



國立台灣大學理學院心理學研究所

碩士論文

Graduate Institute of Psychology

College of Science

National Taiwan University

Master Thesis

學習策略與工作記憶廣度對快速型態辨識學習的影響：

以圍棋棋型辨識為例

The Influence of Learning Strategy and Working Memory Capacity
on Fast Pattern-Recognition Problems: Using Go Game as an
Example

林京佳

Ching-Chia Lin

指導教授：連韻文 博士

Advisor: Yunn-Wen Lien, Ph.D.

中華民國 105 年 1 月

January, 2016



致謝

五年半的時間，一轉眼就如過眼雲煙。感謝我自己，即使在許多方面遭遇各種困難挫折、身心俱疲很想放棄時，還是選擇留下來堅持走到最後。感謝我的父母親和我親愛的哥哥，即使你們不一定能隨時陪在我身邊，但我知道你們的愛一直都在。感謝頤杰和育誠，在我碩士班這段期間，像家人一樣的照顧我、支持我，陪伴我走過許多充滿歡笑和淚水的時光，讓我學會什麼才是真正的愛。

感謝連韻文老師，看到圍棋研究的價值，支持我去嘗試我想做的事情，並傾全力給予指導和協助。感謝楊立行老師和吳昭容老師，在我邀約時便立即允諾擔任我的口試委員，很用心的閱讀我的論文，並在口試時給予我許多很好的建議和指正，讓我的論文更臻完備。感謝實驗室的夥伴，純慧學姊、玉正、善娟、李佩璇、周佩璇、啟賢、琦翔、宜諳、俊良和少揚，在我論文完成的過程中給予我各式各樣的協助，點點滴滴，感激在心。感謝映青，義不容辭的答應幫我修改英文摘要，在英文寫作上給予建議。感謝我的親朋好友們，你們的支持與鼓勵，有如黑暗中的明燈，在我最需要的時候溫暖了我的心。

感謝圍期課的學生和家長，你們讓我在研究所的生活有個調劑身心的管道，也提供我經濟上的支持。感謝台北南區扶輪社和台北富邦銀行提供我獎學金和就學貸款，讓我在就學期間，可以專心從事學術研究。感謝在經濟上給予援助的家人與摯友，在我面臨經濟危機時協助我度過難關。感謝台大合唱團的連芳貝老師、聲樂老師和骨頭們，可以和你們一起開心的唱歌，是支持我完成論文的一大支柱！感謝靈氣課的傳導師、瑜珈境的老師和同學們，讓我在困惑時找到解答，帶給我心靈上的平靜與愉快。感謝普賢精舍的法師、學員長和同學們，和你們一起學習帶給我穩定的力量與身心的自在。感謝潘彬彬老師，在我充滿煩惱的時候為我指點迷津，讓我更了解自己與他人。特別感謝媽咪素食餐點的媽咪和朱小姐，讓我和實驗室的夥伴們可以吃到健康安心又美味的食物，讓身心恢復健康與均衡。

結束是新的開始。感謝在完成論文的路上曾經與我交會的每個靈魂，因為有你們豐富了我的生命。我會帶著這段旅程中的體悟，繼續寫人生的下一頁。



摘要

不同於分析與搜索解題路徑，快速型態辨識能力被認為是偏重直觀的，也是專家解決問題與決策時優勢所在。過去發現問題導向型策略（例如自我解釋策略）可促進問題解決的表現並有遷移效果，但是該策略是否可提升快速型態辨識能力則尚待檢視。本研究以圍棋棋譜佈局棋型的型態辨識（以下簡稱棋型辨識）為例，探討問題導向程度不同的學習策略對初學者解決棋型辨識問題的效果。由於問題導向型策略需要較多的認知資源投入，本論文從認知能力的個別差異（個體的工作記憶廣度）與學習情境認知負荷來檢視其成效。實驗一與二隨機分派 59 名和 62 名圍棋初學者（18 到 29 歲）至三組，分別使用自我解釋（問題導向程度高）、預測（問題導向程度中等）和範例觀察（問題導向程度低）三種策略進行棋譜學習四十分鐘，學習階段前後各進行一次棋型辨識測驗。棋譜學習指擺放專家棋士對局棋步的圍棋學習法，兩個實驗分別採用兩種常用的棋譜學習情境：實驗一為電腦擺譜情境（低認知負荷），實驗二為傳統擺譜情境（高認知負荷）。結果發現在電腦擺譜情境下，自我解釋策略較觀察策略更有助於棋型辨識的遷移效果。此外，個體工作記憶廣度只對預測組學習遷移有所影響。而在傳統擺譜的情境下，各組棋型辨識的學習遷移都有顯著進步，且無差異，也不受工作記憶廣度影響。本論文首次發現自我解釋策略有助於快速型態辨識的學習，且不受個體工作記憶廣度與學習情境認知負荷的影響。同時也顯示低工作記憶廣度者棋型辨識的學習受到學習策略和情境設計的影響較高工作記憶廣度者大。本論文結果也支持認知負荷理論（Sweller, 2010）對問題導向型策略可引導認知資源分配的說法，但亦有所修正。

關鍵詞：棋型辨識、自我解釋、問題導向策略、工作記憶廣度、圍棋、認知負荷



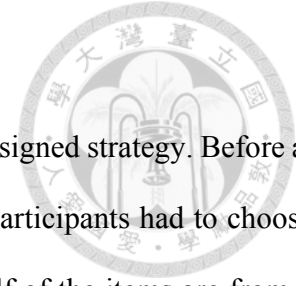
The Influence of Learning Strategy and Working Memory Capacity on Fast Pattern-Recognition Problems: Using Go Game as an Example

Ching-Chia Lin

Abstract

Experts are known to be better at fast pattern-recognition in problem solving and decision making than the novices. This intuitive ability is the results of massive practice of a skill. However, the differences in learning strategies that facilitate a beginner in establishing this ability have never been examined. This thesis is using pattern recognition of Go game in a playbook as an example to investigate this issue. In particular, whether problem-oriented strategies, such as self-explanation and prediction, are better than repeated observation during a short-term practice in facilitating learning transfer of fast pattern-recognition of Go was focused. Traditionally, when one practices of the Go game through a playbook, learners examine each piece placed by two professional players step by step. They can 1) search for a right piece on a playbook and repeat the move on the Go board (the observation strategy); 2) predict the next steps before search for the answer (the prediction strategy); or 3) give an explanation for that moves after prediction (self-explanation strategy). Prior studies have found that the last two problem-oriented strategies can improve participants' performance on analytic problems. However, whether learners using these strategies can outperform those with repeated observation on fast pattern-recognition ability is still unclear. In addition, since problem-oriented strategies are relatively cognitive-demanding than simply observation, participants' working memory spans were also measured to clarify whether cognitive resources mediate the efficacy of strategy.

In experiment 1, 59 young grown-ups who had never learned how to play a 19x19 Go were randomly assigned to three strategy groups in a relatively low-load computer-aided circumstance, in which a computer program automatically showed each move of the game on the screen just by a click. Participants



were taught to practice a playbook of Go for forty minutes with each of the assigned strategy. Before and after playbook learning stage, they did a rapid go-pattern test. In that test, participants had to choose a best move from five options for each items in the test within 8 seconds. Half of the items are from the learned playbook (the memory items), and half from an unknown playbook (the transfer items). In Experiment 2, 62 young grown-ups went through the same procedures and tasks in a high-load traditional playbook practice circumstance, in which they had to search for each move from a printed playbook.

It was found that only self-explanation group showed significant transfer effect on Go pattern recognition task and outperformed the observation group in computer-aided (low cognitive load) situation. In addition, the transfer effect of prediction strategy depends on participants' working memory capacities. In traditional playbook circumstance (high cognitive load), all three groups showed significant transfer effects regardless of learning strategies and working memory spans.

This research, for the first time, shows that using self-explanation strategy is beneficial for beginners' learning of Go pattern-recognition, and its effect is robust regardless with learners' mental capacities and the cognitive load of learning circumstance. In addition, the results also revealed that participants with relatively low mental capacities were more likely to be influenced by learning strategies and circumstances on learning Go pattern recognition than those with high mental capacities. The results also in line with Sweller's cognitive load theory (2010) with a new perspective of individual differences in cognitive ability.

Keyword: pattern recognition, self-explanation, problem-oriented strategy, working memory capacity, game of Go, cognitive load



目次

緒論.....	1
專家的型態辨識.....	1
圍棋棋型辨識的重要性.....	3
棋型辨識的學習策略與問題解決.....	5
問題導向的學習策略.....	8
認知負荷理論與學習策略.....	9
研究目的與假設.....	12
實驗一.....	15
方法.....	15
結果.....	19
討論.....	23
實驗二.....	26
方法.....	26
結果.....	27
討論.....	30
綜合討論.....	32
參考文獻.....	37



表圖目次

表一 實驗一流程.....	16
表二 實驗一觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在記憶題、 遷移題和全部題目的平均進步分數.....	21
表三 實驗二觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在記憶題、 遷移題和全部題目的平均進步分數.....	28
圖一：九段棋士對局棋譜.....	6
圖二：記憶題範例，正解為A，連接剩下最後一氣的白子.....	14
圖三：遷移題範例，正解為B，連接剩下最後一氣的白子.....	14
圖四：棋譜學習階段的九段棋士對局棋譜.....	18
圖五：實驗一觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在遷移題的 平均進步分數比較.....	22
圖六：實驗一觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者的平均主觀 投入程度.....	23
圖七：實驗二觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在遷移題的 平均進步分數比較.....	29



緒論

型態辨識 (pattern recognition) 是人類區辨事物的重要能力，快速的型態辨識 (fast recognition of patterns) 更是專家與生手在問題解決的主要差異之一，例如：有經驗的放射科醫師可以從 X 光片或電腦影像分辨出疾病徵兆出現與否，專業棋手可以快速地掌握棋型要點或經驗老道的消防隊員對火場的危險性有特殊的直覺 (Klein, 1993)。這類的的能力通常是直觀式的，一般認為需要長時間大量練習的養成 (De Groot, & de Groot, 1978)。過去有關問題解決的研究顯示要求學習者嘗試解題時先行預測解題的步驟 (預測策略) 或事後針對题目的解法進行解釋 (自我解釋策略) 等這類與問題解決有關的問題導向型 (problem-oriented) 學習策略可提升問題解決學習的表現，但過去的成效大都偏向分析性的問題解決，例如：類比問題 (Needham & Begg, 1991)、學習寫電腦程式 (Pirulli & Recker, 1994)，以及西洋棋殘局 (de Bruin, Rikers, & Schmidt, 2007) 等類型的問題。然而，預測和自我解釋這類學習策略通常較單純的解題或觀看解法需要較長的學習時間 (Kuhn & Katz, 2009)，尚無人探討在固定學習時間下，上述策略是否較單純的反覆練習更有助於提升快速的型態辨識的能力。此外，Sweller (2010) 的認知負荷理論顯示預測和自我解釋這類問題導向的策略可引導認知資源的分配、使學習者投入較多資源在與學習目標有關的內在認知負荷 (intrinsic cognitive load)。上述學習策略的成效若來自引導學習者投入較多認知資源在於學習上，則學習者認知資源的多寡是否會影響策略使用成效亦尚待檢視。本論文的目的即在探討在相同學習時間之下，學習策略問題導向的程度與學習者的認知資源是否會影響初學者型態辨識的學習。我將以初學者的圍棋棋型辨識學習為例探討上述議題。

以下我會先從專家能力來說明型態辨識的重要性，並介紹圍棋的特色及其適合作為型態辨識研究的原因。接著介紹學習圍棋棋型辨識能力時常見的擺譜學習，以及學習時常用的三種學習策略。我將回顧這些策略對問題解決的效果，並以認知負荷理論指出學習者的認知資源可能扮演的角色，據此提出我的研究假設並進行兩個實驗檢驗之。

專家的型態辨識



過去有關問題解決的研究顯示專家具備兩種關鍵的能力：快速的型態辨識（recognition of patterns）與問題空間的搜尋（search）（Chabris & Hearst, 2003）。型態辨識是指快速再認出重要和經常出現的資訊，並藉此導引出讓人滿意的行動（actions）以解決問題。如前述，不同領域的專家都有型態辨識的能力來幫助他們快速辨識出場域中的重要線索，從而減少做出正確判斷的時間（e.g., Klein, 1993）。在棋藝競賽中，專家棋手也具備可以快速辨識棋型的能力，這種「直覺」我們稱做「棋型辨識」，也就是一般所謂的「棋感」（對棋型的第一感或直覺）。

搜尋是棋藝高手另一重要能力。相對於快速的、直覺式的棋型辨識，搜尋較耗費時間與心力。在問題解決的研究領域中，搜尋是指依照解題目標在問題空間（problem space）中搜尋各種可能的解決步驟、評估各種選項的優劣。問題空間是指問題中可能出現的所有狀態，包含初始狀態（initial state）、中間狀態（intermediate state）和目標狀態（goal state），其中中間狀態包含達成目標狀態的所有可能的解決路徑（path）（Anderson, 1993; Newell & Simon, 1972）。思考者會藉由一些解題的運作規則（operator）將問題從初始狀態轉移至目標狀態，例如：進行數學四則運算時，加減乘除就是四種不同的運作規則。而在棋類遊戲中，問題空間的搜尋即為計算、分析與評估各種可能棋步組合之優劣的能力，藉此找出令人滿意的棋步，也就是一般俗稱的「細算」能力。細算指計算與思考自己和對方接下來的棋步變化，並從眾多棋步中選擇目前局面最佳的著手（蕭愛霖，2014）。

