

國立交通大學

理學院應用科技學程

碩士論文

推理能力對遊戲表現與策略選擇之影響：
紙本與數位遊戲的比較



Reasoning Ability on Game Performance and Strategy :
The Comparison of Board Game and Digital Game

研究生：劉靜怡

指導教授：林珊如 教授

孫春在 教授

中華民國九十八年六月

推理能力對遊戲表現與策略選擇之影響：紙本與數位遊戲的比較

學生：劉靜怡

指導教授：林珊如 教授

孫春在 教授

國立交通大學理學院應用科技學程碩士班

摘 要

本研究旨在利用數位系統的運算力及即時性，做為玩家遊戲時的輔助鷹架，在此鷹架輔助下，探討不同推理能力玩家的表現及策略。本研究所選用的數位系統為「數橋」遊戲，借助此遊戲提供的輔助鷹架，使玩家不會陷入卡關的困擾，進而提高其參與動機並發展其策略。在研究中，並以紙本版數橋遊戲做對照，探討數位版的鷹架作用具有何種優勢與劣勢，並以問卷了解玩家對紙本版及數位版數橋遊戲的感覺差異。

本研究先以十位玩家做前導性研究，在前導性研究中發現玩家常用的策略有「方法一目的分析策略」、「差異減除策略」及「嘗試錯誤策略」。在正式研究時，以瑞文氏標準矩陣推理測驗找出高低推理能力玩家各30人，在數位版遊戲時，每位玩家均經歷難度Easy、Moderate及Hard共六個關卡，並以螢幕錄影軟體紀錄遊戲過程，事後記錄玩家「第一個點選的點是否為最大限制變數」、「遇最大限制變數是否一次完成」及「遇錯誤是否修正」，並以此為依據歸納成策略；在紙本版遊戲時，每位玩家均經歷Easy及Moderate共二個關卡，並以問卷了解玩家對數位版遊戲及紙本版遊戲的喜好。

將錄影檔及問卷所得數據進行獨立樣本t檢定、卡方考驗之適合度考驗、卡方考驗之同質性考驗，依據研究結果為數位遊戲及教學提出具體建議。本研究研究結果如下：

- 一、高低推理能力玩家的在數位版遊戲的過關時間並無顯著差異，而在紙本版遊戲Moderate關卡的過關時間有顯著差異。再以問卷分析得知，87%(26人)的低推理玩家較喜好數位版數橋遊戲，低推理玩家認為電腦會告訴他哪一條線是錯的，是他喜歡數位版的重要原因，然而，有57%(17人)的高推理玩家

較喜好紙本版數橋，且部分高推理玩家認為紙本版不會告訴我哪裡錯誤，比較有挑戰性。

二、高低推理玩家所選擇的策略並無顯著差異，且67%高推理玩家及70%低推理玩家傾向「差異減除策略」，即多數玩家在遊戲剛開始時，不會特別挑選最大限制變數開始。

三、高低推理能力玩家在Moderate及Hard關卡的錯誤線條數有顯著差異，且低推理玩家的錯誤線條數較高推理玩家多。

四、研究發現，多數學生具有組合推理及類比推理能力，但卻缺乏分析推理能力。

關鍵字：數位遊戲、推理能力、策略



Reasoning Ability on Game Performance and Strategy : The Comparison of Board Game and Digital Game

Student : Ching-Yi Liu

Advisor:Dr. Sunny San Ju Lin
Dr. Chuen-Tsai Sun

Degree Program of Applied Technology
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The purpose of the research is using digital systematic operational ability and instantaneity to be the auxiliary scaffold when players play games. Because of scaffolding auxiliary inquires into the performance and strategy of different reasoning ability players. This research selects “Hashi Game” as the digital system. With the auxiliary scaffold of this game helps of players don't get bogged in the levels, and enhances players' participative motivation and developing strategy. In the research, it also contrast with paper version to confirms the digital version scaffolding to assist with players, and comprehend the feeling difference between paper version and digital version by survey.

First, ten players to be the pilot-study, which players usually use “mean-end analysis strategy”、 “difference decreasing strategy” and “trial and error strategy”. During the formal research, to find each 30 high and low reasoning ability players by Raven's Standard Progressive Matrices. In the digital version, each player has to go through six levels include Easy, Moderate and Hard. And then it also records the whole process with monitor recording software. After the recording, it needs to take down “the first elect point whether the most constrained variable or not”、 “the most constrained variable whether completed at the first time or not ” and “making mistakes whether to revise or not ”. At last, accumulating the data and generalize

the strategy from it. In paper version, each player has to go through two levels Easy and Moderate, and also realize that players' indulgence digital version or paper version.

The whole data from recording and survey to process independent-sample t test and chi-square test. According to the result of the research to proposes the concrete proposal for digital game and teaching. The results of research are as follows:

(1) There is no obvious timing diversity when the high or low reasoning ability players pass the levels of digital version, but the paper one does have. Furthermore, it analysis the survey and knows that 87% (26 low reasoning ability players) prefer digital version because they think the computer system would tell them which line is wrong that is the most important reason. On the other hand, 57% (17 high reasoning ability players) prefer paper version because they think it doesn't show the errors which has more challenge.

(2) High reasoning ability players choose the strategy which have no obvious diversity, and 67% high reasoning ability players and 70% low reasoning ability players prefer "difference decreasing strategy". Most players don't start with constrained variable at the game begin.

(3) When high and low reasoning ability players go through the Moderate and Hard level, the amount of wrong lines have obvious diversity. And the amount of wrong lines of low reasoning ability players is more than high one.

(4) According to the research, the major part of the students has combinatorial reasoning and analogical reasoning ability, but lacks the analytical reasoning ability.

Keywords : digital game 、 reasoning ability 、 strategy

誌 謝

這兩年，很苦也很甜美。終於熬過來，幸好當初沒有放棄。

感謝孫春在老師在我遇到瓶頸時指引我，讓我有明確的努力目標，老師不時修正我的想法，給我許多啟發，每每對自己沒有信心、快要放棄時，就想到老師一句句的鼓勵，這更是我支撐下去的動力。也感謝林珊如老師在推理測驗及論文修正上給我的協助，以及王淑玲老師在口試時給我的建議。

感謝辛苦又充滿耐心的佩嵐學姊，每次 meeting 結束後，學姊總是留下跟我們討論問題，往往一討論就超過了十點，有了學姊對論文格式與統計資料的協助，才能讓我順利完成論文，學姊的付出，令我感動。感謝認真盡責教我們統計的梓楠學長，有了您對研究設計及統計的指導，才能讓我盡量避免掉各種研究誤差。

感謝我最好的同學意斐，記得在我第一次報論文題目後(慘痛的經驗)，你安慰我：「沒關係，再努力」。之後寫論文的一年當中，我們總是彼此協助、彼此鼓勵，每次在心煩意亂時跟你聊聊天，就覺得開朗許多，這一年有你陪伴，真好。

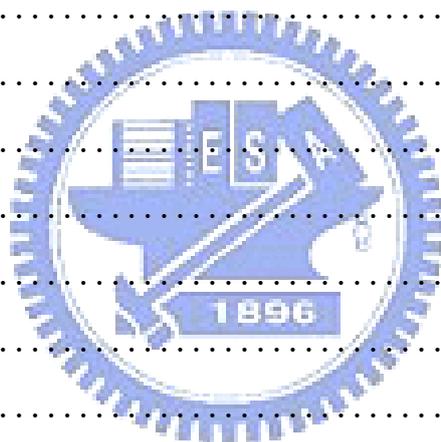
感謝學校老師蓓蓓、雪華、瑪莉、含笑、舒婷、勝潤，你們總是犧牲自己的活動、配合我的時間，讓我能按進度完成論文。感謝佩瑜協助我完成英文摘要，感謝瑋婷的冷笑話，盈廷對我的輔導.....。

最後，感謝我最親愛的老公，總是無怨無悔照顧我們的三個小寶貝，讓我能全心全意的寫論文，不必擔心孩子吃了沒、睡了沒、功課寫了沒，有人說：「這種好老公已經絕種了」，的確，宇宙僅存的一個，我會好好珍惜。

靜怡 2009.6.20

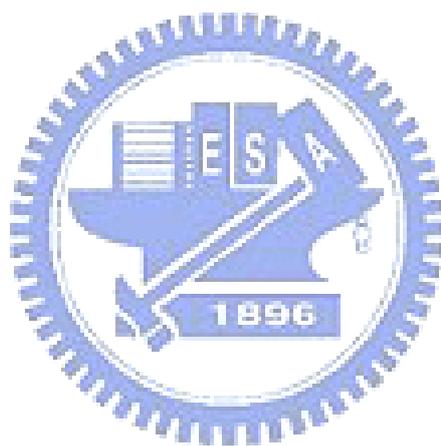
目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
誌謝.....	V
目錄.....	VI
表目錄.....	IX
圖目錄.....	X
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究問題.....	4
1.4 名詞解釋.....	4
第二章 文獻探討.....	7
2.1 推理.....	7
2.1.1 推理的定義.....	7
2.1.2 推理能力的類型.....	7
2.1.2.1 組合推理.....	7
2.1.2.2 類比推理.....	8
2.1.2.3 分析推理.....	9
2.1.3 推理與問題解決策略.....	10
2.2 遊戲.....	12
2.2.1 遊戲種類與特性.....	12
2.2.2 遊戲與推理.....	13
第三章 研究方法與設計.....	15
3.1 研究架構.....	15
3.2 前導性研究.....	15
3.3 正式研究.....	17



3.3.1 研究對象.....	17
3.3.2 研究工具.....	18
3.3.2.1 瑞文氏標準矩陣推理測驗.....	18
3.3.2.2 數橋遊戲.....	19
3.3.3 研究設計.....	21
3.3.3.1 數位版數橋遊戲研究.....	21
3.3.3.2 紙本版數橋遊戲研究.....	23
3.4 數位遊戲行為量化方法.....	25
3.5 數位遊戲中的策略與推理能力.....	27
第四章 資料分析.....	30
4.1 高低推理能力玩家在數位版遊戲Easy、Moderate、Hard三種難度關卡的正過關時間差異.....	31
4.2 高低推理能力玩家在數位版遊戲Easy、Moderate、Hard三種難度關卡的錯誤線條數的差異.....	32
4.3 高低推理能力玩家在數位版遊戲中的使用策略差異.....	34
4.4 高低推理能力玩家在紙本版遊戲Easy、Moderate二種難度關卡的過關時間差異.....	37
4.5 高低推理能力玩家對數位版遊戲及紙本版遊戲的喜好.....	38
4.6 三種策略的特色分析.....	40
第五章 結論與建議.....	44
5.1 結論.....	44
5.2 建議.....	50
參考文獻.....	52
附錄一 數位遊戲練習的五個關卡.....	55
附錄二 數位遊戲正式施測的六個關卡.....	57
附錄三 數位遊戲施測指導語.....	60
附錄四 遊戲指導單.....	63

附錄五 數位遊戲後問卷.....	64
附錄六 策略評分單.....	66
附錄七 紙本遊戲施測的二個關卡.....	67
附錄八 紙本版遊戲後問卷.....	69



表目錄

表 2-1 數橋遊戲中的推理能力.....	10
表 3-1 遊戲行為差異表.....	16
表 3-2 前導研究歸納之遊戲行為及策略表.....	17
表 3-3 高低推理能力在各常模所占人數表.....	18
表 3-4 關卡難度順序及人數.....	22
表 3-5 在各關卡點選的第一個點範例.....	25
表 3-6 遇最大限制變數時的連線方式範例.....	26
表 3-7 遇到紅線的行為範例.....	26
表 3-8 將遊戲行為歸納為策略範例.....	27
表 3-9 策略、行為與推理能力對應表.....	29
表 4-1 描述性統計摘要表.....	30
表 4-2 各組在不同難度關卡的真正過關時間之 t 檢定分析摘要表.....	32
表 4-3 各組在不同難度關卡的畫錯線條數的 t 檢定分析摘要表.....	34
表 4-4 高推理能力玩家的策略適合度考驗.....	35
表 4-5 低推理能力玩家的策略適合度考驗.....	35
表 4-6 高低推理能力玩家在遊戲中使用策略之卡方檢定摘要分析表.....	36
表 4-7 各組在紙本版數橋遊戲的過關時間之 t 檢定分析摘要表.....	38
表 4-8 高推理玩家對遊戲版本喜好之適合度考驗.....	38
表 4-9 低推理玩家對遊戲版本喜好之適合度考驗.....	39
表 4-10 高低推理玩家對遊戲版本喜好之同質性考驗.....	40
表 4-11 高推理能力各策略代表之質化分析.....	42
表 4-12 低推理能力各策略代表的質化分析.....	43
表 5-1 高低推理能力玩家對於起始點的選擇偏好.....	47
表 5-2 高低推理能力玩家對數位版及紙本版數橋的喜好分析.....	49

圖目錄

圖 3-1 研究架構圖.....	15
圖 3-2 前導研究流程圖.....	16
圖 3-3 遊戲環境介紹.....	19
圖 3-4 ④的连接方法.....	19
圖 3-5 ③的二種可能連法.....	20
圖 3-6 錯誤的線為紅色.....	20
圖 3-7 數位版遊戲施測照片.....	22
圖 3-8 紙本版遊戲施測照片.....	23
圖 3-9 研究流程圖.....	24
圖 3-10 ④的三種可能連線方式.....	27
圖 3-11 ⑥只有一種組合方式.....	28
圖 3-12 遇紅線修正圖.....	28
圖 3-13 關卡中的最大限制變數.....	28
圖 4-1 高低推理能力玩家真正過關時間直方圖.....	32
圖 4-2 高低推理能力玩家畫錯線條數直方圖.....	34
圖 4-3 高低推理能力使用策略之直方圖.....	37
圖 5-1 高低推理能力玩家在數位版與紙本版的過關時間比較圖.....	45
圖 5-2 高低推理能力玩家的策略圓餅圖.....	46

第一章 緒論

1.1 研究動機

在教育上，學習成就低落的學生往往因為頻頻遭遇挫折而放棄學習，教師在引導其學習動機上更是困難重重，而在資訊科技發達的現代，電腦已成為家戶必備，數位遊戲更是學童每日津津樂道的話題。Bottino, Ferlino, Ott 和 Tavella(2007)指出，電腦遊戲不只是遊戲，他還提供了促進認知發展的功能。現今的遊戲已不再只有遊樂的功用，還兼具教育與學習的功能。

相較於紙筆環境，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、連韻文、吳昭容、蘇順隆、殷聖楷、楊晰勛、與陳亦媛，2004)。在紙筆解題時，學生往往缺乏良好引導，常常發生錯誤而不自知，在一連串的錯誤下，容易使學生動機低落而放棄。然而在數位環境中，數位系統的即時性及運算力，能立即提供訊息並協助學生發現錯誤，進而引導其更正錯誤、進而產生學習。數位系統所提供的輔助鷹架，能協助學童主動探索，又不會因為頻頻遭遇困難而放棄。

然而，縱使數位系統的輔助鷹架可協助玩家收集資料及歸納規律，提高玩家的參與動機，但是否會造成玩家過度依賴鷹架輔助，讓玩家不需思考即可輕易過關，反而剝奪了他學習的機會，值得注意。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。因此，良好的鷹架輔助應在玩家無法解決問題時，適時的從旁協助與提示，引導玩家往正確的方向，但不能代替玩家去解決問題。若輔助鷹架過度出現，易使玩家完全依賴鷹架來解題而不思考，對於學習反而不利。因此，在紙本遊戲數位化之後，玩家究竟得到什麼輔助？與傳統紙本相比，數位系統具有何種優勢與劣勢，是本研究有興趣之處。

Ben-Zvi(2000)曾指出，與紙筆環境相比，電腦系統具有存檔、回復、編輯及無限次的重複等優點。利用數位系統的即時性及運算力，讓玩家可隨意編輯並協助其立即更正錯誤，使玩家能主動探索遊戲並隨意發揮，本研究想藉由數位介

面的立即性及運算力，提供學童所需資訊，引導學童思考，故選擇數位化益智遊戲—數橋，做為本研究的研究介面，此遊戲除了數位化介面(具鷹架輔助)外，也能在紙本上(不具鷹架輔助)操作。數位版數橋遊戲介面提供了錯誤的線以紅色顯示，及已經完成的點以斜線畫掉的輔助鷹架工具。顯示錯誤紅線能協助玩家立即發現其錯誤、立即更正，使玩家不會陷入卡關的困擾；而以斜線標示已完成的點，則能縮小問題空間，大大的降低了玩家的認知負荷。相較於紙本數橋遊戲，數位化的介面減低了因為頻頻遭遇困難或陷入卡關而導致動機低落的問題，這些優點是紙本遊戲所缺乏的。但在數位遊戲中「隨時出現」的輔助鷹架，是否會造成玩家過度依賴，使玩家覺得不必用心思考也能過關，因而影響其遊戲心態或遊戲策略，值得探討。

目前教育的重要任務，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及批判思考能力(Bottino, Ferlino, Ott 和 Tavella, 2007)。學生在面對問題時，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，稱之為「策略」(黃幸美, 2004)。在課業表現上，高推理能力學生似乎永遠表現的比低推理能力學生來的好，然而在數位遊戲表現上卻不盡然，是否因為在紙筆環境不利於低推理能力玩家發揮其推理能力，形成較佳的策略，而造成其問題解決成效總是較差，值得探究。在連韻文(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。故透過數位化系統，能賦予學生更個別化的學習空間，協助學生處理訊息並提升思考效能，藉以增進學童的信心，發展更佳的問題解決策略，獲得更大的學習效益。相較於紙本操作，因為數位系統的輔助鷹架，使玩家能及時發現錯誤，並藉此發展其過關策略。因此本研究想藉由數位遊戲的鷹架輔助，降低玩家的認知負荷量，使玩家易於發展其策略，探討不同推理能力玩家的策略差異。

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(鄭昭明, 1996; 鍾聖校, 1997)。在推理與遊戲問題解決的相關研究中，Ismail(2008)的研究指出，在解數學問題時，紙筆環境中，學

童僅能運用分析推理(analytical reasoning)，但在科技支持的環境(試算表及計算機)中，孩童卻能同時運用分析推理、創造推理(creativity reasoning)及練習推理(practical reasoning)，可見推理能力的表現受外在環境的影響。陳亦媛(2003)以電腦模擬多重變項推理環境，探索摩天輪轉動快慢的原因，結果顯示證據處理能力與推理表現息息相關。在規則發現推理作業(246作業)中，資優生比一般大學生較少使用「正例法」，而較常採用「雙假設測試法」，並產生較多的假設總量(林緯倫、連韻文，2001)，故推理者在推理過程所採用的測試策略，將影響其問題解決結果，而推理能力也影響問題解決的成效。

