

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民94，37卷，1期，41—59頁

記憶策略訓練對工作記憶容量的影響*

陳 湘 淳

李 玉 琇

國立中正大學
心理系

本研究探討記憶術的訓練能否使個體的工作記憶容量產生改變。研究中以兩種圖像記憶術的訓練（位置記憶法、身體拴釘法），比較實驗組及控制組（各20位大一學生）在六種工作記憶作業上的表現。所有受試者先進行工作記憶測驗，一個星期之後，分別進行兩小時的團體訓練課程，實驗組接受圖像記憶術的訓練，而控制組接受與記憶術無關的思考法訓練。經過一個星期之後，兩組受試者分別接受第二次的工作記憶測量。結果發現，圖像記憶術的訓練，能使受試者在閱讀廣度、簡單視覺空間廣度及空間廣度等三方面的工作記憶容量增加。此結果顯示，工作記憶可以藉由訓練而改變；圖像記憶術使用視覺心像作為策略，使儲存更有效率，進而增加整個工作記憶的容量。

關鍵詞：工作記憶、記憶術、記憶策略訓練、視覺心像

究竟記憶力能不能透過訓練而增加呢？Woodrow（1927）將受試者分成三組，其中一組實驗組接受記憶術訓練，結果發現，記憶訓練組的再測表現明顯優於其他兩組（引自Baddeley, 1999）。其他研究也證實，記憶術訓練的確能夠增加短期記憶能力及第二語言的學習（Campos & Perez, 1997；Manalo, 1999；Thomas & Wang, 1996）。工作記憶的研究顯示（Harris & Qualls, 2000；Klein & Boals, 2001；McNamara & Scott, 2001），個體的工作記憶容量會因為策略或訓練而改變。根據這些發現，研究者推測工作記憶的容量可能也會受到其他記憶策略訓練的影響，因此，本研究將探討記憶術與工作記憶容量之間的關係。以下分別討論記憶術與工作記憶：記憶術部分，首先介紹兩種不同的分類方式，接著說明記憶術的相關理論；工作記憶部分，先探討工作記憶的模式，再介紹測量工作記憶容量常用的雙重作業。最後，將以視覺心像來探討記憶術訓練對工作記憶容量的影響。

一、記憶術（Mnemonic）

記憶術是一種策略或技巧，能增進我們對訊息的處理或儲存。記憶術的種類很多，大致有兩種分類方式：依所運用的記憶策略，可分成視覺圖像記憶術及語文記憶術兩類（Baddeley, 1999）；依訊息最初進入大腦時編碼的方式是否結構化，有組織性記憶術和編碼記憶術兩種（Bellezza, 1996）。以

* 本論文係陳湘淳（原名陳麒合）所提國立中正大學心理研究所之碩士論文的部分內容，在李玉琇 教授指導下完成。

下主要以所運用的記憶策略，來做分類及說明。

(一) 視覺圖像記憶術

視覺圖像記憶術是以圖像聯想的方式，對所要記憶的項目以視覺心像產生連結。最早出現的是「位置記憶法」，記憶者需先在熟悉的環境中選擇一組位置，事先排好順序來當作掛勾，再將要記憶的內容用生動的圖像與這些掛勾產生連結。以記憶10個物件為例：先在房間中選擇10個位置，並固定位置與位置間的順序。接著，想像自己順著這10個位置走動一遍，再將要記住的10個物件用心像將它們放到這些位置上。回憶時先按照10個位置的順序默想一遍，進而提取出10個物件。位置記憶法所運用的原理是使學習的新知識與熟悉的基模之間產生連結，使個體可以在提取時運用心智重遊的方式回憶訊息 (Haberlandt, 1999)。與位置記憶法雷同的還有「身體栓釘法」，利用身體不同的部位來當釘子 (例如：1是頭頂、2是眼睛、3是鼻子、4是口、5是耳朵)，對記憶項目產生圖像 (例如：身分證影本、扣繳憑單、圖章、存摺影本、在職證明)，以誇張的方式想像連接在所設定好的身體位置上 (例如：頭頂包著印有「身分證」的頭巾、眼睛貼著一張扣繳憑單、鼻孔插著一顆印章、口中咬著存摺、耳朵插著一枝寫著「在職證明」的旗子)。另外，「字形法」則是利用視覺的想像，連結數字的型態和物件，例如：鉛筆1、鴨子2、耳朵3、帆船4、勾子5、哨子6、柺杖7、眼鏡8、氣球9、棒球10，再將數字所代表的圖像與文字產生連結。而「字釘法」與字形法相似，不同的是利用押韻的方式來產生數字的圖像。

(二) 語文記憶術

語文記憶術主要以語文的編碼為策略來組織記憶結構，大多需要運用聯想的方法來完成，越荒謬有趣的聯想，越容易加深大腦對訊息的印象，回憶時也越容易活化，符合記憶的精緻化編碼原則。例如：要記住「留連」可以「語意聯想法」以文字的意義想像「一個人來回走動」的畫面，也可以「語音聯想法」用文字的語音來聯想，以「榴槤」來幫助記憶。「故事聯想法」是最常見的語文記憶術，以編故事的方式將所要記憶的材料串連起來。其次，「兩兩相連法」運用推敲聯想，把記憶項目兩個兩個一組，按照排列順序進行連結。而「字頭法」則需先熟記原始的文字後，用文字的第一個字或字母來產生聯想。另外，「數字子音法」原理是將抽象的數字轉換為子音，再將子音結合母音轉換成可以圖像化的文字，日後回憶時再轉換回原始的數字。而「諧音法」則是運用相近的音來輔助記憶。

由上述記憶術介紹可知，運用策略來幫助記憶，能對自己的記憶現狀產生後設認知，了解如何針對不同記憶材料，配合記憶策略來做不同的編碼，以提升記憶的有效性。

二、記憶術理論

上述的各種記憶術都是運用方法，使我們在訊息的收錄與提取時更有效率，以下將以三種與記憶收錄相關的理論來說明，為何使用記憶策略編碼，可以有助於回憶時的提取，進而增進記憶的表現。

首先，以收錄特定原則 (encoding specificity principle) 來說明記憶術的原理。回憶某項訊息時的表現，與這個訊息當時被知覺與編碼的方式有關，Tulving 和 Pearlstone (1966) 進行相關的研究，呈現給受試者「類別名稱及一群同類別的物件」，結果顯示，提供類別名稱的線索回憶組明顯優於自由回憶組。Thomson 和 Tulving (1970) 因而提出「收錄特定原則」認為，以訊息最初編碼的方式當作提取線索，將有助於這項訊息的回憶 (引自鄭昭明，民82)。在回憶時給予適當的提取線索，可以使那些原本無法觸及的訊息，被成功的回憶出來，但是，並不是所有的線索都是有效的線索，必須是那些在刺激呈現時，同時出現且同時編碼的訊息，才是有效的提取線索。這些線索稱為心智線索，能使人在學習歷程中的兩個關鍵時間 (研讀、回憶) 之間，做簡單的記憶提取，使需要記憶的訊息產生相關連的心智表徵。如收錄特定原則所述，不同的記憶項目在登錄時具備了特異性，當我們回憶時，某個記憶項目在回憶過程中被活化的現象，就像是學習時伴隨的背景被活化一樣 (Bellezza, 1996)。有