不難想像在某一特定領域浸淫一段時間的人應該都會具備一定的型態辨識和搜尋的能力，那麼專家和一般人究竟有何不同呢？過去研究顯示雖然西洋棋高手比棋力較弱的棋手更容易選擇致勝的棋步，但是他們思考和決策歷程並沒有結構上的差異，西洋棋大師和一般棋手最主要的差異是他們可以從棋局中認出關鍵處的速度（De Groot, & de Groot, 1978）。換句話說，一般棋手花很多時間考慮不重要的選項，頂尖棋手則幾乎可以立刻看出問題的所在，也就是說高手的棋型辨識能力勝過一般的棋手。這是因為棋型辨識可以讓棋手快速看出重點，因而縮小搜尋的範圍，減少進行搜尋時所需的時間，以加速決策的進行（Gobet & Simon, 1996）。例如：西洋棋頂尖特級大師（top-level grandmaster）和特級大師（grandmaster）一對多對弈時，頂尖特級大師並沒有太多時間可以搜尋後續的棋步，但憑著優越的棋型辨識能力，仍能下出相當高水準的棋步（Gobet & Simon, 1998）。當棋手遇到無法靠搜尋做出最佳決策的情境時，棋型辨識能力就益形重要。例如：在下快棋等有時間壓力的情況下，棋型辨識可以幫助棋手快速做決策。



又或者在圍棋佈局的階段時，由於變化複雜無法窮盡，棋手也經常仰賴過去知識經驗等累積而來的棋型辨識找出可能的著手。

如前述，目前已有許多研究發現問題導向的學習策略可以增進棋藝問題解決的能力，但仍偏向比較分析式的問題解決。例如：西洋棋初學者使用預測和自我解釋的策略有助於提升殘局問題解決的表現（de Bruin, Rikers, & Schmidt, 2007）。然而目前仍尚未有研究探討問題導向的學習策略是否可提升直覺式的棋型辨識能力。這可能是因為一般認為棋藝專家優異的棋型辨識能力是來自於他們的天賦，或是從經年累月的訓練和比賽所鍛鍊出來的能力（De Groot, & de Groot, 1978），像棋型辨識這種快速的直覺不見得可以透過短時間的練習與策略得來。此外，像棋類遊戲這類複雜的問題解決雖然相當仰賴型態辨識的能力，但此能力受知識與經驗的影響，如果要使用初學者以控制學習者過去的知識經驗，往往需要先花費大量時間讓初學者熟練並掌握行棋的各種規則。

而圍棋是一個適合測量型態辨識的學習材料，一方面是由於圍棋規則簡單，只有分成黑白兩種棋子，落子的方式也沒有太多的限制，雖然圍棋的問題空間很大，但初學者很容易就能掌握圍棋的基本規則。另一方面，由於圍棋棋步的可能選項非常多，學習者不可能在短時間內仰賴搜尋的方式找出最佳的解答，因此圍棋棋型辨識的學習從初學時就受到重視、有許多第一感測驗的題目常用作學習材料，也有許多棋型是初學者可以透過擺放棋譜或做題目等練習就能學習。因此圍棋可以使用未學過的初學者控制學習者過去的知識經驗，並設計學習階段檢驗何種策略較能有效提升初學者的型態辨識能力。此外，在華人文化中，圍棋也是常用來訓練思考的棋類遊戲，具有文化特殊性與重要性，故本研究採用圍棋作為研究型態辨識的材料。下文將介紹圍棋棋型辨識的重要性及其特色。

圍棋棋型辨識的重要性

在所有的棋類中，圍棋問題空間的複雜性與目標的模糊性皆遠大於其他棋類，因此相較於象棋和西洋棋這些同樣被視為人類智力運動的棋類，圍棋棋手的表現更仰賴棋型辨識的能力。首先，以問題空間的複雜度來說，圍棋棋盤是由十九乘以十九條線組成的交叉點構成，每個交叉點都是可以落子的地方，因此圍棋的第一手棋就有 361 個選項可以考慮，而後續的變化可粗估為 361 的階乘，遠超過象棋和西洋棋的問題空間（例：象棋第一步只有 44 種可能）！可想而知



知，棋手不可能單憑搜尋的能力就計算完所有可能的變化，而是透過棋型辨識認出關鍵的著手、接著再針對少數的選項計算後續的變化。特別是在圍棋棋局剛開始，亦即問題空間最大、可能的選項最多、無法仰賴搜尋窮盡所有變化的佈局階段時，棋型辨識益形重要。

圍棋問題空間之大，即使是現在運算能力最強大的超級電腦也無法一窺全貌。1997年IBM的超級電腦「深藍」(Deep Blue)已達到打敗人類西洋棋世界冠軍的目標，這是由於超級電腦有強大的搜尋功能，每秒可以計算上萬步，因此只要可以比頂尖棋士計算更多後續變化，就能依此選擇較佳的棋步。然而現今最強的電腦圍棋 Zen¹ (日文的「禪」，又譯「天頂圍棋」，chiuinan, 2014) 在十九路棋盤仍只有業餘段位的棋力，頂尖棋士仍有讓電腦先下四到五子的能力。這就是由於圍棋的變化過於複雜，即使是運算速度最快的超級電腦也無法算盡所有的變化。電腦圍棋只有在問題空間較小的九路棋盤(9乘以9條線)曾有贏過職業棋士的紀錄，但至今每年九路圍棋的對決，電腦和人腦仍互有勝負。

其次，在複雜性之外，圍棋勝負判定的原則和棋子價值的模糊性亦使得問題空間的搜尋和解決路徑的分析更為困難。由於圍棋規則中勝負的判定是地大的一方獲勝，與象棋和西洋棋須把對方主將吃掉的目標相較，圍棋的目標較不明確，因為無論是贏一目或是贏一百目同樣都是獲勝，而且圍地方法與過程變化很多。然而問題空間的搜尋與解決路徑的分析通常是目標導向的，因此圍棋目標的模糊性會讓這樣的分析或搜尋更困難。

此外，圍棋和西洋棋或象棋最大的不同是後兩者的棋子有階級大小之分且棋子的位階是固定不變的。然而圍棋棋盤上的棋子雖然沒有階級之分，但是棋子的價值卻是不斷變動的，可能這一子在前一步還是關鍵的「要子」²，下一步就變成應捨棄的「廢子」³。圍棋棋子價值的模糊性也使得電腦程式無法在圍棋上發揮大量運算的特長，因為電腦無法設一個固定的參數代表每顆棋子的價值，因此也就難以明確計算每一步棋所導致的獲得和損失(即這步棋的價值)，藉此判斷最佳的棋步並做出選擇。因此即使超級電腦能計算多種變化卻仍難以精確的判斷局勢好壞，從眾多棋步的選項中決定最佳的下一步。然而，人則能憑感覺、知識經驗等棋型辨識的能力衡量局勢的強弱、快速判斷棋子與棋步的價值，並隨著情境彈性調整(謝銳，2014)。

¹在論文完成之際，傳出人工智能開發公司 Google DeepMind 研發的電腦程式 AlphaGo 勝過中國職業二段棋士樊麾的消息。

²圍棋術語，指有關鍵作用、在當前的局勢下相當重要不可輕言放棄的棋子。

³圍棋術語，指沒有什麼功用、即使可以救活也不應浪費棋步去處理的棋子。



人類憑藉著優異的棋型辨識能力在圍棋上依舊領先擁有強大計算力與龐大記憶容量的電腦，因此，無論是心理學家或電腦工程師，都致力於破解人類型態辨識的奧秘（Bossomaier, Delaney, Crane, Gobet, & Harre, 2013）。探討有那些因素會影響圍棋棋型辨識的學習成效，有助於了解型態辨識的學習機制，是相當重要的議題，然而心理學型態辨識的研究主要是針對物體辨識（object recognition）、臉孔辨識（face recognition）和文字辨識（word recognition）等，探討影響型態辨識的因素，例如：探討型態辨識時如何進行分類（e.g., Reed, 1972），尚未有如何增進棋型辨識的研究。而在學習策略與問題領域的研究裡，大多數的作業並非快速的形態辨識問題，而是需要路徑搜尋與分析、需要花費較長時間解決的問題（e.g., de Bruin, Rikers, & Schmidt, 2007）。

因此本論文以圍棋棋譜學習為例，探討不同的學習策略與個別差異因素（工作記憶廣度）對圍棋棋型辨識學習的效果。接下來會先回顧在問題解決研究領域內與圍棋學習實務上都常用的三種學習策略，並以認知負荷理論分析此三種策略的認知負荷以及學習者的認知資源可能扮演的角色。

棋型辨識的學習策略與問題解決

擺譜學習（亦即，照著高手的棋譜擺放對局的棋步）是傳統上訓練「棋感」——圍棋棋型辨識——常用的方法。一般圍棋學習者常以職業棋士的棋譜作為學習材料，從擺放棋步的過程中學習圍棋佈局時如何應對各種不同的棋型。以下我將介紹三種棋譜學習常用的學習策略。

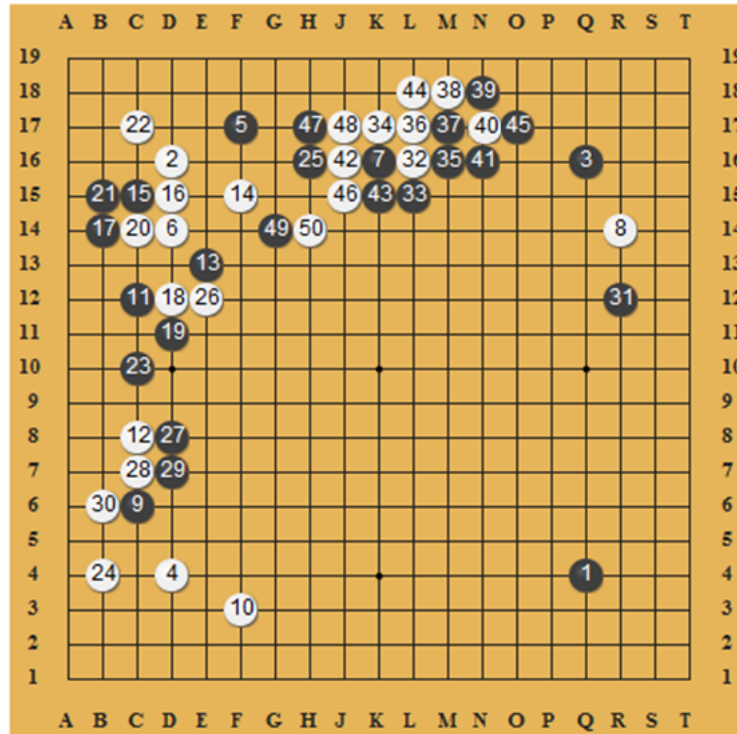
觀察

在擺圍棋棋譜時，最基本的學習方法就是從**觀察**高手的棋步來學習高手解決問題的步驟，亦即按照職業棋士對局的棋譜（如圖一，職業九段棋士吳清源與依田紀基 1989 年 1 月 17 日對局的前 50 手），將高手下過的棋步按照順序（棋譜裡的黑子和白子上面標示的數字）一步一步擺在棋盤上，透過觀察高手下棋的步驟，學習各種棋型與應對的方式。



執黑：依田紀基／執白：吳清源

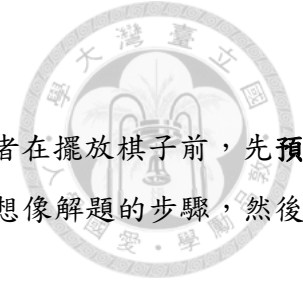
第1手~第50手



圖一：九段棋士對局棋譜

擺譜學習可算是問題解決文獻中所說的範例學習。範例效應 (worked example effect) 即指觀察其他人正確解決問題的例子，比起單純的自行解題更有助於後續問題的表現。例如：學習複雜的代數運算時，讓學習者觀看解題的範例不但可以讓學習者花較少時間學習，還可以讓學習者在後續相似題的解題表現更為快速、錯誤更少 (Sweller & Cooper, 1985)。若降低代數運算的難度，則觀看範例題即可促進學習的遷移。研究顯示相較於自行解題，觀看範例的學習者在未學過的新題目，花較少時間解題且錯誤率較低 (Cooper & Sweller, 1987)。此外，孩童也常透過觀察其他人解決問題的例子學習解決新問題的策略 (Crowley & Siegler, 1999)。心理學家認為這是因為學習者觀察正確解題的範例時，可學習解題的步驟和其他人解題的策略 (Sweller, 2010)，而透過觀看範例也可使適當的解題運作規則 (例如代數運算規則) 熟練或甚至自動化而使得學習者更能將解題的原則用於解決新的問題 (Cooper & Sweller, 1987)。

預測



除了觀察這種基本的棋譜學習方式外，圍棋教學者也常要求學習者在擺放棋子前，先**預測**高手可能會下在哪裡，之後再觀看棋譜，也就是學習時先試圖解題、想像解題的步驟，然後再觀看正確答案。

不同於單純的觀察，要求學習者先**預測**解法的下一步，再獲得正確回饋的做法，需要學習者嘗試運用有關解題原則的知識進行預測。過去研究發現在學習幾何證明題和迷宮搜尋作業時，讓已具備基礎能力的學習者主動預測解法，可以讓學習者學會主動的進行嚴謹的假設檢驗、知道何時運用解題運作規則解決問題，亦即解決問題時可使用較佳的解題步驟（Lewis & Anderson, 1985）。在學習計算複利時，要求學習者預期解法的下一個步驟也對後續遷移題的表現有正向的影響（Stark, 1998）。上述證據皆支持預測可提升解題表現，心理學家認為這是由於要求學習者預測解題步驟會刺激學習者主動監控自己對解題原則的理解，因此可以促進學習者對解題原則的學習、進而提升問題解決的表現（de Bruin, Rikers, & Schmidt, 2007）。

前述問題解決的研究顯示預測策略有助於具備一定基礎能力者修正既有知識的模型，然而，針對初學者學習策略的研究則無法複製**預測**策略的效果。西洋棋問題解決的研究顯示，讓初學西洋棋的大學生觀看電腦解殘局的範例時，同時使用預測加自我解釋的策略確實有助於後續的解題表現，但是單純使用預測的策略時，相較於單純的觀察，學習表現並沒有顯著的差異（de Bruin et al., 2007）。此結果顯示若未要求新手進行自我解釋，單純的預測策略並未較單純的觀察範例題更能促進新手建立問題解決的心智模型。