Bruner在他所提出的發現學習論(discovery learning theory)中強調，學生從事象變化中主動探索並發現其原則原理，才是構成學習的主要條件。且 Bruner認為學生探索性的反應之後，是否立即獲得強化性的回饋，並不是最重要的，回饋應是學生在發現答案時，從錯誤調整到正確的認知歷程，學生一旦發現錯誤而自行改正後，其所產生的回饋作用，遠比外在獎勵更有價值。在遊戲數位化之後，利用數位系統的即時性，使玩家易於發現錯誤進而更正錯誤，而產生回饋作用，是否能提升學童的推理表現，使學童發展出更佳的推理策略？抑或是造成玩家過度依賴鷹架，反而影響其策略發展？這些是本研究有興趣之處。

遊戲的價值並非遊戲本身的內容，而是遊戲過程中如何思考與推理。然而，究竟不同推理能力的學童，在鷹架支持的數位遊戲中會發展出何種策略來解決問題？這是本研究想探討之處。

1.2 研究目的

本研究主要的目的在探討不同推理能力玩家，玩同一款數學益智遊戲時，其遊戲表現及所使用的遊戲策略有何差異？本研究所選用的遊戲為策略思考的益智遊戲-數橋(Hashi)。在紙本版的數橋遊戲中，因缺乏告知錯誤的鷹架輔助，玩家常因錯誤太多、無從修正，而耗費大量時間。然而在數位版遊戲告知錯誤的鷹架輔助下，使玩家不需耗費大量時間在尋找錯誤，高低推理能力玩家在此數位遊戲的輔助鷹架下，其過關時間有何差異？在無鷹架輔助的紙本遊戲中，玩家的過

關時間有何差異？輔助鷹架究竟發揮了什麼作用？是本研究有有興趣之處。

本遊戲屬於定義明確的結構性問題，其規則簡單明確，只需簡單的數學概念即可解題，為學童提供了易親近的起點。學童在解題過程需使用發散性思考，思考各種不同解題方法，並用聚斂性思考選擇最合適的方法來解題。本研究希望藉由電腦益智遊戲所提供的資訊做為輔助鷹架，來激發學生邏輯推理的興趣，並在思考過程中，了解學生的推理能力及其問題解決的策略。

具體而言，本研究的主要目的如下：

- 一、分析不同推理能力玩家，在玩數位版數橋遊戲時，過關時間有何不同？
- 二、分析不同推理能力玩家，在玩數位版數橋遊戲時，錯誤線條數有何不同？
- 三、分析不同推理能力玩家，在玩數位版數橋遊戲時，策略有何不同？
- 四、分析不同推理能力玩家，在玩紙本版數橋遊戲時，過關時間有何不同？

1.3 研究問題

基於上述的研究目的及前導性研究的結果，本研究提出四個研究問題：

- 一、推理能力高與推理能力低的學生，在數位版樹橋遊戲的 Hard、Moderate、Easy 關卡，過關時間有何差異？
- 二、推理能力高與推理能力低的學生，在數位版樹橋遊戲的 Hard、Moderate、Easy 關卡，錯誤線條數有何差異？
- 三、推理能力高與推理能力低的學生，在數位版樹橋遊戲中，遊戲策略有何差異？
- 四、推理能力高與推理能力低的學生，在紙本版樹橋遊戲的 Moderate、Easy 關卡，過關時間有何差異？

1.4 名詞解釋

- 一、遊戲情境：本研究所選用的遊戲情境為一款單機版數學益智遊戲—數橋 (Hashi)，此遊戲的 Hard、Moderate、Easy 難度中都有 $7 \times 7 \sim 21 \times 21$ 共 15 種大小，相較於紙本版數橋遊戲，數位化介面提供了「錯誤的線以紅色顯示」及「已

經完成的點以斜線畫掉」的輔助鷹架工具，使玩家不易陷入卡關的困境。

二、推理能力：本研究以『瑞文氏標準矩陣推理測驗』(SPM Plus)，依玩家實際年齡對照常模，找出玩家的百分等級。常模80%~99%為高推理玩家，共30人；常模25%~44%為低推理玩家，共30人。

三、遊戲表現：依據本研究的研究目的，將遊戲表現分為「真正過關時間」及「錯誤線條數」二點，分述如下：

(1)真正過關時間：即學生在遊戲過程中，由遊戲開始至遊戲結束所經過的時間。

(2)錯誤線條數：即學生在遊戲過程中，每個關卡從開始到過關，學生所畫錯的線條總數目。

四、策略：策略是指以前導研究所發現之行為差異所歸納之策略，定義為「方法-目的分析策略」、「差異減除策略」、「嘗試錯誤策略」。

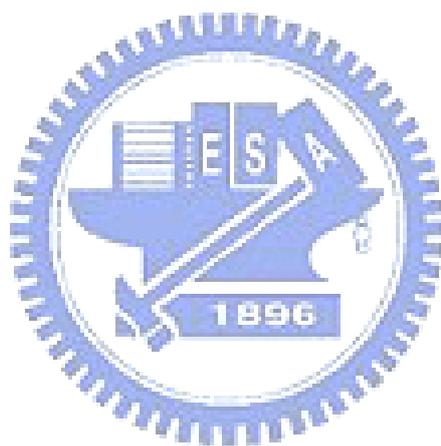
(1)方法-目的分析策略：此策略是將主要問題分成許多子問題，循序漸進解決子問題，以縮小起始狀態與目標狀態的差距，進而解決問題。在數橋遊戲中，玩家在遊戲剛開始時，能夠選擇由最大限制變數開始，遊戲過程中遇最大限制變數時，能一次完成，當系統出現紅線(錯誤)提示時，會利用錯誤紅線找出正確的線，將此些行為定義為「方法-目的分析策略」。

(2)差異減除策略：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。在數橋遊戲中，玩家在遊戲剛開始時，並非選擇最大限制變數開始，但遊戲過程中遇最大限制變數時，能一次完成，當系統出現紅線(錯誤)提示時，會利用錯誤紅線找出正確的線，將此些行為定義為「差異減除策略」。

(3)嘗試錯誤策略：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。在數橋遊戲中，玩家在遊戲剛開始時，並非選擇最大限制變數開始，遊戲過程中遇最大限制變數時，也無法一次完成，當系統出現紅線(錯誤)提示時，也不會利用錯誤紅線找出正確

的線，將此些行為定義為「嘗試錯誤策略」。

五、最大限制變數：遊戲中，只有一種連線方式的點稱為最大限制變數。



第二章 文獻探討

2.1 推理

2.1.1 推理的定義

張春興(1992)認為推理是由已知的跡象，根據邏輯的原則，尋求導致的結果。推理是由已知通向未知的邏輯橋樑，是連結已知與新知的邏輯鏈條(李靜、宋立軍、張大松，1994)。它是屬於一種高層次的認知能力，它能協助個體清楚的知悉所處環境的因果事件(涂金堂，1999)。

2.1.2 推理能力的類型

各學者以不同的角度，將推理分為不同的類型，以下就學者對推理能力的分類作一說明。

2.1.2.1 組合推理

Piaget 的認知發展論提到，兒童的認知發展分為四個階段，(一)感覺動作期(sensorimotor stage)：指出生到二歲兒童的認知發展階段。在此時期，嬰兒藉視覺、聽覺、觸覺及手部的動作來吸收外界知識，在6個月之後，嬰兒能坐與爬行，並出現目的性的動作，顯示嬰兒開始運用思維方式去解決問題。(二)前運思期(preoperational stage)：指二歲到七歲兒童的認知發展階段。此時期的兒童遇到問題時固然會運用思維解決問題，但它運用的思維常常是不合邏輯的。(三)具體運思期(concrete operational stage)：指七歲到十一歲兒童的認知發展階段。此時期的兒童遇到問題時，能按邏輯法則推理思維，但此推理思維能力只限於眼見的具體情境或熟悉經驗。(四)形式運思期(formal operational stage)：指十一歲以上青少年的認知發展階段。此時期的個體思維能力已發展至成熟階段，已能按形式邏輯法則推理並解決問題，且此時的思維方式具有以下三個特徵：(一)假設演繹推理(hypothetic-deductive reasoning)：此種推理的特點是，先對所面對的問題情境提出假設，然後根據假設進行驗證而得到答案。(二)命題推理(propositional reasoning)：此種推理的特點是，不必按具體的資料

作推理，單憑一個說明或一個命題，即可做推理。(三)組合推理(combinatorial reasoning)：在面對多項因素形成的複雜問題時，此時期的青少年能根據問題的條件，提出假設，一方面孤立某些因素，一方面組合某些因素，在系統驗證中獲得正確答案。

Bitner(1986)認為邏輯思考的內涵包含了五項：(一)比例推理(proportions reasoning)：兩個對應數值間具有有某種特定的關係，當狀況改變時，仍能判斷兩數值所對應的關係不改變。(二)控制變因(controlling variables)：在系統內其他變因保持不變的情況下，能正確改變自變項，並觀察依變項的能力。(三)機率推理(probability reasoning)：能判定在群體中取得具有某些特定機會之個體的思考能力。(四)相關推理(correlation reasoning)：能建立變項間相互關係的思考能力。(五)組合推理(combinatorial reasoning)：能適當的選取群體中的元素，使其成為一組合狀態，並找出所有組合狀態的思考能力。

由Piaget及Bitner的觀點，組合推理是邏輯思考的重要內涵，在問題解決的過程中，解題者是否能知悉影響問題的數個因素，組合需要的因素，孤立不需要的因素，使解題順利進行，需要的就是組合推理能力。而本研究的研究對象為國中一年級學生，已處於形式運思期，具有組合推理能力。

2.1.2.2 類比推理

Gentner(1983)認為類比推理是將某熟悉的來源領域知識，對應到不熟悉的標的領域，以便了解標的領域。Goswami(1991)認為類比推理的重點在於關係推理，也就是注意兩者的相似性，以便在兩者之間建立對應或比較。

Piaget曾提出類比推理結構階段模式(structural stage model of analogical reasoning)，主要是在探討兒童的認知發展與類比推理的關係。Piaget認為在類比推理題目 $A:B::C:D$ 中，兒童必須能了解「A與B」與「C與D」等的低階關係(lower-order relations)，才能建立「A、B」與「C、D」間的高階關係(higher-order relations)聯結。低階關係主要是關聯性的聯結，而高階關係則存有因果關係的推理，能建立高層關係才是成熟的類比推理表現。

Piaget將兒童對低階關係與高階關係的理解程度，將類比推理的發展分為三個階段：(一)前運思期：約5~6歲，此時兒童尚無法理解低階關係與高階關係的關聯性。(二)具體運思期：約7~11歲，此時兒童已逐漸了解高階關係，有時也能類比，但能力並不穩定。(三)形式運思期：約11歲以上，這個階段的兒童能進行抽象性的思考，已經充分掌握高階關係，且能想像組內兩物件的其他可能關係，不受相反建議的影響、明確地解釋類比推理觀念等（黃幸美，1994）。

綜合以上觀點，類比推理即比較二件事物的相似性，找出二者的可能關係，以利用熟悉的事件去了解較不熟悉的事件。Goswami(1991)指出類比推理的重點在於關係的推理，也就是找出具關聯的相似性，以便從某種關係或他種關係中，建立關聯或比較。在人類的學習歷程中，類比推理是獲得新知識的重要方式，藉由類比推理，我們可將已知得事物比擬到未知的新事物上，藉著比對兩者間的相似性與不同處，以獲得新知識。

2.1.2.3 分析推理

Hongan 和Keller(1996)認為，學生在獨自思考或小組討論時產生推理思考模式有以下六種：(一)分析的推理(analytical reasoning)--檢驗整體的每個部分及如何將他們的功能放在一起，包括個人的假設、主張、解釋等推理之成分分析。(二)類比的推理(analogical reasoning)--識別兩個或更多事物的相似點(不考慮其不同處)，常常是藉由比較更多熟悉的例子以了解或說明故事情境、想法或問題顯著特徵。(三)對話的推理(dialogical reasoning)--試著以不同觀點來考慮事物的各方架構。(四)推論的推理(inferential reasoning)--連結兩個情況作出某些事是如此，因為……等等的結論。(五)評估的推理(evaluative reasoning)--根據某些表面的準則來審定某事價值或品質，並評估其根據的合理性。(六)整合的推理(integrative reasoning)--把不同片段的資訊或知識來源整合成一體。

在解決問題的過程中，能在解題前分析具備什麼條件、可能遇到什麼困難，所需的的就是分析推理能力。而在遊戲過程中，能分析整體情境，知道各進行路徑

的利弊，即需要分析推理能力。

茲將以上所述的推理能力，與數橋遊戲的關聯整理如表 2-1：

表 2-1 數橋遊戲中的推理能力

推理能力	涵義	在數橋遊戲中的表現
分析推理	分析問題整體情境，找出最適合的解題路徑。	遊戲剛開始時，能分析遊戲整體情境，選擇最大限制變數開始，以減少錯誤機會。
組合推理	能適當的選取群體中的元素，找出所有組合狀態的思考能力。	能知道每個點的各种組合可能，若是最大限制變數，則一次完成，以利遊戲進行。
類比推理	比較二件事物的相似性，找出二者的可能關係。	出現錯誤的紅線時，能發現各線條的關聯性，找出正確的線條。

2.1.3 推理與問題解決策略

推理是以某種原則為基礎，由已知的事項，推求未知的結果，期間經歷的心理活動就是思考(張春興，1992)。許多問題都伴隨著規則與限制，此規則與限制告訴我們在解決問題的過程中，什麼事可以做與什麼事不能做，這些規則限制了思考的方向，但也提供了思考的方向。

問題解決即是解題者意識到問題的起始狀態與目標狀態的差距，為了縮小差距，主動改變認知模式的歷程(陳龍安，1988)。張春興(1992)認為問題解決即在問題情境下，經由思考與推理而達到目的的心理歷程。詹秀美與吳武典(1991)認為問題解決能力是指個體以既有的知識、經驗、邏輯思考及擴散推理能力，解決日常生活或現實情境中所面臨的問題。而面對問題時，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，稱之為「策略」(黃幸美，2004)。

問題解決的過程往往相當複雜，在問題解決過程中，能了解問題、運用先備知識與經驗，並結合邏輯推理，思考有哪些策略可使用，選擇正確的策略，才能

完成問題解決。

Klein(1996)認為一般人在面對問題時，最常使用的問題解決策略有兩種：演算法(algorithms methods)及捷思法(heuristics methods)。但演算法須清楚記載公式、步驟及過程，較常使用在工程、數學等領域，一般人較不常使用，一般人較常使用的是捷思法。捷思法並非一一探討所有可能解決問題的途徑，而是運用經驗法則來尋找問題解決的方法，故可省下許多時間，但卻不保證一定能找到問題的答案(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。

Simon(1978)分析受試者在解決物理問題時，生手會採用「方法-目的分析策略」，先選擇一個含有目標的方程式開始，然後尋找相關的方程式，然而專家則採反方向逐漸逼近答案(引自鄭昭明，1993)。Sweller、Mawer 和 Ward(1983)探討數學問題解題的發展，發現受試者在解數個問題後，解題策略會由「方法-

目的分析策略」轉變為「順向解題策略」(引自鄭昭明, 1993)。在 Jenny 和 Claire(2006)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。

在前導研究中發現, 玩家在數橋遊戲中所使用的策略有「方法-目的分析策略」、「差異減除策略」、「嘗試錯誤策略」。部分玩家能思考規畫遊戲步驟, 能設想如何開始, 循序漸進一步步解決遊戲問題, 將此類玩家歸類為「方法-目的分析策略」。部分玩家雖也能解決遊戲問題, 但並未規畫好步驟, 而是在遇到問題時才加以解決, 使得問題空間漸漸縮小, 終將問題解決, 將此類玩家歸類為「差異減除策略」。部分玩家沒有任何方法步驟, 而是在遊戲中不斷發生錯誤, 經由不斷嘗試錯誤終使問題獲得解決, 將此類玩家歸類為「嘗試錯誤策略」。本研究將以此三種策略做為遊戲的策略分類。

2.2 遊戲

2.2.1 遊戲的種類與特性

電腦遊戲種類繁多, 但仍可根據它的特性做一些歸類。Alessi和Trollip (1985) 依將電腦遊戲的區分為冒險遊戲、棋盤遊戲、紙牌或賭博遊戲、戰爭遊戲、邏輯遊戲、手腦並用的遊戲、角色扮演遊戲。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。

高豫(1996)認為可將電腦運用在教學上, 且學校內電腦愈來愈普及化, 運用於教學的遊戲軟體也將愈來愈多。而具有教學性之電腦遊戲, 具有以下七項特性:

- (1) 目標: 玩家在追求目標的過程中, 可訓練其問題解決、反向思考的能力。
- (2) 規則: 規則可使玩家知道遊戲中該遵守的事項, 或使遊戲更有趣、更公平。
- (3) 競爭: 競爭的對手不只是自己, 也可能是電腦或時間, 或透過網際網路與其他的玩家競爭, 這些特點使遊戲更具吸引力。
- (4) 挑戰: 不同的遊戲具有不同的挑戰, 挑戰使玩家為達目標需克服重重困難,

也因此增加遊戲的趣味。

- (5) 幻想：遊戲中情境，讓玩家需運用幻想力，才能更融入遊戲的情境之中，在真實世界中不可能出現的不合理情境，在遊戲中都可以合理出現。
- (6) 安全：在真實世界中具有危險性的情境，在遊戲中可安全的出現。例如模擬戰爭遊戲，因為失敗的後果並不需付出真實的慘痛的代價，因此可讓玩家增加思考的空間卻無須承擔風險。
- (7) 娛樂：所有的遊戲本身都具有娛樂性，其娛樂性的吸引力可以引發學習動機，加強學習效果。

Terrell 和 Rendulic(1996)提到電腦遊戲式學習可增加學生的內在動機與學習成就。本研究所選用的遊戲是重益智思考的策略遊戲，它重視腦力思考，卻不會帶給玩家沈重的壓力。在遊戲中，玩家需用發散性思考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。