效的線索必須包含以下的條件：可聯想性，指在記憶時越多的特徵、屬性和聯想被活化來當作心智線索的一部份，線索與被提取的訊息之間就有越多的連結；雙向連結性，在使用語文記憶術時尤其重要，例如先前提過的例子，將「留連」編碼成「榴槿」，在回憶時，「榴槿」的圖像要先回憶出來才能還原成「留連」；建構性，線索的組織越好，訊息能被回憶出來的可靠性越高；可辨性，區辨性越大回憶的效果越大。

接著，以**連結網路**的概念來說明記憶術的原理。許多新近的學習和記憶模式認為，記憶的結構是由代表知識的「連結線」和「節點」所組成，例如：Collins與Loftus（1975）曾提出蔓延激發模式，來解釋節點與節點之間的連結，認為兩節點的連結會因為被激發的強度不同，有速度上的差異，越常用的速度越快。某一個知識節點的激發會沿著連結線蔓延至其他相關的知識節點。因此，在「字彙判斷」的作業下，一個字的出現對後來出現的目標字的判斷，有顯著性的影響。如果兩個字在語意上有關連，則前一個字的出現會加速目標字的判斷，如果兩個字之間，沒有任何語意的關連，則無助或有害於目標字的判斷。這種效果稱為語意促發效果（引自鄭昭明，民82）。在連結的網路架構中，記憶術可看成是一種策略，利用活化既存連結的方式來幫助我們學習新的訊息。不同記憶情境所產生的連結網路與所引發的推敲歷程也不相同，當記憶材料是一種語意記憶時，可以運用既有的知識節點，來活化相關的連結網路；當記憶材料是一種事件記憶時，所運用的推敲歷程與某特殊經驗有關（Bellezza, 1996）。在連結網路中的兩個節點間，尋找且活化間接的路徑有時比創造一個新的且直接的路徑有效。如：要記住「牛—薄荷」的配對，可以利用「草」來當間接的節點，活化與草相關的連結。因為牛，想到牛愛吃草，再由草想到同是綠色植物的薄荷。這種方法將背景知識和事件的表徵結合，可減少前向和後向干擾（Bellezza, 1996）。

最後，就**記憶基模**的觀點而言，基模是Bartlett（1932）所提出的概念，是一種有組織的知識結構，可以代表個人對外在世界的語意記憶與事件記憶的經驗，以形成一個知識的表徵。同時，基模也具備一個「主動辨識的設計」，能夠比對外來的刺激或訊息與其本身是否吻合（鄭昭明，民82）。因此，利用舊知識的基模來與新知識產生連結，可以幫助我們理解及記憶新的訊息。例如，閱讀一篇文章卻缺乏這篇文章的標題時，很難理解及記住文章所描寫的內容。但是當我們知道文章的標題之後，就會喚起與標題相關連的過去經驗及知識。因此，可以利用這個標題的基模來解釋文章的各個部分，而使文章變得容易理解，也更容易記憶。組織性記憶術（如：位置記憶法）與基模有幾點相同，第一，兩者都透過經驗而獲得；再者，在結構上兩者都是一種階層性的組織；最後，在記憶方面，兩者都可當作個人的心智線索。Bellezza（1996）認為，組織性記憶術是用記憶中的知識結構來與新的學習產生媒介，如同某種基模一樣，可以連結舊知與新知，所以能夠幫助記憶。

三、工作記憶（Working Memory，簡稱WM）

WM是用來處理和儲存訊息的短期認知系統，容量有限，在人類高層次的認知作業中，如閱讀、推理和理解，扮演著重要的關鍵角色（Baddeley & Hitch, 1974；Turner & Engle, 1989；Baddeley & Chincotta & Adlam, 2001）。預測個人閱讀理解能力的研究顯示，WM比短期記憶更能說明個人有限資源在認知作業表現上的差異，因素分析結果也發現，簡單廣度作業與短期記憶有關，而複雜廣度作業與WM有關（Kail & Hall, 2001；Turner & Engle, 1989）。

Baddeley和Hitch（1974）提出的工作記憶模式，由以下三個子系統所組成。**視覺空間模版（Visuospatial sketchpad）**：負責維持和操作視覺相關的訊息，與視覺心像有關（Baddeley & Andrade, 2000）。可以分成兩個部分：視覺訊息系統，專門用來處理物體的顏色和形狀；空間訊息系統，處理物體在空間中的位置，以及物體在空間中的轉換移動（Logie, Gilhooly & Wynn, 1994）。**語音迴圈（Phonological loop）**：針對聽覺和語文材料的訊息進行維持和操作的功能，與訊息進入長期記憶有關

(Baddeley et. al, 2001)。由語音儲存器和覆誦緩衝器兩個不同功能的子成分所組成，語音儲存器儲存語文方面的訊息，覆誦緩衝器則能夠不斷的更新及提取語音儲存器中的資料 (Logie et al., 1994)。**中央執行器 (Central executive)**：負責控制「處理和注意」，用來應付較高層次的處理；掌控整個工作記憶的運作，將有限的認知資源適當的分配給視覺空間及語音兩個子系統；因同時處理兩種甚至兩種以上的作業，類似注意力的機制，非常耗費資源 (Baddeley et. al, 2001；Turner & Engle, 1989)。神經心理學研究顯示，中央執行器與額葉的功能有關，與時間有關的記憶（如：事件順序、工作計畫）、運作記憶（如：數字連續加減）及抑制能力（如：念字色而不受色字的干擾）等，都由中央執行器來整合WM的運作 (Haberlandt, 1999)。

Baddeley (2000) 最近發展的WM模式，除了上述三個主要成分之外，提出兩個新概念。第一，語音和視覺空間的次系統都分別和長期記憶產生連結，且是一種雙向的關係。另外，WM的新成分：**事件緩衝器 (Episodic buffer)**，具有以下的特性與功能：（一）用來整合從兩個從動系統和從長期記憶來的訊息，容量有限，能有效率的串連連貫的事件來整合訊息，類似Ericsson和Kintsch (1995) 提出的長期工作記憶 (Long-term working memory, 簡稱LTWM) 概念，對於回憶而言很重要。LTWM是一種更有效的WM，比一般WM能更快速的使用長期記憶。典型的WM由長期記憶提取，需要一至二秒，而LTWM提取只需大約四百毫秒。這種快速的訊息處理，使用短期記憶的線索來活化提取的結構，使我們能直接由長期記憶中提取訊息。（二）易受到意識覺察的影響。可用來解釋心像與WM的關係 (Baddeley & Andrade, 2000)。（三）高度的依賴中央執行系統，是一種儲存的機制，而非用來處理記憶的保留和控制。

Baddeley 等人以雙重作業來顯示WM有三個獨立的成分。其邏輯是藉著干擾WM模式中三個成分的運作，來分離出個別成分的功能 (Brooks, 1968；Baddeley, 1992；Jonides, 1995)。若目標作業受到次級作業的干擾，則假設這兩種作業佔用相同的WM成分；若目標作業在表現上並未受到次級作業的影響，則假設這兩種作業運用不同的WM成分 (Haberlandt, 1999)。雙重作業也是測量WM容量時常用的方法，在這類測量中，受試者必須同時完成兩種作業：目標作業（或稱儲存作業），通常是一般的短期記憶作業，在刺激呈現後要求立即回憶；次級作業（或稱處理作業），通常是用來佔住WM的容量。如閱讀廣度作業 (McNamara & Scott, 2001)，次級作業要求受試者閱讀二至六個句子，目標作業則是記住每個句子的最後一個字，所有刺激呈現完之後，受試者必須依序回憶出每個句子的最後一個字。WM廣度作業的得分反映WM的容量，而容量或回憶出的項目數，反映了當完成處理需求後，額外可利用於儲存的資源量。因此，本研究的WM容量指的是，在同時進行儲存及處理作業時，還有多少資源可用來成功的登錄目標刺激。