自我解釋

除了上述的策略之外，學習者看到高手的棋步之後，亦常被要求思考高手為什麼要下這裡、跟自己預測的棋步有什麼差異或提出一個自己認為合理的解釋，也就是要求學習者自行對該棋步做一解釋，此方法即為常見的自我解釋策略。

自我解釋策略要求學習者對新程序或概念提出自己的解釋，亦即把學習材料的程序或概念當成問題來解決。Chi 等人的研究（Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glaser, 1989）發現學習機械力學表現較好的學生在觀察範例題時，會邊學邊理解並產生較多的自我解釋。他們會把解題步驟精簡或是仔細說明其適用範圍，並把這些步驟跟解題原則連結，從而認為學習時自我解釋策略可能會和解題表現有關。這些自我解釋是源於學習者監控自己理解與否而來的，Chi 等人認為這樣的學習策略可促使學習者產生抽象化的知識、增進其對解題原則的理解。隨後研究顯示指



導學習者使用自我解釋的策略可提升問題解決的表現 (e.g., Pirolli & Recker, 1994; Bielaczyc, Pirolli, & Brown, 1995; Chi, Chiu, & LaVancher, 1994; Neuman & Schwarz, 1998; Renkl, 1997; Renkl, 2002; Renkl, Stark, Gruber, & Mandl, 1998; de Bruin et al., 2007)。一般認為學習階段時口語化的自我解釋可以讓學習者對學習材料更加深思熟慮，讓學習者認出自己知識的空缺並填補之 (VanLehn & Jones, 1993)。因此自我解釋不但有助於具備基礎知識者修正問題解決程序的心智模型 (Chi, 2000)，也可協助新手建立一個新的心智模型 (De Leeuw & Chi, 2003)，使得自我解釋這類問題導向的學習策略可以讓學習者將所學遷移到新的情境上、提升問題解決的遷移效果 (Needham & Begg, 1991)。

但是**自我解釋**的效果也有不一致的發現。Kuhn 和 Katz (2009) 請國小兒童在因果推理作業的預測階段進行自我解釋時，發現提供解釋須花較長時間，而且有自我解釋的兒童學習表現反而較差。他們認為這是因為自我解釋之所以可以提升學習是因為解釋可以統整新知識與先前的信念 (Lombrozo, 2006)，這就產生了一個限制：既有的信念經常是不正確的。而這些錯誤的信念需要被提取、檢驗，再進一步詮釋，研究者稱此為資料解讀 (data reading) 的歷程 (Lombrozo, 2006)。換句話說，自我解釋的成效仰賴資料解讀 (data reading) 的能力，因此研究者認為我們可以鼓勵兒童自我解釋，但也需要評估兒童的解釋是否正確。

問題導向的學習策略

上述的預測策略和自我解釋策略都是屬於問題導向型 (problem-oriented) 的學習策略。若放在圍棋棋型的學習上來看，使用這種策略會使學習者把高手棋譜的每一個棋步都當作一個問題來看待。觀察則是低問題導向的學習策略，因為學習者只是單純的觀看棋步，並未從事和解題相關的活動。過去學習策略的研究發現問題導向 (problem-oriented) 的學習策略和記憶導向 (memory-oriented) 的學習策略可以促進不同類型的學習成效。例：Needham 和 Begg 發現 (1991) 要求學習者在公布正解前先嘗試解題 (即預測策略)，以及在得知正確的解釋前先對題目的解法進行解釋 (自我解釋策略)，比要求學習者記憶題目的內容 (**記憶導向策略**) 更有助於類比問題的遷移。即使學習者在學習階段嘗試解題時大多以失敗告終，使用問題導向的策略依然比記憶導向的策略讓學習者在後續的解題有較佳的遷移表現，而且在訓練 15 分鐘後仍然有效。相反地，在回憶作業的表現上，記憶導向的學習方式顯著優於問題導向的學習方式。顯



示嘗試解題並給予回饋的**預測策略**和**自我解釋**這類問題導向的學習策略可促進問題解決的遷移，記憶導向的策略則可促進學習情境的記憶。

綜合上述的文獻回顧與分析，觀察、預測和自我解釋三種學習策略似乎皆可提升問題解決的表現，但其效果與適用範圍有所不同。例如：觀察範例的策略可以提升相似題的表現 (Sweller & Cooper, 1985)，但降低學習材料的難度之後，此策略有助於遷移題的表現，但在相似題的表現與自行解題組沒有差異 (Cooper & Sweller, 1987)。預測策略雖對具有一定基礎者有學習遷移效果 (Lewis & Anderson, 1985; Stark, 1998)，但對於初學者可能沒有幫助 (de Bruin, Rikers, & Schmidt, 2007)。而自我解釋則發現能有效促進許多類型的問題，但在學習階段時學習者需要花較長的時間提出解釋，且學習者如果沒有能力進行正確的解釋時可能會有反效果 (Kuhn & Katz, 2009)。

我認為學習材料的難度之所以會影響觀察策略的遷移效果，可能是由於難度較高的學習材料有較高的認知負荷，超出了學習者的認知資源容量，導致觀察策略的學習成效不彰；此外，學習者的能力或認知資源等個別差異可能也會影響到預測和自我解釋策略的使用成效，因為這些策略的認知負荷較高，如果對該作業不熟或是個體認知資源較低，強制使用這些策略有可能會超出學習者的認知資源容量。此外，上述學習策略的文獻都以使用偏向分析性、需要搜尋能力的問題解決為主，尚未針對型態辨識的問題探討這三種學習策略的效果。因此本論文以圍棋棋譜學習為例，進一步檢驗這三種學習策略是否可用以提升問題解決中很重要的型態辨識能力的學習，探討認知資源不同的初學者使用問題導向的預測和自我解釋策略是否較單純的觀察更有助於圍棋棋型辨識的學習，特別是學習的遷移效果。以下我將根據 Sweller (2010) 的認知負荷理論，分析問題導向程度不同的學習策略的認知負荷程度，再以此理論分析認知資源的多寡對學習策略使用的成效可能扮演的角色，並據此提出我的研究假設。

認知負荷理論與學習策略

認知負荷是指從事某作業時需要使用多少認知資源，與該作業的複雜度有關。Sweller (2010) 指出，認知負荷的多寡由認知資源必須處理的元素間的互動性程度 (Element Interactivity) 所決定，如果要學習的某個元素——比如一個概念或一個程序——可以單獨處理，



則認知負荷低；若學習某個元素時必須參照其他元素，則元素互動性高。舉例來說，如果固定學習者的知識水平，則學習材料愈複雜須花費較多認知資源去處理，造成的認知負荷愈高。

根據認知負荷理論，進行一項學習活動時，認知負荷可依據是否與學習活動有關而分為內在和外在兩種認知負荷。內在認知負荷 (intrinsic cognitive load) 是指認知資源用於處理與學習活動 (task) 相關的元素間互動 (element interactivity)。外在認知負荷 (extraneous cognitive load) 則是指認知資源用於處理與學習活動無關的元素間互動。兩者同樣都會佔用學習者的認知資源，但是內在認知負荷與需要理解的資訊和學習材料本身的複雜性有關，適當的提升學習材料和指導程序 (instructional procedure) 的內在認知負荷使得學習者投入較多的認知資源於作業相關的訊息有助於學習表現，但如果超過認知資源容量則會無助於學習。此理論可以解釋前述觀察策略不一致的效果：假使適當的設計代數運算學習材料的難度可提升內在認知負荷，讓學習者投入更多認知資源於作業相關的活動，因而增進學習的遷移表現 (Cooper & Sweller, 1987)；但如果設計的學習材料難度過高，對於學習者而言需處理的元素太過複雜、超出學習者的認知資源容量，則反而無助於學習。因此決定適當的內在認知負荷較為困難 (Sweller, 2010)。

相較之下，外在認知負荷通常是來自非最佳化的指導程序 (nonoptimal instructional procedures) 和指導語的格式，導致一些與學習活動無關的元素互動佔據了認知資源 (Sweller, 2010)。因此降低外在認知負荷可提升學習表現，若增加外在認知負荷則會減損表現，例如：問題解決的研究發現，新手解題者通常會在自行解題時使用「手段—目標策略」 (means-ends strategy)，此策略需要學習者搜尋和分析眾多可能的解題步驟，因而讓初學者直接練習解題經常佔用大量的認知資源，導致學習者將注意力投注在和學習較無關的問題層面上 (外在認知負荷高)，進而影響學習的成效 (Cooper & Sweller, 1987)。如果給學習者附詳解的範例，或是已經完成一半的題目，則可降低學習者的外在認知負荷，增進學習表現，此即前述觀察策略的範例效應 (worked example effect)。Sweller 認為 (2010) 這是因為與直接練習解題相較，觀看有正解的範例 (worked example) 時不須要進行大量的搜尋和分析，外在認知負荷降低，學習者只要專注在每一個問題狀態和這一步驟如何導致下一個問題狀態即可，因此較有助於新手將問題解決的模型和解題運作規則的自動化，提升後續的解題表現。由此可知設計學習活動與指導語時，若能降低與學習目標無關的外在認知負荷，將有助於提升問題解決的學習成效。



Sweller (2010) 認為何者為內在、何者為外在認知負荷端賴學習目標與學習者的程度而定。舉例而言，如果學習目標是理解一篇文章裡的概念，則使用術語可能會造成外在的認知負荷；但如果目標是要學會特定領域使用的語言，則術語就是作業的內在認知負荷。此外，何者為內在、外在認知負荷也受到學習者專業程度的影響。因為對於新手而言，某些元素互動是學習理解的關鍵、是與學習目標相符的內在認知負荷，例如提供範例有助於新手解題運作規則的自動化。然而對於專家而言，解題的運作規則早已儲存在長期記憶中，同樣的範例與學習材料的元素互動反而無助於學習、變成多餘的外在認知負荷，因此提供範例反而會減損專家的表現，此現象稱為專家反轉效應 (expertise reversal effect)。

而學習時內在和外認知的負荷的多寡，會影響學習者認知資源實際投入在內在認知負荷的程度，進而影響學習表現，Sweller (2010) 稱此種認知負荷為有效認知負荷 (germane cognitive load，亦翻譯為增生認知負荷、真實認知負荷或適切認知負荷)。相較於強調學習程序和材料特性的內在和外認知的負荷，有效認知負荷是針對學習者而言，指學習者在從事學習活動時認知資源實際投入多少在內在認知負荷。如果認知資源投入在內在認知負荷多且外在認知負荷少，則有效認知負荷會很高。如果外在認知負荷增加，可用於處理內在認知負荷的資源減少，則有效認知負荷下降。換句話說，學習者若投入較多認知資源在處理主要的學習材料上，則可提升學習表現；若投入較多認知資源在處理無關乎學習目標的部份，則會導致學習表現下降。

值得注意的是，如果沒有改變學習材料，也可透過提升有效認知負荷增進學習表現。例如前述要求學習者想像一個程序或概念的預測策略，或是要學習者對一個新程序或概念進行自我解釋 (Self-explanation) 的這類問題導向的學習策略 (Sweller, 2010)。認知負荷理論認為一般的學習活動經常會誤導認知資源投入在與重要資訊無關的元素互動 (即外在認知負荷) 上，但如果要求學習者去想像或解釋一個程序或概念，可以引導學習者將認知資源投入較多在重要資訊的元素互動上，亦即投入較多資源在內在認知負荷相關的元素互動上、有效認知負荷較高。特別的是，使用這種學習策略並沒有改變學習材料，但透過調整學習者認知資源的分配，同樣可以提升內在認知負荷、降低外在認知負荷，增進有效認知負荷進而提升學習表現。

此理論可以解釋前述預測和自我解釋策略文獻的不一致結果：預測和自我解釋這類問題導向的策略都需要調整學習者認知資源的分配，用於處理與學習目標有關的元素互動——亦即引導已具備基礎知識者修正原有的信念和假設、或促使新手建立正確的問題解決心智模型。因此



我認為要能有效地進行預測和自我解釋，仰賴學習者是否有足夠的認知資源去修正假設和建立問題解決的心智模型。此理論可解釋預測策略為何在新手學習西洋棋殘局題目的時候沒有顯著的效果（de Bruin et., 2007），這可能是由於初學者在進行預測棋步時已佔據相當多的認知資源，因此不見得能有多餘的資源去修正解題的心智模型。有關自我解釋的研究也發現有類似的情形，無論解釋的正確與否，如果有足夠的資源去修正原有的假設，則使用自我解釋策略都會有助於學習，但如果認知資源較成人低的孩童（Kuhn & Katz, 2009），則學習時同時進行自我解釋可能已超過孩童的認知資源容量，此時自我解釋反而變成外在認知負荷，使得孩童沒有足夠的認知資源去修正假設與建立正確的心智模型，以至於減損學習的表現。因此本研究假設，由於預測和自我解釋這類問題導向程度較高的策略牽涉到認知資源的重新分配、需要足夠的認知資源進行假設檢驗，因此問題導向學習策略的效果應會受到學習者認知資源的調節。

研究目的與假設

本研究目的即在以圍棋棋譜學習為例，探討不同問題導向程度的學習策略對快速型態辨識的影響。更具體地說，本論文探討三種學習策略（範例觀察，預測與自我解釋）在不同認知負荷的學習情境（電腦擺譜與傳統擺譜）對不同工作記憶廣度初學者圍棋棋型辨識學習的影響。根據前述的文獻回顧與分析，使用範例觀察策略可提升問題解決的表現，而預測和自我解釋這類問題導向程度較高的策略則可調整認知資源的分配，使學習者投入較多認知資源在內在認知負荷上（有效認知負荷較高）、促進學習的遷移表現。因此本研究假設學習策略問題導向的程度會影響初學者圍棋棋型辨識的學習遷移表現，問題導向程度愈高的學習策略，可提升學習者投入在內在認知負荷的程度、學習遷移效果愈佳；而由於三種學習策略皆未要求學習者記憶學習材料，因此本研究假設學習策略問題導向的程度不影響棋型的記憶。

