變問題狀態，需付出一些心智努力以解決問題，經過心智努力所產生與使用的解題方法（黃幸美，2004）。策略是問題空間的「引導」，找到一條從問題的起始狀態到達目標狀態的通路（王甦、汪安聖，2004），他並指出在面對不熟悉的問題時，解題者一開始會應用「嘗試-錯誤」的策略，累積一些資訊後，可從「嘗試-錯誤」策略轉向某個更有效的策略。人在解決問題時，常利用先前解決問題所用的策略，或者形成一個新的策略，並常出現策略的轉換。

問題解決的策略可分成兩類，演算法（Algorithm）和啟發法（Heuristic）。

演算法是解題的一套規則，它精確的指明解題的步驟。算法包含了數理中常出現的公式，或是所有可能方法的搜尋樹，算法的根本的特點就是「問題一定能夠解決」。而啟發法是憑藉經驗的解題方法，也可以稱為經驗法則。啟發法可以有效解決密碼計算提以及其他問題。啟發法並不能保證問題一定得到解決，但卻常常有效地解決問題。有學者認為人類解決問題時，主要是應用啟發法（鄭昭明，1996）。

常見的捷思法有六種：（鄭昭明，1996；鍾聖校，1997）

- （一）方法-目的分析法(means-end analysis method)：此策略是將主要問題分成許多子問題，循序漸進解決子問題，以縮小起始狀態與目標狀態的差距，進而解決問題。
- （二）差異減除法(difference decreasing method)：解題者在面對陌生情境時，想辦法解除呈現狀態與目標狀態的差距。這是「相似性」使用的原則，人類在問題解決時，常受限於相似性，傾向於使用一個運作器，使得呈現狀態經過轉變而更接近目標狀態。
- （三）嘗試錯誤法(trial and error method)：當面對問題時，解題者不斷嘗試不同的解決問題方法，從嘗試錯誤中使問題獲得解決。
- （四）倒推法(working backwards method)：從問題的目標狀態反推所需符合的條

件，將問題加以解決。

(五) 類比法(analogy method)：利用先前運用過的問題解決方法與經驗，比較新題目與舊經驗的相似處，解決一個類似的問題。

(六) 繪圖法(diagram method)：透過流程圖呈現解決問題的步驟，可使問題更有系統的解決。

Klabbers (1999) 表示玩電腦遊戲是一種包含技巧、知識、機運的活動，在其中玩家遵循固定的規則去解決謎題，而在過程中會產生數種不同的策略。專家玩家和新手玩家在思考模式上有所不同，專家玩家使用類比思考，而新手玩家傾向使用嘗試錯誤。在 Houssart & Sams (2008) 研究中發現，以電腦為對手玩遊戲，可使孩童從學習電腦的策略建構自己的數學推理策略。數位遊戲內含複雜的內容及使用介面，玩家必須動腦思考，透過操作、電腦給予的輔助與回饋，可更瞭解數位遊戲的內規則與內容，也因為遊戲過程產生許多不同種類的樂趣，使得玩家願意花時間與精力於解題的過程，進而產生策略的成長。

2.4.1 數獨的策略

數獨主要的解題策略有唯一解法、基礎摒除法、區塊摒除法、唯餘解法、矩形摒除法、單元摒除法(巫光禎, 2005)。本研究將策略簡化成：唯一解法、基本摒除法，簡介如下：

- (1) 唯一解法：當數獨謎題中的某一個宮格因為所處的列、行或九宮格已填入數字的宮格達到 8 個時，那麼這個宮格所能填入的數字，就只剩下那個還沒出現過的數字了，有三種類型：行唯一解、列唯一解、宮唯一解(巫光禎, 2005)。如圖 7 因為在第二行已經有 8 個數字了，所以在(2, 2)有行唯一解 7，在圖 6 因為再第五列已經出現了 8 個數字了，所以在(5, 9)有列唯一解 7，在圖 8 的中右宮，因為已經出現了 8 個數字了，所以在(4, 9)有宮唯一解 5。

8		4		7	6	3		2
						6		8
6	3		8		2	1		9
4			6	2	1	8	3	
1	8	6	4	5	3	9	2	
				8		4	6	1
2				6			1	4
	4		2				8	6
	6					2	9	3

圖 6 列唯一解

8	1	4	9	7	6	3	5	2
9			1	3	5	6	4	8
6	3	5	8	4	2	1	7	9
4	9	7	6	2	1	8	3	5
1	8	6	4	5	3	9	2	7
5	2	3	7	8	9	4	6	1
2	5	9	3	6	8	7	1	4
3	4	1	2	9	7	5	8	6
7	6	8	5	1	4	2	9	3

圖 7 行唯一解

8		4		7	6	3		2
						6		8
6	3		8		2	1		9
4			6	2	1	8	3	
1	8	6	4	5	3	9	2	7
				8		4	6	1
2				6			1	4
	4		2				8	6
	6					2	9	3

圖 8 宮唯一解

(2) 基本摒除法：

基礎摒除法雖然不困難，但其原理可分成三部份（巫光禎，2005）：

1. 行摒除：因為同一行不能有兩個相同的數字，所以當某個數字已在某行中出現時，該行再填入該數字的可能性 就應該被摒除掉。
2. 列摒除：因為同一列不能有兩個相同的數字，所以當某個數字已在某列中出現時，該列再填入該數字的可能性 就應該被摒除掉。
3. 宮摒除：因為同一個九宮格不能有兩個相同的數字，所以當某個數字已在某個九宮格中出現時，該九宮格再填入該數字的可能性就應該被摒除掉。

	5		1			6		3
3			X	2				
		9	X		6		5	7
6	1		4					
	3	7	X			8	6	
			X		3		4	2
9	6		7			1		
			X	3				6
2		4	X		1		3	

圖 9 行摒除

	5		1			6		3
3				2				
		9			6		5	7
6	1		4					
X	3	7	X	X	X	8	6	X
					3		4	2
9	6		7			1		
				3				6
2		4			1		3	

圖 10 列摒除

	5		1			6		3
3				2				
		9			6		5	7
6	1	X	4					
X	3	7				8	6	
X	X	X			3		4	2
9	6		7			1		
				3				6
2		4			1		3	

圖 11 宮摒除

在運用基礎摒除法來尋找解的過程中，也可分為三個部分：

1. 宮摒餘解：找到了某數在某一個九宮格可填入的位置只餘一個的情形；意即找到了該數在該九宮格中的填入位置。
2. 列摒餘解：找到了某數在某列可填入的位置只餘一個的情形；意即找到了該數在該列中的填入位置。
3. 行摒餘解：找到了某數在某行可填入的位置只餘一個的情形；意即找到了該數在該行中的填入位置。

圖 12 有行摒餘，因為(4, 1)、(7, 1)、(8, 8)、(9, 4)都是 2 使得第 4、7、8、9 列都不可能再出現 2，第 9 行必定有個 2，所以只剩下(6, 9)這個宮格可以填入 2。

而圖 13 有列摒餘，因為(5, 8)為 4，使得右中宮格不可能再出現另外一個 4，所以(6, 7)(6, 8)(6, 9)皆不可能為 4，因此在第 6 列中，九個宮格中已有 5 格是已

知，而其他 3 格不可能為 4，所以 4 只能填入(6, 5)。

在圖 14 有宮摒餘，在中央宮中，有 5 宮格為已知，因(5, 1)、(6, 9)為 1 使得第 5、6 列皆不能再出現 1，使得中央宮的(6, 4)、(6, 6)、(5, 6)皆不能為 1，所以使得中央宮只有(4, 6)可以填入 1。

		1	5	2	7			8
	7	3		9	1	2		5
		2			6	7	9	1
2	9	7	1	X	X	X	X	X
3	8				2		1	4
1					3	8	7	
X	2	8	3	X	X	1	X	X
4	1	X	X	8	X	3	2	X
7	X	X	2	1	4	5	X	X

圖 12 行摒餘

8		3		2	1		5	
2	1	7	9	5				
6		4				2		1
			2			8	1	3
	3		1		9	X	4	2
1	2	6	3		8	X	X	X
4		2		1		5		9
		1		3	2	4		
3	8		4			1	2	6

圖 13 列摒餘

8		4		7	6	3		2
						6		8
6	3		8		2	1		9
4			6	2		8	3	
1	8	6	4	5	X	9	2	X
X	X	X	X	8	X	4	6	1
2				6			1	4
	4		2				8	6
	6					2	9	

圖 14 宮摒餘

第三章 研究方法與設計

3.1 研究架構

本研究想藉由數位遊戲情境提升玩家參與動機，先提供無輔助鷹架，再提供不同類型的鷹架輔助，使玩家在鷹架輔助下得以發揮其推理能力，達到最近發展區的發展，進而發展出更高的策略，並以無鷹架輔助為對照組，比較玩家在無鷹架輔助和鷹架輔助下兩者間策略與解題行為的差異，用以探討數位遊戲鷹架輔助對於玩家策略發展與解題行為的影響，並進一步分析鷹架輔助下對於玩家遊戲行為的影響。整理本研究之研究架構如圖 15：

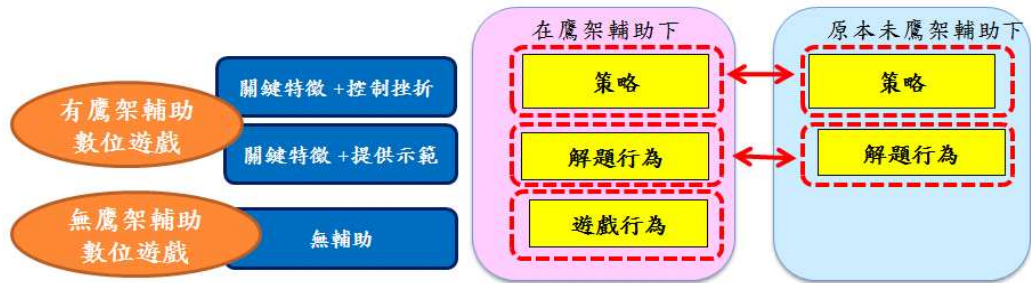


圖 15 研究架構圖

3.2 前導性研究

為了瞭解學生在數位數獨遊戲可能出現的策略、解題行為及遊戲行為，本研究於民國九十九年三月，於北部地區某國小五年級，選定 12 學生先行施測，施測前利用 5 分鐘解說數獨遊戲規則與操作方法，前測每位學生時間均為 20 分鐘，並於九十九年四月依照六年級正式前測結果的總樣本數共 93 人的限制，造成實驗組別只能容納三組之故，將三種鷹架輔助合併成兩種，加上對照組總共三組，接著這 12 位學生進行不同鷹架輔助數位數獨之前導性研究，時間為 60 分鐘，兩次前導性實驗皆以螢幕錄影軟體記錄每位學生的遊戲過程。