四、研究目的

心像是一種心理能力，也是一種物體與事件的心理表徵，能使個體在心裡想像一個圖像。WM在認知的歷程中扮演著控制的角色，使個體可以同時處理不同知覺來源的訊息，這樣的心智模式也使個體可以預測及計畫下一步的行動，而生動的心像正可表徵這些外在環境中多變的感覺屬性 (Baddeley & Andrade, 2000)。因此許多研究開始探討心像表徵與WM表現及容量之間的關係，例如：Baddeley (1988) 探討視覺心像與WM視覺空間模版成分的關係，並進一步探討，視覺空間模版在心像的產生及保留上，尤其對於使用視覺或空間的心像記憶術而言，扮演著關鍵的角色。而聽覺心像是一種在缺乏聽覺刺激時仍能持續運作聽覺記憶的心智容量，Baddeley和Logie (1992) 探討聽覺心像與WM中語音迴圈運作之間的關連發現，聽覺心像與語音迴圈的短期語音儲存作業有關。此外，Baddeley和Andrade (2000) 則認為WM的兩個從動系統在儲存及維持訊息時，需要依賴主動性的覆誦，而WM這些主動性的維持功能與心像有關，個體對心像的鮮明度反映了WM的容量。

圖像記憶術是一種重要的記憶術，主要依賴心像來運作，根據以上的探討可以得知，心像的產生與工作記憶有關，因此可以進一步的推論，圖像記憶術的運作與WM的表現有關。本研究想探討，既然圖像記憶術與WM有關，改變其中一個，是否會造成另一個的改變？本研究將以「位置記憶法」及「身體栓釘法」為例，作為圖像記憶術訓練，並比較記憶術訓練前後，WM的容量是否改變。本研究認為，較有效率的記憶使用者，在處理訊息時產生較少的負擔，空出較多WM的容量，因而能處理或儲存更多的訊息。前文曾經提到，在WM模式中，視覺空間模版和語音迴圈兩個從動系統的儲存和維持功能需要使用心像。但是，WM的運作包含儲存及處理兩個部分，又因為WM容量有限，在儲存與處理時便會產生競爭，影響心像提取的資源。而圖像記憶術，在協助編碼儲存及提供提取線索這兩個重要的部分，扮演著關鍵的角色，可以在WM作業的儲存與處理競爭下，有效的減少訊息被儲存與提取時所需耗費的資源。因此本研究預期，圖像記憶術能夠使WM的儲存作業，變得更有效率。由於圖像記憶術所利用的是視覺空間的心像，對視覺空間的WM成分應有較直接的影響。

綜合以上的討論，本研究預期有下列三個結果：（一）WM容量會受到記憶策略訓練的影響。（二）圖像記憶術訓練能增加個體的WM容量。（三）圖像記憶術訓練所造成個體WM容量的改變，只出現在視覺空間方面，在語音部分則沒有影響。本研究利用前測—後測控制組的實驗設計，採個別施測的方式，以「WM的改變」為依變項，來看記憶策略訓練對WM容量的影響。為了避免因前測或實驗處理造成受試者的預測，產生兩組在回答動機、信心等有不同的反應，本研究除了實驗組（以下稱記憶訓練組）在前測進行記憶術訓練課程之外，控制組（以下稱思考訓練組）也同樣進行實驗處理，但內容與記憶術無關。因本研究的受試者並非隨機分派而成，是利用既有的班別來做分組，故兩組受試者在接受前後測之前，先填寫自評量表，以比較兩組在背景資料及接受記憶術訓練課程之後的改變情形。本研究中使用六種WM廣度作業，由一系列的訊息處理和儲存運作所構成，分別在記憶術訓練前後對受試者施測，以觀察圖像記憶術的使用，是否會改變工作記憶的容量。如果會，將對WM模式中的何種成分產生影響。

研究方法

一、實驗參與者

參與本研究的是大學一年級的學生，記憶訓練組與思考訓練組各20名，分別來自兩個班級。1位男生，39位女生，平均年齡19歲。

二、實驗工具

本研究的實驗工具包含：基本資料自評量表、記憶狀況自評量表及六個WM廣度作業（甲、乙式）。WM作業皆以電腦個別施測，依據測驗的型態及內容，分成簡單的廣度作業、複雜的廣度作業及視覺空間廣度作業。以下分別說明這六種測驗的設計內容及施測方式。

（一）簡單的廣度作業（simple span tasks）

簡單的廣度作業是指，受試者在進行記憶的工作時，只需被動的儲存記憶刺激，不需再進行其他的認知運作，亦即，受試者只要進行目標作業而不用進行次級作業。一般認為，簡單的廣度作業與STM的能力有關（Kail & Hall, 2001；Turner & Engle, 1989）。本研究所使用的兩種數字記憶廣度，依據魏氏智力量表所改編。

數字順背廣度（digits forward span；簡稱DF）作業的刺激由0~9的數字隨機組合而成¹。施測

¹ 每秒播出一個數字，每題最後一個數字的音調下降，以方便受試者辨識刺激已經結束。

程序如下：首先，以耳機播放指導語：「現在我要給你聽一些數目字，請你在聲音結束後，把這些數字按照出現的順序念出來。」，在2題練習題之後正式開始。以數字的多寡來操弄廣度，廣度由2個數字開始最多15個數字，每種廣度分別有2題，共有28題。計分時分別登錄廣度與得分：每一題的數字全部回憶正確才予計分，並繼續進行下一題；相同廣度的兩題均錯則結束測驗；每題1分，最高28分。

數字逆背廣度 (digits backward span；簡稱DB) 數字逆背廣度與數字順背廣度的難度和計分方式都相同，刺激內容同樣使用0~9的數字，但隨機排列的順序與數字順背不同。指導語的內容有些不同：「現在我還是要給你聽一些數目字，但這次請你在聲音結束後，把這些數字順序倒過來念。」，2題練習題並確認受試者瞭解題意之後，正式開始。

(二) 複雜廣度作業 (complex span tasks)

複雜廣度作業是一種同時作業，必須一邊進行訊息的處理一邊完成儲存的運作。亦即在進行測驗時，必須針對次級作業做反應，並記住目標作業的刺激。

運作廣度 (Operation Span；簡稱OSPAN) 依據Turner和Engle (1989) 數字運作—文字記憶廣度的測驗方式改編。作業刺激有兩種：「數學方程式」，以Turner和Engle (1989) 所界定的中等難度數學方程式來進行（先乘除後加減），題目部分乘除各半，答案部分對錯各半，答案值控制在10以內，且錯誤答案與正確答案的相差值控制在2；「英文字母」，包含24個英文字母，隨機與數學題配對，以大寫呈現²。在指導語及兩題練習題之後正式開始施測，程序如下：首先，電腦呈現一個數學方程式，並跟著一個大寫的英文字母，例如： $(9 \times 1) - 9 = 2 M$ 。請受試者看著螢幕判斷數學方程式的結果，並大聲唸出後面的字母，例如：「錯，M」。接著，呈現下一題，例如： $(5 \times 2) - 8 = 2 D$ 「對，D」。出現空白螢幕時，受試者需儘快依序唸出所有呈現過的英文字母，例如：「M，D」。以回憶的字母數來操作廣度；每1個數學方程式加上1個英文字母，稱為1題；廣度由2個字母開始最多8個字母，每種廣度分別有3組；每組題數由廣度的大小決定，廣度2有2題，廣度3有3題，以此類推，共105題；甲式廣度最高為7個字母，乙式增加至8個字母；每組回憶1次，甲式共有18組，乙式共有21組。計分時，數學方程式判斷和英文字母都正確才能計分，並繼續進行下一組，若數學方程式錯，則該個字母無論回憶順序正確與否皆不計分；每種廣度只要答對1組即可繼續往下進行，直到3組全錯，則停止施測；每組全對得1分（每次回憶算1組），甲式最高18分，乙式最高21分。