此外，由於問題導向的策略牽涉到認知資源的重新分配、使學習者投入較多資源在內在認知負荷上，因此有效認知負荷較高。然而這些策略本身的作業認知負荷也比較高，是否會超過出學者的認知資源容量仍屬未知，認知資源容量較大的學習者使用問題導向策略是否較有效亦尚待檢視。因此本研究進一步假設學習者在使用問題導向程度高的預測和自我解釋策略時，工作記憶廣度較高的學習者，棋型辨識的學習遷移效果愈大，而問題導向程度低的觀察策略則不受工作記憶調節。



為了控制相關混淆變項，本研究控制各組的學習時間，並招募 18 到 29 歲對學習圍棋有興趣但未學過十九路布局的成人圍棋初學者作為實驗的參與者。此外，參與者在進入學習階段前會先進行工作記憶廣度測量以及棋型辨識測驗前測，確定使用不同策略的各組學習者其認知資源以及圍棋知識能力相當。

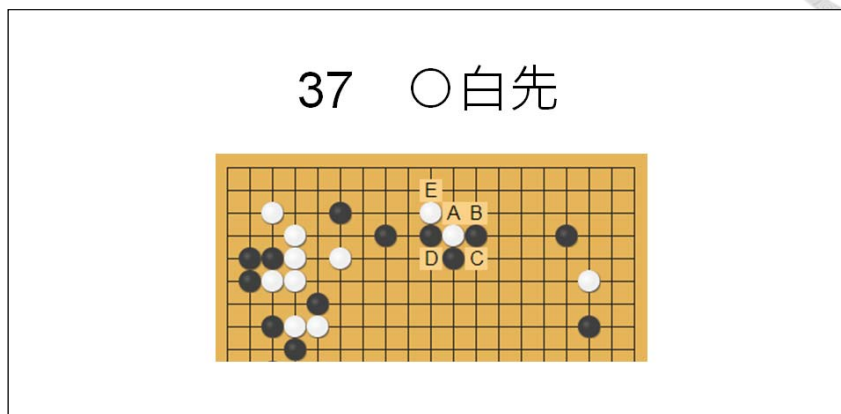
兩個實驗分別採用兩種認知負荷不同的棋譜學習情境探討上述的問題：實驗一為電腦擺譜情境（低認知負荷），實驗二為傳統擺譜情境（高認知負荷）。傳統的擺譜學習方式是指圍棋學習者以紙本的棋譜學習高手對弈時雙方落子的順序。學習者在每一步棋皆需按下棋順序找到該步黑棋或白棋的位置（亦即棋譜搜尋），然後擺在棋盤上相對應的位置。而現今由於電腦和網路科技的發展，棋譜也數位化，因此在電腦學習程式的輔助下，學習者只要用滑鼠點一下，棋步就會自動按照下棋順序出現，也就是說電腦會按照棋譜擺放棋子，省去搜尋數字和對照到棋盤上的步驟（認知負荷較低），稱為電腦擺譜。相較於電腦擺譜，傳統擺譜需要學習者進行棋譜搜尋和自行擺放棋譜，然而此作業是否是有助於棋型辨識學習（內在認知負荷），還是可能會超過學習者的認知資源容量、或者作業本身並無助於棋型辨識的學習反而會造成干擾（外在認知負荷）仍尚待檢視。每個實驗的參與者隨機分派至三組分別使用問題導向程度高、中、低的三種策略進行上述擺譜學習，並在學習階段前後各進行一次棋型辨識測驗。

為了測量學習者的棋型辨識能力，我編製了一份圍棋棋型辨識直覺測驗（以下簡稱棋型辨識測驗），在棋譜學習階段前後各施測一次。棋型辨識測驗從兩個職業九段棋士的棋譜中，選出 25 種常見的棋型，每種棋型分別從兩個棋譜選出一個例子作為題目，共 50 題。其中一個棋譜也用於棋譜學習階段，作為學習的範本，因此有一半的題目其棋子的配置是在學習階段出現過的，此類型的題目稱為記憶題（範例見圖二），用以檢驗學習者對圍棋佈局常見棋型的記憶。另一半的題目出自另一棋譜，這類題目皆為學習階段未曾出現過的棋子配置，但可以使用學習階段出現過的解題原則去應對，此類型的題目稱為遷移題（範例見圖三），用以檢驗學習者是否可以將棋譜學習階段所學的棋型遷移到新的情境上。在每個題目中，會以英文前五個字母標示五個下一步棋子的可能位置，受測者要在八秒內選出他認為最好的位置。由於時限很短，受測者必須憑藉學習時所建立的棋型記憶或更抽象的模式來回答。

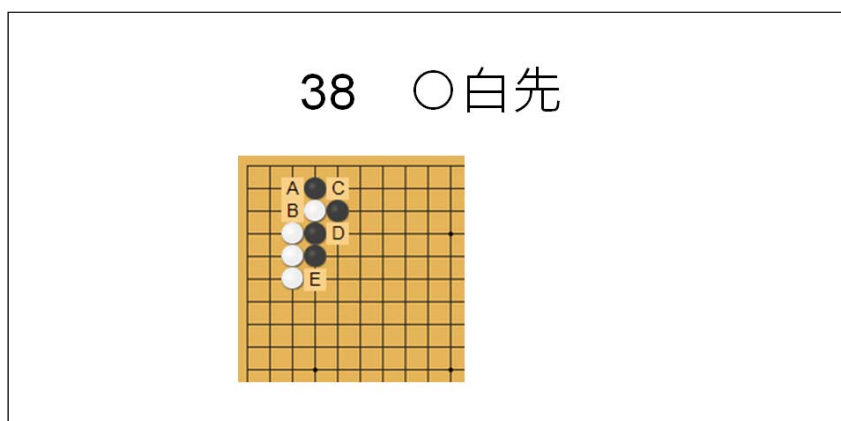
茲舉例說明棋型題目如下：圖二和圖三分別顯示記憶題與遷移題中牽涉到白方被「叫吃」（圍棋術語，叫吃指一方的棋子被另一方的棋子包圍只剩下一氣的狀態）的棋型，此時白棋先



下，需要把自己被黑棋包圍的白子和其他白子連接起來（下在圖二的位置A和圖三的位置B），才能避免被黑棋吃掉。這兩題的棋子配置不同，但牽涉到相同的解題原則。



圖二：記憶題範例，正解為A，連接剩下最後一氣的白子



圖三：遷移題範例，正解為B，連接剩下最後一氣的白子



實驗一

實驗一的目的在以圍棋初學者棋型辨識學習為例，在低認知負荷情境下（電腦擺譜）檢驗前述假設，亦即：（一）學習者在使用問題導向策略（預測和自我解釋）時較同時間內多次觀察學習有更高的投入程度，有助於棋型辨識的遷移效果；多次觀察學習僅有助於棋型的記憶。（二）上述的遷移效果受到工作記憶廣度的影響，亦即工作記憶廣度較高的學習者遷移效果愈大。

如前述，我以自編的棋型辨識測驗來測量學習者的學習表現，題目包含學習階段出現過的局部棋子配置（記憶題）與未出現過但可用相同原則解題的局部棋子配置（遷移題）。投入程度以九點量表自我評估。工作記憶廣度則由自動工作記憶廣度測驗測量。

根據前述假設，我預期學習者使用自我解釋與預期策略時有較高的投入程度、在棋型辨識測驗遷移題進步分數較多次觀察組高，且高工作記憶廣度者比低工作記憶廣度者有較多進步。記憶題進步分數則不受學習策略問題導向程度的影響。

方法

參與者

本研究自普通心理學課與網路招募從未學過十九路圍棋布局的成人初學者共 60 名，其年齡分佈從 18 到 29 歲。60 名參與者隨機分派至三種學習方法，每組各 20 人。由於其中一名參與者後來發現曾自學過圍棋布局的棋型，因此其結果不納入後續統計分析。合乎要求的 59 位參與者（31 位男性，28 位女性），平均年齡為 22 歲。其中觀察組 20 人（平均年齡 21.8，標準差 2.3），預測組 19 人（平均年齡 21.7，標準差 2.7），自我解釋組 20 人（平均年齡 22.4，標準差 2.8）。參與者在正式實驗前都明白研究目的與流程並簽署參與同意書。參與者可以獲得普心課程額外獎勵或是一對一圍棋個別指導 15 分鐘。

實驗設計

採二因子受試者間設計，獨變項為學習策略和一個個別差異變項（工作記憶廣度）。學習策略依其問題導向的程度共分為三個水準，由低到高分別為「觀察組」、「預測組」，以及「自我解



釋組」。工作記憶廣度測驗依照全體得分平均分為高、低兩組。依變項為參與者在棋型辨識測驗中記憶題與遷移題的得分，以及參與者投入程度的主觀評量。

實驗程序與材料

採一對一方式進行，所有參與者均接受相同實驗程序。如表一所示，簽署參與研究同意書後，首先進行工作記憶廣度測驗。短暫休息後參與者會在 14 吋筆電上觀看一段八分鐘的圍棋規則教學影片⁴，學習圍棋基本規則。看完後，參與者需回答七題檢核題，確認對規則理解無誤。接著進入棋譜學習階段，分別使用其所分派到的學習策略進行棋譜學習，並在學習階段前後各接受一次棋型辨識測驗。在結束前，參與者要回答「在棋譜學習時，認真投入的程度有多少？」，以九點量表就棋譜學習階段自己主觀投入的程度評分，一代表非常不認真，九代表非常認真投入。所有過程約需兩小時。

表一

實驗一流程

實驗流程	所需時間
1.工作記憶廣度測驗	20 分鐘
2.圍棋基本規則學習與檢核	12 分鐘
3.棋型辨識測驗（前測）	15 分鐘
4.棋譜學習	40 分鐘
5.棋型辨識測驗（後測）	15 分鐘
6.投入程度評分	5 分鐘

自動工作記憶廣度測驗（Automated Operating span task, AOSPAN）

⁴影片剪裁自 YouTube 圍棋入門教學第四課圍棋規則，該影片出自網路御書房，介紹下棋位置與圍棋規則（網址：<https://www.youtube.com/watch?v=OKqGQtXCgSA>）。六條基本規則如下：一、黑先白後，輪流下子。二、下完離手，不可移動。三、氣盡提子。四、隔手提劫。五、兩虛終局。六、地多者勝。看完影片後，參與者需通過圍棋規則檢核題，題目包含棋子合法的落子位置和六條圍棋基本規則各一題，共七題。



以 Unsworth、Heitz、Schrock 及 Engle (2005) 發展設計的自動工作記憶廣度測驗 (Automated Operating span task, AOSPAN) 測量參與者的工作記憶廣度。AOSPAN 具有良好的信效度，內部一致性信度 (Cronbach's α) 為.78，且該測驗與傳統工作記憶廣度測驗間有顯著相關 ($r=.57$)。

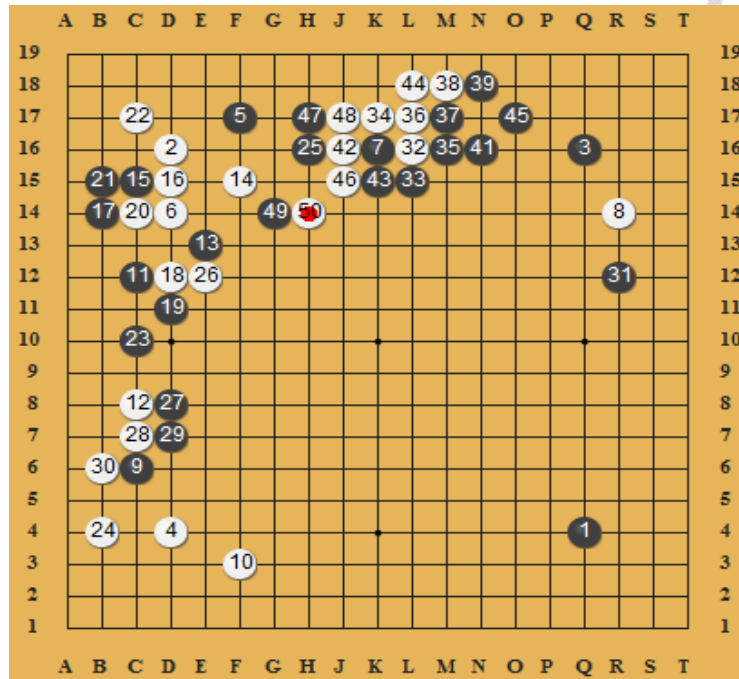
AOSPAN 正式測驗共 15 題，以 E-prime 2.0 程式呈現。在這個測驗中，參與者必須記憶出現在電腦螢幕上的英文字母 (主要作業)，同時進行簡單的數學四則運算 (次要作業)。螢幕上會先呈現數學四則運算的算式 (例如 $(1*2)+1=?$)，參與者須盡快算出正確答案、並按鍵判斷接下來出現的數字是否為算式的答案。接著螢幕上會出現一個英文字母，參與者必須將字母記起來。如此反覆進行 3 到 7 組算式和字母的配對。當每題的算式一字母配對呈現完畢後，參與者須照字母出現的順序在字母矩陣中點選出現過的字母。按照算式一字母配對組數的不同 (3 到 7 組)，正式測驗共分為五種難度，每種難度各 3 題，不同難度的題目隨機出現。在正式測驗之前會有三個練習階段，分別練習記憶英文字母、四則運算答案判斷，以及同時記憶字母和進行運算，讓參與者熟悉答題的步驟。