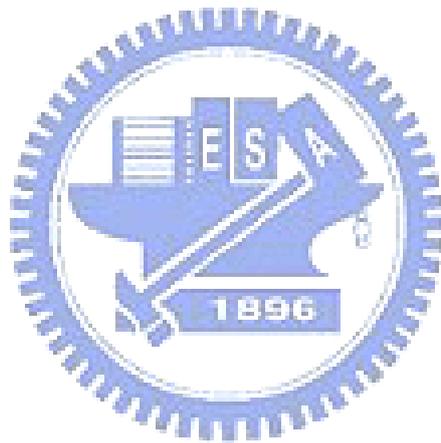
2.2.2 遊戲與推理

遊戲種類繁多，遊戲可引起玩家內在動機，主動參與。然而益智遊戲中，玩家為了達到遊戲預設目標，必須付出相當心力並發揮其推理能力才易過關。

Jenny 和 Claire (2006)指出電腦遊戲不需專家級的數學知識，它讓孩子都能從中推理，為孩子提供了一個可接近的起點。Greenfield 和 Lauber(1984)以電腦遊戲經驗問卷及電腦遊戲上表現的成績，來比較生手和有經驗的玩家其歸納推理能力的差異，研究結果顯示，有經驗的玩家比生手有較佳之歸納推理能力，而生手在玩過另一電腦遊戲後，其歸納推理能力增加了。Bottino, Ferlino, Ott 和 Tavella(2007)以電腦邏輯遊戲探討遊戲對兒童推理能力的影響，結果顯示長時間接觸邏輯遊戲，對兒童推理能力有正向影響。Seonju (2002)研究七至十歲的兒童在教育類電腦遊戲中使用推理能力的差異，發現十歲兒童較七歲兒童表現佳。在 Hitendra (2003)的研究中發現，暴露於娛樂電腦遊戲，對兒童發展不同型式概念有幫助。在 Jenny 和 Claire (2006)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。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
的策略。

對學童而言，遊戲提供了一個思考的環境，訓練學童思考、分析、判斷及推理的能力，透過遊戲中提供的輔助鷹架，能讓兒童更易從中推理，並發展出更佳
的策略。



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來提供輔助鷹架、並提升參與動機，使玩家更易發揮其推理能力、發展其策略，進而探討高低不同推理能力玩家在數位遊戲中的遊戲表現及遊戲策略，並分析在無鷹架輔助的紙本遊戲中，玩家的遊戲表現有何不同。整理本研究之研究架構如圖 3-1：

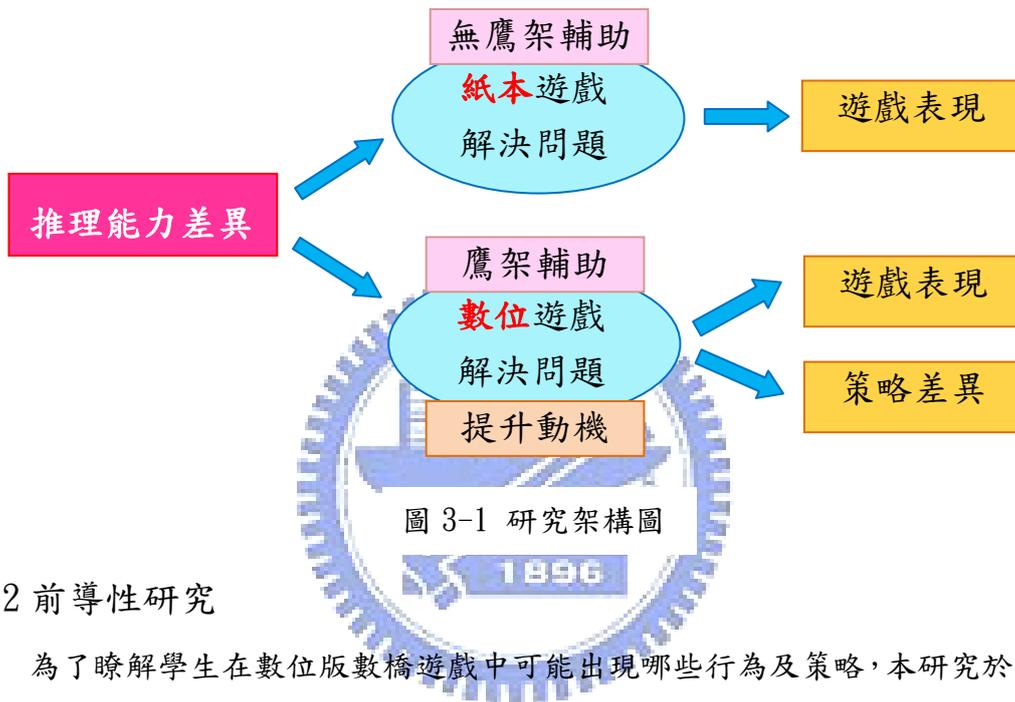


圖 3-1 研究架構圖

3.2 前導性研究

為了瞭解學生在數位版數橋遊戲中可能出現哪些行為及策略，本研究於民國九十七年十一月，於北部地區某國中二年級，選定數理實驗班五位學生、普通班五位學生先行施測，施測時只告訴學生遊戲功能及規則，不限制玩的關卡難度及順序，但每位學生時間均為二十分鐘，並以螢幕錄影軟體記錄每位學生的遊玩過程。前導性研究的主要目的是想藉由觀看學生的錄影檔，找出學生的遊戲行為有何不同，並將其行為差異歸納為遊戲策略。前導研究流程如圖 3-2：

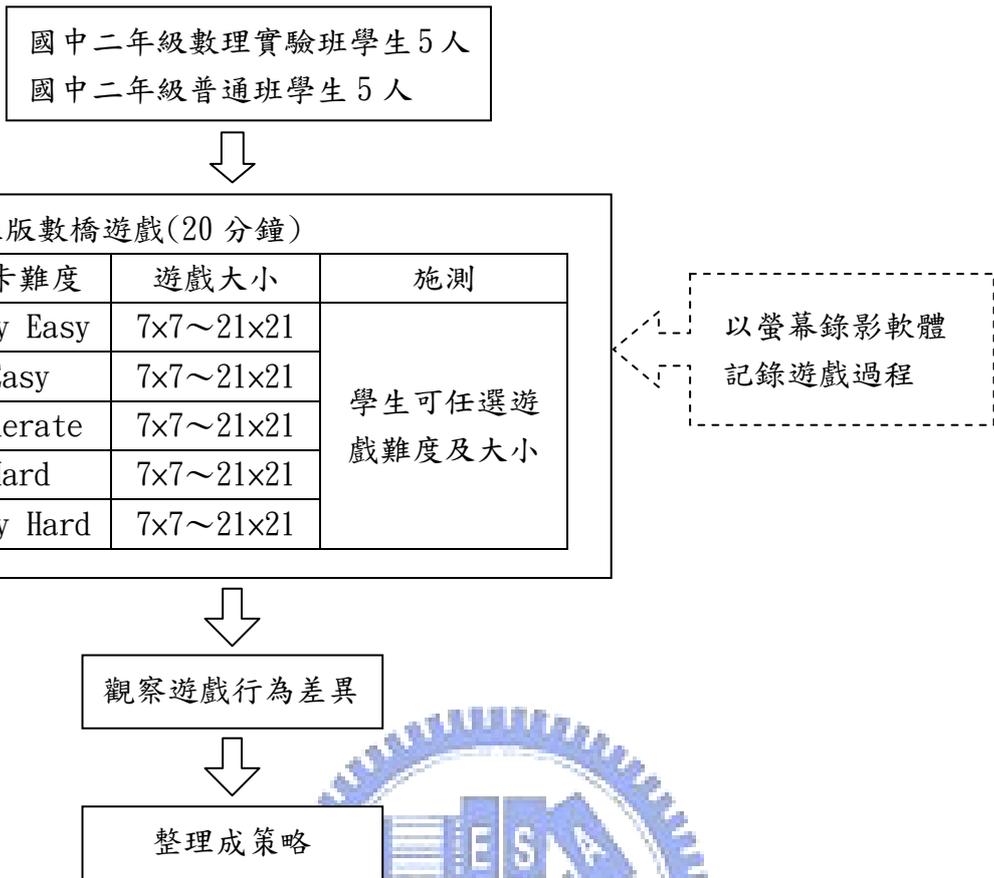


圖 3-2 前導研究流程圖

經由前導研究後，研究者發現的遊戲行為差異詳述如表 3-1：

表 3-1 遊戲行為差異表

觀察點	遊戲行為種類
遊戲剛開始時，玩家所選擇的第一個連線點	<ul style="list-style-type: none"> ● 尋找最大限制變數，並由其開始連線 ● 由任一點開始連線
遊戲中遇最大限制變數時	<ul style="list-style-type: none"> ● 一次完成 ● 分次完成
出現紅線時 (遊戲時，若畫對則出現黑線；畫錯則出現紅線)	<ul style="list-style-type: none"> ● 擦掉紅線，並利用錯誤找出正確的線 ● 擦掉紅線，去做別的点，不會利用錯誤找出正確的線

以遊戲行為差異為依據，研究者所歸納的遊戲策略如表 3-2：

表 3-2 前導研究歸納之遊戲行為及策略表

策略名稱	方法-目的分析策略	差異減除策略	嘗試錯誤策略	其他
觀察點	<p>由最大限制變數開始</p> <p>↓</p> <p>遇最大限制變數時， 能一次完成</p> <p>↓</p> <p>出現紅線(錯誤)時， 會利用紅線找出正確的線。</p>	<p>由任何一點開始</p> <p>↓</p> <p>遇最大限制變數時， 能一次完成</p> <p>↓</p> <p>出現紅線(錯誤)時， 會利用紅線找出正確的線。</p>	<p>由任何一點開始</p> <p>↓</p> <p>遇最大限制變數時， 不能一次完成</p> <p>↓</p> <p>出現紅線(錯誤)時， 不會利用紅線找出正確的線。</p>	無法歸類為前三種策略者
推理能力	<p>分析推理</p> <p>組合推理</p> <p>類比推理</p>	<p>組合推理</p> <p>類比推理</p>	<p>無推理</p>	

依照前導性研究所找到的遊戲行為差異及歸納的策略，將作為日後正式研究時的評定標準。

3.3 正式研究

3.3.1 研究對象

本研究挑選新竹縣某國中一年級學生 6 個班級，共 201 人，以瑞文氏標準矩陣推理測驗(SPM Plus)挑選出高推理能力玩家 30 人、低推理能力玩家 30 人，刪除已玩過此遊戲的玩家，各常模所占的人數如表 3-3 所示，本研究將以此 60 位學生做遊戲表現及策略分析。

表 3-3 高低推理能力在各常模所占人數表

推理能力	常模百分比	人數	總人數
高推理能力	90%~99%	10人(男5人、女5人)	30人
	80%~89%	20人(男14人、女6人)	
低推理能力	35%~44%	15人(男7人、女8人)	30人
	25%~34%	15人(男7人、女8人)	

3.3.2 研究工具

3.3.2.1 瑞文氏標準矩陣推理測驗

瑞文氏標準矩陣推理測驗 (Raven's Standard Progressive Matrices, SPM) 是英國心理學家瑞文 (R. J. Raven) 於 1938 年設計的一種非文字智力測驗。它是用以測驗一個人的觀察力及清晰思維的能力。瑞文測驗由 5 個單元的漸進矩陣構圖組成，每個單元在智慧活動的要求上各不相同。矩陣的結構越來越複雜，從一個層次到多個層次的演變，要求的思維操作也是從直接觀察到間接抽象推理的漸進過程。

瑞文測驗的理論假設源於斯皮爾曼的能力二因素理論 (Spearman, 1927)。該理論認為能力主要由一般因素 (G) 和特殊因素 (S) 組成，前者表現在所有的智力活動中人人都有、水平各異，決定了人的聰明程度；後者則對應於各種特定的活動。

該測驗共有 60 個題目，依次分為 A、B、C、D、E 五組，每組 12 題。從 A 組到 E 組難度逐步增加，每組內部題目也是由易到難排列。每組題目所用解題思路基本一致，但各組之間有差異。直觀上，A 組題目主要測視覺辨別、圖形比較、圖形想像等；B 組題目主要測類同、比較、圖形組合等；C 組題目主要測比較、推理、圖形組合等；D 組題目主要測系列關係、圖形套合；E 組題目主要測套合、互換等抽象推理能力。

3.3.2.2 數橋遊戲

本研究所使用的遊戲為數學益智遊戲—數橋(Hashi)，此遊戲除了有數位版(具鷹架輔助)，也可在紙上操作(無鷹架輔助)。茲將其特色分述如下：

數位版數橋遊戲為單機版益智遊戲的，此遊戲的每種難度都有 $7 \times 7 \sim 21 \times 21$ 共 15 種大小可供選擇，遊戲規則如下：

- ① 圓圈上的數字，即為其周圍連接其他圓圈之總線條數目。
- ② 二個圓圈之間最多只能有兩條線。
- ③ 圓圈之間的線，只能垂直或水平，且任兩條線均不可相交。
- ④ 最後完成時，所有圓圈都必須相連。

圖3-3為Very Easy關卡的 7×7 遊戲：

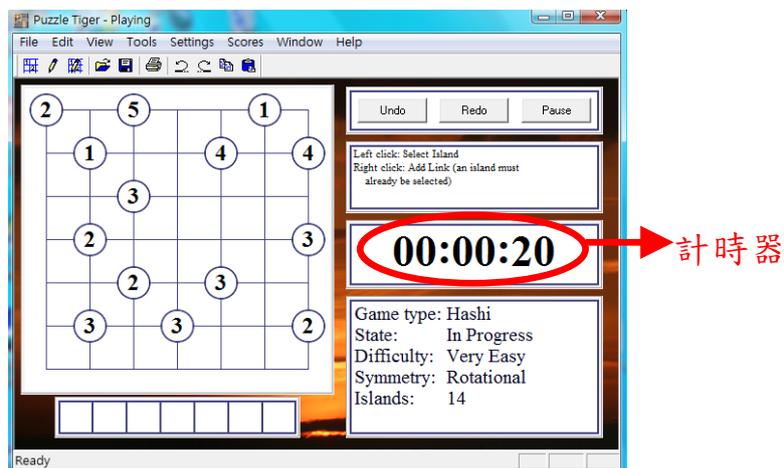


圖 3-3 遊戲環境介紹

有些點只有一種可能連法，將其稱為「最大限制變數」，如圖3-3中右上角的

- ④，其連法如圖3-4：

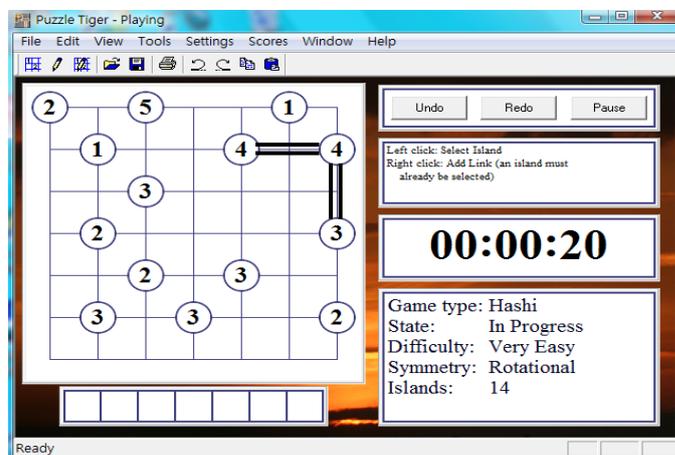


圖 3-4 ④的連接方法

有些點有二種以上可能連法，如圖3-3中左下角的③，其連法如圖3-5：

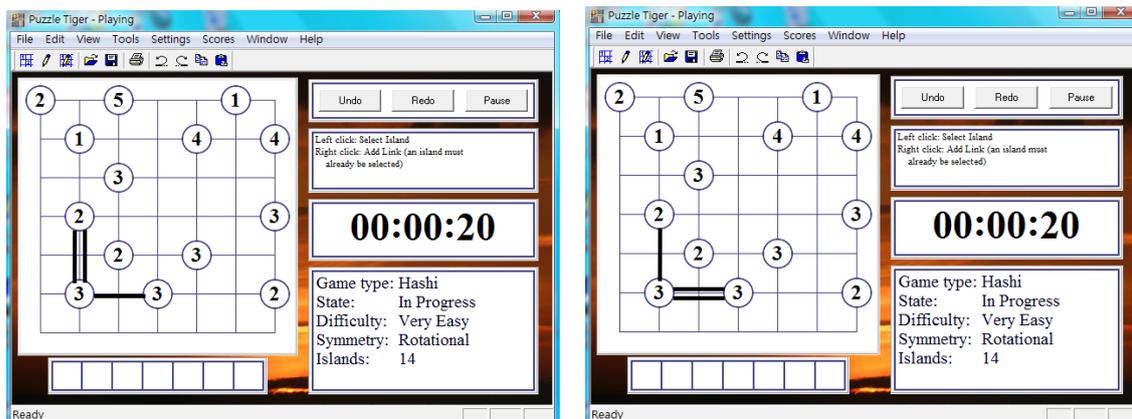


圖 3-5 ③的二種可能連法

遊戲過程中，若畫線正確則出現「黑色」線，畫線錯誤則出現「紅色」線(如圖3-6)，故玩家可由線條顏色得知畫線是否正確，也可藉此鷹架輔助修改錯誤，因此玩家並不會因錯誤太多、無法修正而陷入卡關的困擾，且每畫錯一條線，計時器則自動加一分鐘。在遊戲過程中，若某變數已連線完成，系統則自動將此變數以斜線劃掉，此鷹架輔助則可縮小問題空間並降低玩家認知負荷。

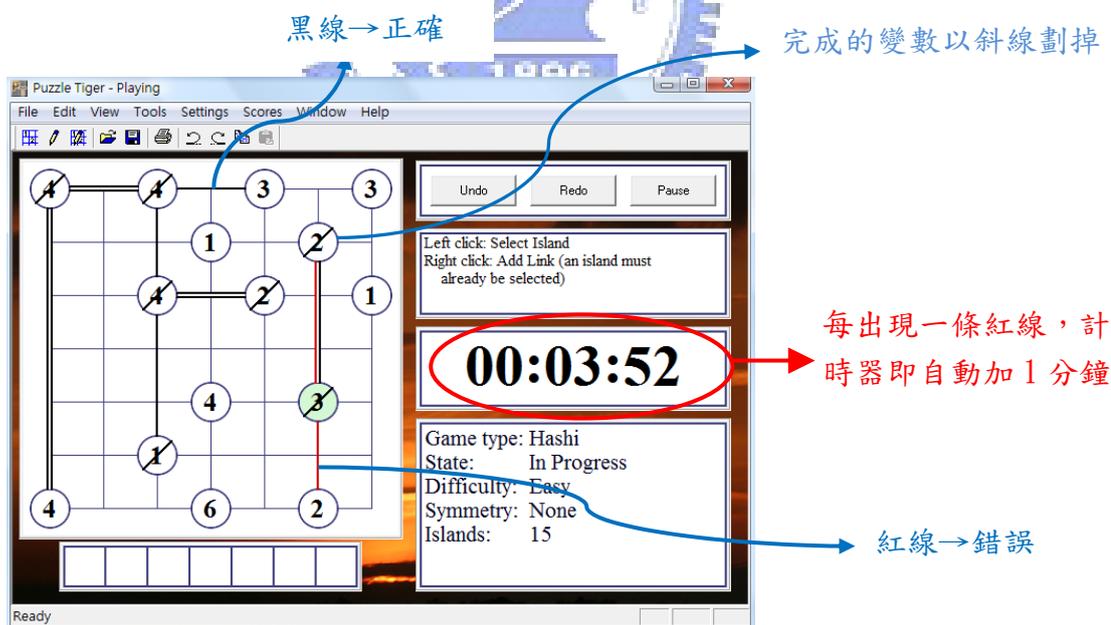


圖 3-6 錯誤的線為紅色

紙本版數橋遊戲規則與數位版數橋遊戲完全相同，然而因紙本版遊戲不具有「錯誤線條以紅線顯示」及「完成的變數以斜線劃掉」之鷹架輔助，因此玩家在

紙本版數橋遊戲中易因一條線錯誤而不斷錯誤下去，最後不知該從何更正，因而陷入卡關。紙本版遊戲中，變數是否連線完成，需靠玩家自行判斷，無法像數位版遊戲一樣，靠著系統自動將完成變數劃掉而縮小問題空間。因此，若玩家因線條錯誤不自知而誤判，將更難修正錯誤的線條，更易陷入卡關的困擾。