前導性研究的主要目的是想藉由觀看學生的錄影檔，將策略、解題行為分類。前導研究流程如圖 16 及圖 17：

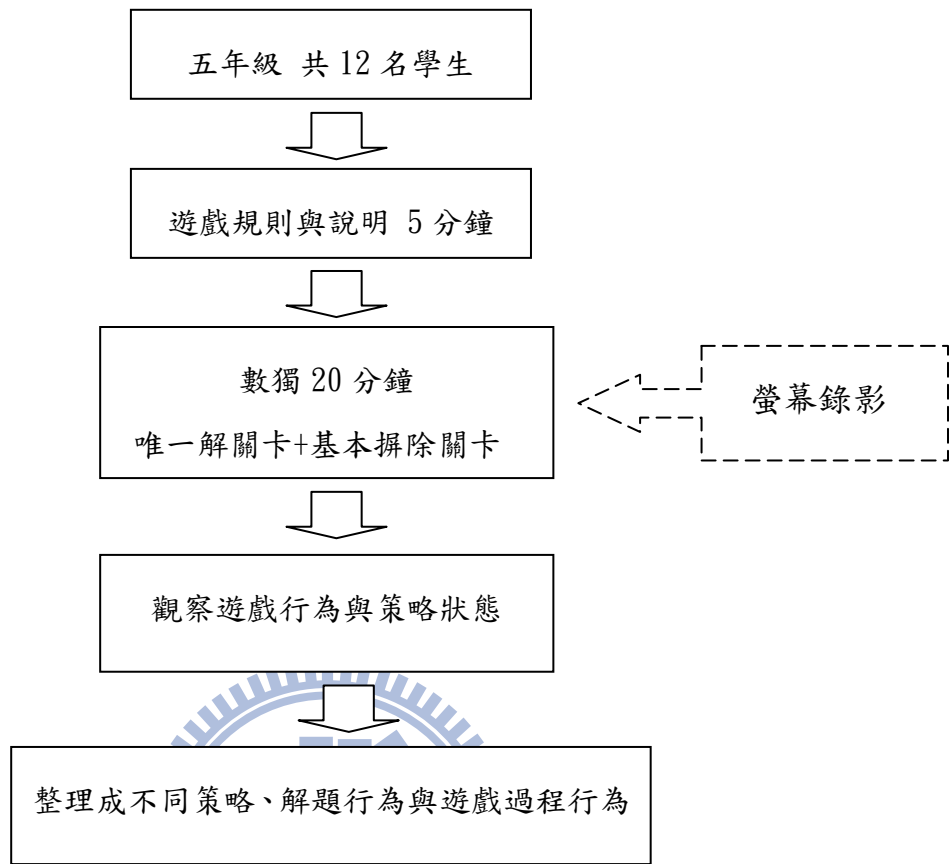


圖 16 前導研究 I 流程圖

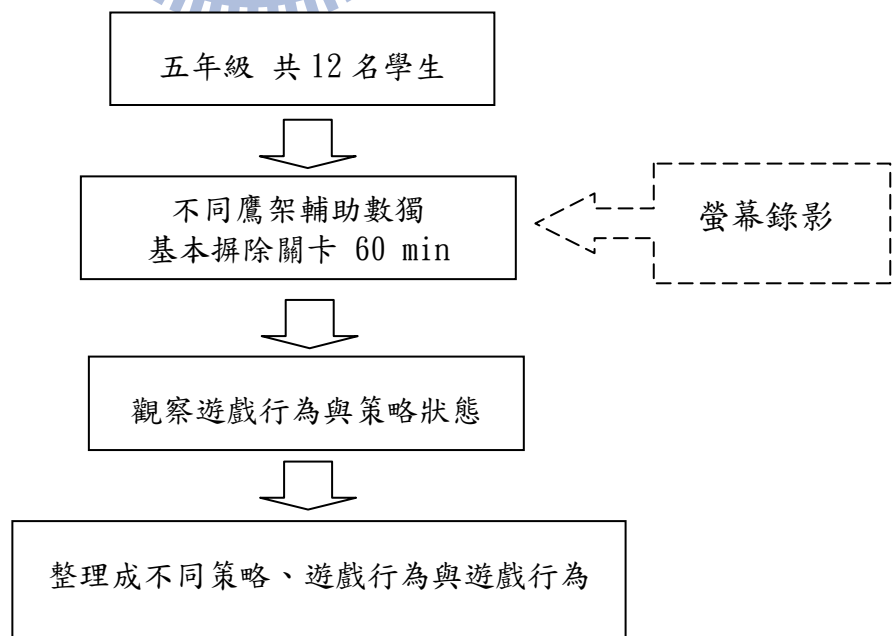


圖 17 前導研究 II 流程圖

經過前導研究後，研究者發現如下：

表 3 前導研究 I 策略、解題行為及解題第一步行為差異及其分類歸納表

觀察點	觀察點/行為	分類
遊戲開始後，玩家完成的第一格答案	先在圖 18 (2, 3)、(3, 4)、(4, 3)、(5, 4)、(1, 2)、(6, 5)的其中一格填上正確答案。	唯一解
	先在圖 19 的(4, 3)、及(3, 4) (2, 3) (5, 4)填入正確答案。	宮摒餘
	先在圖 19 的(5, 1)(3, 6)填上正確答案。	行列摒餘
	先在圖 19 的(1, 5)填上正確答案。	單向宮摒餘
	在圖 19 任一格填上錯誤的答案	錯誤
玩家在遊戲過程中的解題行為	會先在任一格開始，且該格是錯誤的，會將優先某一行、列或宮完成，如圖 20。	區塊
	會先從任一格開始，且該格之行、列或宮皆無該數字，接著在不同行、列、宮中，繼續依照行、列、宮不重複的原則，繼續擺放置該數字完成，且擺放的數字超過兩種。如圖 21。	單數
	利用輔數在各宮格做下記號，如圖 22。	輔數
	會先從宮摒餘的第一步開始，接著依照基本摒餘策略一步一步推敲，先將某數先完成接著完成下一個數字，依順完成，如圖 23。	單刀
	不屬於上述的任何一種。	其他
玩家在遊戲過程中的策略	唯一解關卡超過 15 分鐘仍無法過關。	不具唯一策略
	會先將 圖 18 的 (2, 3)、(3, 4)、(4, 3)、(5, 4)、(1, 2)、(6, 5)或(1, 1)、(6, 1)填上正確答案。	唯一解策略
	在圖 19 的任一格開始，且該格答案是錯誤的。	唯一解策略
	第一步是宮摒餘、行列摒餘或單向宮摒餘，解題行為是單刀。	宮摒餘策略

		6		1	
3	2		5	6	4
1	6	4		3	5
2	3		1	4	6
5	4	3		2	1
	1		4		

圖 18 前測-唯一解關卡

			2		4
6					
				5	
	4				
					3
5		3			

圖 19 前測-基本摒除關卡

1			2		4
6					
2				5	
3	4				
4	6	1			3
5	2	3			

圖 20 區塊解題行為

	1		2		4
6	2				1
		1		5	2
	4	2		1	
2	1				3
5		3	1	2	

圖 21 單數解題行為

3	1		2	3	4
6	12	12	3	3	
23	23		13	5	2
23	4	2	13	23	2
3	1	1	1	12	3
5	1	3		2	2

圖 22 輔數解題行為

	5		2		4
6		4			5
			4	5	
	4	5			
4			5		3
5		3		4	

圖 23 單刀解題行為

表 4 前導研究 II 策略、解題行為及解題第一步行為差異及其分類歸納表

觀察點	觀察點/行為	分類
遊戲開始後，玩家完成的第一格答案	在圖 24 (3, 2)填入 2	宮摒餘
	在圖 24 (1, 1)填入 4	單向宮摒餘
	在圖 24 (2, 6)填入 4 或(5, 5)填入 2	行列摒餘
	任一格且為錯誤	猜測
	使用下一步詳解或下一步提示完成第一格。	使用工具
玩家在遊戲過程中的解題行為	會先在任一格開始，且該格是錯誤的，會將優先某一行、列或宮完成。	區塊
	會先從任一格開始，且該格之行、列或宮皆無該數字，接著在不同行、列、宮中，繼續依照行、列、宮不重複的原則，繼續擺放置該數字完成，且擺放的數字超過兩種。	單數
	利用輔數在各宮格做下記號。	輔數
	會先從宮摒餘的第一步開始，接著依照宮摒餘策略一步一步推敲，將盤面上依順完成。以圖 24 為例，即是先在(3, 2)填入 2，再在(6, 3)或(5, 5)或(1, 6)填入 2。	單刀
	在解題過程中，使用檢查錯誤工具。	檢查錯誤工具
	在解題過程中，使用下一步提示工具。	下一步提示工具
	在解題過程中，使用到檢查錯誤和下一步提示工具。	檢查錯誤加下一步提示工具
	在解題過程中，使用下一步詳解工具。	下一步詳解工具
	在解題過程中，使用自動輔數和檢查工具。	自動輔數加檢查工具
不屬於上述的任一種。	其他	
玩家在遊戲過程中的策略	在圖 24，先在(3, 2)填入 2，接著在(6, 3)或(5, 5)或(1, 6)填入 2...	宮摒餘
	先利用下一步詳解或下一步提示工具完成第一格，接著依照刀單解題行為將同數字的宮格完成。	
	由任一點開始，且該點為錯誤點。	唯一解

2			3	1	
		4			
			2		
	4	1			5

圖 24 鷹架輔助下第一關基本摒除的題目

依照前導性研究所找到的遊戲行為差異以及歸納出的策略、解題行為、解題第一步行為分類，將作為日後正式研究時的評定標準。

觀察學生遊戲過程發現，第一步為猜測，策略為唯一解，解題行為為區塊為大多數學生所出現的策略與解題行為。故在正式研究以此為依據，找出策略、解題行為為相似的玩家做為本研究的研究對象。

3.2 正式研究

3.2.1 研究對象

本研究挑選新竹市某國小六年級學生 7 個班級，共 213 人，以無輔助數獨教授進行 20 分鐘的無輔助數獨大師後，篩選出第一步為猜測，策略為唯一解，解題行為為區塊的學生共 90 人，本研究以此 90 位學生依照男女數相等及隨機分配的原則，分配至不同鷹架輔助的數獨教授，進行鷹架輔助下策略、解題與遊戲行為分析。

3.3.2 研究工具

3.3.2.1 數獨教授

本研究所使用的遊戲為網路益智遊戲— 數獨教授(Sudoku)，此款遊戲具有多種鷹架輔助功能。將其操作環境如圖 25：



圖 25 數獨教授操作環境

在規則說明部分以文字詳細說明數獨的遊戲規則，計時器則告知玩家目前遊戲所進行的時間。在遊戲開始時，題目會出現在題目及作答區，而玩家在作答時，需要點選下方作答號碼區的號碼牌，才能在上方的作答區作答。作答輸入的模式有兩種，一種是輸入號碼，另外一種模式是輸入輔數，輔數是類似在玩紙本數獨時用鉛筆做記號的模式，可讓玩家輸入宮格中可能出現的數字，但較紙本簡潔與整齊，但以輔數輸入盤面的解答是無法過關的，須以輸入號碼的方式輸入正確解答才可過關，而在右下側則是具有多種輔助功能的工具列。

數獨教授有三種版本，分別為 4×4 、 6×6 、 9×9 ，考慮到研究對象為國小六年級，避免過度困難與簡單，本研究選用 6×6 的版本。遊戲規則就是在 6 個 3×2 宮格裡，填入 1 到 6 的數字，每個數字在每個行、列及六宮格裡都只出現一次，玩家必須依照關卡中的數字分布狀況，邏輯推敲思考出剩下的空格裡是什麼數字，才能夠成功過關。

數獨教授內有多種輔助鷹架，說明如圖 26。



圖 26 數獨教授的輔助鷹架

- (1) 顯示剩餘數字數量統計表:會顯示剩餘數字的數量，方便玩家判斷下一步可以往哪個數字下手。
- (2) 自動輔數: 會依據目前盤面的分布，智慧型運算盤面中所有可能出現的答案，並以輔數方式呈現。(如圖 27)
- (3) 指定輔數:會依據目前盤面的分布，智慧型運算並將指定的數字以輔數方式顯示在可能分布的宮格。(如圖 28)
- (4) 檢查錯誤:系統會將答案錯誤的宮格以紅色底顯示，並告知有錯誤要修改。(如圖 29)
- (5) 下一手提示:系統會將下一步的答案在右側資料列顯示，並在盤面上以色格顯示答案位置。(如圖 30)
- (6) 下一步詳解: 系統會將下一步的答案在右側資料列顯示，並在盤面上以色格顯示答案位置與推理過程(如圖 31)
- (7) 區塊顯色:會將 6 個 2x3 的區塊以雙色顯示，讓玩家容易區分。
- (8) 加強顯示:在點選該數字作答時，所有在盤面出的該數字，背後都會出現圓底。
- (9) 電腦接手:在最短時間內，系統會根據目前盤面的狀況，自動將所有盤面未完成的宮格完成。(如圖 32)