閱讀廣度 (Reading Span，簡稱RSPAN) 依據Turner和Engle (1989) 數字運作—文字記憶廣度的測驗方式改編。作業刺激有兩種：「文字是非題」，由兩個概念組成的命題，內容對錯各半；「名詞」，為2個字的具體名詞，固定與其中1個文字是非題配對呈現。在指導語及兩題練習題之後正式開始施測，程序如下：首先，電腦呈現一句簡單的文字敘述，並跟隨著一個2個字的名詞，例如：8月8日是父親節 椅子。請受試者先唸出句子再判斷文字敘述的對錯，並唸出後面的名詞，例如：「8月8日是父親節，對，椅子」。接著，進行下一題，例如：「中秋節要吃粽子，錯，蘋果」。出現空白螢幕時，受試者需儘快依序唸出所有呈現過的名詞，例如：「椅子，蘋果」。以回憶的詞數來操作廣度；每1個文字是非題加上1個名詞，稱為1題；廣度由2個名詞開始最多8個名詞，每種廣度分別有3組；每組題數由廣度的大小決定，廣度2有2題，廣度3有3題，以此類推，共105題；甲式廣度最高為7個名詞，乙式增加至8個名詞；每組回憶1次，甲式共有18組，乙式共有21組。閱讀廣度的計分方式與運作廣度相同。

² 因為字母「I」與字母「O」容易與數字的「1」與「0」搞混，所以不使用。原本安排使用字母O的配對位置皆以字母A代替；字母I的配對位置以字母B代替。

(三) 視覺空間廣度作業

視覺空間廣度作業包含視覺圖形刺激及空間位置刺激，與WM模式中視覺空間模版運作有關。本研究使用兩種視覺空間廣度作業：「簡單視覺空間廣度作業」，受試者在進行記憶工作時，只需被動的儲存視覺圖形及空間位置的刺激，不進行其他的認知運作；「空間廣度作業」，受試者需要一邊完成空間位置的儲存，一邊進行空間訊息的運作處理，是一種複雜的廣度作業。

簡單視覺空間廣度 (Simple Visuo-Spatial Span, 簡稱SVS-SPAN) 根據Swanson (1999) 視覺矩陣 (Visual matrix) 改編。作業刺激有三種：「幾何圖形」，共有五種不易以口語描述的幾何圖形，依據廣度所需圖形個數隨機安排到每種不同大小的方格矩陣中，相同的圖形在同一方格矩陣中可以重複出現；「方格矩陣」，6種不同大小 (4、6、9、12、16、25格) 的方格矩陣，幾何圖形出現在每種矩陣的1/4~1/2個方格之中，例如：4格的矩陣中，有1個及2個幾何圖形兩種安排。每種方格矩陣各呈現4題，共有24題；「數學加法」，個位數相加的數學題共24題，由施測者隨機安排以口述的方式出題。在指導語及兩題練習題之後開始施測，程序如下：首先，電腦呈現方格及其中的幾何圖形，請受試者記住圖形所在位置及圖形的樣子 (如圖1)。10秒後螢幕自動更換，若受試者在10秒內覺得已記住，可說「好」並切換螢幕。受試者需計算回答一題施測者口述的個位數加法數學題後，才給予答案紙，受試者在答案紙上做答時，需先勾出圖形的位置，再將位置和圖形連線 (如圖2)。以方格大小及圖形數目的增加來操作廣度；每呈現一次方格及圖形，稱為1題；廣度由4格格1個圖形開始，最多到25格格8個圖形；每種方格連續呈現4題，每種方格內圖形個數相同的題目，連續呈現2題，例如：4格的方格矩陣，前2題矩陣內有1個圖形，後2題矩陣內有2個圖形；每題回憶1次，甲式共有20題，乙式共有24題。計分時，所有位置或所有圖形其一回憶正確，即可繼續進行下一題；同一個廣度中位置及圖形均回憶錯誤連續2組，則停止施測；每組回憶若圖形對位置錯，計「圖形」得1分；位置對圖形錯，則計「位置」得1分；圖形及位置均回憶正確，則計「總分」得1分，但「圖形」或「位置」不再計分；甲式最高20分，乙式最高24分。

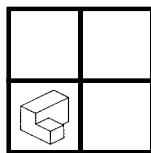


圖1 矩陣方格及圖形位置

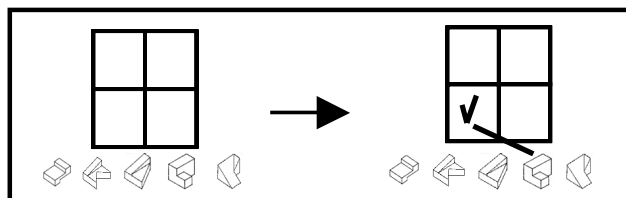


圖2 答案紙及回答方式

空間廣度 (Spatial-Span, 簡稱SSPAN) 根據Hegarty、Shap和Miyake (2000) 加點矩陣 (Dot Matrix) 改編。作業刺激有兩種：「線段數學題」，以線段表示之簡單數學題，加減各半。加的題目以一線段為「加數」及「被加數」，「和」固定為二線段，減的題目以二線段為「被減數」，「減數」及「差」固定為一線段。所有數學題答案，對錯各半；「方格中的黑點」，每題1個黑點隨機在5×5的方格中出現。在指導語及兩題練習題之後開始施測，程序如下：首先，電腦呈現線段數學題 (如圖3左)，請受試者看著螢幕判斷線段數學題的對錯。接著，螢幕呈現一個5×5方格，方格中有一黑點 (如圖3右)，請受試者記住黑點在方格中的位置。方格呈現2秒後自動更換畫面，繼續進行下一題。出現空白螢幕時，給受試者答案紙，受試者需儘快將先前黑點在方格中的位置標示出來。以回憶的黑點數來操作廣度；每一個線段數學題加上一個方格中的黑點，稱為1題；廣度大小由2個黑點開始最多6個黑點，每種廣度分別有2組，每組題數由廣度大小決定，廣度2有2題，廣度3有3題，以此類

推，共40題；每組回憶1次，甲式共有8組，乙式共有10組。計分時，線段數學題和方格黑點都正確才予計分，並繼續進行下一組，若數學題錯則該方格中黑點無論回憶順序正確與否皆不計分；每種廣度只要答對1組即可繼續往下進行，直到2組全錯，則停止施測；每組全對得1分，甲式最高8分，乙式最高10分。