計分方式為在算式判斷正確的情況下，能照順序正確回憶的字母數，每正確回憶一個字母得一分，滿分為 75 分，最低 0 分。分數愈高代表工作記憶廣度愈大。

棋譜學習階段材料與程序

棋譜學習階段使用的圍棋棋譜出自職業九段棋士吳清源與依田紀基 1989 年 1 月 17 日對局的前 50 手⁵，如圖四所示。圖中的數字代表該棋子出現的順序，參與者只會在電腦螢幕上看到黑棋和白棋，不會看到數字。每按鍵一次出現一步棋，出現的棋步會標示紅點。例如圖四即是顯示第五十步棋出現時的狀況。

⁵實驗一使用的對局棋譜網址：<http://lgs.tw/qahom3k>



圖四：棋譜學習階段的九段棋士對局棋譜

在此階段中，實驗者呈現一張職業棋士對局全局棋譜為範例⁶，說明棋譜學習的意義以及指定的學習策略。三組參與者皆有 40 分鐘的時間⁷可操作電腦依序擺放職業棋士對局的前五十步棋，並同樣告知各組參與者其任務為「仔細觀察棋型的變化，盡可能的學習高手如何應對不同的棋型。」

實驗一參與者使用同樣的網路圍棋擺譜程式——LGS 棋譜小工具進行擺譜學習。電腦螢幕一開始會出現一個空白的棋盤，使用者可以按「下一步」按鍵依序觀看持黑棋者與持白棋者的對弈過程，每按一次鍵出現一顆棋子。也可以在棋盤的任何一個空位點擊，進行預測。按「上一步」按鍵，則可退回或修改預測。

三組參與者被教導使用三種不同的學習策略進行上述的電腦擺譜學習，步驟說明如下。(一) 觀察組被告知在電腦螢幕上點選「下一步」按鍵觀看電腦螢幕上的棋盤依序出現的棋子，觀察每一步棋，直到第 50 手止。(二) 預測組的學習方式同觀察組，除了在按鍵前須先自行預測下一步棋的位置，並以滑鼠在預測的位置點擊棋盤下一步棋。然後再按「上一步」退回至前一步，

⁶為吳清源與依田紀基對局棋譜全局，網址：http://lgs.tw/w_20837

⁷此時限為預試時不同組參與者至少可以擺完棋譜前 50 手一次的時間。



再按「下一步」觀看高手的下法。如此重複至第 50 手止。(三) 自我解釋組程序和預測組類似，但看完高手的棋步後，參與者須口頭報告他認為高手下這手棋的理由。

擺完 50 步後，若學習時間未達 40 分鐘，三組的參與者皆須照所教導的策略重頭反覆練習直到學習時間結束。在棋譜學習開始前，會告知參與者學習結束後將測驗其學習成效。

圍棋棋型辨識測驗

棋型辨識測驗正式題目共 50 題，其中 25 題為記憶題，為棋譜學習階段中出現過、方位全全相同的局部棋子配置。另外 25 題出自另一職業九段棋士李昌鎬與曹薰鉉對局的棋譜⁸，為棋譜學習階段未曾出現過、但可使用出現過的解題原則去應對的棋子配置⁹，是為遷移題。總共包含 25 個解題原則，每個原則有一題記憶題與一題遷移題。單數題為記憶題，雙數題為遷移題。為避免學習者發現題目出自同一棋譜，兩個棋譜的題目會交錯出現。題目是照學習棋譜的順序、從棋子數最少的題目先出現，避免學習者從棋子數多的題目看出棋子數少的題目的答案。由於布局原則的棋子數較少需放在一起，因此將使用同一原則解題的兩個題目放在一起，控制記憶題與遷移題的距離相同。

棋型辨識測驗題目以投影片在筆電螢幕上呈現，每題包含一個出自職業棋士棋譜的局部棋子配置和五個選項¹⁰，不同選項分別顯示下一步棋可能的五個位置。參與者需盡快從中選出一步他認為最好的位置，把選項寫在答案紙上。因為要測試直觀的棋型辨識能力，每題皆只呈現八秒鐘，參與者須在八秒內作答，降低仔細思考的可能性。第六秒時會有聲音提示，同時螢幕上會跳出「請作答」的提示，兩秒後便會自動進入下一題的準備畫面。正式測驗前有兩題練習題，讓參與者熟悉測驗進行的方式。答對一題得一分，總分為 50 分。前測和後測題目完全相同。

結果

觀察組、預測組與自我解釋組的平均年齡並無差異 ($p > .6$)。三組在工作記憶廣度與圍棋棋型辨識測驗前測的得分也無顯著組間差異。觀察組、預測組與自我解釋組在前測平均得分分別為 15.6 ($SD=4.9$)、13.4 ($SD=2.6$) 與 14.2 ($SD=3.9$)， $F(2,56)=1.61$ ， $p > .2$ 。工作記憶廣

⁸2011年2月1日第12屆韓國麥心杯入神最強戰8強賽第一局，李昌鎬與曹薰鉉對局棋譜網址：http://lgs.tw/w_71991

⁹見導論圖二與圖三之題型範例。

¹⁰見導論圖二與圖三之題型範例。



度三組平均分數分別為 67.8 ($SD=4.4$)、67.9 ($SD=7.5$) 與 68.2 ($SD=5.7$)， $F(2,56)=.02$ ， $p>.9$ ，顯示三組參與者的認知資源相當，且在學習前圍棋的知識能力亦相同。

不同學習策略是否皆有助於棋型辨識的學習？

為檢驗不同的學習策略在棋型辨識測驗不同類型的題目是否都有顯著的進步，將三組在棋型辨識測驗的記憶題、遷移題和全部題目的進步分數進行單一樣本 t 檢定，並校正 α 值為 .017。結果與預期相符，三組在全部題目與記憶題的平均進步分數皆顯著大於零（全部： $ts>4.84$ ， $ps<.001$ ；記憶題： $ts>4.36$ ， $ps<.001$ ）。遷移題的表現也與預期相符，問題導向程度最高的自我解釋策略平均進步分數 2.6 ($SD=3.2$) 顯著大於零 ($t=3.56$ ， $p=.003$)，問題導向程度中等的預測策略平均進步分數 1.9 ($SD=3.6$) 亦邊際顯著大於零 ($t=2.29$ ， $p=.051$)，問題導向程度最低的觀察策略平均進步分數 .6 ($SD=1.8$) 則未顯著大於零 ($t=1.50$ ， $p>.2$)。此結果顯示三種學習策略皆可增進棋型辨識的學習表現，學過的題目都有進步，但高問題導向策略有助於棋型辨識的學習遷移，低問題導向的觀察策略則否。

根據假設，事前檢定顯示問題導向程度高的學習策略較非問題導向策略有更好的遷移效果，符合預期。Dunnett t 檢定顯示自我解釋組在遷移題的平均進步分數 2.6 ($SD=3.2$) 顯著高於觀察組 .6 ($SD=1.8$ ， $p=.030$)，預測組（平均 1.9， $SD=3.6$ ）和觀察組則未達顯著差異 ($p=.134$)。此結果顯示問題導向程度最高的自我解釋策略較問題導向程度最低的觀察策略更可促進棋型問題的遷移。

學習策略與工作記憶廣度對棋型辨識學習的效果

以下分析進一步將所有參與者按照整體工作記憶廣度平均 67.3 ($SD=6.9$) 分為高、低工作記憶廣度兩組。高工作記憶廣度組 ($N=38$) 平均為 71.4 ($SD=2.4$)，低工作記憶廣度組 ($N=21$) 為 61.7 ($SD=5.0$)， $F(1,57)=101.89$ ， $p<.001$ 。在前測平均得分工作記憶廣度高低兩組並無顯著差異， $F(1,57)=.48$ ， $p>.4$ 。高組為 14.7 ($SD=4.4$)，低者為 13.9 ($SD=3.2$)。

在各學習策略組按工作記憶廣度進一步分成高低兩組，各組人數如下：觀察組高工作記憶廣度者 13 人，低者 7 人，預測組高者 12 人，低者 7 人，自我解釋組高者 13 人，低者 7 人。



參與者的學習成效以記憶題、遷移題和全部題目的進步分數（後測得分減前測得分）表示。以 PASW statistics 18（Statistics Package for the Social Sciences, Inc.）進行二因子（學習策略×工作記憶廣度）變異數分析。結果如表二所示。學習策略與工作記憶廣度對全部題目平均進步分數的主效果不顯著，兩者的交互作用也不顯著（ $F_s < 1.58, p_s > .2$ ）。

表二

實驗一觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在記憶題、遷移題和全部題目的平均進步分數

學習策略	觀察組			預測組			自我解釋組		
	高	低	平均	高	低	平均	高	低	平均
全部題目	3.8 (3.4)	6.1 (4.9)	4.6 (4.0)	7.2 (4.9)	3.6 (5.3)	5.8 (5.2)	6.5 (4.8)	5.9 (7.7)	6.3 (5.8)
記憶題	3.4 (3.3)	5.1 (4.3)	4.0 (3.7)	3.8 (3.2)	4.1 (3.2)	3.9 (3.1)	4.0 (3.7)	3.1 (4.1)	3.7 (3.8)
遷移題	.4 (1.3)	1.0 (2.6)	.6 (1.8)	3.3 (3.0)	-.6 (3.4)	1.9 (3.6)	2.5 (3.0)	2.7 (3.8)	2.6 (3.2)

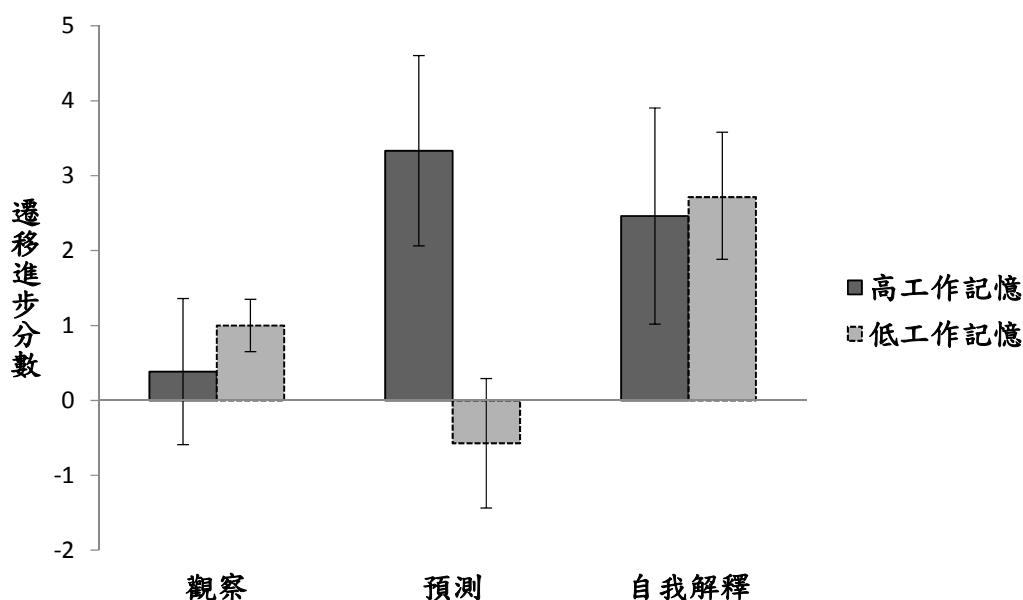
註：括弧內為標準差。

遷移題表現部分符合預期，學習策略和工作記憶廣度的交互作用對遷移題平均進步分數的影響達顯著， $F(2,53)=3.55, p < .036$ 。然而學習策略主效果（ $F(2,53)=2.11, p=.131$ ）與工作記憶主效果（ $F(1,53)=1.75, p=.192$ ）則不顯著，三組遷移題的平均進步分數分別為觀察組.6（ $SD=1.8$ ），預測組 1.9（ $SD=3.6$ ）與自我解釋組 2.6（ $SD=3.2$ ），沒有顯著差異，高低工作記憶廣度者的平均進步分數（高：2.0， $SD=2.8$ ，低：1.0， $SD=3.4$ ）也無差異。如圖五所示，與預期一致，使用問題導向程度中等的預測策略時，高工作記憶廣度者的進步分數（平均 3.3， $SD=3.0$ ）顯著優於低工作記憶廣度者（平均 - .6， $SD=3.4$ ）， $F(1,53)=8.50, p=.005$ 。使用問題導向程度最低的觀察策略時，高工作記憶廣度者的進步分數（平均 .4， $SD=1.3$ ）與低工作記憶廣度者（平均 1.0， $SD=2.6$ ）則沒有顯著差異， $F(1,53)=.22, p=.643$ 。然而使用問題導向程度最高的自我解釋策略時，高工作記憶廣度者的進步分數（平均 2.5， $SD=3.0$ ）和低工作記憶



廣度者（平均2.7， $SD=3.8$ ）並沒有顯著差異 $F(1,53)=.04$ ， $p=.849$ ，與預期不合。此結果顯示只有在使用問題導向程度中等的預測策略時，高工作記憶廣度者較低工作記憶廣度者有較佳的遷移表現。

記憶題的表現則如所預期，不受學習策略與工作記憶廣度的影響，三組記憶題的平均進步分數分別為觀察組平均4.0（ $SD=3.7$ ），預測組平均3.9（ $SD=3.1$ ）與自我解釋組3.7（ $SD=3.8$ ），沒有顯著差異，高低工作記憶廣度者的平均進步分數（高：3.7， $SD=3.3$ ，低：4.1， $SD=3.8$ ）也無差異，兩者交互作用亦不顯著（ $F_s < .61$ ， $p_s > .5$ ）。