圖 27 自動輔數



圖 28 指定輔數



圖 29 檢查錯誤

圖 30 下一手提示



圖 31 下一步詳解

圖 32 電腦接手

3.3.2.2 數獨教授的鷹架輔助分類

本研究委託數獨教授的程式撰寫者-巫光禎 老師，將此軟體內的鷹架依照本研究的分類製作三種不同鷹架輔助版本的數獨教授-關鍵特徵和控制挫折、關鍵特徵和提供示範鷹架輔助及無鷹架輔助，但刪除「電腦接手」，因按下此功能在數秒之內整個盤面將自動解答完成，無法提供玩家繼續作答的機會。考量到學生對於 6 x 6 數獨中 2 x 3 宮格不方正且學生對此形狀不熟悉，在各版本數獨中區塊顯示設為預設。

數獨教授鷹架輔助分類分別介紹如下：

1. 關鍵特徵鷹架是指運用各種方法引導學習者注意並察覺事物或目標的特徵的意思。在數獨教授則有三種：(1)顯示剩餘數字數量統計表；(2)加強顯示。
2. 控制挫折鷹架是指當學習者遭遇瓶頸與錯誤時，可協助度過。而在數獨教授則

有四種，分別是(1) 自動輔數；(2)指定輔數；(3)檢查錯誤；(4)下一步提示。

3. 提供示範鷹架是指運用語言或行為，為學習者提供清楚的示範，在數獨教授內則是下一步詳解。

3.3.2.3 不同鷹架輔助數獨環境、關卡與版本設計

數獨教授關卡設定為基本摒除關卡，需要宮摒餘或行、列摒餘策略，每道關卡有 35 小關，其空格數相同且難度相似的題目，作答過程若是出現錯誤，不會主動提示有錯誤產生，也不會主動告知答案，避免與本研究設計的鷹架輔助有抵觸。

因前測發現基本摒除關卡中，第一步為猜測、解題行為為區塊、策略為唯一解的學生共計 93 名，男 52 人，女 41 人，因考量研究對象人數的因素，將三種不同種類的鷹架合併成兩種，第一組為關鍵特徵鷹架和控制挫折鷹架，第二組為關鍵特徵鷹架和提供示範鷹架，並以無鷹架輔助為對照組。



圖 33 關鍵特徵與控制挫折鷹架組遊戲畫面



圖 34 關鍵特徵與提供示範鷹架組遊戲畫面



圖 35 無鷹架組遊戲畫面

3.3 研究設計

研究分為前測與在鷹架輔助下遊戲兩部份：

一、前測：

- (1) 先以新竹市某國小六年級 7 個班級，共 213 人，介紹數獨教授的操作介面及使用方法共 5 分鐘。
- (2) 讓學生操作使用無輔助版本的數獨教授共 20 分鐘。
- (3) 找出具有唯一解策略但不具有基本摒除策略，解題行為為區塊解題、解題第一步為猜測的學生共 90 人，隨機分成三組，並使每組男女人數相同。

二、在鷹架輔助下遊戲：

- (1) 雖然三組輔助鷹架不同，但遊戲關卡皆是基本摒除關卡，且出現的順序是固定的。
- (2) 各組玩家的遊戲時間皆為 40 分鐘。
- (3) 為了確認學生並自行學習而造成實驗上的誤差，在第一組與第二組鷹架輔助下遊戲前的三分鐘，給予無輔助的基本摒除關卡，是為了確認學生的策略、解題第一步與解題行為無改變，在第三組中，則直接觀察學生解題的行為。若遊戲策略、解題第一步或解題行為改變則當作無效樣本，予以刪除。
- (4) 因數獨遊戲不像其他電腦遊戲具有美輪美奐的畫面或競速的快感，為提高玩家參與的興趣，避免玩家應付的心態來參與，故研究者將遊戲設計成組內個人競賽的模式，達到組內前五名改變顯著者及玩家達到宮摒餘策略則給予獎勵品，以鼓勵玩家發揮其推理能力與學習力，並避免玩家過度依賴鷹架工具，造成研究誤差。

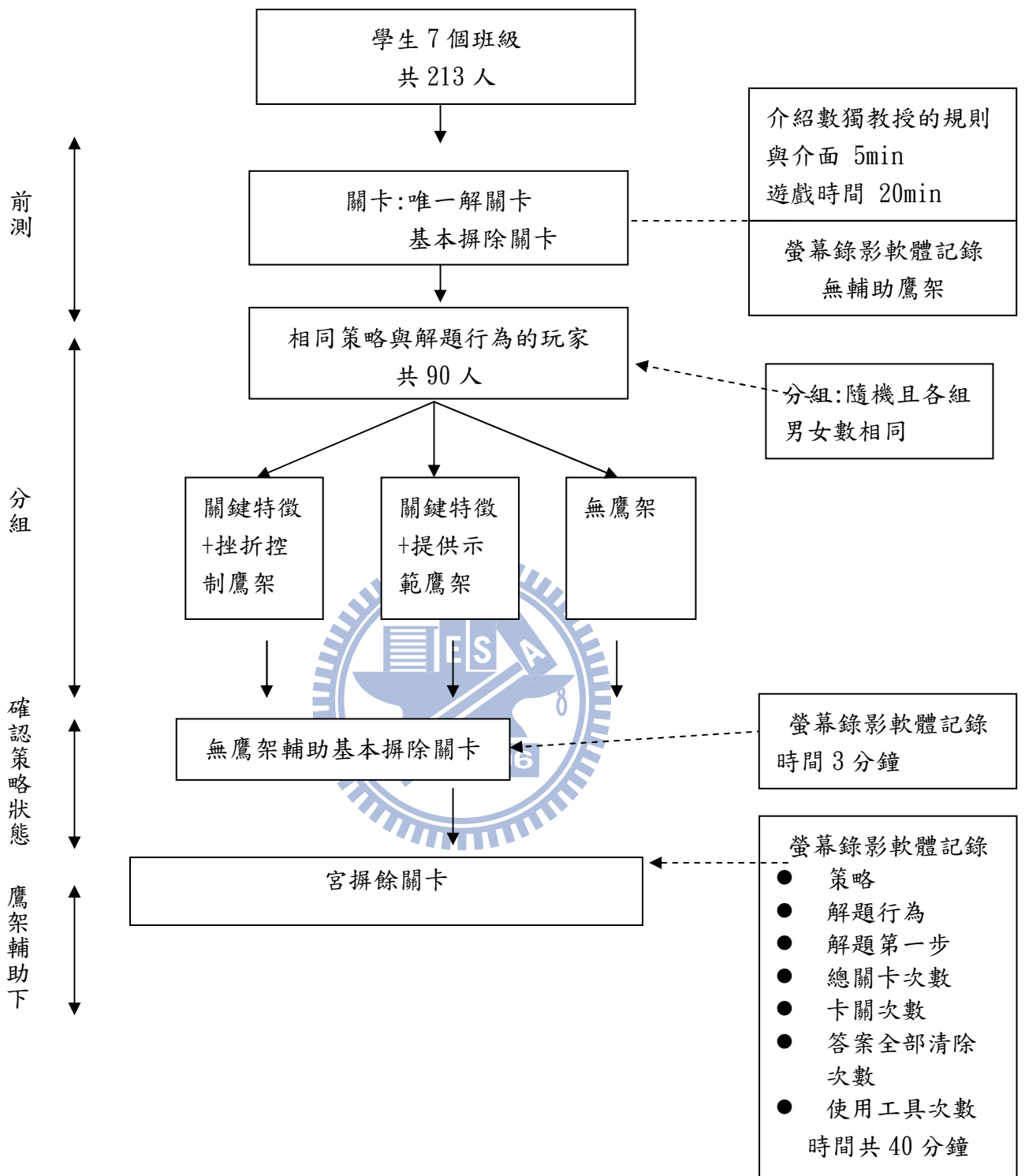


圖 36 實驗流程

3.4 策略、解題行為分類方法

為了分析學生的遊戲行為，以螢幕錄影軟體將學生的遊戲過程記錄下來，再依據前導研究歸納的策略與解題行為分類，將解題行為與第一步予以高低階層分類，如下表：

表 5 解題行為與解題第一步高低階層分類表

	解題行為	解題第一步
高階	單刀	宮摒餘
中階	單數	單向宮摒餘 行列摒餘
低階	區塊	猜測
超低階	使用工具	使用工具

由於單刀解題與宮摒餘解題第一步是需要系統化的推理過程，所以予以分類至高階層級；而單向宮摒餘、行列摒餘也是需要仔細的推理，但由於從錄影檔中觀察到，解題第一步為單向宮摒餘、行列摒餘玩家的仔細的推理過程只有第一步，大部份接著出現區塊的解題行為，遊戲所以出現單向宮摒餘、行列摒餘表示玩家只是部分出現推理過程，故將單向宮摒餘、行列摒餘歸類至中階層級，而單數的解題行為，雖然第一步是錯誤的，但由於能夠系統化的安排數字位置，使得數字在行列不重複，故歸類至中階解題行為；而區塊與猜測沒有系統化的推理過程，故被歸類至低階層級；而使用工具由於是依靠輔助工具代為完成，則被歸類為超低階層級。

為了要找出代表該玩家的策略、解題行為、解題第一步，將觀察點與分類方法描述如下：

一、觀察點一：玩家完成關卡的策略，以前導性研究結果為分類標準，將找出玩家代表策略標準描述如下。

由於玩家在鷹架輔助下的 40 分鐘內，玩家可能玩多個關卡或將全部格子清除，故會出現多次策略，若在鷹架輔助下的過程中，玩家出現宮摒餘策略，則以宮摒餘策略代表該玩家的解題策略。

以表 6 為例，該玩家在鷹架輔助下過程中出現了宮摒餘策略，即以宮摒餘策略代表該玩家之策略。

表 6 玩家代表策略分類範例

關卡	一	二	二	三	代表策略
解題策略	唯一解	唯一解	唯一解	宮摒餘	宮摒餘

二、觀察點二: 玩家完成關卡的解題行為，以前導性研究結果為分類標準，將找出代表解題行為標準描述如下:

由於玩家在鷹架輔助下的 40 分鐘內，玩家可能玩多個關卡或將全部格子清除，故會出現多次解題行為，為了要找出代表該玩家的解題行為，若出現高階層次解題行為-單刀，則以單刀為其代表；若出現中階的解題行為-單數兩次，則以單數為代表，以兩次為標準是為了要避免玩家偶然一試而造成研究誤差；而若出現低階或超低階的解題行為，則以其比例最高的解題行為為其代表解題行為。

以表 7 為例，該玩家在第一關有答案全部清除一次，故有兩種解題行為，而在八次解題行為中有兩次是單數解題，故以使用單數解題作為該玩家的解題行為代表。

表 7 玩家代表解題行為代表分類範例

關卡	一	一	二	三	四	五	六	七	解題行為代表
解題行為	區塊	區塊	區塊	區塊	單數	單數	區塊	區塊	單數

三、觀察點三: 玩家在遊戲開始時或是玩家將全部宮格清空後完成第一步的方法，以前導性研究結果為分類標準，將找出代表解題第一步標準描述如下:

由於玩家在鷹架輔助下的 40 分鐘內，玩家可能玩多個關卡或將全部宮格清除，故會出現多次解題第一步的行為表現，為了要找出代表該玩家的解題第一步，若出現高階層次解題第一步-宮摒餘，則以宮摒餘為解題第一步代表，因為宮摒餘需要仔細推理；若出現中階解題第一步-單向宮摒餘或行列摒餘兩次以上，以其為解題第一步代表，以兩次為標準是為了避免玩家因為恰巧猜對的狀況；其他低階與超低階解題行為則以比例較高者為其解題第一步代表。

以表 8 為例，該玩家在第二關有答案全部清除一次，故有兩個解題第一步，而在六次完成第一步的方法中使用工具與猜測的比例是 5:1，故以使用工具作為該玩家的解題第一步代表。

表 8 玩家解題第一步代表分類範例

關卡	一	二	二	三	四	五	第一步代表
解題第一步	猜測	工具	工具	工具	工具	工具	工具



第四章 資料分析

資料分析是由數位遊戲錄影檔所得資料為依據，並配合前導研究歸納分類之策略與解題行為，找出代表玩家的策略與解題行為，並統計玩家的遊戲行為次數，再以SPSS軟體做分析。分析方式如下：