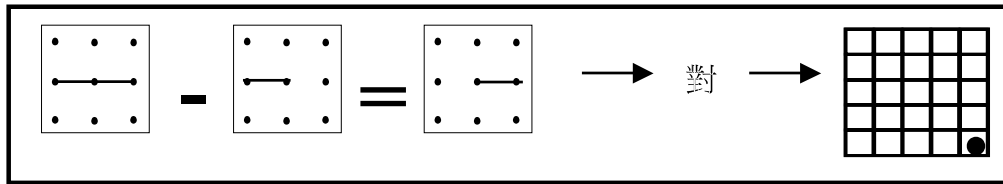


圖3 作業呈現及受試者回答示例

(四) 20個名詞測驗

施測者以間隔五秒的方式，唸出20個具體的名詞，唸完之後，受試者立即依序寫下記得的名詞，名詞及順序皆正確者才算得分，最高20分。

三、實驗程序

受試者先填寫「基本資料自陳量表」，接著進行WM測驗甲式（以下簡稱前測），內容包含兩個簡單的廣度測驗和四個複雜的廣度測驗，依序是DF、DB、OSPAN、RSPAN、SVS-SPAN、SSPAN。一星期後，分別為兩組受試者進行二小時的團體訓練（講師相同）。

(一) 記憶訓練組（訓練圖像的產生及圖像記憶術的使用）

指導語：「大家好，接下來的兩小時，我們會進行一些跟記憶有關的練習活動！」。進行的過程如下：首先，講師在黑板上由左到右畫出四個圖：時鐘、手機、嘴巴及鉛筆，請受試者猜一猜各代表什麼意思。在受試者自由回答之後，講師表示黑板上的圖代表著四個提醒，分別是：將進行兩小時的課程、請將手機關掉、請開口說話及不要動筆抄寫。接著，講師自我介紹，介紹完之後，請受試者回憶先前講師曾經交代過哪四個提醒？回憶時，講師指著黑板引導受試者以黑板上的四個圖來回想，以上過程約花費10分鐘。接著開始訓練受試者產生圖像，講師念一段文字：「華生克里克發現DNA是由雙螺旋分子模型所組成，存在著四種遺傳訊息，分別是儲存、複製、突變和修復的功能，因而獲得諾貝爾物理獎。」接著引導受試者以聯想的方法產生圖像：請受試者每人說出一個外型像「雙螺旋」的東西，不能重複，按照受試者的座位依序進行。前面受試者的回答較典型、正常，例如：辮子、螺絲釘，後面的受試者的答案較有創造力、想像力，例如：蛋捲冰淇淋、大便、喀哩喀哩（一種零食）等。講師說明，這種由邏輯性思考跳脫轉為創造性思考的技巧，是圖像記憶術的關鍵策略。接著，講師以相同的方式帶領受試者依序產生「儲存」、「複製」、「突變」、「修復」四個名詞的圖像。最後，講師請大家用圖像來記憶前述文章：「想像有一個花生口味的喀哩喀哩（代表華生克里克），因為喀哩喀哩是雙螺旋狀的又可代表DNA，想像這個喀哩喀哩，先被放在盒子裡（代表儲存），隔天竟冒出一個一模一樣的喀哩喀哩（代表複製），突然又變得很短（代表突變），最後只好把它帶去給醫生看（代表修復）（黑板上的說明圖像如圖4）」最後請受試者看著黑板上的圖像，試著回憶這段文字。以上圖像產生訓練，約進行40分鐘。

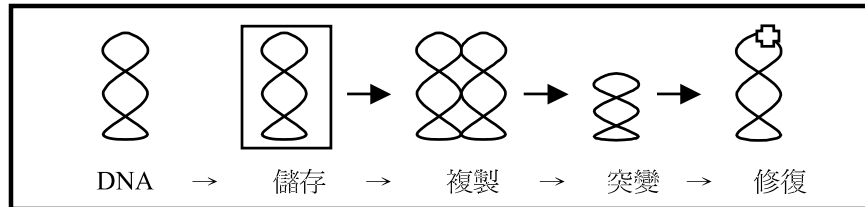


圖4 圖像記憶示例

接著進入圖像記憶術的訓練。首先，講師請受試者閉眼想像將一大束玫瑰花插入一顆檸檬中，玫瑰花可以縮小成檸檬大小，或是將檸檬變大。講師以這個例子說明，運作心像時可以改變圖像的大小、個數、形狀，以方便連結。這部分歷時約 10 分鐘。接下來，講師以這個教室的環境講解「位置記憶法」，首先，帶領大家一起在這個教室中，找出 10 個位置（如：1 是前門，2 是黑板.....），然後，假設第一個要記憶的是「籃球」，請受試者將籃球產生圖像，接著以心像將籃球與大門產生連結（如：大門的把手是籃球狀的），同理請受試者自己將剩下 9 個名詞的圖像，以想像的方式放在教室的另 9 個位置上。完成後，講師請大家依序回憶出 10 個名詞，並以同樣的步驟及方法再進行一次練習。此階段約進行 30 分鐘。接著，講師介紹「身體栓釘」的使用方法，請受試者跟著講師站起來，由下而上、由左而右依序的找出身體的 20 個位置，當作 20 個釘子，並反覆練習以熟記這 20 個位置，約進行 15 分鐘。然後，講師請受試者使用身體栓釘的記憶術，記憶 20 個具體名詞。講師以口頭唸出名詞，等待受試者產生圖像並與身體的位置完成連結，回答：「好」之後，再念下一個名詞。全部唸完之後，請受試者一起依序回答 1~20 個名詞，接著，再請受試者一起回答：「5 的位置上是什麼？」「17 的位置上是什麼？」，並以同樣的步驟及方法再進行一次練習。約進行 15 分鐘。在詢問受試者是否都已經瞭解這兩種記憶術的技巧之後，訓練結束。總計訓練費時 120 分鐘，中間沒有休息。

（二）思考訓練組（訓練曼陀羅思考法的運用：一種腦力開發的訓練）

指導語同記憶訓練組。進行的過程如下：首先，講師自我介紹，在黑板上由左而右畫出四個圖，與記憶訓練組一樣，講師說明這四個圖代表四個提醒，但是，不再請受試者回憶這四個提醒的內容及圖像，約進行 10 分鐘。接著，講師在黑板上畫出一個框框內有 3×3 的九個點，請受試者進行兩個思考的練習：用四條連續的直線穿過這九個點，黑點不能重複畫到；僅用一條直線，穿過這九個黑點，黑點同樣不能重複畫到。第一個練習有少部分的同學答對，講師表示，跳脫框框的限制即可完成。第二個練習只有一個同學答對，講師表示只要將筆變大，就可以輕易的完成。這部分約進行 20 分鐘。第二階段，介紹「曼陀羅思考法」³的由來，並說明其特性及使用功能（略）。第一個練習，講師在黑板上畫出一個九宮格，在中央寫下：「到龍穴的方法」⁴，接著，請受試者依照座位順序，輪流說出一個到龍穴的方法。前面的受試者的答案比較正常，例如：用走的、騎機車、請同學載。後面的受試者的答案越來越豐富，例如：用爬的、滑纜繩、用小叮噹的任意門、作白日夢神遊過去等等。講師說明這是因為後面的受試者受到腦力激盪的緣故。這部分約進行 45 分鐘。最後，講師請受試者在白紙上，利用曼陀羅思考法，練習一些思考：自己的缺點、自己的優點、交朋友的方法等。最後，抽請受試者上台說出「父母的優點」及「如何學好英文」兩題的答案。這部分約進行 45 分鐘。訓練總計約進行 120 分鐘，中間沒有休息。