3.3.3 研究設計

正式研究分為「數位版數橋」及「紙本版數橋」二部分，研究流程如圖3-9，各階段實驗詳述如下：

3.3.3.1 數位版數橋遊戲研究

數位版研究分為「遊戲前」、「遊戲中」、「遊戲後」三個階段，

一、遊戲前：

先以新竹縣某國中一年級6個班級，共 201人，以瑞文氏標準矩陣推理測驗 (SPM Plus) 施測30分鐘(施測指導語見附錄一)，選出高低推理能力玩家各30人，各常模所占人數如表3-3。

二、遊戲中：

(1)練習：為了讓玩家熟悉遊戲操作及規則，在講解規則及操作方法後，先讓每位玩家做遊戲練習10分鐘，練習關卡共五關(Easy 7×7 共二關，Moderate 9×9 一關、Moderate 10×10 一關，Hard 14×14 一關，如附錄二)，練習時關卡順序一律為「易→中→難」。

(2)正式施測：

①施測時遊戲難度及大小由研究者先選定，以確保每位同學所玩的內容均一致。研究者共選擇 Easy 7×7共2關，Moderate 11×11共2關，Hard15×15共2關，正式施測遊戲關卡見附錄三。

②每位學生所玩的難度順序採拉丁方格設計，如表3-4所述，以避免因熟練而造成的誤差。各關卡由負責的14位小老師幫忙開啟，以確保每位玩家均依照研究者所設計的闖關順序來闖關。

表 3-4 關卡難度順序及人數

常 序 模	高推理玩家人數		低推理玩家人數		總人數
	99%~90%	89%~80%	44%~35%	34%~25%	
易→難→中	男1女1	男2女2	男2女1	男1女2	共12人
中→易→難	男1女1	男3女1	男2女1	男1女2	共12人
中→難→易	男1女1	男3女1	男1女2	男1女2	共12人
難→中→易	男1女1	男3女1	男1女2	男2女1	共12人
難→易→中	男1女1	男3女1	男1女2	男2女1	共12人
總人數	共30人		共30人		共60人

③因數橋遊戲不像其他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，避免玩家以應付的心態來參與，故研究者將遊戲設計成比賽的模式，以遊戲結束時的「計時器時間」（錯一條線、加一分鐘）為依據來發獎品，以鼓勵玩家盡量發揮其推理能力，避免玩家為應付而胡亂連線，造成研究誤差。

④施測時不限制時間，每位同學均需全部過關才結束，但先玩完的學生需安靜坐在座位上等待，以免干擾其他學生。施測時以螢幕錄影軟體記錄每位學生的遊戲過程，以便於日後的分析。

三、遊戲後：為了解玩家於遊戲剛開始時，如何選擇其第一個點，故設計遊戲後問卷（附錄四），問卷每一題題目均由研究者一一說明再填答，以確保每位學生都能清楚題目的意思。



圖 3-7 數位版遊戲施測照片

3.3.3.2 紙本版數橋遊戲研究

為印證數位版遊戲的鷹架作用，可拉近高低推理能力玩家的遊戲表現，故做紙本版數橋做為對照。紙本版遊戲的參與玩家與數位版完全相同，研究分為「遊戲」及「問卷」二階段。

一、遊戲：

- (1) 施測關卡為 Easy 7×7共1關、Moderate 11×11共1關，紙本版遊戲關卡見附錄八。
- (2) 施測時間為40分鐘，施測時一律先玩Easy關卡、再玩Moderate關卡。
- (3) 施測時採一位小老師對一位玩家的方式，小老師負責計時及核對答案告知是否已完成，但小老師不能告知玩家哪些線條是錯誤的，錯誤的線條需由玩家自行找出。

二、遊戲後：

為了解玩家對數位版遊戲及紙本版遊戲的感覺有何不同，故設計遊戲後問卷(附錄九)，藉以了解高低推理能力玩家對兩種版本數橋遊戲的感覺。



圖 3-8 紙本版遊戲施測照片

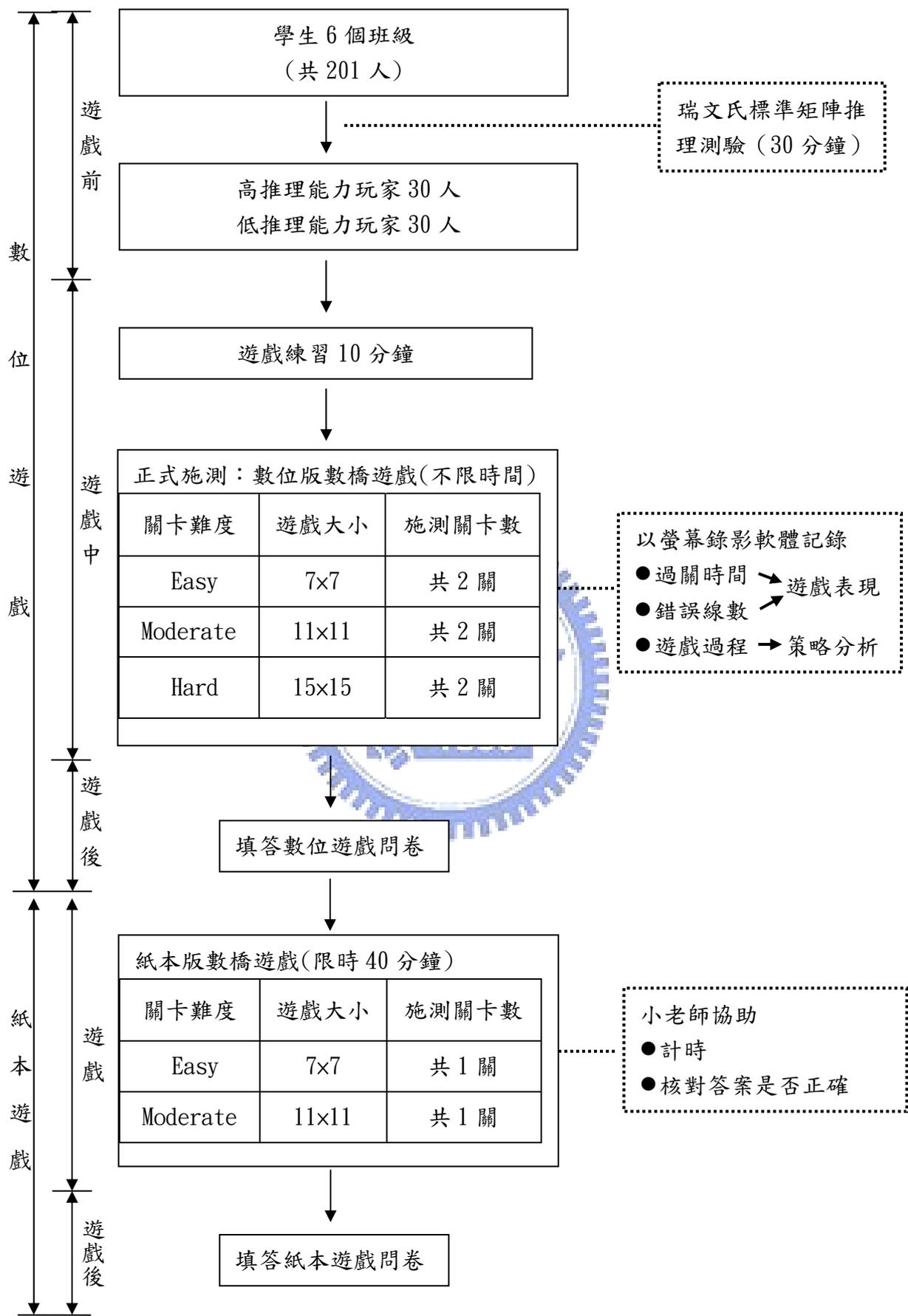


圖 3-9 研究流程圖

3.4 數位遊戲行為量化方法

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學生行為及策略，用以下量化指標進行分析：

一、觀察點一：遊戲剛開始時，「從最大限制變數開始」或「從任何一點開始」，量化方式如下：

(1) 遊戲共有6個關卡，紀錄玩家在每個關卡第一個點選的點，

① 若是最大限制變數，並一次就完成此變數所有線條，則紀錄為「從最大限制變數開始」。

② 若是最大限制變數，但沒有一次就完成此變數所有線條，則紀錄為「從任何一點開始」。

③ 若不是最大限制變數，則紀錄為「從任何一點開始」。

(2) 整理六個關卡玩家所選擇的起始點，若某行為出現次數 ≥ 4 次，則以此行為做為此玩家在此觀察點的行為。

(3) 舉例來說，若某玩家在各關卡所選擇的起始點記錄如表3-5：

表3-5 在各關卡點選的第一個點範例

關卡	一	二	三	四	五	六
起始點	最大限制變數	最大限制變數	任何一點	最大限制變數	最大限制變數	最大限制變數

因為「從最大限制變數開始」出現了五次(≥ 4)，而「從任何一點開始」出現一次(< 4)，故此觀察點的行為紀錄為「從最大限制變數開始」。

二、觀察點二：遊戲過程中，遇最大限制變數時，「一次完成」或「分次完成」，量化方式如下：

(1) 遊戲共六個關卡，當玩家在遊戲中遇到最大限制變數時，紀錄是「一次完成」或「分次完成」，六關紀錄完成後，計算出現的總次數及比例，而

一次完成比例 = 一次完成總次數 ÷ (一次完成總次數 + 分次完成總次數)

分次完成比例 = 分次完成總次數 ÷ (一次完成總次數 + 分次完成總次數)

(2) 由學生錄影檔發現，學生的遊戲行為有其一致性，多數學生的遊戲行為發生

比例均在60%以上，或在40%以下，鮮少學生的行為發生比例位於40%~60%之間，因此以出現比例>60%的行為，做為玩家在此觀察點的行為表現。

(3) 舉例來說，若某玩家在各關卡遇到最大限制變數時的行為紀錄如表3-6：

表3-6 遇最大限制變數時的連線方式範例

關 卡 行 為	一	二	三	四	五	六	小計 (次)	比例
一次完成(次)	6	7	14	18	26	20	91	83%
分次完成(次)	2	1	4	3	4	4	18	17%

因為「一次完成」出現比例為83%>60%，而「分次完成」出現比例為17%<60%，故此觀察點的行為紀錄為「遇最大限制變數時，一次完成」。

三、觀察點三：遊戲過程中，出現紅線時，「會利用紅線更正為正確的線」或「不會利用紅線更正為正確的線」，量化方式如下：

(1) 遊戲共六個關卡，當玩家每次遇到紅線時，紀錄為「有更正」或「沒有更正」，六關紀錄完成後，計算出現的總次數及比例，而

$$\text{有更正比例} = \text{有更正總次數} \div (\text{有更正總次數} + \text{沒有更正總次數})$$

$$\text{沒有更正比例} = \text{沒有更正總次數} \div (\text{有更正總次數} + \text{沒有更正總次數})$$

(2) 由學生錄影檔發現，學生的遊戲行為有其一致性，多數學生的遊戲行為發生比例均在60%以上，或在40%以下，鮮少學生的行為發生比例位於40%~60%之間，因此以出現比例>60%的行為，做為玩家在此觀察點的行為表現。

(3) 舉例來說，若某玩家在各關卡遇到紅線時的行為紀錄如表3-7：

表3-7 遇到紅線的行為範例

關 卡 行 為	一	二	三	四	五	六	小計 (次)	比例
有更正(次)	1	2	9	11	17	19	59	80%
沒有更正(次)	0	0	2	3	6	4	15	20%

因為「有更正」出現比例為80%>60%，而「沒有更正」出現比例為20%<

60%，故此觀察點的行為紀錄為「會利用紅線更正為正確的線」。

四、以編號70104學生為例，其在各觀察點的行為紀錄如表3-8，定出其行為，並依前導研究之結果歸納為策略。

表3-8 將遊戲行為歸納為策略範例

觀察點 關卡	起始點		遇最大限制變數時		出現紅線時	
	最大限制 變數	任何 一點	一次 完成	分次 完成	有 修正	沒有 修正
一		V	5	0	1	0
二		V	4	1	1	0
三		V	7	3	5	1
四		V	4	2	5	0
五		V	10	1	5	1
六		V	8	0	5	0
小計	0	6	38	7	22	2
比例		100%	84%	16%	92%	8%
策略	差異減除策略					

3.5 數位遊戲中的策略與推理能力

在數橋遊戲中，玩家遇到各變數時，是否能瞭解各變數的數種可能連線方式(圖 3-10)，遇到最大限制變數時，是否能判斷只有一種可能連線方式(圖 3-11)，需要的就是「組合推理」能力。

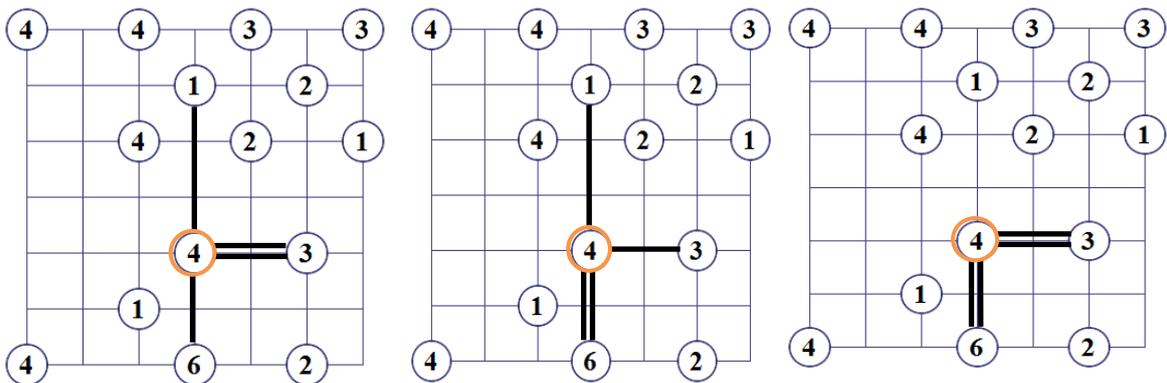


圖 3-10 ④的三種可能連線方式

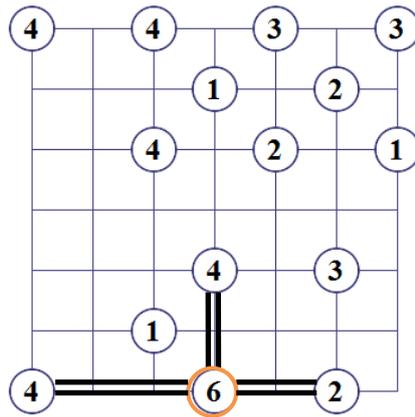


圖 3-11 ⑥(最大限制變數)只有一種組合方式

在數橋遊戲中，當出現紅線的錯誤訊息時，玩家需要利用此錯誤訊息找出正確線條的可能位置(圖 3-12)，此即需要「類比推理」能力。

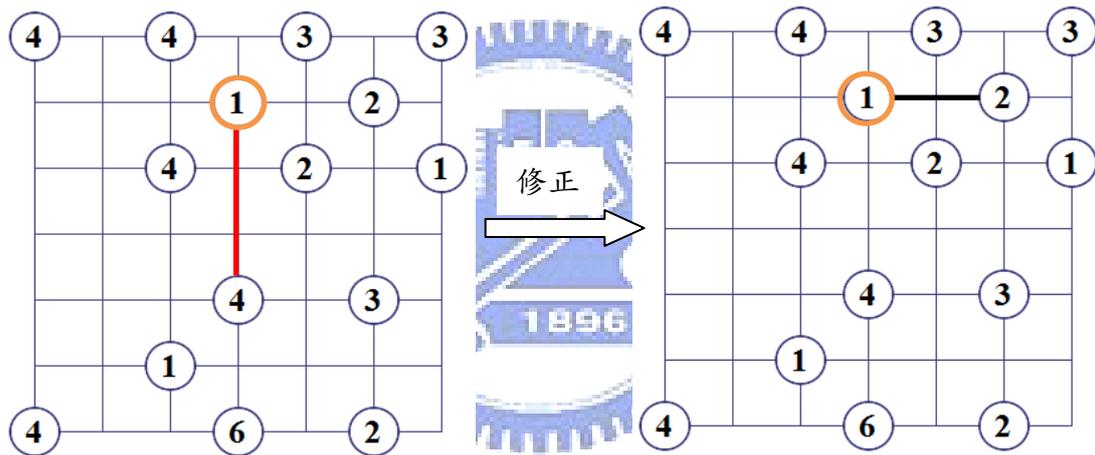


圖 3-12 遇紅線修正圖

而在數橋遊戲一開始時，在各個點都可開始的情況下，分析從哪個點開始最不易錯誤，即需要「分析推理」。以圖 3-13 為例，從最大限制變數(圖中以紅色圈起來的點)開始，最不易造成錯誤。