1. 不同鷹架輔助對玩家過關次數的影響。(獨立樣本單因子變異數分析)
2. 不同鷹架輔助對玩家每關答案全部清除次數的影響。(獨立樣本單因子變異數分析)
3. 不同鷹架輔助對玩家每關自己作答次數的影響。(獨立樣本單因子變異數分析)
4. 不同鷹架輔助對玩家每關卡關次數的影響。(獨立樣本單因子變異數分析)
5. 不同鷹架輔助對玩家每關使用工具總次數的影響。(獨立樣本單因子變異數分析)
6. 在不同鷹架輔助下玩家解題行為的改變。(利用卡方改變顯著性考驗、適合度考驗)
7. 在不同鷹架輔助下玩家解題第一步的改變。(利用卡方改變顯著性考驗、適合度考驗)
8. 在不同鷹架輔助下玩家策略的改變。(利用卡方改變顯著性考驗)
9. 玩家在不同鷹架輔助下，策略有成長玩家遊戲過程與遊戲行為分析(質性描述)
10. 不同鷹架輔助之玩家特殊行為表現描述(質性描述)
11. 在無鷹架輔助下玩家策略、解題行為改變者策略、解題行為改變分析(質性描述)

三種不同鷹架輔助組各有男女各半共 30 個樣本，在正式實驗中關鍵特徵和控制挫折輔助組中第一步、解題行為、策略狀態改變者共 7 人，再扣除不使用鷹架者 1 人及全程使用鷹架作答者 4 人，計有效樣本 18 人，為 9 男 9 女；關鍵特徵和提供示範輔助組中第一步、解題行為、策略狀態改變者共 5 人，再扣除不使用鷹架者 1 人及全程使用鷹架作答者 1 人，計有效樣本 23 人，為 12 男 11 女；無輔助鷹架組中第一步、解題行為、策略狀態改變者共 7 人，有效樣本 23 人，為 10 男 13 女。

表9 不同鷹架輔助組有效樣本人數統計表

組別	個數	第一步、解題行為或策略改變	不使用鷹架	全程使用鷹架	有效樣本數	男	女
關鍵特徵和控制挫折組	30	7	1	4	18	9	9
關鍵特徵和提供示範組	30	5	1	1	23	12	11
無鷹架輔助	30	7			23	10	13

4.1 不同鷹架輔助對玩家過關次數的影響

為瞭解不同鷹架輔助對於玩家過關次數是否造成影響，將相關數據進行獨立樣本單因子變異數分析，所得結果如表 10 所示。

由表 10 可知，在關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵和提供示範組和無鷹架輔助下，玩家在 40 分鐘內的過關次數平均數為 12.06、11.96、1.52 次，且 ANOVA 檢定達顯著($F=10.389, p=.000<.001$)，代表不同鷹架輔助對於玩家玩的總關卡次數是有顯著影響的，而變異數同質性的 Levene 檢定達顯著 ($F=36.521, p=.000<.001$)，推測是因為樣本數不同的緣故，接著利用變異數不相等的 Dunnett T3 事後檢定，所得結果為關鍵特徵和控制挫折組的過關次數顯著於大無鷹架輔助組，平均差異為 10.534， $p=.000<.001$ ，關鍵特徵和提供示範鷹架輔助組顯著大於無鷹架輔助組，平均差異為 10.435， $p=.003<.01$ ，而有鷹架輔助兩組的過關次數無顯著差異。由此可得知，玩家在關鍵特徵和控制挫折鷹、關鍵特徵和提供示範鷹架下所玩的過關次數明顯大於無鷹架輔助組，推論是因為有鷹架輔助有協助玩家完成答案的功能，因而造成過關次數提升的原因。

表10 不同鷹架輔助對過關次數之變異數分析摘要表

組別	樣本數	平均數	標準差	變異數分析				事後比較 (Dunnett T3)	
				變異來源	離均差平方和	自由度	均方		F值
過關次數	18	12.06	6.83	組間	1617.8	2	808.92	10.389	(1)>(3)
						4	2	***	(2)>(3)
				組內	4749.6	61	77.863		
	23	11.96	13.38	總和	6367.4	63			
					8				

*** $p < .001$

4.2 不同鷹架輔助對玩家每關答案全部清除次數的影響。

為瞭解不同鷹架輔助對於玩家每關答案全部清除的次數是否造成差異，將相關數據進行獨立樣本單因子變異數分析，所得結果如表 11 所示。

由表 11 可知，關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵和提供示範組和無鷹架輔助在 40 分鐘玩家每關答案全部清除次數的平均數為 .021、.258、3.39 次，且 ANOVA 檢定達顯著 ($F=10.008$, $p=.000<.001$)，代表不同鷹架輔助對於玩家每關清除次數是有顯著影響的，而變異數同質性的 Levene 檢定達顯著 ($F=33.705$, $p=.000<.001$)，推論是因為樣本數不同的緣故，利用變異數不相等的 Dunnett T3 事後檢定，結果顯示在每關答案全部清除次數無鷹架輔助顯著大於關鍵特徵和控制挫折組，平均差異為 2.502， $p=.005<.01$ ，無鷹架輔助組的每關答案全部清除次數顯著大於關鍵特徵和提供示範組，平均差異為 2.327， $p=.01<.05$ ，關鍵特徵和提供示範組的每關答案全部清除大於關鍵特徵和控制挫折組，平均差異為 .175， $p=.013<.05$ 。由此可得知，每關答案全部清除次數關鍵特徵和控制挫折組 < 關鍵特徵和提供示範組 < 無鷹架輔助組，由此可得知有鷹架輔助能降低每關答案全部清除次數，而控制挫折鷹架是降低玩家每關答案全部清除次數最顯著的。推論是因為控制挫折鷹架工具中的檢查錯誤工具，能讓玩家即時知道錯誤，避免掉因卡關而造成需要將答案全部清除的次數。

表11 不同鷹架輔助對每關答案全部清除次數之變異數分析摘要表

組別	樣本數	平均數	標準差	變異數分析				事後比較 (Dunnett T3)		
				變異來源	離均差平方和	自由度	均方		F值	
每關 答案 全部 清除 次數	(1)關鍵特徵 和控制挫折組	18	.01	.021	組間	84.823	2	42.412	10.008 ***	(3)>(2)
	(2)關鍵特徵 和提供示範組	23	.18	.258	組內	254.26 0	60	4.238		(2)>(1) (3)>(1)
	(3)無鷹架輔 助	23	2.51	3.39 0	總和	339.08 4	62			

*** $p < .001$

4.3 不同鷹架輔助對玩家每關自我作答次數的影響

為瞭解不同鷹架輔助對於玩家每關自我作答次數是否造成差異，將相關數據進行獨立樣本單因子變異數分析，所得結果如表 12 所示。

由表 12 可知，關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵和提供示範組和無鷹架輔助在 40 分鐘玩家每關自我作答次數的平均數為 52.57、59.64、173.75 次，且 ANOVA 檢定達顯著($F=20.478$ ， $p=.000<.001$)，代表不同鷹架輔助對於玩家每關自我作答次數是有顯著影響的，而變異數同質性的 Levene 檢定達顯著 ($F=13.644$ ， $p=.000<.001$)，推論是因為樣本數不同的緣故，利用變異數不相等的 Dunnett T3 事後檢定，結果顯示無鷹架輔助在每關自我作答次數顯著大於關鍵特徵和控制挫折組，平均差異為 121.187， $p=.000<.001$ ，無鷹架輔助組的每關自我次數顯著大於關鍵特徵和提供示範組，平均差異為 114.117， $p=.000<.001$ ，關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵和提供示範組無顯著差異。由此我們可得知，有鷹架的組別玩家每關自我作答次數顯著小於無鷹架輔助組，推論是因為有鷹架輔助組造成玩家使用鷹架工具，間接減低了玩家自我作答的次數。

表12 不同鷹架輔助對每關自我作答次數之變異數分析摘要表

組別	樣本數	平均數	標準差	變異數分析			事後比較 (Dunnett T3)
				變異來源	離均差平方和	自由度	
(1)關鍵特徵 每關 自我 作答 次數	18	52.57	35.6	202966	2	101483	20.478
			65	.5		.281	***
(2)關鍵特徵 和提供示範組	23	59.64	62.0	302303	61	4955.7	(3)>(1)
			66	.2		90	(3)>(2)
(3)無鷹架輔助	23	173.7	94.3	505269	63		
		5	72	.7			

*** $p < .001$

4.4 不同鷹架輔助對玩家每關卡關次數的影響

為瞭解不同鷹架輔助對於玩家每關卡關次數是否造成差異，將相關數據進行獨立樣本單因子變異數分析，所得結果如表 13 所示。

由表 13 可知，在關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵和提供示範組和無鷹架輔助下，40 分鐘的遊戲時間內每關卡關次數的平均數為.17、.65、1.38 次，且 ANOVA 檢定達顯著($F=7.994$ ， $p=.001<.01$)，代表不同鷹架輔助對於玩家每關卡關次數是有顯著影響的，而變異數同質性的 Levene 檢定達顯著 ($F=18.613$ ， $p=.000<.001$)，推測是因為樣本數不同的緣故。利用變異數不相等的 Dunnett T3 事後檢定，所得結果為關鍵特徵和控制挫折組的每關卡關次數顯著小於無鷹架組，平均差異為

-1.217, $p=.003<.01$, 關鍵特徵和控制挫折組的每關卡關次數顯著小於關鍵特徵和提供示範組, 平均差異為-.486, $p=.005<.01$ 。由此可得知, 玩家在關鍵特徵和控制挫折組所的每關卡關次數顯著小於關鍵特徵和提供示範與無鷹架輔助組, 而關鍵特徵提供示範組和無鷹架組無顯著差異。由可得知, 控制挫折的輔助鷹架可有效減低玩家每關卡關的次數, 而控制挫折鷹架工具能夠大量降低玩家每關卡關的次數, 由螢幕錄影檔中, 可以觀察在關鍵特徵和控制挫折組中, 玩家在做答過程中常使用檢查工具, 因此減低玩家卡關的次數; 而提供示範鷹架中下一步詳解工具是依照盤面狀況, 智慧型的運算後, 繼續給予下一步的答案, 若是玩家在自我做答過程中出現了錯誤, 即使使用了下一步詳解工具, 最後還是會導致卡關的狀況, 也因為這樣的緣故, 造成提供示範鷹架無法顯著降低卡關次數。

表13 不同鷹架輔助對每關卡關次數之變異數分析摘要表

組別	樣本數	平均數	標準差	變異數分析			事後比較 (Dunnett T3)
				變異來源	離均差平方和	自由度	
每關卡數	18	.17	.264	組間	15.521	2	(2)>(1) (3)>(1)
(1)關鍵特徵和控制挫折組				組內	59.219	61	**
(2)關鍵特徵和提供示範組	23	.65	.605	總和	74.740	63	
(3)無鷹架輔助	23	1.38	1.50				

** $p < .01$

4.5 不同鷹架輔助對玩家每關使用工具次數的影響

為瞭解有鷹架輔助組玩家每關使用工具的次數是否造成差異, 將使用工具統計分成關鍵特徵輔助工具與控制挫折、提供示範工具兩大類進行分析。

4.5.1 不同鷹架輔助對玩家每關使用關鍵特徵輔助工具次數之影響

為瞭解有鷹架輔助組玩家每關使用關鍵特徵輔助工具的總次數是否造成差異, 將相關數據進行獨立樣本單因子變異數分析, 所得結果如表 14 所示。

由表 14 可知, 關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵和提供示範組在 40 分鐘玩家每關使用關鍵特徵鷹架工具的平均數為.84、3.57 次, 且 ANOVA 檢定達顯著