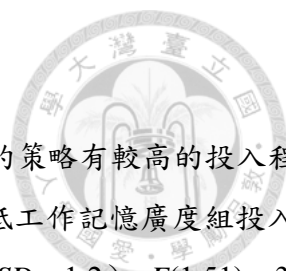


圖五：實驗一觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在遷移題的平均進步分數比較

主觀投入程度

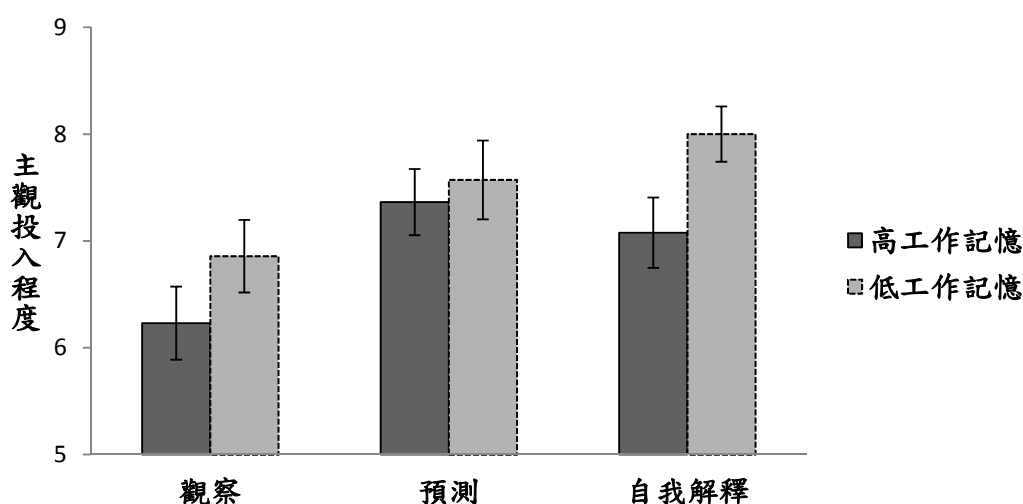
有兩位參與者因電腦當機使學習階段練習次數和主觀投入程度評分資料遺失（預測組和自我解釋組各一名），因此主觀投入程度與練習次數僅分析 57 名參與者的訪談資料。

如所預期，參與者主觀投入程度會因學習策略問題導向的程度而有不同。二因子變異數分析顯示，學習策略主效果達顯著， $F(2,51)=4.75$ ， $p=.013$ 。Dunnett t 檢定顯示自我解釋組（平均 7.4， $SD=1.1$ ）和預測組（平均 7.4， $SD=1.0$ ）的平均主觀投入程度皆顯著高於觀察組（平



均 6.5, $SD=1.1$), $ps<.011$ 。此結果顯示學習者在問題導向程度較高的策略有較高的投入程度。

此外,投入程度也有受工作記憶廣度影響的傾向。如圖六所示,低工作記憶廣度組投入程度(平均 7.5, $SD=1.0$) 邊際顯著高於高工作記憶廣度組(平均 6.9, $SD=1.2$), $F(1,51)=3.87$, $p=.055$ 。學習策略和工作記憶的交互作用則不顯著 ($F(2,51)=.47, p=.625$)。



圖六：實驗一觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者的平均主觀投入程度

棋譜練習次數

由於問題導向程度較高的學習策略擺一次棋譜所需時間較長,預期在相同練習時間下,問題導向程度較低的學習策略反覆練習的次數應較高。二因子變異數分析顯示,學習策略主效果達顯著, $F(2,51)=34.88$, $p<.001$ 。進一步以 Dunnett t 檢定顯示觀察組的平均練習次數 11.7 次 ($SD=7.2$ 次) 顯著大於預測組 2.9 次 ($SD=.9$ 次) 和自我解釋組 1.2 次 ($SD=.3$ 次), $ps<.001$ 。工作記憶廣度對平均練習次數主效果則不顯著、學習策略和工作記憶的交互作用效果亦不顯著 ($ps>.2$)。如所預期,在固定時間下,高問題導向的策略練習次數較少,顯示前述問題導向策略的效果並非來自於練習次數較多所致。

討論



實驗一檢驗學習策略的問題導向程度和工作記憶廣度在電腦擺譜的情境下對棋型辨識學習的效果。結果如下：(一) 學習策略問題導向的程度會影響初學者後續棋型辨識測驗的遷移表現。問題導向程度最高的自我解釋組在棋型測驗的遷移題進步最多，得分顯著高於問題導向程度最低的觀察組，問題導向程度中等的預測組進步分數則介於兩者之間，但與其他兩組沒有顯著差異。(二) 學習策略不影響對棋型學習的記憶。不論觀察組、預測組或自我解釋組在棋型辨識測驗的記憶題表現都有顯著的進步。(三) 自我解釋的遷移效果不受學習者工作記憶廣度高低的影響，但使用預測策略時，高工作記憶廣度者在遷移題的表現較低工作記憶廣度者為佳。觀察組則無差異。(四) 學習策略的問題導向程度會影響初學者的投入程度。使用問題導向程度較高的自我解釋和預測策略時，學習者投入程度顯著大於問題導向程度最低的觀察組。

學習策略的效果符合原先預期，亦即學習者在使用問題導向程度較高的策略（預測和自我解釋）時有較高的投入程度，且在棋型辨識的遷移表現較佳。此結果首次顯示問題導向的策略如自我解釋亦可提升快速直觀的型態辨識學習，甚至比練習更多次的觀察學習有更好的遷移效果，將過去西洋棋自我解釋策略的有效性從比較分析性的問題解決題目擴大到比較直觀式的棋型辨識題目。我認為問題導向型策略使得學習者投入更多心力模擬高手的思路棋步的意義，因而促進了對棋型的理解，可將所學的棋型遷移到新的問題上。

這樣的結果亦支持認知負荷理論的看法，亦即學習者透過問題導向策略的使用可增加投入於作業相關的認知資源（增加內在認知負荷），進而提升後續解決棋型問題的表現。

實驗一也發現提高學習策略問題導向的程度可顯著提升棋型辨識的遷移表現，但並不會影響棋型的記憶表現，與過去過去國外的文獻相符。例如 Needham 和 Begg (1991) 以類比問題作為學習材料，發現問題導向型策略可提升問題解決策略的遷移。相反地，記憶導向型策略（例如要求學習者記憶題目的內容）可提升學習情境的記憶。雖然本實驗並未使用記憶導向的策略，但初步結果有助於理解問題導向型學習策略與多次觀察學習各自適用的範疇。

與預期不同的是，在問題導向程度最高的自我解釋策略上，高工作記憶廣度的參與者並未較低工作記憶廣度的參與者有更佳的表現，反倒是在問題導向程度中等的預測策略高工作記憶廣度者的遷移表現顯著優於低工作記憶廣度者。此結果顯示問題導向程度最高的自我解釋策略是一個相當有效的策略，其效果也不受成人參與者工作記憶廣度的影響，也首次發現預測策略的使用效果與工作記憶廣度有關。預測組的高工作記憶廣度者遷移效果優於同組低工作記憶者，也優於觀察組的高工作記憶廣度者，可能是由於高工作記憶廣度者在使用預測策略時，基於過



去的思考風格或有多餘的認知資源而主動進行自我修正，考量棋步回饋、並據此修正原有的知識基模，雖然實驗者只要求學習者進行預測而已。而低工作記憶廣度者則雖然同樣認真地投入在預測棋步（預測組高低工作記憶者主觀投入程度並沒有差異），但他們可能只是遵照指導語進行預測，並未從回饋中進一步反思或修正自己的基模，因此在遷移表現沒有進步。

從認知負荷理論的角度來看，不論高低工作記憶廣度者在使用預測策略時都增加了學習者投入在內在認知負荷的程度（模擬高手的思路以預測下一步），但效果卻不同，顯示非單純的預測或增加內在認知負荷即有效，可能還牽涉到學習者會不會主動考量高手棋步的回饋、自發性地進行自我修正。此結果有助於對學習策略認知負荷的影響提供更深入的理解。

而在電腦進行擺譜學習時，雖然使用單純觀察的學習策略在固定時間下較問題導向的策略更能反覆練習較多次，但卻無法將所學類化到新的棋型辨識題目上，顯示電腦擺譜時要配合使用問題導向策略較有助於學習的遷移。有可能以電腦介面進行擺譜學習時，雖然較傳統擺譜省去一些步驟（例如在棋譜中搜尋高手的下一步位置），可能有助於降低傳統擺譜作業的認知負荷，但反而導致學習者觀看與思考棋步的時間變短，內在認知負荷程度較低，雖然練習次數增加，但成效不彰。

根據上述推測，實驗二改採認知負荷較高的傳統擺譜學習情境，讓參與者自行看棋譜擺放棋子。相較於電腦擺譜，傳統擺譜需要學習者在複雜的棋譜上搜尋棋步，並在棋盤上找到相對應的位置擺放棋子，我預期傳統擺譜情境會使觀察組和預測組的學習者更注意高手棋步的回饋、建立問題解決的心智模型，並試圖預測下一步棋的位置，以縮短搜尋的時間，因此傳統擺譜會較電腦擺譜情境要求學習者投入更多心力，使學習者在棋型辨識測驗上有較佳的遷移表現。然而，根據認知負荷理論，若內在認知負荷過高，可能反而無助於學習表現或造成反效果，尤其搭配認知負荷較高的問題導向型策略。此外，對於圍棋知識較少的初學者而言，傳統擺譜作業本身也有可能並無助於棋型辨識的學習反而會造成干擾（外在認知負荷），故傳統擺譜是否有助於增進棋型辨識的遷移仍尚待檢視。



實驗二

實驗二的目的即在探討使用認知負荷較高的傳統擺譜學習情境時，是否可以促進學習者使用觀察和預測策略時考量棋步的回饋、提升學習者投入在內在認知負荷的程度，使得低工作記憶廣度者與高工作記憶廣度者在棋型辨識的遷移表現都有顯著的進步。為了檢驗上述的假設是否成立，實驗二使用和實驗一相同的學習材料和程序，僅改變學習的媒介，使用傳統擺譜的方法提升學習情境的認知負荷——透過實體的棋盤、棋子和棋譜（如圖一），讓初學者自行按照棋譜上的數字，在棋盤上擺放棋子學習圍棋的棋型。

我認為傳統擺譜是認知負荷較高的學習情境。用傳統擺譜的方法學習棋譜時，學習者須照著棋譜上的數字順序擺放棋子：（一）先從棋譜上找到現在這步棋的數字，（二）從棋盤上找出相同的位置、放上同樣顏色的棋子。前者需要初學者在棋譜上搜尋棋步。為了更快找到棋步，學習者要能預測棋步可能出現在棋盤上的哪個位置，並從高手棋步的回饋中修正自己的預測。也就說，為了在棋盤上快速而正確的擺放棋子，學習者有可能會比用電腦擺譜時更注意每步棋在棋盤上的位置，也會利用棋步與周遭棋子的相對位置（棋型）幫助預測下一步棋可能的位置。因此透過反覆搜尋棋步和擺棋子的練習，可促使學習者更注意棋型、並利用高手棋步的回饋修正假設與形成知識基模，進而提升棋型辨識的遷移表現。

根據上述分析，我預期在認知負荷較高的傳統擺譜學習情境下，應可提升初學者使用觀察策略和預測策略時的投入程度，使得低工作記憶廣度者與高工作記憶廣度者在棋型辨識的遷移表現都有顯著的進步。

方法

參與者

本研究自普通心理學實驗與網路招募從未學過十九路圍棋布局的成人初學者共 62 名，年齡分佈為 18 到 29 歲，平均 22 歲（27 位男性，35 位女性）。62 名參與者隨機分派至三種學習方法，其中觀察組 21 人（平均年齡 21.6，標準差 2.3），預測組 21 人（平均年齡 21.3，標準差 2.1），自我解釋組 20 人（平均年齡 21.6，標準差 1.5）。參與者在正式實驗前都明白研究目的與流程並



簽署參與同意書。實驗結束後參與者可獲得普心課程額外獎勵或一對一圍棋個別指導 15 分鐘。

實驗設計

同實驗一。

實驗程序與材料

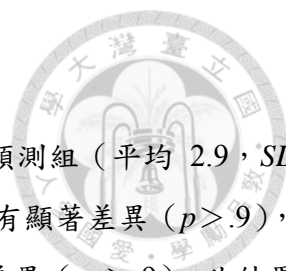
與實驗一相同，僅棋譜學習階段改為傳統擺譜方式，各組指導語也同實驗一。

結果

觀察組、預測組與自我解釋組平均年齡並無差異 ($p > .8$)。三組在工作記憶廣度與圍棋棋型辨識測驗前測的得分也無顯著組間差異。觀察組、預測組與自我解釋組在前測平均得分分別為 14.7 ($SD=4.8$)、14.4 ($SD=5.0$) 與 13.2 ($SD=5.0$)， $F(2,55)=.50$ ， $p > .6$ 。工作記憶廣度三組平均分數分別為 65.3 ($SD=9.6$)、67.8 ($SD=5.2$) 與 67.0 ($SD=7.8$)， $F(2,58)=.56$ ， $p > .5$ ，顯示三組參與者的認知資源相當，且在學習前圍棋的知識能力亦相同。

不同學習策略是否皆有助於棋型辨識的學習？

為檢驗不同的學習策略在棋型辨識測驗不同類型的題目是否都有顯著的進步，將三組在棋型辨識測驗記憶題、遷移題和全部題目的平均進步分數進行單一樣本 t 檢定，並校正 α 值為 .017。結果符合預期，全部題目和記憶題複製實驗一的結果，即三組在全部題目的平均進步分數皆顯著大於零，(全部： $ts > 5.38$ ， $ps < .001$ ；記憶題： $ts > 4.68$ ， $ps < .001$)。遷移題的表現則與實驗一略有不同、三組都有顯著的進步。問題導向程度最高的自我解釋策略遷移題平均進步分數 2.7 ($SD=3.2$) 顯著大於零 ($t=3.65$ ， $p=.003$)；程度中等的預測策略平均進步分數 2.4 ($SD=3.5$) 顯著大於零 ($t=3.16$ ， $p=.007$)；與實驗一不同的是，問題導向程度最低的觀察策略平均進步分數 2.8 ($SD=2.9$) 亦顯著大於零 ($t=4.40$ ， $p < .001$)。此結果顯示在傳統擺譜的學習情境下，三種學習策略不但可以增進棋型辨識的記憶，在棋型辨識的遷移表現也都有顯著的進步，不受策略問題導向程度的影響。