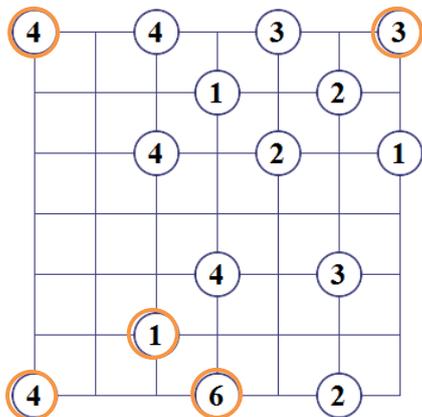


圖 3-13 關卡中的最大限制變數

故將數橋遊戲中的策略、行為與其具有的推理能力彙整如表 3-9：

表 3-9 策略、行為與推理能力對應表

策略名稱	方法-目的分析策略	差異減除策略	嘗試錯誤策略	其他
觀察點	<p>由最大限制變數開始</p> <p>↓</p> <p>遇最大限制變數時， 能一次完成</p> <p>↓</p> <p>出現紅線(錯誤)時， 會利用紅線找出正確的線。</p>	<p>由任何一點開始</p> <p>↓</p> <p>遇最大限制變數時， 能一次完成</p> <p>↓</p> <p>出現紅線(錯誤)時， 會利用紅線找出正確的線。</p>	<p>由任何一點開始</p> <p>↓</p> <p>遇最大限制變數時， 不能一次完成</p> <p>↓</p> <p>出現紅線(錯誤)時， 不會利用紅線找出正確的線。</p>	無法歸類為前三種策略者
推理能力	<p>分析推理</p> <p>組合推理</p> <p>類比推理</p>	<p>組合推理</p> <p>類比推理</p>	<p>無推理</p>	

第四章 資料分析

資料分析從數位遊戲錄影檔及紙本遊戲所得資料為依據，並配合前導研究歸納之遊戲行為及策略，將玩家的遊戲行為歸納成策略，再以SPSS軟體做分析。分析方式如下：

- (1) 高低推理能力玩家在數位版遊戲的真正過關時間：獨立樣本t檢定。
- (2) 高低推理能力玩家在數位版遊戲的錯誤線條數：獨立樣本t檢定。
- (3) 高推理能力玩家在數位版遊戲的策略選擇：卡方考驗的適合度考驗。
- (4) 低推理能力玩家在數位版遊戲的策略選擇：卡方考驗的適合度考驗。
- (5) 高低推理能力玩家在數位版遊戲使用策略差異：卡方考驗的同質性考驗。
- (6) 高低推理能力玩家在紙本版遊戲的過關時間：獨立樣本t檢定。
- (7) 高推理能力玩家對遊戲版本的喜好：卡方考驗的適合度考驗。
- (8) 低推理能力玩家對遊戲版本的喜好：卡方考驗的適合度考驗。
- (9) 高低推理能力玩家對遊戲版本的喜好差異：卡方考驗的同質性考驗。
- (10) 三種遊戲策略的特色分析

茲將母群體在數位版遊戲各難度關卡的真正過關時間及錯誤線條數、紙本版遊戲的過關時間，做描述性統計分析，摘要表如表4-1：

表4-1 描述性統計摘要表

		個數	平均數	標準差	最小值	最大值
數位版	Easy關卡過關時間	60	51.27	19.35	26	134
	Moderate關卡過關時間	60	172.30	45.24	100	306
	Hard關卡過關時間	60	278.36	110.94	132	761
	Easy關卡錯誤線條數	60	1.31	0.91	0	4
	Moderate關卡錯誤線條數	60	7.39	2.69	2	15
	Hard關卡錯誤線條數	60	12.53	3.99	4	24
紙本版	Easy關卡過關時間	51	388.08	377.688	48	1768
	Moderate關卡過關時間	46	604.46	350.421	152	1470

4.1 高低推理能力玩家在數位版遊戲Easy、Moderate、Hard三種難度關卡的真正過關時間差異

為了解不同推理能力玩家，在同一難度遊戲中其真正過關時間是否有差異，將所得數據進行獨立樣本t檢定，所得結果如表4-1所示。

由表4-2可知，Easy關卡時，高低推理能力玩家的真正過關時間平均數為49.58及52.95，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.014, p=.907 > .05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示高低推理能力玩家在Easy關卡的真正過關時間無明顯差異 ($t=-0.671, p=.505$)。

Moderate關卡時，高低推理能力玩家的真正過關時間平均數為171.65及172.95，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.155, p=.695 > .05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示高低推理能力玩家在Moderate關卡的真正過關時間無顯著差異 ($t=-0.110, p=.913$)。

Hard關卡時，高低推理能力玩家的真正過關時間平均數為268.98及287.73，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.040, p=.841 > .05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示高低推理能力玩家在Hard關卡的真正過關時間無顯著差異 ($t=-0.651, p=.517$)。

高低推理能力玩家在六個關卡的真正過關時間平均數為490.22及513.63，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.000, p=.994 > .05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示高低推理能力玩家在六個關卡的真正過關時間無明顯差異 ($t=-0.594, p=.555$)。

由以上結果及圖4-1可得知，高推理能力玩家在各種難度關卡的過關時間均少於低推理能力玩家，但獨立樣本t檢定結果並無顯著差異，推測是因數位遊戲的輔助鷹架作用，使得高低推理能力玩家都不會陷入卡關困擾，因此能達相似的

過關時間。

表4-2 各組在不同難度關卡的真正過關時間之t檢定分析摘要表

依變項	自變項	個數	平均數	標準差	自由度	t
Easy 關卡時間	高推理能力	30	49.58	17.82	58	-0.671
	低推理能力	30	52.95	20.95		
Moderate 關卡時間	高推理能力	30	171.65	45.06	58	-0.110
	低推理能力	30	172.95	46.19		
Hard 關卡時間	高推理能力	30	268.98	120.08	58	-0.651
	低推理能力	30	287.73	102.18		
總時間	高推理能力	30	490.22	160.01	58	-0.594
	低推理能力	30	513.63	144.76		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

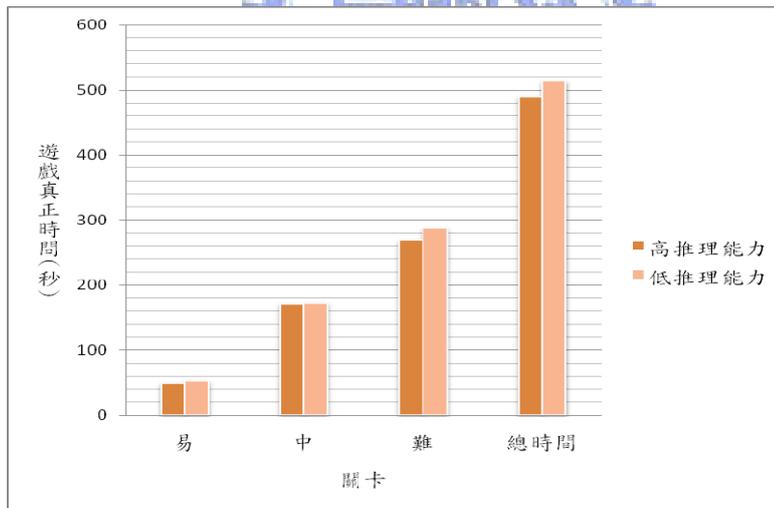


圖 4-1 高低推理能力玩家真正過關時間直方圖

4.2 高低推理能力玩家在數位版遊戲Easy、Moderate、Hard三種難度關卡的錯誤線條數的差異

為了解不同推理能力玩家，在同一難度遊戲中其畫錯線條數是否有差異，將所得數據進行獨立樣本t檢定，所得結果如表4-2所示。

由表4-3可知，Easy關卡時，高低推理能力玩家的畫錯線條數平均數為1.20

及1.42，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.089, p=.767>.05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示高低推理能力玩家在Easy關卡的畫錯線條數無明顯差異 ($t=-0.919, p=.362$)。

Moderate關卡時，高低推理能力玩家的畫錯線條數平均數為6.55及8.23，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.016, p=.901>.05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果達顯著，表示高低推理能力玩家在Moderate關卡的畫錯線條數有明顯差異 ($t=-2.537, p=.014$)。而由平均數可知，高推理能力玩家的畫錯線條數比低推理能力玩家少。

Hard關卡時，高低推理能力玩家的畫錯線條數平均數為11.00及14.07，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.529, p=.470>.05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果達顯著，表示高低推理能力玩家在Hard關卡的畫錯線條數有明顯差異 ($t=-3.198, p=.002$)。而由平均數可知，高推理能力玩家的畫錯線條數比低推理能力玩家少。

高低推理能力玩家在六個關卡的畫錯線條數平均數為18.75及23.72，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.411, p=.524>.05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果達顯著，表示高低推理能力玩家在六個關卡的畫錯線條數有明顯差異 ($t=-3.194, p=.002$)。而由平均數可知，高推理能力玩家的畫錯線條數比低推理能力玩家少。

由以上結果可知，高低推理能力玩家在Easy關卡的畫錯線條數無顯著差異，但在Moderate關卡、Hard關卡及六個關卡的畫錯線條數都有顯著差異，且高推理能力玩家在各種難度關卡的畫錯線條數都比低推理能力玩家少。

表4-3 各組在不同難度關卡的畫錯線條數的t檢定分析摘要表

依變項	自變項	個數	平均數	標準差	自由度	t
Easy關卡 畫錯線條數	高推理能力	30	1.20	0.90	58	-0.919
	低推理能力	30	1.42	0.93		
Moderate關卡 畫錯線條數	高推理能力	30	6.55	2.55	58	-2.537*
	低推理能力	30	8.23	2.59		
Hard關卡 畫錯線條數	高推理能力	30	11.00	3.48	58	-3.198**
	低推理能力	30	14.07	3.94		
總畫錯線條數	高推理能力	30	18.75	5.87	58	-3.194**
	低推理能力	30	23.72	6.17		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

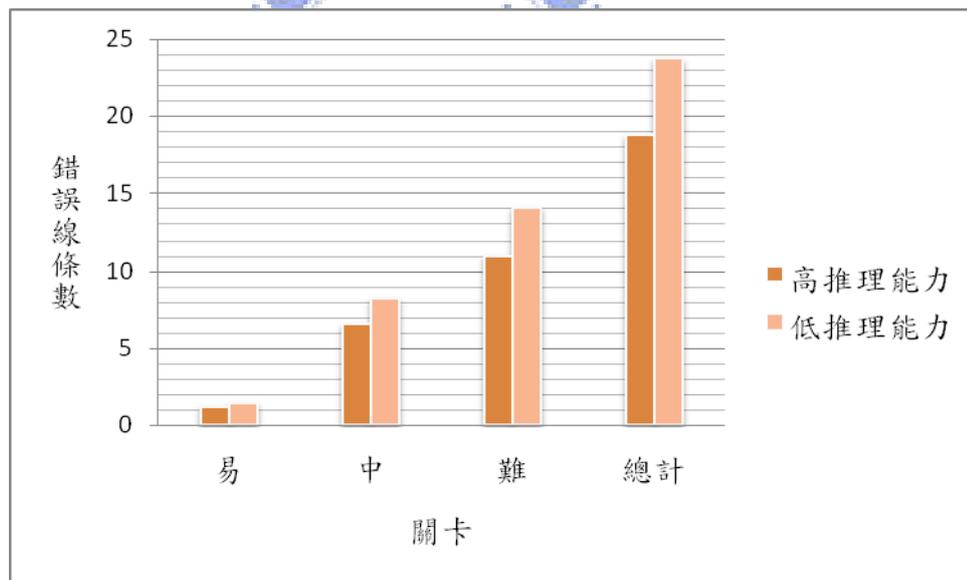


圖 4-2 高低推理能力玩家畫錯線條數直方圖

4.3 高低推理能力玩家在數位版遊戲中的策略差異

為了瞭解高低推理能力玩家在數位版數橋遊戲中傾向使用何種策略，首先將30位高推理能力玩家的策略做卡方考驗的適合度考驗，結果如表4-4，由表可知，高推理能力玩家的策略選擇達顯著差異($\chi^2_{(3)}=28.133, df=3, p=.000<.001$)，且有67%(20位)高推理能力玩家傾向使用差異減除策略，但只有13%(4位)的

玩家使用方法-目的分析策略，及13%（4位）的玩家使用嘗試錯誤策略。

表4-4 高推理能力玩家的策略適合度考驗

策略	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2
方法-目的分析策略	4	7.5	-3.5	
差異減除策略	20	7.5	12.5	28.133***
嘗試錯誤策略	4	7.5	-3.5	
其他	2	7.5	-5.5	
總和	30			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

為了瞭解低推理能力玩家傾向使用何種策略，將30位低推理能力玩家的策略做卡方考驗的適合度考驗，結果如表4-5，由表可知，低推理能力玩家的策略選擇達顯著差異($\chi^2_{(3)}=33.467$, $df=3$, $p=.000<.001$)，且有70%(21位)的低推理能力玩家傾向使用差異減除策略，但只有3%(1位)的玩家使用方法-目的分析策略，及10%(3位)的玩家使用嘗試錯誤策略。

表4-5 低推理能力玩家的策略適合度考驗

策略	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2
方法-目的分析策略	1	7.5	-6.5	
差異減除策略	21	7.5	13.5	33.467***
嘗試錯誤策略	3	7.5	-4.5	
其他	5	7.5	-2.5	
總和	30			

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

為了瞭解高推理能力玩家與低推理能力玩家在數位數橋遊戲中使用的策略是否有差異，因此將學生分成高推理能力與低推理能力二群樣本，以策略做為類別變項，用卡方考驗的同質性考驗，來檢驗不同推理能力的學生對遊戲時的策略使用的差異。分析結果如表4-6，長條圖如圖4-3 所示：

由表4-6顯示，高推理能力在各策略所占百分比為13.3%、66.7%、13.3%、

6.7%，低推理能力在各策略所占百分比為3.3%、70%、10%、16.7%，兩個變項所構成的交叉表以卡方檢驗分析的結果發現， $\chi^2_{(1)}=3.253$ ， $p=.354>.05$ ，未達顯著水準，兩群樣本具有同質性。且高低推理能力之學生，均傾向於使用「差異減除策略」，而較少玩家使用方法-目的的分析策略及嘗試錯誤策略。

表4-6 高低推理能力玩家在遊戲中使用策略之卡方考驗摘要分析表

		策 略				χ^2
		方法 -目的 分析 策略	差 異 減 除 策略	嘗 試 錯 誤 策略	其 他	
高 推 理 能 力	個數	4	20	4	2	3.253
	期望個數	2.5	20.5	3.5	3.5	
	推理群組內%	13.3%	66.7%	13.3%	6.7%	
	策略內%	80.0%	48.8%	57.1%	28.6%	
	標準化殘差	.9	-.1	.3	-.8	
	調整後標準化殘差	1.4	-.3	.4	-1.2	
低 推 理 能 力	個數	1	21	3	5	
	期望個數	2.5	20.5	3.5	3.5	
	推理群組內%	3.3%	70.0%	10.0%	16.7%	
	策略內%	20.0%	51.2%	42.9%	71.4%	
	標準化殘差	-.9	.1	-.3	.8	
	調整後標準化殘差	-1.4	.3	-.4	1.2	

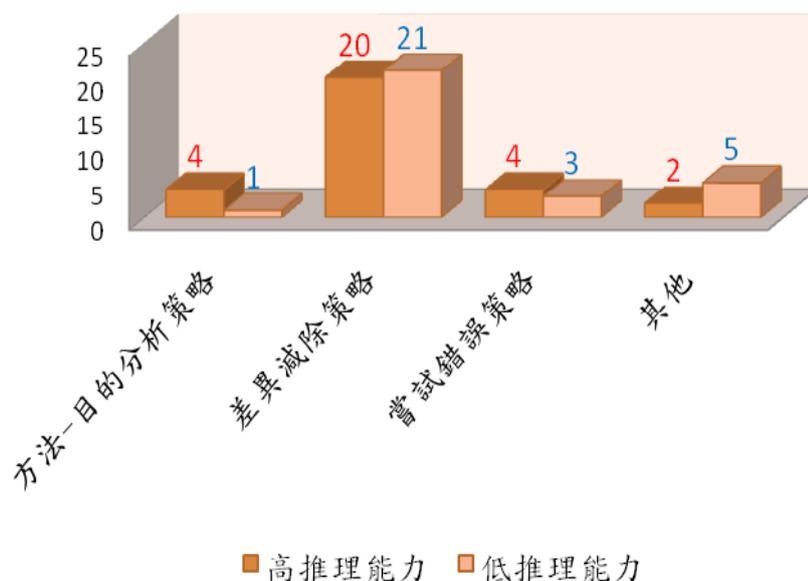


圖 4-3 高低推理能力使用策略之直方圖

4.4 高低推理能力玩家在紙本版遊戲Easy、Moderate二種難度關卡的過關時間差異

為了解不同推理能力玩家，在紙本版數橋遊戲過關時間是否有差異，將所得數據進行獨立樣本t檢定。然而施測時間只有40分鐘，部分玩家未能在施測時間內完成遊戲，故高低推理能力玩家在Easy關卡的有效樣本數分別為29人及22人，在Moderate關卡的有效樣本數分別為27人及19人，本研究僅以有效樣本做分析，所得結果如表4-7所示。

由表4-7可知，Easy關卡時，高低推理能力玩家的過關時間平均數為341.90及448.95，變異數同質性的Levene檢定未達顯著 ($F=.157, p=.694 > .05$)，表示這兩個樣本的離散情形無明顯差異。而由假設變異數相等的t值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示高低推理能力玩家在紙本版數橋遊戲Easy關卡的過關時間無明顯差異 ($t=-1.003, p=.321$)。

Moderate關卡時，高低推理能力玩家的過關時間平均數為451.96及821.16，變異數同質性的Levene檢定達顯著 ($F=9.394, p=.004 < .05$)，表示這兩個樣本的離散情形有明顯差異。而由假設變異數不相等的t值與顯著性，發現考驗結果達顯著，表示高低推理能力玩家在紙本版數橋遊戲Moderate關卡的過關時間達

顯著差異($t=-3.781, p=.001$)。由平均數可知，低推理玩家的過關時間較高推理玩家長。

由以上結果可知，高低推理能力玩家在紙本版Easy關卡的過關時間無顯著差異，但在Moderate關卡有顯著差異，且高推理能力玩家在各關卡的過關時間均較低推理能力玩家短。

表4-7 各組在紙本版數橋遊戲的過關時間之t檢定分析摘要表

依變項	自變項	個數	平均數	標準差	自由度	t
Easy 關卡時間	高推理能力	29	341.90	441.83	49	-1.003
	低推理能力	22	448.95	326.56		
Moderate 關卡時間	高推理能力	27	451.96	236.50	27.894	-3.781**
	低推理能力	19	821.16	376.50		

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

4.5 高低推理能力玩家對數位版遊戲及紙本版遊戲的喜好

為了解高推理能力玩家較喜好何種版本的數橋遊戲，因此將高推理能力玩家對數位版及紙本版數橋的喜好，以卡方考驗之適合度考驗做分析(表4-8)。由表可知，高推理玩家對遊戲版本的喜好未達顯著差異($\chi^2_{(1)}=.533, df=1, p=.465 >.05$)，且較喜好數位版數橋遊戲的高推理玩家有17人，較喜好紙本版數橋遊戲的高推理玩家有13人。