($F=4.520$, $p=.040 < .05$)，代表關鍵特徵和控制挫折組和關鍵特徵和提供示範組對於玩家每關使用關鍵特徵鷹架工具次數是有顯著差異的，關鍵特徵和提供示範組每關使用關鍵特徵工具的次數顯著大於關鍵特徵和控制挫折組，平均差異有 2.73 次。由此可推論，控制挫折工具會使玩家減低使用關鍵特徵工具的次數，推論是因為玩家在關鍵特徵和控制挫折組中，憑藉控制挫折鷹架工具就可以讓玩家過關，使得玩家對關鍵特徵鷹架工具的使用次數降低，而在關鍵特徵和提供示範組中，即使玩家使用了提供示範鷹架工具，還是會產生卡關，因而玩家會因此轉而嘗試使用關鍵特徵工具。

表14 不同鷹架輔助對使用關鍵特徵工具之變異數分析摘要表

組別	樣本數	平均數	標準差	變異數分析				
				變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F值
每關使用關鍵特徵工具	(1) 18	1.84	1.310	組間	74.745	1	74.745	4.520*
鷹架輔助	(2) 23	3.57	5.290	組內	644.899	39	16.536	

* $p < .05$

4.5.2 不同鷹架輔助對玩家每關使用控制挫折、提供示範工具總次數之影響

為瞭解有鷹架輔助組對於玩家每關使用控制挫折或提供示範工具總次數是否造成差異，將相關數據進行獨立樣本單因子變異數分析，所得結果如表 15 所示。

由表 15 可知，關鍵特徵和控制挫折組、關鍵特徵在 40 分鐘內玩家每關使用控制挫折或提供示範工具次數的平均數為 20.02、28.73 次，且 ANOVA 檢定未達顯著($F=1.709$, $p=.1990 > .05$)，代表有鷹架輔助對於玩家每關使用控制挫折或提供示範工具次數有沒有顯著差異的。由此我們可推論，控制挫折和提供示範鷹架對於玩家的輔助作用是類似的，使得玩家在使用控制挫折、提供示範工具的次數無顯著差異。

表15 不同鷹架輔助對每關使用控制挫折、提供示範工具次數次數之變異數分析摘要表

組別	樣本數	平均數	標準差	變異數分析					
				變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F值	
每關使用控制挫折、提供示範工具次數	關鍵特徵和控制挫折組	18	20.017	21.03	組間	765.862	1	765.862	1.709
		2	49						
關鍵特徵和提供示範組	23	28.726	21.26	組內	17473.197	39	448.031		
		2	80						

4.6 在不同鷹架輔助下玩家解題行為的改變

為瞭解玩家在不同鷹架輔助下解題行為和原本解題行為有何差異，我們將解題行為以次數分配表呈現，再將相關數據進行卡方之改變顯著性考驗。而在卡方改變檢定中，要將解題行為依照高低順序分類，於是依照前導性研究的高、中、低、最低階解題行為予以分類，高階解題行為定義為4，中階解題行為定義為3，低階解題行為定義為2，最低階解題行為定義為1，以此進行資料分析。

4.6.1 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下玩家解題行為的改變

將關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配表列如表16，將相關數據進行卡方改變顯著性考驗如表17，結果達顯著差異($p=.000$)，表示玩家在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題行為和原本解題行為達顯著差異，再由表16可發現關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下的解題行為皆為依賴鷹架工具的最低階解題行為，由此可得知關鍵特徵和控制挫折鷹架會讓玩家重度依賴鷹架工具，造成學習上的阻礙。

為了進一步瞭解關鍵特徵和控制挫折輔助下解題行為有何傾向，但為了避免卡方細格中期望值小於5，我們將出現次數最少的自動輔助加檢查工具予以刪除，接著將相關資料進行卡方適合度考驗如表18，符號檢定結果達顯著($\chi^2=11.412, p=.008 < .01$)，表示在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下，玩家有特殊解題行為傾向，再由表18之數據可得知在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題行為為檢查錯誤工具、提示工具、檢查錯誤加提示工具的人數為12:1:4，表示在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下，玩家易傾向使用檢查工具解題行為。

表16 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配比較表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本解題行為	區塊	18	100.0	100.0	100.0
輔助下解題行為	檢查錯誤	12	66.7	66.7	66.7
	下一步提示	1	5.6	5.6	72.2
	檢查錯誤加下一步提示	4	22.2	22.2	94.4
	自動輔數加檢查工具	1	5.6	5.6	100.0

表 17 不同鷹架輔助下解題行為改變之卡方檢定摘要表

組別	個數	輔助下行為 - 原本行為			精確顯著性 (雙尾)
		負差異(a)	正差異(b)	等值結(c)	
關鍵特徵和控制挫折鷹架	18	18	0	0	.000 ***
關鍵特徵和提供示範鷹架	23	12	6	5	.238
無鷹架	23	0	3	20	.250

*** $p < .001$ a 輔助下解題行為 < 原本解題行為

b 輔助下解題行為 > 原本解題行為

c 輔助下解題行為 = 原本解題行為

表 18 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題行為之適合度考驗

解題行為	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2 值
檢檢查錯誤工具	12	5.7	6.3	11.412**
提示工具	1	5.7	-4.7	
檢查錯誤加提示工具	4	5.7	-1.7	

** $p < .01$

4.6.2 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下玩家解題行為的改變

將關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配表列如表 19，為瞭解玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題行為與原本解題行為是否有差異，將相關數據進行卡方改變顯著性考驗。如表 17 所示，符號檢定未達顯著($p = .238 > .05$)，表示玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題行為和原本解題行為沒有顯著差異，推論是因為玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助

下的解題行為有部分是正差異，有部分是負差異，相互抵消的緣故。

為了要驗證關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下的解題行為是否造成正面的成長，我們將最低階與低階合併成低階，進行卡方的改變顯著性考驗，如表 20 所示達顯著正差異($p=.031<.05$)，由此可得知關鍵特徵和提供示範鷹架下會造成玩家正面的解題行為成長。

為了更進一步瞭解在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家有何解題行為傾向，我們將相關數據進行卡方的適合度考驗，所得數據如表 21。

如表21所示，卡方檢定結果達顯著($\chi^2=9.870, p=.020<.05$)，表示在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家有特殊解題行為傾向，再由表21之數據可得知在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題行為為區塊、單數、單刀、下一步詳解工具解題行為的人數為5:4:2:12，表示在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家易傾向使用下一步詳解工具解題，造成了鷹架依賴的解題第一步。

雖然關鍵特徵和控制挫折鷹架造成玩家解題行為有正面的成長，但也產生抑制學習的鷹架依賴解題行為。



表19 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配比較表

	策略	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本解題行為	區塊	23	100.0	100.0	100.0
輔助下解題行為	區塊	5	21.7	21.7	21.7
	單數	4	17.4	17.4	39.1
	單刀	2	8.7	8.7	47.8
	下一步詳解工具	12	52.2	52.2	100.0

表20 在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題行為正向改變之卡方改變性考驗分析表

		個數	精確顯著性 (雙尾)
輔助下行 為 - 原本 行為	負差異(a)	0	.031*
	正差異(b)	6	
	等值結(c)	17	
	總和	23	

* $p < .05$ a 輔助下解題行為 < 原本解題行為

b 輔助下解題行為 > 原本解題行為

c 輔助下解題行為 = 原本解題行為

表 21 關鍵特徵和提供示範輔助下解題行為之適合度考驗

解題行為	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2 值
區塊	5	5.8	-0.8	9.870*
單數	4	5.8	-1.8	
單刀	2	5.8	-3.8	
下一步詳解工具	12	5.8	6.3	
總和	23			

* $p < .05$

4.6.3 在無鷹架輔助下玩家解題行為的改變

將無鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配表列如表 22，為瞭解玩家在無鷹架輔助下，玩家解題行為與原本解題行為是否有差異，將相關數據進行卡方改變顯著性考驗，如表 17 所示符號檢定未達顯著差異($p = .250 > .05$)，表示玩家在無鷹架輔助下的解題行為和原本解題行為是無顯著差異的。

表 22 無鷹架輔助下解題行為與原本解題行為之次數分配比較表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本解題行為	區塊	23	100.0	100.0	100.0
輔助下解題行為	區塊	20	87.0	87.0	87.0
	單數	2	8.7	8.7	95.7
	單刀	1	4.3	4.3	100.0

由表 17 我們可得知，在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下，玩家解題行為會產生重度的鷹架依賴行為，推論是因為該鷹架設計只協助玩家解決當下的困難，未能讓理解原因及其道理，使得玩家基模未增生，進而內化達到可能發展區的發展，使得玩家重度依賴鷹架；在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題行為正面成長達顯著，但也造成玩家鷹架依賴的解題行為，推論是因為下一步詳解工具未貼近玩家可能發展區設計，產生了這種表象式的單數模仿解題行為，也因此造成解題行為依賴鷹架工具；而無鷹架輔助下解題行為無顯著改變，推論是因為只靠玩家單獨思考要得到解題行為的提升是不容易的。

4.7 在不同鷹架輔助下玩家解題第一步的改變

為了瞭解玩家在不同鷹架輔助下解題第一步是否和原本解題第一步有所差異，將實驗數據並以次數分配表呈現，再將相關數據進行卡方檢定之改變顯著性考驗。而在卡方改變檢定中，要將解題行為依照高低順序分類，於是依照前導性研究的高、中、低、最低階解題第一步予以分類，將高階解題第一步定義為4，中階解題第一步定義為3，低階解題第一步定義為2，最低階解題第一步定義為1。

4.7.1 在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題第一步的改變

將關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配表列如表23，將相關數據進行卡方改變顯著性考驗，如表24。

由表24所示，符號檢定未達顯著($p = .063 > .05$)。由此可知玩家在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下玩家解題一步和原本解題第一步無特殊的差異。由錄影中觀察到有部分玩家，在解題過程中，是先利用猜測再使用檢查工具，造成在鷹架輔助下解題第一步為最低階的人數較少，推論是此因素造成解題第一步未達顯著差異。

表23 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配比較表

	策略	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本解題 第一步	區塊	18	100.0	100.0	100.0
輔助下解 題第一步	猜測	13	72.2	72.2	72.2
	工具	5	27.8	27.8	100.0

表 24 不同鷹架輔助下解題行為改變之卡方檢定摘要表

組別	個數	輔助下解題第一步 - 原本解題第一步			精確顯著性 (雙尾)
		負差異(a)	正差異(b)	等值結(c)	
關鍵特徵和控制 挫折鷹架	18	5	0	13	.063
關鍵特徵和提供 示範鷹架	23	16	0	7	.000 ***
無鷹架	23	0	3	20	.250

*** $p < .001$ a 輔助下解題第一步 < 原本解題第一步

b 輔助下解題第一步 > 原本解題第一步

c 輔助下解題第一步 = 原本解題第一步

4.7.2 在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步的改變

將關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配表列如表 25，將相關數據進行卡方改變顯著性考驗，如表 24。

由表 24 所示，符號檢定達顯著($p = .000 < .001$)。由此可知玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題第一步和原本解題第一步有顯著性的差異。

為了進一步瞭解在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題第一步有何種傾向，於是將相關數據進行卡方檢定之適合度考驗，如表 26 結果顯示卡方值未達顯著($\chi^2 = 3.522$, $p = .016 < .05$)，表示玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家無特殊第一步傾向，但表 24 可得知在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，鷹架依賴的解題第一步造成顯著性的差異，由此可知玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家解題第一步有鷹架依賴的現象。

表 25 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配比較表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本解題 第一步	區塊	23	100.0	100.0	100.0
輔助下解 題第一步	猜測	7	30.4	30.4	34.8
	工具	16	69.6	100.0	100.0

表 26 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下解題第一步之適合度考驗

解題第一步	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2 值
工具	16	11.5	4.5	3.522
猜測	7	11.5	-4.5	

4.7.3 無鷹架輔助對解題第一步的影響

將無鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配表列如表 27，將相關數據進行卡方改變顯著性考驗，如表 24。