訓練結束一星期後，所有受試者分別再進行一次記憶測驗（以下簡稱為後測）。受試者先填寫

³ 曼陀羅思考法需將主題放在一個九宮格中央，外圍空出來的八個位置，需依目的產生與主題有關的內容。

⁴ 參與者的學校旁邊有一個台南有名的龍穴

「記憶狀況自評量表」，再進行20個名詞的記憶測驗，接著才進行後測，測驗順序與前測相同，內容改以乙式施測。「基本資料自評量表」填寫及接受前測約需45分鐘，記憶術訓練共2小時，「記憶狀況自評量表」填寫及進行20個名詞測驗和後測約需60分鐘。

結果與討論

一、各項資料比較

(一) 個人基本資料比較⁵

由表1可以看出兩組受試者，在年齡、家庭經濟狀況及學業成績表現三方面都沒有差異；記憶訓練前，平均使用不到一項的記憶策略。

表1 受試者的平均年齡、在家庭經濟、在學業成績及在記憶術訓練前記憶策略的平均分數

	年齡(歲)	家庭經濟(分)	學業成績(分)	記憶策略(分)
記憶訓練組	19.45	1.65	3.75	.85
思考訓練組	19.35	1.65	3.85	.80

(二) 記憶狀況比較

根據受試者在「記憶狀況自評量表」的評分⁶結果發現，記憶訓練組和思考訓練組的平均數分別為.85和.80，顯示兩組在實驗處理後的信心皆在接近「比較有信心」的狀態，未達顯著差異。其他「記憶狀況自評量表」上的填答，採複選題的計分方式，以單項的填答人數除以各組的總人數(20人)，計算得分的百分比(經過調整，每題總分100%)，各項重要結果呈現在表2。比較兩組的平均數有無差異：「生活習慣改變」部份，幾乎所有的受試者都認為，在記憶術訓練前後生活習慣並無改變，且兩組在 t 檢定上也沒有顯著差異；「思考模式的改變」部分，記憶訓練組受試者在「豐富創造力」及「增加想像力」兩種思考模式上與思考訓練組有顯著的差異($t_{38} = 2.85$, $SE = .11$, $p < .05$; $t_{38} = 3.58$, $SE = .14$, $p < .01$)，而思考訓練組在「沒有改變」的百分比大於記憶訓練組，明顯認為記憶術訓練前後，其思考模式並沒有改變($t_{38} = -6.10$, $SE = .11$, $p < .001$)；記憶術訓練之後，目前使用的「記憶術」，只有「圖像記憶術」達到顯著差異($t_{38} = 6.29$, $SE = .11$, $p < .001$)，顯示其餘各種記憶術，兩組受試者的使用情形並無差異。

⁵ 「基本資料自陳量表」評分方式：家庭經濟狀況：「5萬以下」得1分，「5萬~10萬」得2分，「10萬~20萬」得3分，「20萬以上」得4分；大一學業成績：「前3名」得1分，「3~5名」得2分，「10名以內」得3分，「10名以後」得4分；在訓練之前是否使用某種記憶策略：使用一項得1分。

⁶ 對自己接受記憶術訓練後的信心：「更沒有信心」得-1分，「沒有感覺」得0分，「比較有信心」得1分，「信心大增」得2分。

表2 記憶術訓練後兩組受試者在思考模式及記憶術使用的百分比 (%)

思考模式	增加好奇心	提升觀察力	豐富創造力	增進想像力	沒有改變
記憶訓練組	10.7	10.7	21.4	50.0	7.1
思考訓練組	0	4.8	0	19.0	76.2

記憶術	心中默唸	諧音法	故事 聯想法	串連法 (chunking)	數字 子音法	圖像 記憶術	兩兩 相連
記憶訓練組	27.9	14.0	20.9	2.3	0	34.9	0
思考訓練組	41.7	27.8	11.1	13.9	0	2.8	2.8

(三) 20 個名詞回憶

記憶訓練組序列回憶的平均表現優於思考訓練組 ($t_{38} = 9.80$, $SE = .87$, $p < .001$), 平均正確率為 65.75%, 而思考訓練組的平均正確率只有 23%。

二、記憶廣度作業

本研究以 2 (組別: 記憶訓練組、思考訓練組) \times 2 (測驗: 前測、後測) 二因子變異數分析, 來探討記憶術訓練前後, WM 容量的改變情形。每一種測驗都分為廣度及得分來做比較分析, 廣度可以瞭解受試者回憶的容量, 而得分可以進一步瞭解受試者回憶的正確率。以下分為簡單廣度作業、複雜廣度作業及視覺空間作業三部分來作分析。

(一) 簡單廣度作業

兩組受試者在數字順背 (DF) 及數字逆背 (DB) 作業上的「廣度」及「得分」情形, 如表 3 所示。兩種作業的前測, 無論是廣度或是得分, 兩組的表現均無顯著差異。以下分別說明這兩種作業在廣度及得分上, 進行 2 \times 2 二因子變異數分析的結果。**DF 廣度**: 組別的主要效果不顯著, 顯示兩組受試者並無差異; 前後測的主要效果顯著 ($F_{(1,38)} = 13.24$, $MSe = .21$, $p < .01$); 兩個變項間無顯著的交互作用。顯示有練習效果存在。**DF 得分**: 組別的主要效果並不顯著, 顯示兩組無差異; 前後測的主要效果顯著 ($F_{(1,38)} = 15.99$, $MSe = .90$, $p < .001$); 兩變項並無顯著的交互作用。顯示有練習效果存在。**DB 廣度**: 組別的主要效果不顯著, 顯示兩組無差異; 前後測的主要效果顯著 ($F_{(1,38)} = 50.84$, $MSe = .46$, $p < .001$); 兩個變項間無顯著的交互作用。顯示有練習效果存在。**DB 得分**: 組別的主要效果未達顯著, 顯示兩組無差異; 前後測的主要效果顯著 ($F_{(1,38)} = 46.05$, $MSe = 1.69$, $p < .001$); 無顯著的交互作用。顯示有練習效果。以上的結果說明, 兩種簡單的廣度作業, 都只有練習效果而沒有訓練的效果。

表3 受試者⁷在簡單廣度作業、複雜廣度作業及視覺空間廣度作業前後測的平均廣度及得分⁸

	數字順背 (DF)				數字逆背 (DB)					
	廣度		得分		廣度		得分			
	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考		
前測	8.85	9.30	15.10	15.35	6.40	6.50	9.65	9.60		
後測	9.40	9.50	16.05	16.10	7.55	7.50	11.95	11.25		
	運作廣度作業 (OSPAN)				閱讀廣度作業 (RSPAN)					
	廣度		得分		廣度		得分			
	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考		
前測	4.40	4.15	7.60	7.35	3.25	3.15	4.85	4.80		
後測	5.80	5.10	10.30	8.60	5.25	3.95	9.25	6.80		
	簡單視覺空間廣度作業 (SVS-SPAN)					空間廣度作業 (SSPAN)				
	空間得分		圖形得分		總分	廣度		得分		
	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考	記憶	思考
前測	14.00	14.15	9.15	8.40	10.05	9.25	3.10	3.00	3.15	3.05
後測	17.70	14.90	13.55	10.40	14.00	10.90	4.45	3.40	5.00	3.55