表4-8 高推理玩家對遊戲版本喜好之適合度考驗

版本	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2
數位版	17	15	2	.533
紙本版	13	15	-2	

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

為了解低推理能力玩家較喜好何種版本的數橋遊戲，因此將低推理能力玩家對數位版及紙本版數橋的喜好，以卡方考驗之適合度考驗做分析(表4-9)。由表可知，低推理玩家對遊戲版本的喜好達顯著差異($\chi^2_{(1)}=16.133, df=1, p=.000$)

<.001)，且有87%(26位)低推理能力玩家較喜好數位版數橋遊戲，只有13%(4位)低推理能力玩家較喜好紙本版數橋遊戲。

表4-9 低推理玩家對遊戲版本喜好之適合度考驗

版本	觀察個數	期望個數	殘差	χ^2
數位版	26	15	11	16.133***
紙本版	4	15	-11	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

為了解高低推理能力玩家對遊戲版本喜好是否有差異，將高低推理能力玩家對遊戲版本的喜好進行卡方考驗之同質性考驗，考驗結果如表4-10。由表可知，高推理能力玩家對數位版遊戲及紙本版遊戲喜好所占百分比分別為43.3%、56.7%，低推理能力玩家對數位版遊戲及紙本版遊戲喜好所占百分比分別為86.7%、13.3%，兩個變項所構成的交叉表以卡方檢驗分析的結果發現， $\chi^2_{(1)}=12.381$ ， $p=.000<.05$ ，達顯著水準，表示兩群樣本不具同質性。且低推理玩家明顯較偏愛數位版遊戲，而高推理能力玩家則無明顯偏好。



表4-10 高低推理玩家對遊戲版本喜好之同質性考驗

	版 本		χ^2	
	數位版	紙本版		
高 推 理 能 力	個數	13	17	12.381***
	期望個數	19.5	10.5	
	推理群組內%	43.3%	56.7%	
	喜好版本內%	33.3%	81.0%	
	標準化殘差	-1.5	2.0	
	調整後標準化殘差	-3.5	3.5	
低 推 理 能 力	個數	26	4	
	期望個數	19.5	10.5	
	推理群組內%	86.7%	13.3%	
	喜好版本內%	66.7%	19.0%	
	標準化殘差	1.5	-2.0	
	調整後標準化殘差	3.5	-3.5	

4.6 三種策略的特色分析

於每個策略中分別選取具代表性之高低推理玩家各一人，將其錄影檔做深入分析比較，結果如表4-11及表4-12，比較結果發現：

(1) 方法-目的分析策略玩家：

- ①在遊戲剛開始時思考時間較長，較慎重選擇其第一個點，尤其是低推理能力的此策略玩家，滑鼠在各點間移動許久才做決定。
- ②會將關卡中的最大限制變數先連完，才去嘗試不確定的點，因此在剛開始不易出現錯誤，通常錯誤的線出現在第十五條線之後。

(2) 差異減除策略玩家：

- ①剛開始時不多做思考，對於第一個點也沒有特別挑選，故在第一秒或第二秒就連接第一條線，而連線時較偏愛「一點接著一點」，一路連下去

的連線方式，直至錯誤才停下來修改。

②由於是一點接著一點的連線方式，故錯誤機率較大，通常在遊戲剛開始就出現錯誤的線。

(3) 嘗試錯誤策略玩家：

①此策略玩家連線時較偏向「跳躍式」連線，通常在一點附近只連幾條線，就跳到別點，或是出現紅線後，沒有更改錯誤，就跳到別點連線。

②由於連線時較不假思考，故在遊戲剛開始時就易出現錯誤。



表4-11 高推理能力各策略代表之質化分析

項目	策略 關 卡	方法目的分析策略 代表(70115)	差異減除策略 代表 (70118)	嘗試錯誤策略 代表 (70513)
點選第 一個點 所花的 思考時 間	易1	2秒	1秒	2秒
	易2	2秒	3秒	1秒
	中1	2秒	1秒	3秒
	中2	3秒	2秒	1秒
	難1	2秒	1秒	2秒
	難2	9秒	2秒	2秒
在第幾 條線才 出現第 一個錯 誤	易1	都沒有錯	都沒有錯	第20條
	易2	都沒有錯	第5條	第5條
	中1	第30條	第2條	第1條
	中2	都沒有錯	第15條	第2條
	難1	第24條	第3條	第7條
	難2	第17條	第2條	第1條
行為特色	<p>無論是關卡開始或關卡中，會移動滑鼠尋找最大限制變數，先將所有最大限制變數連好，才嘗試無法確定的點。</p>	<p>遊戲開始時，喜歡從靠近中間的點開始(不一定是最大限制變數)，當連線至邊線時，則順著四個邊線連成一圈，再漸漸往中間發展。無論是確定或不確定的點，都會一直連下去，錯了再改。</p>	<p>對於起始點沒有特別挑選，常常將幾個點連成一線後，就跳到別的點再連出一條線，再跳別點。出現紅線時，擦掉紅線後並未修正，跳別點繼續連。</p>	

表4-12 低推理能力各策略代表的質化分析

項目	策略 關卡	方法目的分析策略 代表(70213)	差異減除策略 代表 (70924)	嘗試錯誤策略 代表 (70913)
點選第一個點所花的思考時間	易1	7秒	2秒	2秒
	易2	3秒	2秒	2秒
	中1	6秒	2秒	1秒
	中2	11秒	1秒	1秒
	難1	7秒	1秒	1秒
	難2	7秒	2秒	1秒
在第幾條線才出現第一個錯誤	易1	都沒有錯	第2條	第6條
	易2	都沒有錯	第3條	都沒有錯
	中1	第30條	第2條	第6條
	中2	都沒有錯	第1條	第7條
	難1	第19條	第6條	第4條
	難2	第30條	第2條	第1條
行為特色	無論是關卡開始或闖關中，每連一條線都想很久。遇到不確定點時，會跳開去尋找其他最大限制變數將其完成。不輕易連接不確定的線。	一點接著一點連線，但連線前會稍微停留，無論是不是最大限制變數，都會一直連下去，直到錯誤才修改，接著從修改處繼續連下去。	一點接著一點連線，沒停留，直到出現紅色的線，沒更改就跳到別點繼續一點接著一點連。	

第五章 結論與建議

5.1 結論

(一) 高低推理能力玩家在數位版的Easy、Moderate及Hard關卡「過關時間」均未達顯著差異，而在紙本版的Moderate關卡達顯著差異

雖然在數位版的三種難度關卡，高推理玩家過關時間均較低推理玩家短，但並未達顯著差異，推測原因為本遊戲具有告知錯誤(正確的線為黑色、錯誤的線為紅色)的輔助鷹架功能，玩家可在畫線後立即得知所畫的線為正確或錯誤，而立即改正，故玩家無論是知道如何連線，或是不確定如何連線，都可一路連下去，錯了再更改，並無卡關的困擾。故無論是經由仔細思考而過關，或是不斷改正錯誤而過關，時間上並無明顯差異。

為驗證經由鷹架輔助可使高低推理能力玩家達相同時間水準，故做了紙本版遊戲(無鷹架輔助)做為對照。高低推理能力玩家在紙本版數橋遊戲Easy關卡的過關時間無明顯差異，推測可能有二個原因：一、低推理能力玩家的有效樣本數過低：在Easy關卡中，高推理玩家有效樣本數為29人，而低推理能力玩家的有效樣本數只有22人，有8人時間超過40分鐘，沒有列入分析，因此表面上看起來並無明顯差異。二、因為Easy關卡遊戲較簡單，在數位版遊戲中，Easy關卡的過關時間及畫錯線條數目也均無差異，可見在面對簡單的問題時，高低推理能力玩家較易達一致的水準。

在紙本版Moderate關卡中，有效樣本數分別為27人及19人，高低推理能力玩家的過關時間有明顯差異。依據遊戲時觀察發現，低推理能力玩家在紙本版遊戲時不易發現錯誤的線，因此頻頻卡關造成時間拉長；高推理能力玩家雖然也會產生錯誤，但在小老師告知沒有過關成功時，能自己找出錯誤的線在哪裡並改正，因此高推理玩家較不易陷入卡關，而低推理玩家當錯誤較多時，就不知該如何更正，造成有11人至時間終止仍無法過關。

由問卷分析(表5-4)可知，低推理玩家有80%(24人)認為「電腦會告訴他哪一條線是錯誤的」很重要，可見對低推理玩家而言，自行找出錯誤的線似乎較困難，在沒有告知錯誤線條的鷹架輔助下，低推理玩家在修改線條的過程中，無

法準確判斷何者錯、何者對，可能會擦掉原本正確的線條，使得玩家過關時間更加延長。在數位版中，系統明確顯示正確與錯誤的線條的輔助鷹架，使得低推理能力玩家能藉著不斷修改錯誤的線，達到與高推理能力玩家相似的過關時間。因此在數位系統的鷹架輔助下，不但縮短了遊戲時間，也拉近了高低推理玩家的差距，使他們能表現出相近的水準(圖5-1)。

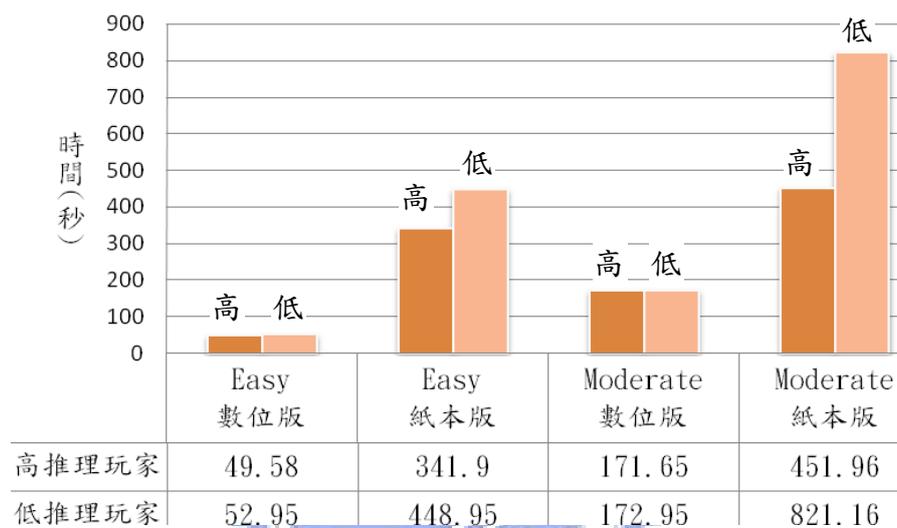


圖 5-1 高低推理能力玩家在數位版與紙本版的過關時間比較圖

(二) 高低推理能力玩家在Easy關卡的錯誤線條數未達顯著差異，但在Moderate及Hard關卡達顯著差異

在觀察錄影檔時發現，低推理能力玩家在連線時思考時間短、連線速度快，往往一點接著一點一直連下去，因此錯誤線條數多，且他們花在修正的時間也較長。而高推理能力玩家思考時間長，故連線速度慢，因此錯誤較少，但也不需花太多時間修正。在Easy關卡，因為點較少(Easy的兩關卡均為14個點，而Moderate關卡分別為44個點及43個點，Hard關卡分別為70個點及68個點)，本來就較不易發生錯誤，故在Easy關卡無顯著差異。

(三) 高低推理能力玩家的策略使用無顯著差異

由圖5-2可知，高低推理能力玩家均傾向使用「差異減除策略」，而非方法-目的的分析策略，即在遊戲剛開始時，玩家不會特別選擇最大限制變數開始，但當

遇到最大限制變數時，又懂得將它一次完成，當遊戲給予錯誤的紅線訊息時，多數玩家也能利用紅線更正成正確的線。

仔細分析學生的遊戲後問卷第二及第三題，整理結果如表5-1，發現遊戲剛開始時，大多數學生不會特別尋找最大限制變數並由其開始。對於起始點，玩家各有其喜好，高低推理能力玩家各有8位及11位喜歡從⑧開始，因為那是「最大的數字」，由問卷顯示，他們不會一次將⑧四周的線條連完，可見他們選擇⑧並非因為它可以一次完成、保證不會錯誤，而是因為它是最大的數字。高低推理能力玩家各有2位及5位喜歡從①開始，因為那是「最小的數字」，雖然①只能連一條線，但卻不見得只有一種連法。也有部分玩家喜歡從角落開始，或由自己的「幸運數字或是感覺好的數字」開始，可見多數玩家在解決問題時並無法準確知道如何開始最有利、最不易錯誤，他們無法一步步安排解題方法，按方法順序解決問題，他們只能在遇到錯誤時再想辦法一一解決，這也就是為什麼方法一目的分析策略人數較少，而多數玩家均傾向差異減除策略的原因。

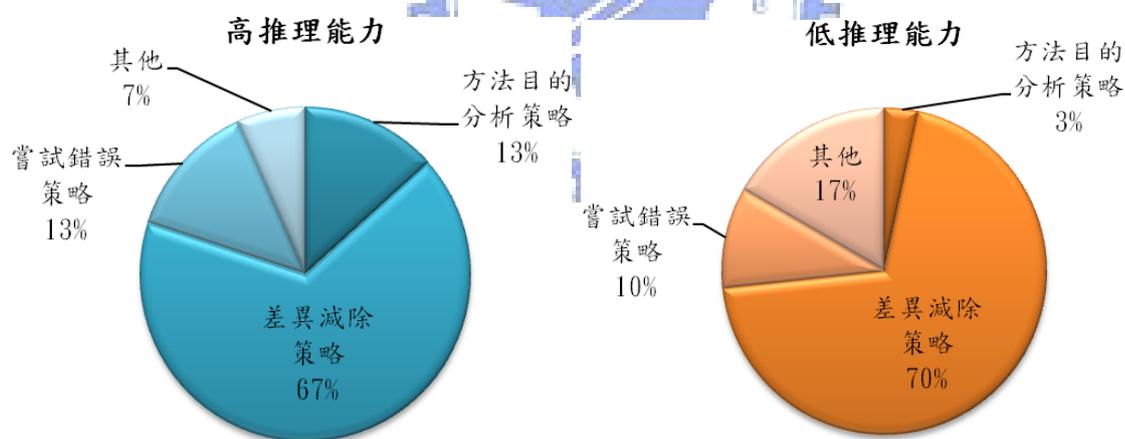


圖 5-2 高低推理能力玩家的策略圓餅圖

表5-1 高低推理能力玩家對於起始點的選擇偏好

起始點及原因	高推理能力	低推理能力
由⑧開始，因為數字最大	8	11
由①開始，因為數字最小	2	5
由⑧開始，因為上下左右各連二條線	8	0
由角落開始	1	1
由邊線上的點開始	1	2
由中間附近的點開始	0	1
由⑧開始，因為選擇多好連	6	2
四邊都有點可以連的點	1	1
幸運數字、看起來順眼、感覺好	2	4
最先看到的點	0	3
旁邊有1的點	1	0

(四) 策略與推理能力

由策略分析結果可知，高低推理能力玩家各有66.7%及70%採用差異減除策略，可見多數學生具有「組合推理及類比推理」，而缺乏「分析推理」的能力。

本研究所使用的推理測驗工具為「瑞文氏標準矩陣推理測驗」，本測驗題目分成五組：A組題目主要測視覺辨別、圖形比較、圖形想像等；B組題目主要測類同、比較、圖形組合等；C組題目主要測比較、推理、圖形組合等；D組題目主要測系列關係、圖形套合；E組題目主要測套合、互換等抽象推理能力。然而測驗中各組成績必須合併計算，故此推理測驗所測量的為個人「整體」的推理能力，故本研究經由瑞文氏標準矩陣推理測驗所得之高低推理玩家，並非代表「高分析推理」及「低分析推理」，玩家推理能力高低的差異，應來自於其他推理能力。

教育長期以來，多為老師灌輸知識，少讓學生自己思考如何解題，學生總是在模仿老師的解題方式，缺乏獨立思考的解題能力，當遇到全新的情境而無人可幫忙時，往往不知該如何安排解題步驟，使解題最為順利。因此教師在教導學生

解題時，若能多給學生一些思考時間，讓學生自己嘗試各種解題方式，自己發現最好的解題方法，對學習才有所助益。

(五) 高低推理玩家對數位版數橋遊戲與紙本版遊戲的喜好差異

數位系統提供的輔助鷹架的確縮短了闖關時間，並拉近了高低推理能力玩家的過關時間，雖然數位版遊戲能幫助玩家不陷入卡關，但並非人人都愛玩數位版數橋。研究結果發現，低推理玩家對遊戲版本的喜好達顯著差異，有87%(26人)的低推理玩家較喜好數位版數橋遊戲，且80%(24人)低推理玩家認為電腦會告訴他哪一條線是錯的，是他喜歡數位版的重要原因，可見數橋遊戲所提供的告知紅線鷹架輔助對低推理玩家相當重要，這也是他們能否過關的重要關鍵。

雖然高推理能力玩家對遊戲版本喜好並未達顯著差異，但有57%(17人)的高推理玩家較喜好紙本版數橋。有46%(14位)高推理玩家認為紙本遊戲就算畫錯線條也不會被加時間，較無時間壓力。有40%(12位)的高推理玩家認為紙本版不會告訴我哪裡錯誤，要思考比較多，比較有挑戰性。

雖然數位系統提供了輔助鷹架使低推理玩家也容易過關，然而對部分高推理玩家而言，此告知錯誤的輔助鷹架剝奪了他思考的機會，使他覺得挑戰性不夠，也有部分玩家不喜歡在有時間壓力的情況下玩遊戲，因此遊戲在設計時，若能顧慮各種玩家的需求，將更能發揮其教育意義。