由表 24 所示，符號檢定未達顯著($p = .250 > .05$)，表示玩家在無鷹架輔助下解題第一步和原本解題第一步無顯著性的差異。對於解題第一步，在無鷹架輔助下玩家的解題第一步沒有顯著性的改變。推論是只靠玩家單獨思考要得到解題第一步的提升是不容易的。

表 27 無鷹架輔助下解題第一步與原本解題第一步之次數分配比較表

	策略	次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本解題 第一步	區塊	23	100.0	100.0	100.0
輔助下解 題第一步	單向宮摒餘	1	4.3	4.3	4.3
	行列摒除	2	8.7	8.7	13.0
	猜測	20	87.0	87.0	100.0

由表 24 可得知，玩家在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下，解題第一步未達顯著差異，推論是因為玩家先使用猜測，再使用檢查工具之故；玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，解題第一步達顯著差異，推論是因為鷹架設計未依照可能發展區設計，造成玩家無法內化，反而依賴鷹架的解題第一步；而在無鷹架輔助下，玩家解題第一步未達顯著差異，突顯了只靠玩家一個人思考，要得到解題第一步的提升是不容易的。

4.8 在不同鷹架輔助下玩家策略的改變

為瞭解玩家在不同鷹架輔助下策略是否與原本策略有所差異，將實驗數據以次數分配表呈現，再將相關數據進行卡方改變顯著性考驗。為了便於實驗數據處理，將唯一解策略定義為 1；將較高的宮摒餘策略定義為 2，

4.8.1 關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下玩家策略的改變

將關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配表列如表 28，可發現在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下玩家策略和原本策略是完全相同的。

由此可得知，關鍵特徵和控制挫折鷹架對於策略改變是完全無影響的。

表28 關鍵特徵和控制挫折組鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配比較表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本策略	唯一解	18	100.0	100.0	100.0
輔助下策略	唯一解	18	100.0	100.0	100.0

表 29 不同鷹架輔助下策略改變之卡方檢定摘要表

組別	個數	輔助下解題第一步 - 原本解題第一步			精確顯著性 (雙尾)
		負差異(a)	正差異(b)	等值結(c)	
關鍵特徵和控制 挫折鷹架	18	0	0	18	1.000
關鍵特徵和提供 示範鷹架	23	0	2	21	.500
無鷹架	23	0	1	22	-

a 輔助下策略 < 原本策略

b 輔助下策略 > 原本策略

c 輔助下策略 = 原本策略

4.8.2 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下玩家策略的改變

將關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配表列如表 30，為瞭解玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下，玩家策略與原本策略是否有所差異，將上述相關數據進行卡方改變顯著性考驗，如表 29 所示。

由表29可得知，符號等級檢定未達顯著($p = .500 > .05$)，表示玩家在關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下策略和原本策略無顯著差異，由此可得知，關鍵特徵和提供示範鷹架對於策略改變是無顯著影響的。

表30 關鍵特徵和提供示範鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配比較表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本策略	唯一解	23	100.0	100.0	100.0
輔助下策略	唯一解	21	91.3	91.3	91.3
	宮摒餘	2	8.7	8.7	100.0

4.8.3 無鷹架輔助下玩家策略的改變

將無鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配表列如表 31，可發現在無鷹架輔助下策略改變者只有 1 人。由此可得知玩家在無鷹架輔助下策略和原本策略無顯著差異。無鷹架輔助對於策略改變是無顯著影響的。

表31 無鷹架輔助下策略與原本策略之次數分配比較表

		次數	百分比	有效百分比	累積百分比
原本策略	唯一解	23	100.0	100.0	100.0
輔助下策略	唯一解	22	95.7	95.7	95.7
	宮摒餘	1	4.3	4.3	100.0

在鷹架輔助下玩家策略均和原本的策略均無顯著差異，推論可能是關卡難度設定太困難，使得可能發展區的高度過高，玩家基模無法增生產生內化。在無輔助鷹架下，玩家策略與原本策略亦無顯著差異，表示只靠玩家獨自思考得到策略上的發展，是不容易的。

4.9 玩家在不同鷹架輔助下，策略有成長玩家遊戲過程與遊戲行為分析

將策略有成長者錄影檔做深入分析比較與紀錄，結果如表 32，結果發現策略有成長的玩家：

1. 過關次數較該組平均數少。
2. 關鍵特徵和提供示範組策略有成長玩家每關卡關次數均較平均數少。
3. 每關答案全部清除次數該組平均較少。
4. 關鍵特徵和提供示範組策略有成長玩家每關使用提供示範工具均較平均數少。
5. 有鷹架輔助策略有成長的玩家，第一步均會依賴工具找出第一步，接著

才以單刀解題行為作答。

表32 策略成長者遊戲過程與遊戲行為分析

組別 遊戲行為	關鍵特徵和提供示範組		無鷹架輔助
	策略有成長者 (93244)	策略有成長者 (93112)	策略有成長者 (93110)
過關次數/平均數	3 / 11.96	4/11.96	0 /1.52
每關卡關次數/平均數	0.25 /.65	0 /.65	1 /1.38
每關答案全部清除次數/ 平均數	0 /.18	0 /.18	1 /2.51
每關自我作答/平均數	137 /59.64	21 /59.64	350 /173.75
每關使用關鍵特徵工具/ 平均數	0 /3.57	27 /3.57	
每關使用提供示範工具次 數/平均數	6 /28.73	10 /28.73	
解題行為	<p>(第一步、行為、策略) 猜測 區塊 唯一 ↓ 過關 ↓ (第一步、行為、策略) 工具 單刀 宮擯餘 ↓ 卡關 ↓ 過關 ↓ (第一步、行為、策略) 工具 工具 唯一解 ↓ 過關 ↓ (第一步、行為、策略) 工具 工具 唯一解</p>	<p>(第一步、行為、策略) 工具 工具 唯一 ↓ 過關 ↓ (第一步、行為、策略) 工具 工具 唯一 ↓ 過關 ↓ (第一步、行為、策略) 工具 單刀 宮擯餘 ↓ 過關 ↓ (第一步、行為、策略) 工具 工具 唯一 ↓ 過關</p>	<p>(第一步、行為、策略) 猜測 區塊 唯一 ↓ 卡關 ↓ 答案全部清除 ↓ (第一步、行為、策略) 單向 單刀 宮擯餘 宮擯餘</p>

		(第一步、行為、策略)	
		工具 單刀 宮摒餘	

4.10 不同鷹架輔助之玩家特殊行為表現描述

以下是由錄影檔中，研究者觀察到在鷹架輔助下部分玩家出現了特殊的解題行為。

(一) 主動降低關卡難度

在關鍵特徵和提供示範鷹架組中，有部分玩家一開始是靠自己思考作答的，接著才使用下一步詳解工具，下一步詳解工具是依照盤面狀況智慧型的運算出下一步答案，若盤面有部分錯誤，系統會運算出錯誤盤面中合理的但卻是錯誤的解答，最終會導致玩家卡關的現象。因此，嘗試作答數次卻遭受卡關後，部分玩家接著就會大量的點選下一步詳解，當盤面上的空格只剩下少數幾格後，才自行作答。此種行為同時也表現突顯了關卡難度設定過高的問題。

(二) 轉向檢查錯誤工具

在關鍵特徵和控制挫折鷹架組中，有部分玩家一開始是自我作答後接著使用下一步提示工具，但和上述下一步詳解工具造成卡關的原因相同，玩家遭受到卡關的挫折後，開始嘗試點選工具列中其他的輔助工具，在使用檢查錯誤工具後，玩家發現到檢查工具是極佳的工具，可以將錯誤處標示出來，避免卡關的狀況，部分玩家接下來就轉向使用檢查工具解題或下一步詳解加檢查工具解題了。

(三) 大量嘗試錯誤解題行為

玩家轉向使用檢查工具解題後，發現到檢查錯誤工具是個非常好用的工具，於是有一部分玩家便快速的任意猜測可能的答案，接著使用檢查錯誤工具找出答案。更有幾個玩家是發展出在盤面上全部填上某數，例如全填上6，再點選檢查工具，找出了宮格是6的地方，接著在將其他空格填上5，再點選檢查工具，以此類推，直到盤面全部完成。

(四) 大量使用下一步詳解或下一步提示

下一步詳解/下一步提示工具是依照盤面的狀況，推理到下一步的答案，若玩家在自行作答過程中若出錯了錯誤，詳解的解答會依照錯誤的盤面繼續給予

推理後的解答，最終會導致卡關的狀態，所以使得玩家在全部清除盘面後，會大量利用下一步詳解/下一步提示工具，直到盘面全部完成，反而造成更重度的鷹架依賴。

玩家在鷹架輔助下以上述(一)、(二)、(三)、(四)方式得到較多的過關卡數，但其實已經造成嚴重的鷹架依賴，大部分的玩家是無法自我脫離鷹架得到策略上的成長的，玩家在意的的是過關與否，而數獨策略進步與否顯得較不重要。

(五) 卡關嘗試使用其他工具

玩家在盘面答案全滿卡關的狀況下，會嘗試點選其他未曾使用過的工具，在關鍵特徵和提供示範組中，玩家會嘗試使用關鍵特徵工具，使得玩家對於關鍵特徵工具使用的次數較多次。而在關鍵特徵和控制挫折組中，玩家嘗試使用其他工具發現到檢查錯誤工具是個解決困難的良好工具，而對於使用關鍵特徵工具的次數較少。

(六) 不了解系統資訊

玩家點選了詳解工具後，系統會將盤面上的解答處以藍色底色標明，並將解答顯示於右側的資訊欄，但觀察錄影檔發現，有少數玩家未依示範工具的引導將該宮格填答，而是利用猜測的方法完成其他宮格，這現象說明玩家並不了解示範工具所給的輔助的意義以及盤面上所提供資訊的意義，使得提供示範的工具並未讓玩家了解數獨是如何有系統的規劃一步步推理解題的過程。

4.11 在無鷹架輔助下玩家策略、解題行為改變者策略、解題行為改變分析

在無鷹架輔助下，玩家策略與解題行為、第一步改變者共有七人，經過遊戲時間40分鐘後，研究者發現列表如下：

表33 無鷹架輔助無效樣本之解題行為、解題第一步及策略改變分析

項目	人數	原本	後來	人數
解題行為	1	單數	單數	1
解題第一步	4	單向宮摒餘	單向宮摒餘	1
		行列摒餘	行列摒餘	1
		單向宮摒餘	行列摒餘	2
策略	2	宮摒餘	宮摒餘	1

			唯一解	1
--	--	--	-----	---

在這些樣本中，在無鷹架輔助下玩家策略、解題行為、第一步都沒有正面的改變，反倒是有一位具有宮摒餘策略的玩家，在無鷹架輔助下，變成唯一解策略。雖然在正式研究中，無鷹架輔助組玩家解題行為、第一步及策略都有部分玩家有進步，而策略、解題行為及解題第一步改變的樣本所進行的無鷹架輔助遊戲後，並未發現到正面的改變。因此，對於無鷹架輔助所造成的解題行為、第一步及策略的影響則有待進一步的實驗來證明。



第五章 結論與建議

5.1 結論

(一)有鷹架輔助下玩家過關卡數大於無鷹架輔助組。

推測是因為鷹架輔助工具可以讓玩家在碰到困難時得到協助，使得玩家得以過關，因而增加過關的次數，而無鷹架輔助組需要獨自思考，若某一步出現錯誤，接下來得作答就會跟著出現錯誤，因此導致玩家無法過關，造成玩家過關卡數較少。

關鍵特徵和控制挫折組的玩家，碰到困難時常使用檢查工具解決困難，使得玩家得以嘗試錯誤方法的方式解題，使得過關次數增加，從錄影檔中也發現，玩家有另一種增加過關關卡數的方式，在關卡初期大量利用下一步提示降低遊戲關卡難度，降低至玩家能獨自作答的盤面，也因此增加了過關的次數。而在關鍵特徵與提供示範組中，從錄影檔發現，若玩家在作答初期自行作答錯誤，碰到困難後再使用下一步詳解工具，最後卻卡關而無法過關，玩家在答案全部清除後，會大量利用下一步詳解工具在短時間之內快速過關，玩家也會在關卡初期利用下一步詳解工具達到降低關卡難度，降到玩家能夠自行作答的盤面，使得過關數得以增加。