(二) 複雜廣度作業

在兩種複雜廣度作業的前測中，無論是廣度或是得分，記憶訓練組與思考訓練組的表現均無顯著差異 (表3)。2 × 2 二因子變異數分析的結果如下。

運作廣度作業部分，**OSPAN 廣度**：組別的主要效果上兩組無差異；前後測的主要效果達到顯著 ($F_{(1,38)} = 81.50, MSe = .34, p < .001$)；無顯著交互作用存在。顯示有練習效果存在。**OSPAN 得分**：在組別的主要效果上兩組無差異；前後測的主要效果達到顯著 ($F_{(1,38)} = 27.20, MSe = 2.87, p < .001$)；無顯著交互作用存在。仍顯示有練習效果存在。閱讀廣度作業部分，**RSPAN 廣度**：組別的主要效果達到顯著 ($F_{(1,38)} = 9.00, MSe = 1.09, p < .01$)；前後測的主要效果達到顯著 ($F_{(1,38)} = 63.12, MSe = .62, p < .001$)；有顯著交互作用存在 ($F_{(1,38)} = 11.59, MSe = .62, p < .01$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的廣度上無差異，但是在後測的廣度上，記憶訓練組大於思考訓練組 ($F_{(1,38)} = 15.04, MSe = 1.12, p < .001$)，顯示出訓練的效果，有中等程度的效果量 ($ES = .52$)；記憶訓練組在前後測廣度有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 40.00, MSe = 1.00, p < .001$)，思考訓練組在前後測廣度也達到顯著 ($F_{(1,38)} = 26.44, MSe = .24, p < .001$)，有明顯的練習效果存在。**RSPAN 得分**：組別的主要效果達到顯著 ($F_{(1,38)} = 4.84, MSe = 6.46, p < .05$)；前後測的主要效果也達到顯著 ($F_{(1,38)} = 87.05, MSe = 2.35, p < .001$)；有顯著交互作用 ($F_{(1,38)} = 12.24, MSe = 2.35, p < .01$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的得分上無差異，但在後測的得分上，記憶訓練組高於思考訓練組 ($F_{(1,38)} = 9.80, MSe = 6.13, p < .01$)，顯示出訓練的效果，接近中等程度的效果量 ($ES = .44$)；記憶訓練組在前後測得分有顯著差

⁷ 以記憶代表記憶訓練組，以思考代表思考訓練組。

⁸ 複雜廣度作業：「前測：最大廣度：7，最高得分：21；後測：最大廣度：8 最高得分：24」
 SVS-SPAN：「前測最高得分：20；後測最高得分：24」
 SSPAN：「前測：最大廣度：5，最高得分：10；後測：最大廣度：6，最高得分：12」

異 ($F_{(1,38)} = 51.52$, $MSe = 3.76$, $p < .001$)，思考訓練組在前後測得分也達到同樣顯著水準 ($F_{(1,38)} = 42.22$, $MSe = .95$, $p < .001$)，有明顯的練習效果存在。由上述的結果可知，兩種複雜的廣度作業中，OSPAN只有練習效果，而RSPAN不僅有練習效果，還有訓練效果出現。

(三) 視覺空間廣度作業

比較記憶訓練組與思考訓練組受試者在簡單視覺空間廣度作業 (SVS-SPAN) 前測的表現，無論是空間、圖形或總分，平均數均無顯著差異；在視覺空間廣度作業 (SSPAN) 的前測部分，無論是廣度或是得分，兩組的表現也均無顯著差異 (見表3)。關於 2×2 二因子變異數分析的結果，SVS-SPAN分別以「空間」、「圖形」及「總分」三個得分來分析，SSPAN則分為「廣度」與「得分」來看。

SVS-SPAN 部分，**空間得分**：組別的主要效果達到顯著 ($F_{(1,38)} = 7.51$, $MSe = 4.67$, $p < .01$)；前後測的主要效果也有顯著 ($F_{(1,38)} = 37.26$, $MSe = 2.66$, $p < .001$)；有顯著交互作用 ($F_{(1,38)} = 16.38$, $MSe = 2.66$, $p < .001$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的得分上並無差異，但是在後測的得分上，記憶訓練組高於思考訓練組 ($F_{(1,38)} = 13.79$, $MSe = 5.69$, $p < .01$)，顯示出訓練效果，有中等程度的效果量 ($ES = .51$)；記憶訓練組在前後測得分有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 30.21$, $MSe = 4.53$, $p < .001$)，思考訓練組在前後測得分也有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 7.185$, $MSe = .78$, $p < .05$)，有練習效果存在。**圖形得分**：組別的主要效果未達到顯著；前後測的主要效果則有顯著 ($F_{(1,38)} = 33.20$, $MSe = 6.17$, $p < .001$)；有顯著交互作用存在 ($F_{(1,38)} = 4.67$, $MSe = 6.17$, $p < .05$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的得分上並無差異，但是在後測的得分上，記憶訓練組高於思考訓練組 ($F_{(1,38)} = 6.31$, $MSe = 15.73$, $p < .05$)，顯示出訓練效果，唯效果量不大 ($ES = .37$)；記憶訓練組在前後測得分有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 20.28$, $MSe = 9.55$, $p < .001$)，思考訓練組在前後測得分也有顯著 ($F_{(1,38)} = 14.34$, $MSe = 2.79$, $p < .01$)，有明顯的練習效果存在。**SVS-SPAN的視覺空間總分**是指，圖形與位置全對的情形下的得分。在這個部分：組別的主要效果顯著 ($F_{(1,38)} = 4.43$, $MSe = 17.15$, $p < .05$)；前後測的主要效果也有顯著 ($F_{(1,38)} = 40.60$, $MSe = 3.86$, $p < .001$)；有顯著交互作用存在 ($F_{(1,38)} = 6.85$, $MSe = 3.86$, $p < .05$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的得分上並無差異，但是在後測的得分上兩組有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 8.27$, $MSe = 11.63$, $p < .01$)，顯示出訓練效果，唯效果量不大 ($ES = .39$)；記憶訓練組在前後測得分有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 25.67$, $MSe = 6.08$, $p < .001$)，思考訓練組在前後測得分也達到顯著水準 ($F_{(1,38)} = 16.54$, $MSe = 1.65$, $p < .01$)，有明顯的練習效果存在。

SSPAN 部分，**SSPAN廣度**：組別的主要效果顯著 ($F_{(1,38)} = 5.36$, $MSe = 1.23$, $p < .05$)；前後測的主要效果也達到顯著 ($F_{(1,38)} = 28.14$, $MSe = .54$, $p < .001$)；有顯著交互作用存在 ($F_{(1,38)} = 8.29$, $MSe = .54$, $p < .01$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的廣度上並無差異，但是在後測的廣度上記憶訓練組大於思考訓練組 ($F_{(1,38)} = 10.04$, $MSe = 1.10$, $p < .01$)，顯示出訓練效果，接近中等程度的效果量 ($ES = .45$)。記憶訓練組在前後測廣度有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 20.05$, $MSe = .91$, $p < .001$)，思考訓練組在前後測廣度也達到顯著 ($F_{(1,38)} = 8.94$, $MSe = .18$, $p < .01$)，有明顯的練習效果存在。**SSPAN得分**：組別的主要效果未達顯著；前後測的主要效果則有顯著 ($F_{(1,38)} = 17.55$, $MSe = 1.53$, $p < .001$)；有顯著交互作用存在 ($F_{(1,38)} = 5.79$, $MSe = 1.53$, $p < .05$)。進一步做單純主要效果檢定發現，兩組在前測的得分上並無差異，但是在後測的得分上，記憶訓練組高於思考訓練組 ($F_{(1,38)} = 8.98$, $MSe = 2.34$, $p < .01$)，顯示出訓練效果，接近中等程度的效果量 ($ES = .43$)；記憶訓練組在前後測得分有顯著差異 ($F_{(1,38)} = 13.20$, $MSe = 2.59$, $p < .01$)，思考訓練組在前後測得分也達到顯著水準 ($F_{(1,38)} = 4.52$, $MSe = .55$, p