此外，問題導向程度不同的學習策略在遷移題的表現沒有差異。預測組（平均 2.9， $SD=3.4$ ）和自我解釋組（平均 2.7， $SD=3.2$ ）在遷移題的平均進步分數沒有顯著差異（ $p>.9$ ），觀察組（平均 2.8， $SD=2.9$ ）和預測策略和自我解釋策略也都沒有顯著差異（ $ps>.9$ ）。此結果顯示在高認知負荷的傳統擺譜學習情境下，策略問題導向程度的高低並未影響棋型辨識的遷移表現。

學習策略與工作記憶廣度對棋型辨識學習的效果

以下分析將進一步將所有參與者按照整體工作記憶廣度平均 67.3（ $SD=6.9$ ）分為高、低工作記憶廣度兩組。高工作記憶廣度組（ $N=36$ ）平均為 71.5（ $SD=2.4$ ），低工作記憶廣度組（ $N=25$ ）為 59.7（ $SD=7.5$ ）， $F(1,59)=66.49$ ， $p<.001$ 。在前測平均得分工作記憶廣度高低兩組並無顯著差異， $F(1,59)=.36$ ， $p>.5$ 。高組為 14.4（ $SD=4.6$ ），低者為 13.6（ $SD=5.5$ ）。

在各學習策略組按工作記憶廣度進一步分成高低兩組，各組人數如下：觀察組高工作記憶廣度者 12 人，低者 9 人，預測組高者 12 人，低者 8 人，自我解釋組高者 12 人，低者 8 人。

棋型辨識測驗得分算法同實驗一，記憶題和遷移題滿分各 25 分，總分為 50 分。分別計算記憶題、遷移題和全部題目的進步分數（後測得分減前測得分）作為棋型辨識學習成效的指標。以 PASW statistics 18（Statistics Package for the Social Sciences, Inc.）進行二因子（學習策略×工作記憶廣度）變異數分析，結果如表三所示。學習策略與工作記憶廣度對全部題目平均進步分數的主效果不顯著，兩者的交互作用也不顯著（ $F_s<1.48$, $ps>.2$ ），複製實驗一的結果。

表三

實驗二觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在記憶題、遷移題和全部題目的平均進步分數

學習策略	觀察組			預測組			自我解釋組		
	高	低	平均	高	低	平均	高	低	平均
全部題目	8.6	5.2	7.1	6.3	6.8	6.5	6.0	8.9	7.2
	(6.1)	(5.5)	(6.0)	(6.4)	(4.3)	(5.5)	(5.4)	(6.5)	(5.9)
記憶題	5.3	3.1	4.4	4.0	4.3	4.1	4.1	5.1	4.5
	(3.1)	(4.0)	(3.6)	(3.2)	(1.7)	(2.7)	(4.1)	(4.6)	(4.3)

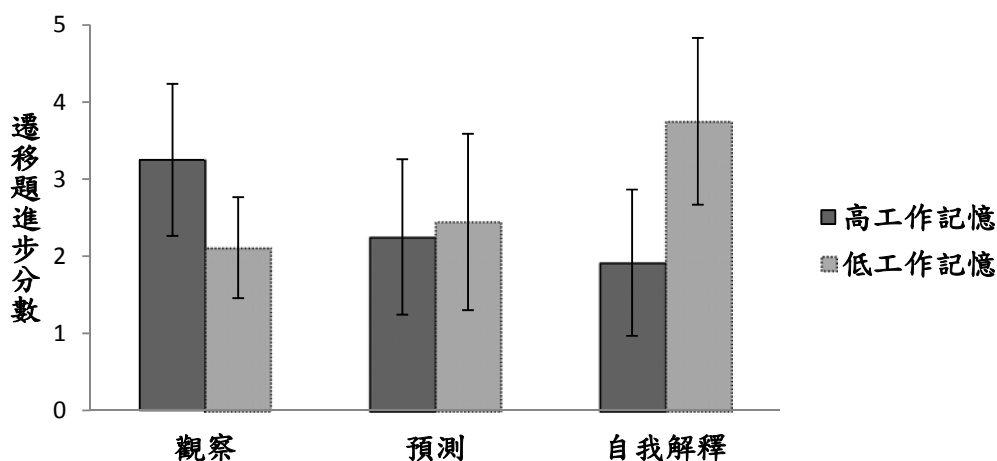


遷移題	3.3	2.1	2.8	2.3	2.5	2.4	1.9	3.8	2.7
	(3.4)	(2.0)	(2.9)	(3.5)	(3.7)	(3.5)	(3.3)	(3.1)	(3.2)

註：括弧內為標準差。

遷移題表現符合預期，如圖七所示，學習策略與工作記憶廣度對遷移題平均進步分數的主效果不顯著，兩者的交互作用也不顯著 ($F_s < 1.06, p_s > .3$)。三組遷移題的平均進步分數分別為觀察組 2.1 ($SD=2.0$)，預測組 2.5 ($SD=3.7$) 與自我解釋組 2.6 ($SD=3.2$)，沒有顯著差異，高低工作記憶廣度者的平均進步分數 (高：2.5, $SD=3.4$ ，低：2.8, $SD=2.9$) 也無差異。此結果顯示在高認知負荷的傳統擺譜學習情境下，策略問題導向程度和工作記憶廣度的高低不影響棋型辨識的遷移表現。

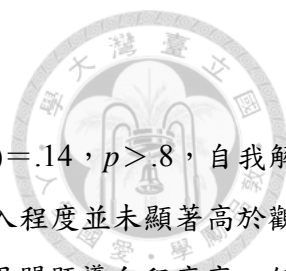
記憶題的表現則如所預期、也與實驗一相符，不受學習策略與工作記憶廣度的影響，各組記憶題的平均進步分數分別為觀察組平均 4.4 ($SD=3.6$)，預測組平均 4.1 ($SD=2.7$) 與自我解釋組 4.5 ($SD=4.3$)，沒有顯著差異，高低工作記憶廣度者的平均進步分數 (高：4.5, $SD=3.5$ ，低：4.1, $SD=3.6$) 也無差異，兩者交互作用也不顯著 ($F_s < 1.11, p_s > .3$)。



圖七：實驗二觀察組、預測組與自我解釋組高低工作記憶廣度者在遷移題的平均進步分數比較

主觀投入程度

因預測組一名參與者的資料遺失，因此僅分析 61 位參與者的資料。主觀投入程度的結果部



分符合預期，二因子變異數分析顯示，學習策略主效果不顯著， $F(2,55)=.14, p>.8$ ，自我解釋組（平均 7.4， $SD=1.5$ ）和預測組（平均 7.5， $SD=.8$ ）的平均主觀投入程度並未顯著高於觀察組（平均 7.3， $SD=1.5$ ）， $ps>.4$ 。顯示在高認知負荷的學習情境，使用問題導向程度高、低不同的學習策略學習者的投入程度沒有顯著差異。

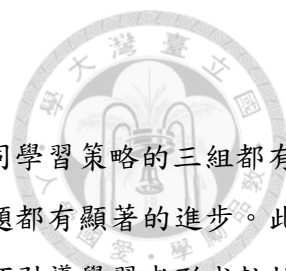
此外，投入程度也不受工作記憶廣度影響。如圖五所示，低工作記憶廣度組投入程度（平均 7.5， $SD=1.2$ ）與高工作記憶廣度組（平均 7.3， $SD=1.4$ ）無顯著差異， $F(1,55)=.13, p>.7$ 。學習策略和工作記憶的交互作用亦不顯著（ $F(2,55)=.22, p>.8$ ）。此結果顯示在高認知負荷的傳統擺譜學習情境下，高、低工作記憶廣度者的投入程度沒有差異。

棋譜練習次數

練習次數結果與實驗一相符，在相同練習時間下，問題導向程度不同的策略在棋譜學習階段重複練習的次數不同。二因子變異數分析顯示，學習策略主效果達顯著， $F(2,55)=54.31, p<.001$ 。Dunnett t 檢定顯示觀察組的平均練習次數 4.8 次（ $SD=2.0$ 次）顯著大於預測組 1.7 次（ $SD=.5$ 次）和自我解釋組 1.1 次（ $SD=.3$ 次）， $ps<.001$ 。工作記憶廣度對練習次數的主效果則不顯著、學習策略和工作記憶廣度的交互作用效果也不顯著（ $ps>.2$ ）。在固定時間下，高問題導向的策略練習次數較少，顯示棋型辨識學習成效並非來自於練習次數較多所致。

討論

實驗二檢驗在認知負荷較高的傳統擺譜學習情境下，學習策略問題導向的程度和工作記憶廣度對棋型辨識的效果。主要發現如下：（一）與電腦擺譜不同，使用不同學習策略的初學者投入程度沒有顯著差異，問題導向程度最低的觀察組和中等的預測組遷移題分數皆如所預期有顯著地進步，且與問題導向程度最高的自我解釋組沒有差異。顯示在傳統擺譜學習中，使用問題導向程度不同的學習策略皆有助於提升初學者在棋型辨識測驗的遷移表現。（二）記憶題的表現重複實驗一的結果，顯示學習策略問題導向的程度不影響棋型的記憶，三組記憶題分數都有顯著的進步。（三）在認知負荷較高的傳統擺譜學習情境下，工作記憶廣度不影響棋型辨識的學習成效。高、低工作記憶廣度者在棋型辨識測驗的遷移題都有顯著的進步，且使用不同學習策略的三組高、低工作記憶廣度者表現皆沒有顯著差異。



本實驗的結果顯示認知負荷較高的傳統擺譜情境可以使得使用不同學習策略的三組都有相當高的投入程度，且不論工作記憶廣度高低，觀察組和預測組在遷移題都有顯著的進步。此結果顯示對於初學者而言，傳統擺譜的棋步搜尋和棋子擺放作業本身就可引導學習者形成較抽象的知識基模，也使得學習策略的問題導向程度沒有造成學習表現的差異。這也意涵改變「學習情境」本身的內在認知負荷與改變「學習策略」問題導向程度以提升投入在內在認知負荷程度這兩種方式對於初學者棋型辨識的學習而言具有相似的效果。與實驗一的結果相較，透過改變「學習情境」的認知負荷所得到的成效更不受限於工作記憶廣度的影響，特別是使用預測策略時。

以 John Sweller 的認知負荷理論解釋此現象，有可能是因為適當的改變學習情境本身的認知負荷或學習者使用的學習策略皆有助於將認知資源投入在與學習目標有關的學習材料上、將資源用於處理這些重要概念之間的關係。因而在傳統擺譜學習情境下，由於已有相當高的內在認知負荷，就無法再透過提升學習策略的問題導向程度提升學習者投入在內在認知負荷的程度。



綜合討論

本論文透過圍棋擺譜學習探討不同學習策略對快速型態辨識學習的影響，主要的發現如下：

(一) 在電腦擺譜（低認知負荷）的學習情境下，相較於使用多次練習的學習策略（觀察），使用問題導向型的學習策略（自我解釋或預測）學習者認為自己有較高的認知投入，且使用自我解釋策略者在棋型辨識的遷移題表現較觀察策略組為佳。(二) 在電腦擺譜情境下，使用預測策略時，高工作記憶廣度者較低工作記憶廣度者有較佳的遷移效果，但自我解釋策略組工作記憶廣度高低對學習表現沒有影響。(三) 在傳統擺譜（高認知負荷）的學習情境下，學習者在學習時主觀判斷的認知投入程度不受學習策略不同的影響，且在棋型辨識的遷移題都有顯著的進步，也不受學習者工作記憶廣度的影響。

本研究首次提供了學習策略與學習情境的認知負荷會影響型態辨識學習的實徵證據，也發現學習策略和情境都會影響學習者的投入程度與學習表現，支持認知負荷理論對學習策略效用的分析。該理論認為預測或自我解釋這類問題導向型的學習策略牽涉到認知資源的重新分配，可以引導學習者將較多的認知資源投入在與學習目標有關的歷程上而增進學習表現（Sweller, 2010）。本論文發現無論是在低負荷學習情境下藉由使用問題導向型學習策略提升有效認知負荷（實驗一）或是提高學習材料的內在認知負荷（實驗二）都可讓學習者在學習階段有較高的投入程度，且在後續的棋型辨識測驗有較佳的遷移效果，亦即適當地提升學習材料的複雜度（提升內在認知負荷）或引導認知資源投入在作業理解或解題本身（提升有效認知負荷）皆可增進棋型辨識的學習。從策略的效果而言，不同學習策略只在低認知負荷的電腦擺譜情境有顯著的差異，亦即學習策略問題導向程度愈高，學習的遷移效果愈好。

棋型辨識是型態辨識的一種，過去研究認為專家在這方面的能力是來自於天賦或透過大量練習而達成（De Groot, & de Groot, 1978），這種快速的直覺不見得可以透過短時間的練習與策略的思考而得來。不同於此，我的研究顯示對於初學者而言，使用問題導向的學習策略、引導學習者投入較多的思考相較於更多次的觀察學習更有助於提升快速的型態辨識作業表現。這樣的結果顯示問題導向型的學習策略除了有助於分析式的問題解決，也有助於提升快速的型態辨識能力。而專家直觀式的型態辨識能力和分析式的問題空間搜尋能力是否透過相似的學習歷程習得則是一個值得未來探索的問題。