(二)鷹架輔助可降低玩家每關答案全部清除次數、自我作答次數。

推論是因為玩家在無鷹架輔助下，玩家全部都得靠自己，使得玩家頻頻卡關，玩家為了繼續解題，必須在同個關卡中多次將盤面清除以便解題，也因此使得玩家在每關自我作答的次數變得很多，也因為沒有鷹架輔助使得玩家在作答過程中，必須要仔細的推理及觀察盤面的狀況，若發現卡關或有錯誤就得部份更改答案或將答案全部清除重新填答，由於這樣的狀況反覆發生，使得每關答案全部清除的次數大於有鷹架輔助組。

(三)控制挫折鷹架能降低玩家每關卡關次數與使用關鍵特徵工具的次數。

數獨是「一步錯，步步錯」，若是前幾步作答有錯，接下來玩家若沒有自行發現錯誤，會導致全盤錯的狀況。在無鷹架輔助組，玩家就是因為上述數獨遊戲

的特性，使得玩家導致卡關的現象，且因為沒有任何輔助工具，使得玩家在同關卡中容易產生多次卡關的現象。

在關鍵特徵和控制挫折組中，玩家傾向使用控制挫折鷹架中檢查工具的輔助功能，使得玩家能夠在碰到困難時知道何處有錯誤，因此降低卡關的次數。在關鍵特徵和提供示範鷹架組，我們可從錄影檔發現玩家即使使用了下一步詳解工具還是會造成卡關的現象，由於下一步詳解是依照盤面的狀況，推理到下一步的答案，若玩家在自行作答過程中若出錯了錯誤，下一步詳解的解答會依照錯誤的盤面繼續給予推理後的解答，最終會導致卡關的狀態。

(四)控制挫折工具會減低玩家使用關鍵特徵工具的次數

推論是因為只使用關鍵控制工具就足以讓玩家順利的過關，間接減低了玩家對於關鍵特徵工具的需求。關鍵特徵和控制挫折組傾向使用檢查工具解題行為，使得玩家得以過關，而關鍵特徵工具對玩家而言是沒有立即且顯著的作用，使得玩家減低對關鍵特徵工具的使用次數。反觀關鍵特徵和控制挫折組玩家在遊戲過程中，會多次使用關鍵特徵工具，推論因為數獨是「一步錯，步步錯」的緣故，就算使用提供示範工具還是可能造成玩家卡關，玩家為尋求更多的輔助，會嘗試使用關鍵特徵工具，使得提供示範組的玩家使用關鍵特徵工具的次數較控制挫折組多。

(五)關鍵特徵和控制挫折鷹架會造成玩家鷹架依賴，剝奪玩家的學習機會。

在關鍵特徵和控制挫折鷹架輔助下的玩家解題行為改變達顯著差異，且輔助下的解題行為傾向於檢查錯誤工具解題行為，推論為檢查錯誤工具可以立即讓玩家知道何處有錯誤該更正，迅速減低玩家的認知負荷，避免卡關和不知盤面何處是錯誤的困擾，但也因此使得玩家產生鷹架依賴。

關鍵特徵和控制挫折輔助下解題行為均為利用鷹架工具的最低階解題行為，表示此組中控制挫折鷹架工具未依照玩家ZPD設計，使得玩家「只知其然，不知其所以然」，使得玩家在遊戲過程中，不斷重複使用鷹架工具輔助解題，而沒有加以思考，最後無法提升至更高的解題行為。

然而在關鍵特徵和控制挫折組解題第一步沒有顯著性的改變，由錄影檔中觀察到是因為玩家在關卡開始時先利用猜測的方式，接著再利用檢查工具的方法來得到答案。

關鍵特徵和控制挫折鷹架讓玩家們重度依賴鷹架工具，剝奪了玩家學習的機會，也抑制了學習的效果。

(六) 關鍵特徵和提供示範鷹架雖會造成玩家鷹架依賴，但玩家在解題行為有正面學習成長的表現。

玩家在有關鍵特徵和提供示範組解題第一步有顯著性的改變，改變為使用工具完成第一步，造成玩家解題行為鷹架依賴。玩家解題行為和原本解題行為未達顯著差異，但進一步將低階與最低階解題行為合併分析後，關鍵特徵和提供示範組是具有正面解題行為成長的，推論是因為提供示範工具未貼近玩家的 ZPD，使得玩家產生表象的模仿解題行為-單數，因而造成有顯著性的正面成長。

(七) 在不同鷹架輔助下玩家策略無顯著改變。

推論主要因為鷹架的輔助的 ZPD 設計不良，將輔助後能達到的能力設定過高，使得鷹架高度過高，且沒有主動提供思考的機會，使得玩家在鷹架輔助下策略無顯著改變。雖然在關鍵特徵和提供示範鷹架中，策略提升者較其他兩組略多，但和原本策略相比並未達到顯著差異，推論除了 ZPD 設計不良因素外，提供示範的鷹架提供玩家解題的示意圖，由於過於簡化與圖像化，缺乏文字描述或講解的過程，使得玩家無法瞭解宮摒餘策略中「排除不可能」圖像推理過程的意義。

在正式施測時，有玩家舉手提問按下示範工具後「有色的宮格」的意思，由此可知示範工具圖示解題過程所代表的意義不易被玩家瞭解；在觀察錄影檔的過程中，玩家點選了下一步詳解工具後，系統會將盤面上的解答處以藍色底色標明，並將解答顯示於右側的資訊欄，但觀察錄影檔發現，有少數玩家未依示範工具的引導將該宮格填答，而是利用猜測的方法完成其他宮格，這現象再次說明玩家並不瞭解鷹架輔助系統提供資訊的意義，使得提供示範工具並未使玩家瞭解數獨是如何有系統的規劃一步步推理解題。

5.2 建議

玩家碰到困難時，有鷹架輔助工具協助其解題雖然立意良好，但因為鷹架輔助工具可無限次使用，容易造成玩家鷹架依賴，導致玩家喪失其思考及學習的機會，只想得到過關的樂趣，即使大部分都是利用鷹架工具協助，而非自己作答。若為了學習而設計的系統應有「良好的鷹架工具及鷹架褪除策略」，只在適當時機提供適當的鷹架及鷹架輔助，才能對學習產生最大的助益。

以下是研究者對遊戲系統提出的幾項建議：

- (1) 降低關卡難度:將從唯一解到宮摒餘策略的關卡，再細分成不同難度的關卡，使 ZPD 的高度不會過高。
- (2) 智慧型的控制挫折鷹架搭配提供示範工具:因為數獨是一個一步錯、步步錯的遊戲，當玩家出現錯誤時，應立即性的給予糾正，並告知下一步示範推理的過程，告知該作答的宮格是哪格，但不直接給予解答，藉此提供玩家引導思考的機會，提高玩家學習的效果，因為控制挫折只讓玩家找出錯誤，但不知其所以然，應立即給予示範工具正確的引導，但要避免直接給予解答，避免造成玩家依賴鷹架不思考的狀況。
- (3) 提供示範工具宜以更貼近玩家的示範過程來取代簡易圖示法。
- (4) 智慧型的判斷玩家作答正確率:若學生作答正確率提高，則逐漸降低鷹架提供的次數。

參考文獻

【中文部分】

- 連韻文 (2007)。鷹架理論在數位學習環境的應用與調整：探討中小學生歸納推理與幾何的學習——子計畫三：在數位與非數位學習環境中學童歸納推理能力的探討。行政院國家科學委員會專題研究計畫(報告編號: NSC 95-2524-S-002-001)，未出版。
- 吳明瑄、葉茂淳、王思懿 (2006)。如何解數獨。 **數學傳播**，30(1)，49-60。
- 張春興 (1992)。 **現代心理學**。台北：東華。
- 鄭昭明 (1993)。 **認知心理學：理論與實踐**。台北：桂冠。
- 鍾聖校 (1997)。 **認知心理學**。台北：心理出版社。
- 高豫 (1996)。迎接電腦遊戲時代，新新人類新新文化— 電腦遊戲在兒童教育的新角色。 **新幼教**，9，4-8。
- 黃幸美 (2004)。 **兒童的數學問題解決與思考**。台北：心理出版社。
- 巫光禎 (2006)。 **經典數獨直觀法解題技巧**。尤怪之家。民 99 年 1 月 14 日，取自 <http://oddest.nc.hcc.edu.tw/>
- 陳正昌 (2004)。 **行為及社會科學統計學**。台北：巨流。
- 邱皓政 (2006)。 **量化研究與統計分析**。台北：五南。
- 蘇冠銘、陳瓊美 (2001)。引發學習動機的最佳方案：電腦遊戲。 **2001 網際網路研討會論文集**。99 年 2 月 12 日，取自 210.240.189.214。
- 黃永廣、連韻文、吳昭容、蘇順隆、殷聖楷、楊晰勛、陳亦媛 (2004)。訓練歸納與學習幾何概念的數位環境之鷹架輔助。 **全球華人計算機教育應用學報**，2，31-43。
- 陳櫻代 (1999)。 **概念構圖策略促進閱讀理解能力之研究**。國立台灣師範大學碩士論文，未出版，台北。
- 陳定邦 (2004)。 **鷹架教學概念在成人學習歷程上應用之研究**。國立台灣師範大學社會教育研究所博士論文，未出版，台北。

董家豪 (2001)。網路使用者參與網路遊戲行為之研究。南華大學資訊管理學系碩士論文，未出版，嘉義。

【英文部分】

Anderson, R., Armbruster, B., & Roe, M. (1990). Improving the education of reading teachers. *Daedalus*, 119(2), 187-209.

Baek, Y., Kim, B., Yun, S., & Cheong, D. (2008). *Effects of two types of sudoku puzzles on students' logical thinking*. In Thomas Connelly & Mark Stansfield (Eds.), *Proceedings of the Second European Conference on Games Based Learning*, 19-24. UK: Academic Publishing Limited.

Bos, N. (2001). What do game designers know about scaffolding? Borrowing SimCity design principles for education. *Technical Report for the CILT PlaySpace working group*. Retrieved January 22, 2010, from <http://www.personal.si.umich.edu/~serp/work/SimCity.pdf>.

Bottino, R., Ferlino, L., Ott, M., & Tavella, M. (2007). Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level. *Computers & Education*, 49(4), 1272-1286.

Bruner, J. (1989). Vygotsky: A historical and conceptual perspective. In J.v. Wertsch (ed.), *Culture, communication, and cognition*. New York: Cambridge University Press.

Bruner, J. (1973). *Going Beyond the Information Given*. New York: Norton.

Davis, E., & Miyake, N. (2004). Explorations of Scaffolding in Complex Classroom Systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 265-272.

Dyson, A. (1990). Special educational needs and the concept of change. *Oxford Review of Education*, 16(1), 55-66.

Fisch, S. M. (2005). *Making educational computer games "educational"*, Paper presented at the Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children, Boulder, Colorado.

Gee, J. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 1-4

Gee, J. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, 2(1), 5-16.

Greenfield, P. M. (1984). A theory of the teacher in the learning activities of everyday life. In B. Rogoff & J. Lave (Eds.), *Everyday cognition: Its development in social context* (pp.117-138).Cambridge, MA: Harvard University Press.

Hall, J. (2001). *Methods for teaching foreign languages*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Hannafin, M. J., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In C. M. Reigeluth (Eds.), *Instructional-design theories and models*(pp.115-140).Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Hogan, K., & Pressley, M. (Eds.). (1997). *Scaffolding Student Learning: Instructional Approaches and Issues*. Cambridge, MA: Brookline Books.

Holden, S. (2005, July), Sudoku: Do You Tear Your Hair Out? *Teacher: The National Education Magazine*, 56.

Houssart, J., & Sams, C. (2008). Developing mathematical reasoning through games of strategy played against the computer. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 15(2), 59-71.