表5-2 高低推理能力玩家對數位版及紙本版數橋的喜好分析

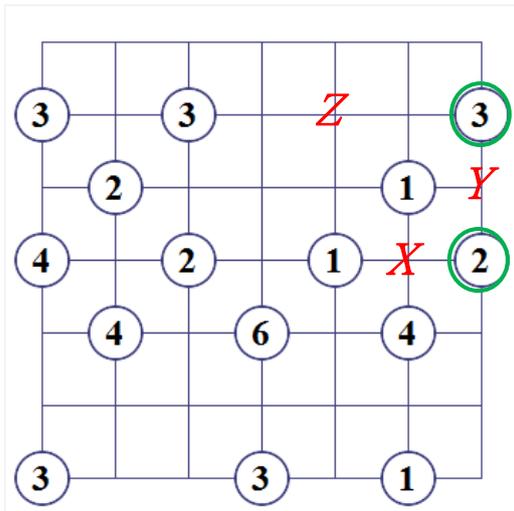
原 版 因 玩 家	高推理玩家	低推理玩家
數位版數橋	<p>高推理玩家較喜好數位版數橋 人數有13人，原因如下：</p> <p>①因為電腦會告訴我哪一條線是錯的。(13人)</p> <p>②不必思考太多也能過關。(7人)</p> <p>③錯一條線會被加一分鐘，比較刺激。(4人)</p> <p>④電腦的數橋讓我比較容易贏別人。(1人)</p>	<p>低推理玩家較喜好數位版數橋 人數有26人，原因如下：</p> <p>①因為電腦會告訴我哪一條線是錯的。(24人)</p> <p>②不必思考太多也能過關。(14人)</p> <p>③錯一條線會被加一分鐘，比較刺激。(7人)</p> <p>④電腦的數橋讓我比較容易贏別人。(1人)</p> <p>⑤電腦畫面比紙張漂亮。(2人)</p>
紙本版數橋	<p>高推理玩家較喜好紙本版數橋 人數有17人，原因如下：</p> <p>①紙本版的數橋不會告訴我哪裡錯誤，要思考比較多，比較有挑戰性。(12人)</p> <p>②多數人要玩很久才能過關，我比較容易贏別人。(1人)</p> <p>③畫錯不會被加時間，比較沒有時間壓力。(14人)</p>	<p>低推理玩家較喜好紙本版數橋 人數有4人，原因如下：</p> <p>①紙本版的數橋不會告訴我哪裡錯誤，要思考比較多，比較有挑戰性。(3人)</p> <p>②多數人要玩很久才能過關，我比較容易贏別人。(1人)</p> <p>③畫錯不會被加時間，比較沒有時間壓力。(2人)</p>

5.2 建議

(一) 在出現錯誤時，系統會以紅線提示玩家，然而此提示是在出現錯誤時系統立即自動提醒，此做法雖能立刻將玩家導回正途，以免陷入卡關的困擾，但過度的鷹架輔助卻也造成玩家投機的心態(反正系統會自動告訴我，就算我錯了也不會偏離太多)，而妨礙了玩家思考的機會。良好的學習系統應有「鷹架褪除策略」，只在適當時機提供鷹架輔助，才能對學習產生最大的助益。研究者對遊戲的提示系統有以下三點建議：

- (1) 可改成玩家點選式，當玩家陷入卡關時，由玩家自己決定要不要被提醒哪些線條是錯誤的。
- (2) 可改成出現五條錯誤只提示其中一條，因為數橋遊戲中的連線點點相關、牽一髮而動全身，經由提示一條錯誤，在更改的過程中，使玩家自行發現其他錯誤，更有助於玩家思考，達到學習的目的。
- (3) 由系統偵測玩家錯誤頻率，當錯誤頻率高時，系統可提供每二條錯誤提示一條的輔助；當錯誤頻率低時，表示玩家推理能力較高，系統可轉變為每五條錯誤提示一條的輔助。

(二) 數學老師在講解「多元一次方程式有幾組正整數解」前，可用數橋遊戲引起動機。數橋遊戲與數學解方程式題目中的變數都受到某些限制，又必須滿足某些條件，二者同樣都為限制滿足問題。對學生而言，未知數 X 、 Y 、 Z 總是讓學生存在著莫名的恐懼，若能在上課前以數橋遊戲引起動機，以數橋圓圈在各方向的線條數取代方程式中的未知數，讓學生以畫線的方式組合出問題的所有可能解，能增加數學趣味性並提高學習動機，並減小學生對數學的恐懼感。實例如下：



左圖中，②周圍的線條數分別為

X、Y，③周圍的線條數分別為 Y、

Z，且他們符合

$$\begin{cases} X+Y=2 \\ Y+Z=3 \\ 0 \leq X、Y、Z \leq 2 \end{cases}$$

求出 X、Y、Z 可能的數字組合？

(三) 由研究可知，多數學生具有類比推理與組合推理，卻缺乏分析推理的能力。

教師在講解題目時，往往礙於進度壓力，均由老師直接告訴學生此題該如何解，學生在還沒思考清楚題目所具備的條件與限制前，就被灌輸了解題方法。因此對於教師的教學方法提出以下建議：教師不妨給學生多一點思考時間，不要直接告訴學生該如何解題，給學生較長的時間鋪陳他的想法與解題步驟，再由老師與學生共同討論各種解題方法的利弊，培養獨立思考並解決問題的能力，這才是學生「帶得走的能力」。

(四) 由研究可知，數位版遊戲能使低推理玩家容易過關，且有87%的低推理玩家較喜好數位版遊戲，但也有部分高推理玩家較喜歡紙本版遊戲所提供的思考與挑戰。因此，為提高學習成就低落學生的學習興趣，可將教材數位化，利用數位系統提供的輔助鷹架，來提高成就低落學生的學習興趣，並增加其學習成就，但在數位化教材中，也必須具備適度的挑戰與思考，以滿足高推理能力學生的需求。

參考文獻

【中文部分】

- 李靜、宋立軍、張大松(1994)。科學思維的推理藝術。台北：淑馨出版社。
- 林緯倫、連韻文(2001)。如何能發現隱藏的規則？從科學資優生表現的特色，探索提升規則發現能力的方法。科學教育學刊，9，299-322。
- 涂金堂(1999)。簡介「國民中小學學生推理能力測驗」及其應用。學生輔導，63，24-33。
- 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。
- 張春興(1992)。現代心理學。台北：東華。
- 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。
- 陳亦媛(2003)。兒童歸納推理能力探究—影響兒童證據與假設協調能力的可能原因與解決之道。國立台灣大學心理學研究所碩士論文。
- 陳龍安(1988)。創造思考教學的理論與實際。台北：心理出版社。
- 黃永廣、連韻文、吳昭容、蘇順隆、殷聖楷、楊晰勛、及陳亦媛(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。
- 黃幸美(1994)。兒童的類比推理思考與發展。教育與心理研究，17，477-506。
- 黃幸美(2004)。兒童的數學問題解決與思考。台北：心理出版社。
- 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。
- 詹秀美、吳武典(1991)。問題解決測驗指導手冊。台北：心理出版社。
- 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。

【英文部分】

- Alessi, S. M. & Trollip, S. R. (1985). *Computer-based instruction: Methods and development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Ben-Zvi, D. (2000). Toward understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematical Thinking and Learning*, 2, 137-155.
- Binter, B. L. (1986). *The GALT: A measure of logical thinking ability of eight grade students and a predictor of science and mathematics achievement*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- Bottino, R. M., Felino, L., Ott, M., Tavella, M. (2007). Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level. *Computers & Education*, 49, 1272-1286.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develop? A review of research and theory. *Child Development*, 62, 1-22.
- Greenfield, P. M. & Lauber, B. (1984). *Inductive discovery in the master and transfer of video game expertise*. Unpublished manuscript at University of California at Los Angeles, Psychology Department.
- Hitendra, P. (2003). An Investigation of Cognitive Processes Engaged in by Recreational Computer Game Players: Implications for Skills of the Future. *Journal of Research on Technology in education*, 34(3), 336-351.
- Hongan, K. & Keller, J. K. (1996). *Dialogue as data assessing student's scientific reasoning with interactive protocols*. In Mintzes, J. J. & Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (Eds.), *Assessing Science Understanding* (2000) (96-102). New York: Academic press.
- Ismail, O. Z. (2008). Pre-service teachers' use of different types of mathematical

reasoning in paper-and-pencil versus technology-supported environments.

International Journal of Mathematical Education in Science and Technology,
39(2),143–160.

Jenny, H. and Claire, S. (2006).Developing Mathematical Reasoning through Games
of Strategy Played Against the Computer.*International Journal for Technology in
Mathematics Education*,15(2),59-72.

Kintsch, W. (1991).*A theory of discourse comprehension:Implications for a totur for
word algebra problems*.In M.Carretero,M.,M.Rope ,R.J.

Klein, S. B. (1996).*Learning:Principles and Applications* (3rd Ed.),370.NY:
McGraw-Hill,Inc.

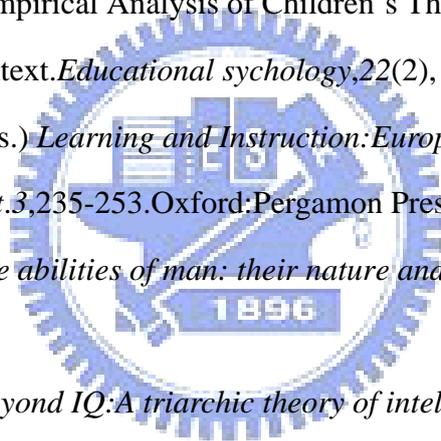
Seonju, K. (2002). An Empirical Analysis of Children’s Thinking and Learning in a
Computer Game Context.*Educational sychology*,22(2), 219-234.

Simons & Pozo, J. I. (Eds.) *Learning and Instruction:European Research in a
International Context*.3,235-253.Oxford:Pergamon Press.

Spearman, C. (1927). *The abilities of man: their nature and measurement*. New
York:Macmillan.

Stenberg, R. J. (1985).*Beyond IQ:A triarchic theory of intelligence*.New York:
Cambridge University Press.

Terrell, S. & Rendulic, P. (1996). Using computer-managed instructional software to
increase motivation and achievement in elementary school children. *Journal of
Research on Computing in Education*,26(3), 403-414.



【附錄一：數位遊戲練習的五個關卡】

練習一	
難度：易	大小：7×7

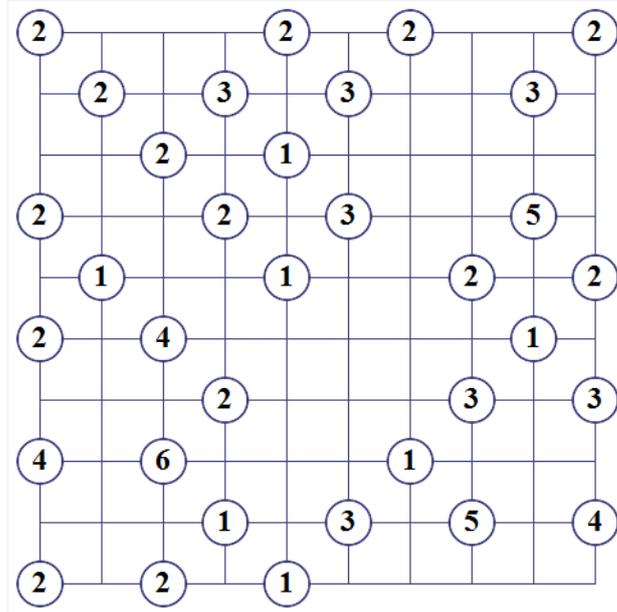
練習二	
難度：易	大小：7×7

練習三	
難度：中	大小：9×9

練習四

難度：中

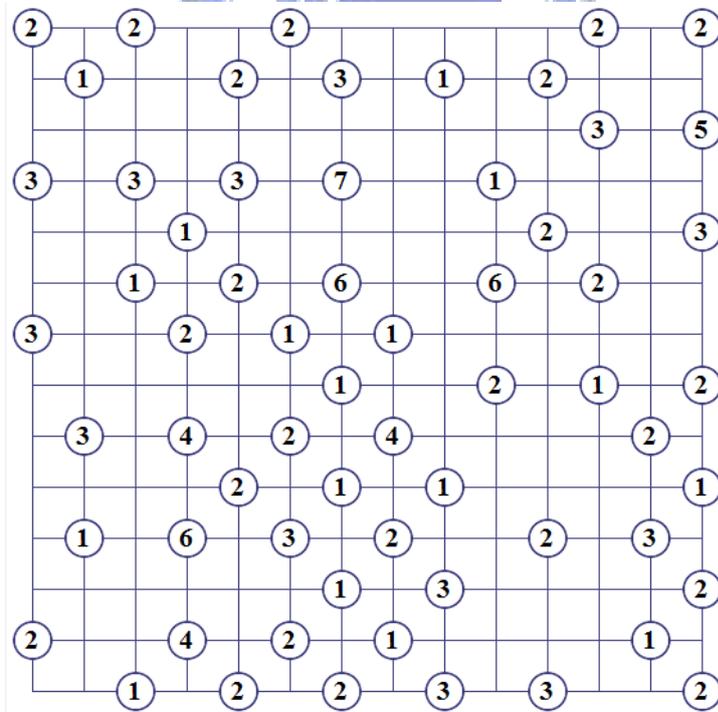
大小：10×10



練習五

難度：難

大小：14×14



【附錄二：數位遊戲正式施測的六個關卡】

關卡一		
難度：易	大小：7 × 7	變數：14 個



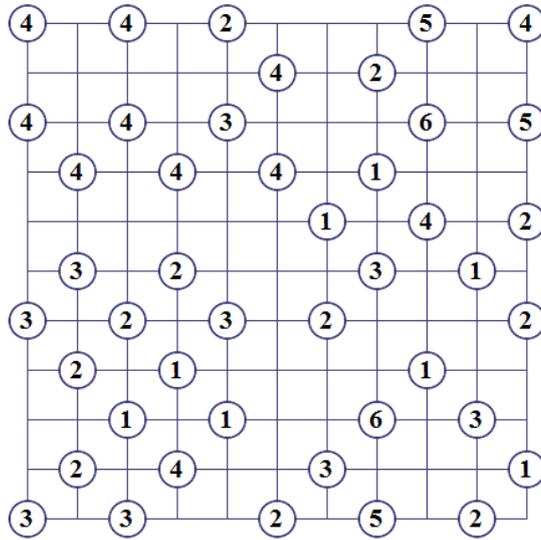
關卡二		
難度：易	大小：7 × 7	變數：14 個

關卡三

難度：中

大小：11 × 11

變數：44 個

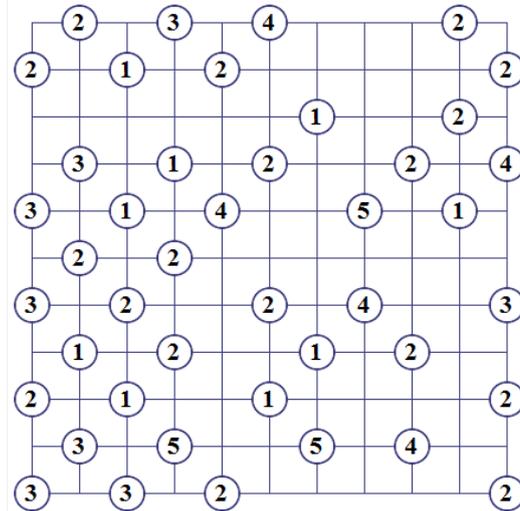


關卡四

難度：中

大小：11 × 11

變數：43 個

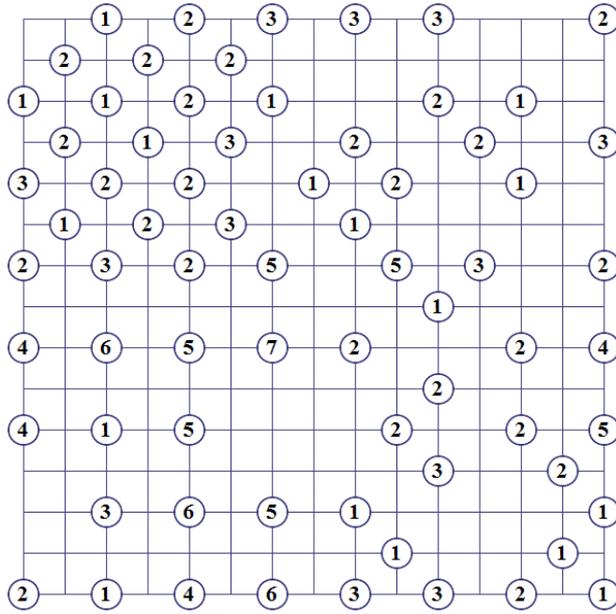


關卡五

難度：難

大小：15 × 15

變數：70 個

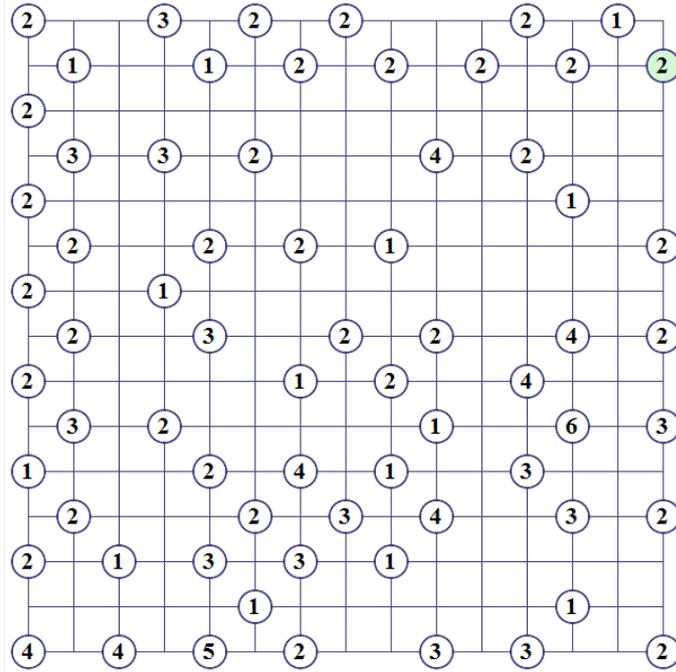


關卡六

難度：難

大小：15 × 15

變數：68 個



【附錄三：數位遊戲施測指導語】

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，名稱叫做數橋，在我沒有指令要大家碰電腦前，請大家不要碰觸電腦及滑鼠及鍵盤。站在你後方的小老師會協助你開啟檔案及存檔，等一下我會跟大家講解遊戲規則及如何操作，有問題可隨時舉手問我，但是不可以跟你旁邊附近的同學講話。

二、現在我要教大家數橋遊戲的規則及玩法。首先請同學看到你的電腦螢幕下方有兩個縮小圖，請將符號為PT的那個檔打開，接著請在圖形的任何一處點一下滑鼠的左鍵，你會看到有五個選項的小視窗打開，請將滑鼠移到Open Game的按鈕，用滑鼠左鍵點一下，接著點選練習3的檔案，這就是數橋的遊戲畫面，我會用這個畫面教大家如何操作。