此外，本論文更進一步發現學習者的認知資源會影響使用預測策略的成效，有助於澄清認知資源與學習策略認知負荷間的關係，並對問題導向策略的適用性有所意涵。根據認知負荷理論，預測和自我解釋這類問題導向型策略牽涉到分配較多認知資源在內在認知負荷上，因此原先預期使用問題導向策略時，高工作記憶廣度者應比低工作記憶者有較佳的遷移效果。然而本研究發現在高負荷的學習情境下（傳統擺譜情境），學習者的工作記憶廣度高低對學習成效都沒有影響，只有在低負荷的學習情境下（電腦擺譜情境）使用預測策略時，高工作記憶廣度者表現較低工作記憶者為佳，而使用認知要求最高的自我解釋策略時，高工作記憶廣度者和低工作記憶廣度者表現反而沒有差異。使用自我解釋策略時，高、低工作記憶廣度者都有很高的投入程度，學習後在棋型測驗的遷移題表現也都有進步，可見使用自我解釋策略時，高、低工作記憶廣度者都有能力將認知資源分配到處理與學習目標相關的概念間關係（亦即提高內在認知負荷），無論學習情境認知負荷高低。亦即對我的研究參與者而言（18到29歲的初學者），自我解釋策略無論對高低工作記憶廣度者都是認知上可以負荷的並且也適用。然而，在電腦擺譜情境下使用認知要求與問題導向程度稍低的預測策略時，卻只有高工作記憶廣度者仍有遷移效果。對這個預期之外的結果，我提出以下的解釋。

由於低工作記憶廣度者在使用預測策略時確實花時間在進行預測、棋譜練習次數顯著較觀察為少、投入程度也較高，因此我不認為他們只是單純的觀察，且低工作記憶廣度者在使用自我解釋策略時，確實也提升表現，因此我也不認為他們在預測策略表現較差是因為認知資源不足以記住棋步的回饋或者進行預測對他們而言是過度的負荷。我認為比較有可能是因為預測策略的效果會需要考量棋步的回饋、進行知識基模的修正，高工作記憶廣度者可能比低工作記憶廣度者有較充足的認知資源讓他們較有能力或傾向主動考量較多資訊，在沒有被要求提出解釋或理解的情況下（預測組）。至於此傾向是否源於較高的動機、或純粹有較多認知資源比較有餘裕同時進行其他活動、還是因為高工作記憶者在沒有很確切有效的指導時有較佳的資源分配和策略，則有待後續研究探討。

學習情境方面，原先預期認知負荷較高的傳統擺譜情境（亦即讓學習者在棋譜學習時進行搜尋棋步、在棋盤上找到相對應的位置擺放棋子）應可提升初學者投入在內在認知負荷的程度，使得學習遷移有所進步。實驗二的結果支持傳統擺譜可以使不同學習策略使用者都有相當高的投入程度，尤其觀察和預測兩種策略使用者在棋型辨識的學習遷移上也都有顯著的進步，跟電腦擺譜情境不同。然而使用自我解釋策略者並未能比前述兩種策略使用者顯著地有更好表現，



我認為之所以如此，有可能是由於學習者的認知資源有限，在高認知負荷的學習情境下，由於投入在內在認知負荷的程度已相當高，因此可能無法再透過高問題導向的學習策略提升學習者投入更多在內在認知負荷，也就是說透過學習策略和學習情境提升內在認知負荷的效果是有天花板效應的，至少在短期練習的情況下。

本論文亦發現與改變「學習策略」問題導向的程度相較，改變「學習情境」的內在認知負荷較不受限於工作記憶廣度的影響。實驗二發現在高認知負荷的學習情境下，無論是高、低工作記憶廣度的初學者都有相當高的投入程度、在棋型辨識的學習遷移都有顯著的進步。而問題導向程度較高的「學習策略」其學習成效則有賴參與者主動的將認知資源運用在修正原有的知識基模，若低工作記憶廣度的學習者雖然有進行預測但並未將正確的棋步回饋用以修正假設，則策略成效可能不彰。

然而，無論是在高問題導向的自我解釋策略，或是高認知負荷的傳統擺譜學習情境，低工作記憶廣度者的表現都可以和高工作記憶廣度者一樣好，可見得若學習情境或策略的設計得當，可以使工作記憶廣度相對低者的資源分配較好，進而有較好的學習表現。

貢獻與限制

綜上所述，本研究主要貢獻如下：首先，相較於過去問題解決需要路徑搜尋與分析、需要花費較長時間解題的研究，本研究首次發現提高學習策略問題導向程度和學習情境的認知負荷皆可提升初學者的投入程度，有助於快速型態辨識學習效果類化到新題目。且本研究亦發現改變學習情境的認知負荷較不受限於工作記憶廣度的影響，使用問題導向的學習策略則在某些情況下需考量使用者的工作記憶廣度，顯示低工作記憶廣度者的學習成效則較容易受到學習情境和學習策略的影響。因此，如果學習情境材料的內在認知負荷與學習目標相符、設計得當，則學習者無論使用觀察或問題導向策略都能有效學習；但若學習情境材料的設計本身的內在認知負荷較低，則可能需要指導學習者使用適當的問題導向策略。此結果可作為教師學習情境設計與學習者選擇學習策略時的參考。

本研究結果的詮釋有一些限制。首先，樣本數在區分工作記憶廣度後相對地少，相關詮釋需要比較謹慎，仍有待後續的研究加以重複驗證。其次，本研究的參與者為 18 到 29 歲的圍棋初學者，這些發現是否可類推到兒童仍尚待驗證。由於兒童的工作記憶廣度低於成人，以目前



的結果推測，我們認為對兒童比較好的選擇是傳統擺譜情境下使用觀察或預測學習，因為傳統擺譜較不受學習者工作記憶廣度高低的影響，而使用電腦擺譜效果最好的是自我解釋策略，但兒童的腦力資源很可能無法負荷長時間進行這種分析性的策略。

第三，由於本論文的研究對象是圍棋初學者棋譜自學方法的探討，根據認知負荷理論的專家反轉效應 (Sweller, 2010)，相同的學習策略與學習情境對於專業程度不同的學習者可能也會有不同的效果，因為對於專家而言，許多知識早已儲存在長期記憶中，同樣的範例與學習材料可能反而會變成多餘的外在認知負荷；而過去研究也發現研讀棋書、使用電腦資料庫以及團體練習對於高水平棋力的發展相當重要 (Campitelli & Gobet, 2008)，因此本研究發現學習情境和策略的效果是否能應用到棋力較高的級位、甚至段位的學習者，以及是否適用於團體的練習仍尚待後續研究探討。

第四，由於本研究學習階段的設計是在短時間內反覆練習同一份棋譜，是否能應用到較長的學習時間、不同的學習材料或不同的學習策略，以及效果可持續多久仍尚待檢驗。過去研究發現自我解釋相較於其他策略需花費較長時間 (Lombrozo, 2006)，是否有可能在學習時間較長時，自我解釋與預測等問題導向型策略和高認知負荷的學習情境會更有助於維持學習者的動機或更增進學習表現尚待進一步研究。此外，本研究的棋型辨識測驗是在棋譜學習階段後立即進行，此學習效果是否能維持更長的時間（如一周後）仍尚待檢驗。

最後，由於本研究使用的棋型辨識測驗是出自兩個棋譜，並控制使用相同原則的題目一起出現，但此出題方式有可能會促進棋型的遷移效果，因此未來研究可以考慮遷移題使用不同的棋譜做為學習材料，可讓遷移題的題目隨機出現、避免題目的順序造成學習遷移。

未來研究方向

無論在電腦擺譜或傳統擺譜情境下，本研究都一致發現使用單純觀察的策略在固定時間下反覆練習同一棋譜的次數顯著高於其他問題導向的策略，但並未有較佳的學習表現，這有可能是因為單一的學習材料所致。根據認知負荷理論，若提供更多的棋譜或不同的學習材料（例如：擺完一譜後可以觀看下一份棋譜、或者使用圍棋題目等不同的媒材作為棋型辨識的學習材料），讓練習次數較多的觀察策略可用以處理更多樣化的學習材料，有可能可以提升觀察策略的學習效果。若未來研究能以多樣化的材料比較使用問題導向程度不同的策略成效，將有助於理解學



習階段時學習者花在處理資訊的深度與廣度何者較有助於型態辨識的學習，可更進一步剖析型態辨識的學習機制。

另外，除了已知問題導向的策略可提升學習遷移之外，過去研究也發現記憶導向的策略可提升學習情境的記憶，但無法促進學習遷移 (Needham & Begg, 1991)，然而也有研究認為使用記憶的策略可以促進學習的理解 (Kember, 1996)。記憶策略也是學習圍棋時常用的方法 (例如：學習棋譜時使用「背棋譜」的方式——亦即把高手下的每步棋記起來)，但尚未有人檢驗記憶導向策略是否有助於型態辨識的學習與遷移或是適用的條件。這個議題也值得未來進一步探究。

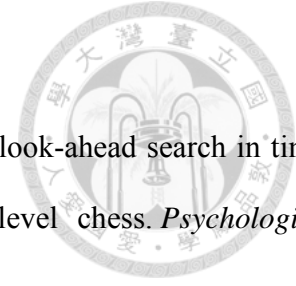


參考文獻

- 謝銳 (民 103 年 5 月 16 日)。圍棋人機大戰 10 年沒戲 最多 50 年電腦圍棋可勝。民 104 年 5 月 20 日，取自：<http://sports.qq.com/a/20140516/009496.htm>
- 蕭愛霖 (2014)。圍棋活動對幼兒空間能力及專注力的影響 (未出版碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- chiuinan (民 103 年 9 月 30 日)。[分享]電腦圍棋程式發展史&最強的圍棋程式。民 104 年 4 月 22 日，取自：<http://www.gamebase.com.tw/forum/30032/topic/97476611/1>
- Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48(1), 35.
- Bielaczyc, K., Pirolli, P. L., & Brown, A. L. (1995). Training in self-explanation and self-regulation strategies: Investigating the effects of knowledge acquisition activities on problem solving. *Cognition and instruction*, 13(2), 221-252.
- Bossomaier, T., Delaney, A., Crane, J., Gobet, F., & Harre, M. (2013). The neurological scaling of human expertise. In *Cognitive 2013: The Fifth International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications*(pp. 53-58). International Academy, Research, and Industry Association (IARIA).
- Campitelli, G., & Gobet, F. (2008). The role of practice in chess: A longitudinal study. *Learning and individual differences*, 18(4), 446-458.



- Chabris, C. F., & Hearst, E. S. (2003). Visualization, pattern recognition, and forward search: Effects of playing speed and sight of the position on grandmaster chess errors. *Cognitive Science*, 27(4), 637-648.
- Chi, M. T. (2000). Self-explaining expository texts: The dual processes of generating inferences and repairing mental models. *Advances in instructional psychology*, 5, 161-238.
- Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive science*, 13(2), 145-182.
- Chi, M. T., Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive science*, 18(3), 439-477.
- Cooper, G., & Sweller, J. (1987). Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of educational psychology*, 79(4), 347.
- Crowley, K., & Siegler, R. S. (1999). Explanation and generalization in young children's strategy learning. *Child development*, 70(2), 304-316.
- de Bruin, A. B., Rikers, R. M., & Schmidt, H. G. (2007). The effect of self-explanation and prediction on the development of principled understanding of chess in novices. *Contemporary Educational Psychology*, 32(2), 188-205.
- DeLeeuw, N., & Chi, M. T. H. (2003). Self-explanation: Enriching a situation model or repairing a domain model. *International conceptual change*, 55-78.
- De Groot, A. D., & de Groot, A. D. (1978). *Thought and choice in chess* (Vol. 4). Walter de Gruyter.



- Gobet, F., & Simon, H. A. (1996). The roles of recognition processes and look-ahead search in time-constrained expert problem solving: Evidence from grand-master-level chess. *Psychological science*, 52-55.
- Gobet, F., & Simon, H. A. (1998). Pattern recognition makes search possible: Comments on Holding (1992). *Psychological Research*, 61(3), 204-208.
- Klein, G. A. (1993). *A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making* (pp. 138-147). Ablex Publishing Corporation.
- Kuhn, D., & Katz, J. (2009). Are self-explanations always beneficial?. *Journal of experimental child psychology*, 103(3), 386-394.
- Lewis, M., & Anderson, J. (1985). Discrimination of operator schemata in problem solving: Learning from examples. *Cognitive Psychology*, 17, 26-65.
- Lombrozo, T. (2006). The structure and function of explanations. *Trends in cognitive sciences*, 10(10), 464-470.
- Needham, D. R., & Begg, I. M. (1991). Problem-oriented training promotes spontaneous analogical transfer: Memory-oriented training promotes memory for training. *Memory & cognition*, 19(6), 543-557.
- Neuman, Y., & Schwarz, B. (1998). Is self-explanation while solving problems helpful? The case of analogical problem-solving. *British Journal of Educational Psychology*, 68(1), 15-24.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (Vol. 104, No. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.



- Pirolli, P., & Recker, M. (1994). Learning strategies and transfer in the domain of programming. *Cognition and instruction*, 12(3), 235-275.
- Reed, S. K. (1972). Pattern recognition and categorization. *Cognitive psychology*, 3(3), 382-407.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive science*, 21(1), 1-29.
- Renkl, A. (2002). Worked-out examples: Instructional explanations support learning by self-explanations. *Learning and instruction*, 12(5), 529-556.
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H., & Mandl, H. (1998). Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary educational psychology*, 23(1), 90-108.
- Stark, R. (1998). Lernen mit Lösungsbeispielen. Der Einfluß unvollständiger Lösungsschritte auf Beispielelaboration, Motivation und Lernererfolg [Learning by worked-out examples. The impact of incomplete solution steps on example elaboration, motivation, and learning outcomes]. Unpublished dissertation. University of Munich, Germany.
- Sweller, J., & Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2(1), 59-89.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22(2), 123-138.
- VanLehn, K., & Jones, R. (1993). What mediates the self-explanation effect? Knowledge gaps, schemas or analogies? In M. Polson (Ed.). *Proceedings of the 15th annual conference of the cognitive science society* (pp. 1034–1039). Hillsdale, NJ: Erlbaum.