Jackson, S. L., Stratford, S.J., Krajcik, J., & Soloway, E. (1994). Making dynamic modeling accessible to precollege science students. *Interactive Learning Environments*, 4(3), 233-257.

Kao, M., Lehman, J., & Cennamo, K. (1996, February). *Scaffolding in hypermedia assisted instruction: An example of integration*. Paper presented at the annual meeting of the Association for Educational Communications and Technology, Indianapolis, IN.

- Kintsch, W. (1991). A theory of discourse comprehension: Implications for a tutor for word algebra problems. In M. Carretero, M. Popoe, R. J. Simons, & J.J. Pozo (Eds.), *Learning and instruction: European research in an international context*, 3 (pp. 235-253). Oxford, UK: Pergamon Press.
- Klabbers, J. (1999). Three easy pieces: a taxonomy on gaming. In D. Saunders & J. Severn (Eds.) *The International Simulation & Gaming Research yearbook: Simulation and games for strategy and policy planning* (pp.16-33). London: Routledge
- Lepper, M. R., Drake, M. F., & O'Donnell-Johnson, T. (1997). Scaffolding techniques of expert human tutors. In K. Hogan & M. Pressley (Eds.), *Scaffolding student learning: Instructional issues and approaches* (pp.108–144). Cambridge, MA: Brookline
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). Report on the educational use of games: Teachers Evaluating Educational Multimedia. Retrieved January, 2, 2010, from http://www.teem.org.uk/resources/teem_gamesined_full.pdf
- Mepham, M. (2005). *Penguin Book of Sudoku 3*. Canada: Penguin.
- Orwant, J. (2000). *EGGG: the extensible graphical game generator*. Unpublished PhD thesis, MIT, Cambridge.
- Raybourn E. M., & Bos N. (2005, April). *Design and evaluation challenges of serious games*. Paper presented at the Conference on Human Factors in Computer Systems (pp. 2049-2050) ,Oregon, USA
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 21-24.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw Hill.
- 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.

Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge MA: MIT Press.

Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.



【附錄一：數位遊戲前測簡報介紹與指導語】

- 一、大家好，很高興大家今天來參與我們的遊戲。今天我要讓各位玩一款電腦益智遊戲，名稱叫做數獨。今天玩的遊戲和你的電腦成績沒有任何關係，但請盡力表現出你最好的能力，請不要和隔壁的同學講話，在我沒有下指令要大家碰電腦前，請大家不要碰觸電腦及滑鼠及鍵盤，若有問題，可舉手提問。
- 二、現在我要向大家介紹今天遊戲進行的方式以及數獨的規則。
- 三、今天的遊戲分成遊戲前和遊戲中兩部份，現在向大家介紹的是遊戲前的部份，大家可以看到桌面上有已經打開的螢幕錄影專家，請在檔案名稱部分輸入你的學號，暫存資料夾選擇 D 槽，接著按下 F2 或者是這個箭頭的按鈕，接著你會看到右下角出現一台攝影機的圖案，若出現這個圖案就表示已經開始錄影了。
- 四、接下來要介紹遊戲中的部分，請在已開啟的網路分別填下你的學號以及生日、性別與玩數獨的經驗，然後按下開始，請不要按 Enter，因為 Enter 會導致無效，須重新更新網頁。
- 五、接下來要介紹數獨的遊戲規則，我們這次玩的數獨是 6×6 的數獨，在每行、列、宮格中 1 到 6 都只能出現 1 次，不得重複，換句話說，在每行、列、宮格 1 不得出現 2 次，一樣的道理，2、3、4、5、6 也是一樣，不得重複出現。
- 六、現在要介紹的是數獨教授的兩種作答方式，第一種作答方式，先點選下面的數字牌，再點選上方的空格，即可將數字填上空格，若要更改答案，可以利用空白的那個牌子，或者是利用其他答案直接覆蓋上去。第二種作答方式，是類似鉛筆做記號的方式，先點選下方的數字牌，在點選空格的上方，則會出現小的數字，即表示作記號完成，若要擦掉此記號，則再點一次即可，但數字牌需點選在一樣的數字上。
- 七、這次的遊戲時間總共有 20 分鐘，時間到了之後，請停止作答並按下 F2，按下 F2 螢幕錄影就會立刻停止。另外請回去後不要和同學討論遊戲作答的方式，因為這可能會影響到本研究的結果。
- 八、現在將螢幕交回給各位同學，請開始遊戲。若有任何問題，可舉手提問，但不要和隔壁的同學交談。

【附錄二：數位遊戲鷹架無輔助版指導語】

- 一、大家好，很高興大家今天被挑選來參與我們的進一步的遊戲。今天我要讓各位玩的遊戲是和之前一樣的數獨遊戲，今天的遊戲時間有 40 分鐘，在這 40 分鐘，若你解數獨的技巧提升了，那就可以獲得雞排和珍珠奶茶一份。
- 二、今天和上一次一樣，是分成遊戲前和遊戲中兩部份。
- 三、現在要向大家介紹的是遊戲前的部份，大家可以看到桌面上有已經打開的螢幕錄影專家，請在檔案名稱部分輸入你的學號，暫存資料夾選擇 D 槽，接著按下 F2 或者是這個箭頭的按鈕，接著你會看到右下角出現一台攝影機的圖案，若出現這個圖案就表示已經開始錄影了。遊戲時間到了後，請按下 F2，停止錄影。
- 四、接下來要介紹遊戲中的部分，請在網頁中填入你的學號及性別，就可開始作答，時間有 40 分鐘。
- 五、現在將螢幕交回給各位同學，請開始遊戲。若有任何問題，可舉手提問，但不要和隔壁的同學交談。



【附錄三：數位遊戲鷹架有輔助版指導語】

- 一、大家好，很高興大家今天被挑選來參與我們的進一步的遊戲。今天我要讓各位玩的遊戲是和之前不同的數獨遊戲，是具有特殊輔助功能版本的，今天的遊戲時間有 40 分鐘，在這 40 分鐘，若你解數獨技巧提升了，那就可以獲得雞排和珍珠奶茶一份。
- 二、今天和上一次一樣，是分成遊戲前和遊戲中兩部份。
- 三、現在要向大家介紹的是遊戲前的部份，大家可以看到桌面上有已經打開的螢幕錄影專家，請在檔案名稱部分輸入你的學號，暫存資料夾選擇 D 槽，接著按下 F2 或者是這個箭頭的按鈕，接著你會看到右下角出現一台攝影機的圖案，若出現這個圖案就表示已經開始錄影了。
- 四、接下來要介紹遊戲中的部分，這次遊戲中的部分分成兩個小部份，請在網頁後面數字為 4 的先做答，請輸入你的學號及性別，時間有 3 分鐘，接著在網頁數字後面為 2(另一組為 3)，請輸入你的學號及性別，就可開始作答接著可在畫面右下角，看到有許多種類的輔助功能的按鈕，這些按鈕可供你在遊戲過程中使用，作答時間有 40 分鐘。遊戲時間到了後，請按下 F2，停止錄影。
- 五、現在將螢幕交回給各位同學，請開始遊戲。若有任何問題，可舉手提問，但不要和隔壁的同學交談。

【附錄四：鷹架下輔助的三十五關卡題目】

第一關

2			3	1	
		4			
			2		
	4	1			5

第二關

		3			
			3		
2				6	
	4				1
		1			
			2		

第三關

2					
					6
	3		2		
		6		4	
4					
					1

第四關

					2
		3		4	
			6		
		4			
	2		5		
6					

第五關

					5
4					
		5		6	
	1		4		
					3
6					

第六關

		1		6	
6					
	4				
				1	
					5
	2		4		

第七關

			2		
	6				3
				1	
	3				
4				6	
		2			

第八關

			1		
1		5			
				5	
	6				
			6		2
		4			

第九關

6			4		
	5				
			2		
		1			
				6	
		4			1

第十關

3			2		
	4				
		5			
			1		
				3	
		2			5

第十一關

	4		6		
			2		
				4	
	6				
		1			
		2		3	

第十二關

		3			
			1		6
				5	
	1				
4		5			
			3		

第十三關

	6		2		
3					
			5		
		1			
					6
		2		1	

第十四關

					4
1	5				
			1		
		2			
				4	3
6					

第十五關

		5			
			4		
	4				1
2				5	
		1			
			3		

第十六關

					4
		2			5
			3		
		5			
3			6		
4					

第十七關

					4
3					
	2		3		
		4		5	
					6
6					

第十八關

	3				2
		5			
2					
					3
			6		
4				5	

第十九關

4			2		
				5	
2					
					6
	6				
		1			4

第二十關

			3	1	
	4				
			5		
		4			
				5	
	6	3			

第二十一關

		5			
			4	3	
					1
3					
	2	1			
			5		

第二十二關

					5
1	2				
			2		
		4			
				3	4
6					

第二十三關

					6
		1			5
		6			
			4		
4			3		
5					

第二十四關

	6				
			3	5	
		6			
			1		
	4	3			
				1	

第二十五關

			4		
	6	5			
	2				
				4	
			3	6	
		2			

第二十六關

	5				
4			1		
		2			
			4		
		6			5
				2	

第二十七關

5		3		6	
			1		
		6			
	2		5		1

第二十八關

					5
					6
	6			1	
	1			3	
4					
5					

第二十九關

	5				6
		4			
					5
1					
			4		
6				2	

第三十關

	2				
				6	5
		5			
			4		
4	1				
				1	

第三十一關

				4	
1			2		
2					
					5
		3			1
	5				

第三十二關

4			1		
	3				
			4		
		6			
				6	
		1			2

第三十三關

			2		
	6				1
				3	
	1				
5				6	
		3			

第三十四關

					4
4					
	1		2		
		3		6	
					1
6					


第三十五關

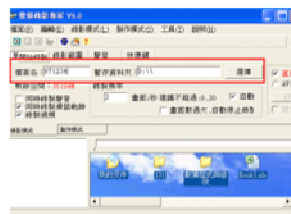
			2		4
6					
				5	
	4				
					3
5		3			

【附錄五：前測介紹簡報內容】

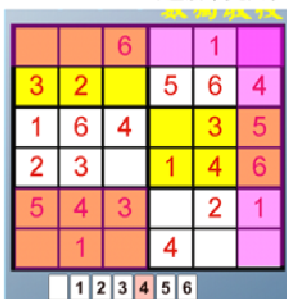
數獨遊戲

這是一個益智遊戲，和你的電腦成績沒有任何關係，請盡力表現出你最好的能力，但請不要和隔壁的同學講話，若有問題，可舉手提問。

- 將檔案名部分改成你的學號，佔存資料夾選擇基本磁碟D槽。
- 接著按下F2或是就開始錄影了。



遊戲規則



- 每行、每列、每宮格都只能出現一次1-6。

遊戲中

- 分別填下你的學號以及生日、性別與玩數獨的經驗，然後按下開始(請不要按Enter，Enter無效)。請照實回答。

學號： 9673514
生日： 043715
性別： 男 女
你玩過數獨嗎？ 有 沒有
你玩過數獨教授嗎？ 有 沒有

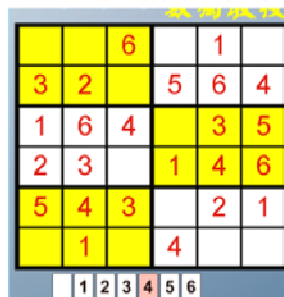
開始

作答方式2:



鉛筆註記:先點選下方的數字牌，在點選空格的上方，則會出現，即表示作記號完成，若要擦掉此記號，則再點一次即可(數字排需點選再一樣的數字上)。

作答方式1:



先點選下面的數字牌，再點選上方的空格，即可將數字填上空格。

時間結束

- 停止作答
- 遊戲後，請按F2，即停止錄影。
- 請回去後不要和同學討論分享在此遊戲內容，這會影響到本研究的結果。
- 請將此文件留在電腦桌上，不要帶走，感謝你的配合。

【附錄六：觀察記錄表】

組別()

學號()

總關卡數		卡關次數		答案全部清除次數	
第一步/解題行為/ 策略					
		第一步改變	行為改變	策略改變	