三、首先點選右上角的Finished，接著按Yes，看到右方的計時器，這時遊戲會開始計時。接下來我要講解遊戲規則，在遊戲中有許多個圓圈，每個圓圈中有一個數字，數字代表這個圓圈與其他圓圈連接的總線條數。例如圖形中間有一個⑥，代表從這個⑥連出去的線總共有六條，而連接的方向只能上下左右，且每兩個圓圈之間最多只能連接二條線，現在請同學將滑鼠移到⑥上，我要告訴大家該如何連線。首先將滑鼠左鍵點一下，你會看到⑥變成綠色，代表你可以開始把⑥往外連接，這時將滑鼠移到你想連接的點上，請大家都移到⑥上方的②，將滑鼠右鍵按一下，此時②與⑥之間的線就連接起來了。如果你想連接⑥右邊的③，在③的位置將滑鼠右鍵點一下，③與⑥之間就連出了一條線，再將右鍵點一下，就會出現第二條線，兩點之間最多只能連兩條線。到目前為止，圖形上出現的線條都是黑色的，黑色的線代表你畫對了，如果你畫的線是錯的，會出現紅色的線，現在請同學將滑鼠移到⑥下方的③，在③的位置將滑鼠右鍵點一下，出現黑色的線，代表他是正確的，再點一下，出現了紅色的線，代表這條線是錯的。如何把這條紅色的線擦掉呢？請同學將滑鼠移到紅色的線條上，將左鍵點一下，紅色的線就消失了。你每畫出一條紅色的線，計時器就自動把時間加一分鐘。到最後整個連線都完成時，計時器會自動停止計時。而且你必須要

能從任何一個圓圈順著你連接的線走到其他任何一個圓圈。關於以上操作的方式，同學有沒有問題？

四、現在要讓大家練習玩十分鐘，在練習的過程當中，不可以跟其他的同學交談，如果你有問題，可以舉手問後方的小老師，他們會指導你遊戲規則及操作方法，但不會教你該在哪裡連線。當你玩完一關時，請舉手請你後方的小老師幫你開啟下一關。同學有沒有問題？現在開始練習十分鐘。

五、練習時間結束，請同學停止動作。接下來我們要進行一個比賽，老師有準備精美禮物給大家，請大家仔細聽好比賽方法，比賽時每個人要玩六關，難的中等簡單的各兩關，關卡名稱為A~F，每個人的闖關順序已寫在各位桌上的學習單上，各位後方的小老師會幫大家開啟你的比賽關卡，當你玩完一關時，就舉手請你後方的小老師幫你開啟下一關，同時他會幫你紀錄你上一關的闖關時間，而你必須在學習單上寫上你對這個關卡的難易感覺，難易感覺分數為0~10分，你覺得非常簡單可以寫0分，你覺得非常難可以寫10分，以此類推。這個比賽不限時間，等大家都闖完六關後，我們會將學習單上的時間加起來，取時間最短的前六名發獎品。大家要注意，不是最早玩完的前六名，而是計時器時間最短的前六名，所以如果一直畫錯，不斷出現紅線，計時器就會一直增加你的時間。請問同學有沒有問題？

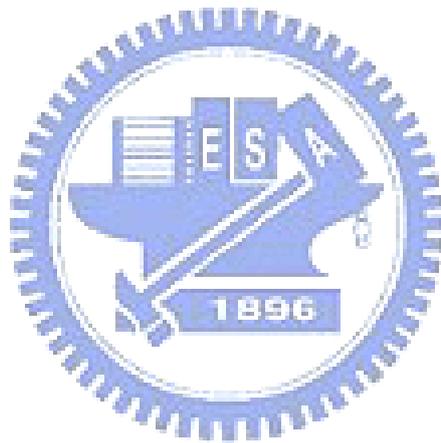
六、現在請按『F2』（錄影）

七、等一下全部玩完的同學，小老師會幫你存檔，你不可以離開座位或跟同學講話，但你可以坐在座位上自己玩電腦，直到大家都結束為止。請問同學有沒有問題？我們現在開始比賽，請小老師幫你開啟第一個檔案就可開始。

八、現在大家的遊戲都已結束。我們利用小老師計算時間的空檔，請大家填一份問卷，現在請大家看到桌上的問卷，先在問卷上寫上你的班級座號姓名。問卷共有五題，第一題問你對這個遊戲的感覺，請你照實回答就可以了。第二題是遊戲的某個關卡，現在關卡才剛要開始，根據你剛才玩遊戲的經驗會從哪個點開始連線，請將你第一個想連接的點塗黑，並畫出你想連接的「8條線」。第三題是連接第二題，你為什麼會選擇那個點當作第一個出發的點呢？請盡量寫出你的想

法。第四題是遊戲的某個關卡，目前你已連到圖中綠色的⑥，請大家找到綠色的⑥，如果現在要從⑥繼續連，你會怎麼連線？請直接在圖中畫出你接下來想連接的「7條線」。第五題是遊戲的某個關卡，目前你已連到圖中「綠色的④」，請大家找到綠色的④，④的旁邊有一條錯誤的紅線，如果你擦掉紅線後要從④繼續連，你會怎麼連線？請在圖中畫出你接下來想連接的「4條線」。

九、問卷到此結束，謝謝大家的參與。



【附錄五：數位遊戲後問卷】

班級座號：	姓名：
-------	-----

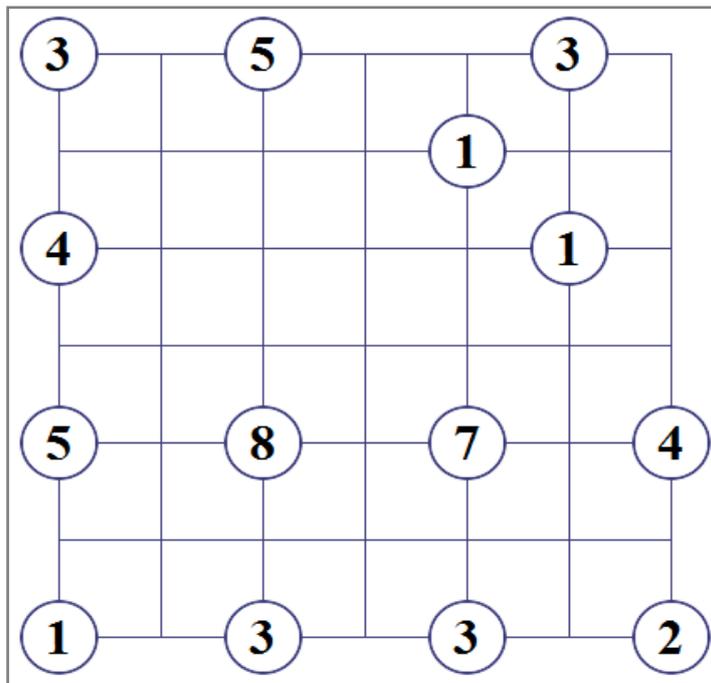
謝謝你參與我們的遊戲，麻煩你回答以下五個問題：

1. 這個遊戲給你的感覺是？請直接在「○」中打勾。

很好玩 好玩 普通 不好玩 非常不好玩

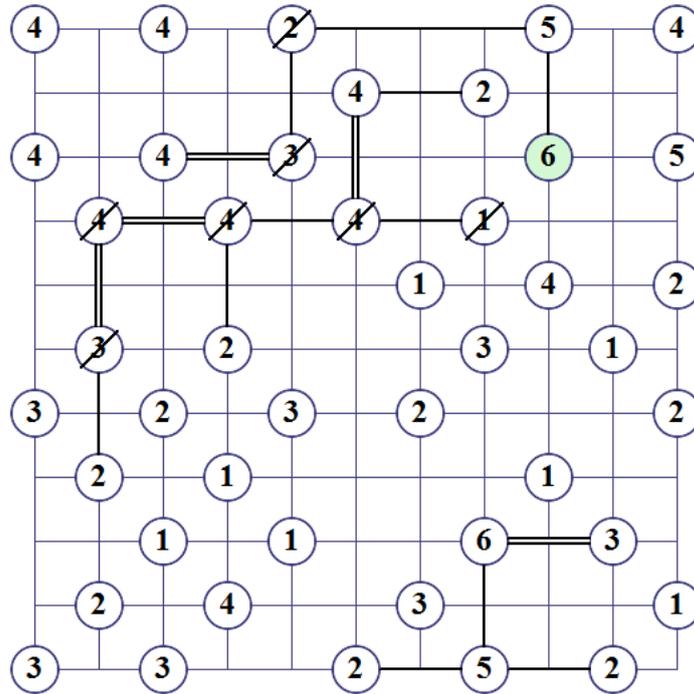
○ ○ ○ ○ ○

2. 下圖為遊戲的某個關卡，現在關卡才剛開始，你會由什麼點開始連線？請在圖中將你第一個想連接的點塗黑，並畫出你想連接的「8條線」。

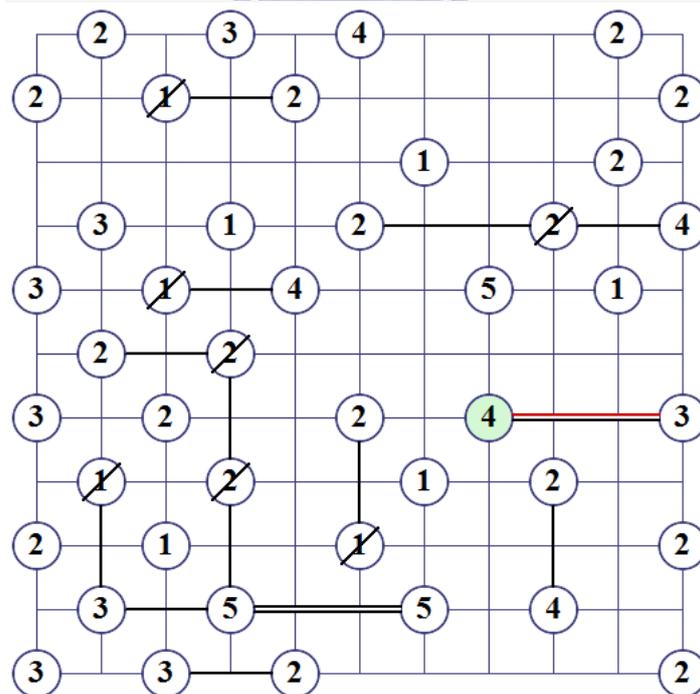


3. 承上題，你為什麼想選擇這個點當作你的第一個點呢？請盡量寫出你的想法。

4. 下圖為遊戲的某個關卡，目前你已連到圖中綠色的⑥，若現在要從⑥繼續連，你會怎麼連線？請在圖中畫出你接下來想連接的「7條線」。



5. 下圖為遊戲的某個關卡，目前你已連到圖中「綠色的④」，而且出現了一條錯誤的紅線，若你擦掉紅線後要從④繼續連，你會怎麼連線？請在圖中畫出你接下來想連接的「4條線」。



學生代碼：

【附錄六：策略評分單】

	錄影		真正時間	計時器時間	總畫線數	起始點		遇一種選擇的點		紅線	
	起始時間	終止時間				一種選擇的點	多種選擇的點	一次完成	分次完成	修正	擦掉跳過
關卡		一種	多種	一次	分次	修正	跳過
		一種	多種	一次	分次	修正	跳過
		一種	多種	一次	分次	修正	跳過
		一種	多種	一次	分次	修正	跳過
		一種	多種	一次	分次	修正	跳過
		一種	多種	一次	分次	修正	跳過
小計											
結果											
策略											

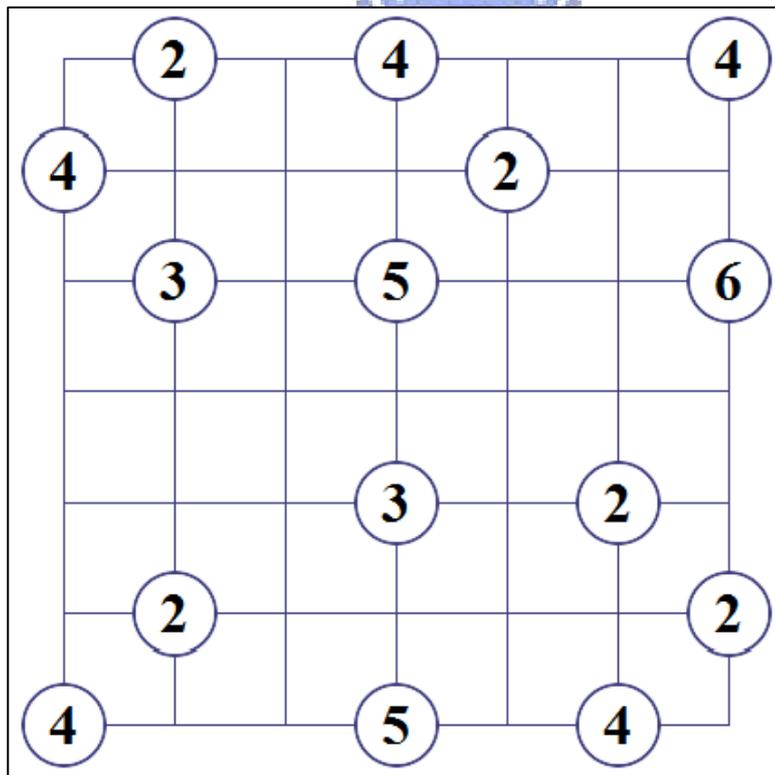
【附錄七：紙本遊戲施測的二個關卡】

班級座號：

遊戲規則：

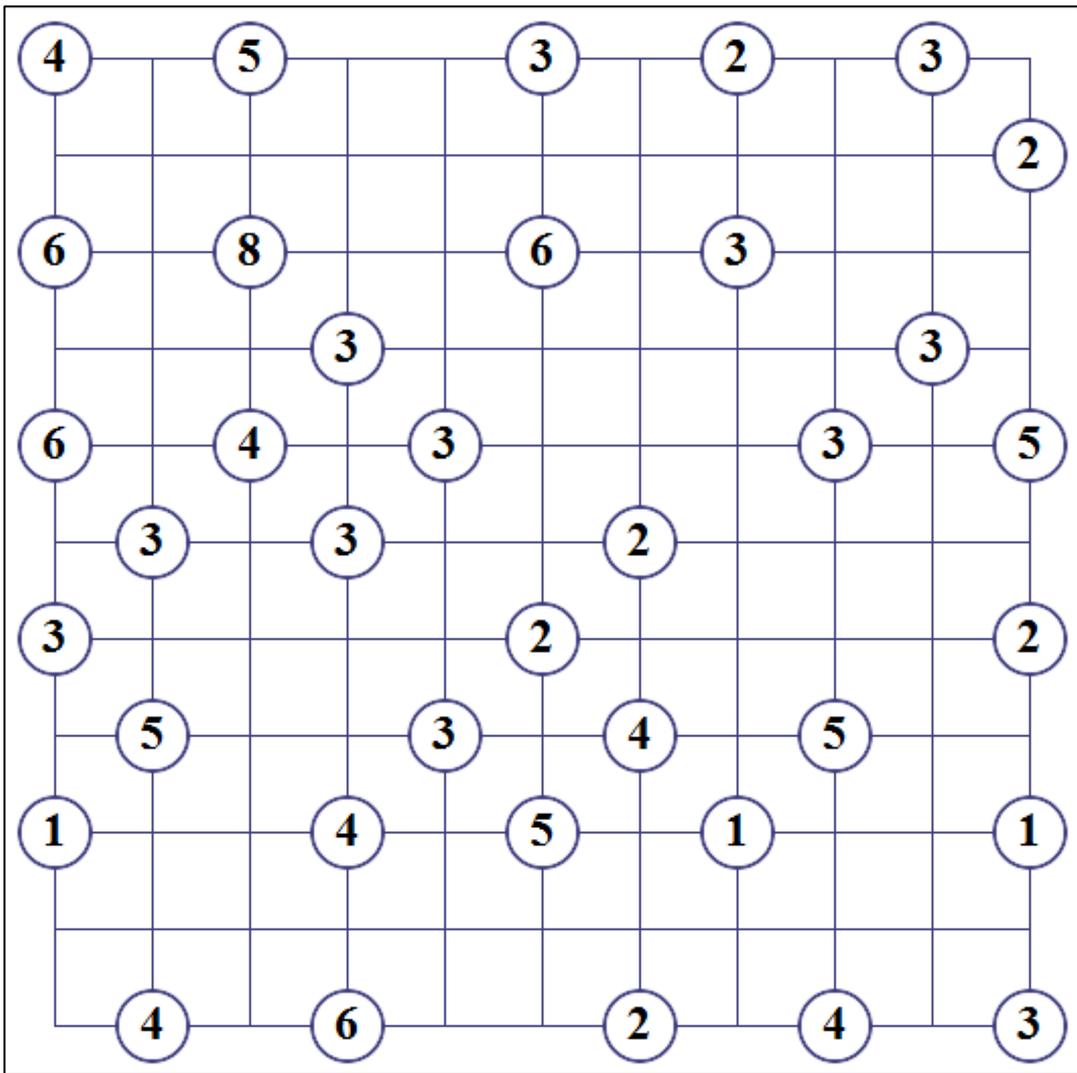
1. 圓圈上的數字，即為其周圍連接其他圓圈之總線條數目。
2. 二個圓圈之間最多只能有兩條線。
3. 圓圈之間的線，只能垂直或水平，且任兩條線均不可相交。
4. 最後完成時，所有圓圈都必須相連。

第一關：



過關時間： 分 秒

第二關：



過關時間： 分 秒

【附錄八：紙本版遊戲後問卷】

班級座號：

恭喜你終於過關了，以下有四個問題，請你照實回答哦！

1. 經過紙本版的數橋及電腦版的數橋，你覺得哪一種版本的『較容易』呢？請在「○」內打勾。

- 我覺得『電腦版』的數橋較容易。
- 我覺得『紙本版』的數橋較容易。

2. 經過『紙本版』的數橋及『電腦版』的數橋，你比較喜歡玩哪一種版本的呢？請在「○」內打勾。

- 我比較喜歡玩『電腦版』的數橋。(請繼續回答第3題，不必答第4題)
- 我比較喜歡玩『紙本版』的數橋。(請跳到第4題回答，不必答第3題)

3. 為什麼你比較喜歡玩『電腦版』的數橋遊戲呢？請在「○」內打勾。

(最多勾選2項)

- 因為電腦會告訴我哪一條線是錯的。
- 因為玩電腦版的數橋不必思考太多也能過關
- 因為錯一條線會被加一分鐘，比較刺激
- 因為電腦畫面比紙張漂亮
- 因為電腦的數橋讓我比較容易贏別人
- 其他，請說明：_____

4. 為什麼你比較喜歡玩『紙本版』的數橋遊戲呢？請在「○」內打勾。

(最多勾選2項)

- 因為紙本版的數橋不會告訴我哪裡錯誤，要思考比較多，比較有挑戰性。
- 因為有很多人要玩很久才能過關，我比較容易贏別人
- 因為紙本版的數橋畫錯不會被加時間，比較沒有時間壓力
- 其他，請說明：_____