< .05)，有練習效果存在。這部分的結果顯示，無論是SVS-SPAN，或是SSPAN，都有練習效果和訓練效果。

綜合以上分析，六種WM廣度作業都有練習的效果；在閱讀廣度作業、簡單視覺空間廣度作業及空間廣度作業都另有訓練的效果，顯示，受試者在這三種WM的表現，會受到圖像記憶術訓練的影響。

三、綜合討論

本研究探討記憶術的訓練能否使得個體的WM容量產生改變，並以圖像記憶術的訓練為例，比較記憶訓練組及思考訓練組在六種WM作業上的表現。結果發現，圖像記憶術的訓練，能使受試者在閱讀廣度、簡單視覺空間廣度及空間廣度等三方面的WM容量增加。以下就本研究的實驗結果進行討論。

(一) 簡單廣度作業

數字順背部分在記憶術訓練後，廣度上只有記憶訓練組有顯著進步，但在得分上兩組都有明顯進步。可見，練習效果只能使數字順背的得分（正確率）增加，卻無法增加廣度（記憶量）。而數字逆背部分，在訓練後兩組無論在廣度或得分上都有明顯的進步。這個結果可能是因為，對許多人而言，數字逆背是一項陌生的測驗，練習效果會更加明顯。另外，由某些受試者的逆背分數比順背的分數高的情形推斷，受試者在進行數字逆背時，有較專注的傾向。此外，比較兩組受試者對自己目前所使用的記憶術的回答，無論有沒有經過記憶術的訓練，受試者都會主動使用心中默唸的方式來提升記憶表現。由此可以推論，受試者在面對自認為較困難的測驗時，會主動增加專注力或尋找可行的策略來幫助記憶。這點與Haberlandt（1999）的看法一致，他認為受試者在記憶一項訊息時，覆誦並不是一種自動化的現象，反而是一種主動的策略性運用。

(二) 複雜廣度作業

運作廣度作業經過訓練之後，兩組受試者在廣度及得分的表現上都有練習效果，但對於記憶訓練組而言，圖像記憶策略的效果卻沒有出現。可能因為，目標作業的刺激是抽象的英文大寫字母，受試者很難在短時間內，利用語意或語音的聯想來形成心像以幫助記憶。另外，根據實驗者的觀察，在進行後測時，兩組都有部分受試者主動在所呈現的刺激間，尋找可以形成文字的線索，也就是說，受試者主動的想利用串連的策略，來幫助自己記憶。當有刺激在呈現順序上，恰巧可以形成文字時，受試者的回憶情形也較佳。也許因此使得兩組受試者在運作廣度作業後測的表現，只有練習效果，而沒有訓練的效果。但在閱讀廣度作業部分，記憶訓練組和思考訓練組在後測的廣度及得分上都有顯著差異。雖然思考訓練組經過練習也有顯著進步，但記憶訓練組的進步卻顯著優於思考訓練組。原因是，圖像記憶術的訓練使受試者傾向於將文字具體化，由於目標作業的名詞刺激都是生活常見的事物，受試者在圖像的轉換上並不困難，因此能快速的與環境中的位置或身體上的位置連結，增加儲存的效率。

(三) 視覺空間作業

簡單視覺空間廣度作業部分，無論在後測的空間、圖形及總分上，記憶訓練組的進步都比思考訓練組明顯，尤其是在空間及總分的表現上。兩組在後測的圖形得分差異沒有空間得分和總分明顯的原因，除了練習效果之外，根據實驗者的觀察，無論是記憶訓練組或是思考訓練組的受試者，在後測時都有將抽象圖形加以命名的現象出現，以致於降低的兩組的差異。但是，記憶訓練組不僅圖形得分增加，空間得分也同時增加，因而提高了空間位置及圖形記憶全對的機率，使得總分也明顯提高。最後，在空間廣度作業部分，記憶訓練組和思考訓練組在後測的廣度和得分上都有顯著的差異。雖然思考訓練組在後測的廣度有顯著的進步，但是在得分上卻幾乎沒有進步。由此可知，思考訓練組的受試

者無論是單純的經由練習效果或使用心中默唸的方式來輔助記憶，只能夠提升空間記憶的廣度，卻無法增加正確率。而圖像記憶術在心中產生心像的訓練，使得記憶訓練組的受試者將矩陣及黑點的位置產生類似視覺暫留的現象，因而能在廣度及正確率兩者的表現上，都有顯著的進步。

(四) 其他訓練效果

由受試者填寫的「基本資料自評量表」及「記憶狀況自評量表」的結果，可以看出，兩組在原始的背景上接近相同。但是，在經過記憶術訓練之後，記憶訓練組在閱讀廣度、簡單視覺空間廣度及空間廣度的WM容量都有明顯的改變。究竟是什麼原因使記憶訓練組與思考訓練組之間產生差異？首先，圖像記憶術的訓練對個人認知性的內在因素產生何種影響？比較記憶訓練組和思考訓練組在「思考模式」的改變，可以得到回答。記憶訓練組表示，在圖像記憶術訓練之後，使自己在「想像力」上有很大的改變，其次是「創造力」。而想像力及創造力這兩種思考模式，能使心像的產生更生動鮮明，根據Mark (1973)的研究，生動鮮明的心像與回憶的正確率有正相關。其次，在策略運用的部分，兩組受試者有何差異？根據受試者對自己「目前所使用的記憶術」的回答來看，思考訓練組以「心中默唸」的方法占最多，運用的是傳統的覆誦方法，而記憶訓練組則以「圖像記憶術」為主，運用的是產生心像的策略。前文曾提過，面對自認為比較困難的記憶作業時，受試者有主動運用策略的傾向。但是，其所運用的記憶策略本身是否有效率的，對記憶的結果產生很大的影響，由本研究對兩組受試者進行的20個名詞序列回憶可以得到證實。在二小時的圖像記憶術訓練後，經過一個星期，記憶訓練組在20個名詞序列回憶的平均正確率上，整整超過思考訓練組的3倍。而且，記憶訓練組在WM的後測表現上，閱讀廣度、簡單視覺空間廣度及空間廣度也都顯著優於思考訓練組。反觀三種沒有因記憶訓練而改變的WM作業，數字順背、數字逆背和運作廣度作業，雖然所呈現的記憶刺激本身（數字及英文字母）不易產生圖像，但是因為所使用的音節很短，都有容易覆誦的特質，所以幾乎所有的受試者在進行後測時，都主動性的使用覆誦的策略。但是，很顯然的，覆誦的策略並沒有使受試者的WM容量改變。由此顯示，有效率的記憶策略，尤其是圖像記憶術，不僅對於短期記憶的序列回憶有幫助，對於WM的容量也有提升。那麼，圖像記憶術的訓練如何改變WM的容量？以本研究的閱讀廣度作業為例。WM作業呈現的是一個句子及一個名詞，受試者判斷句子對錯之後，要大聲的念出名詞，在這個時候，視覺的呈現加上口語的表達，使得受試者對於具體的名詞刺激，可以輕易的產生圖像來輔助記憶。當受試者運用圖像記憶術的策略，在編碼時，以心像的方式將名詞的圖像和位置圖像（在位置記憶法中指的是環境的位置；身體栓釘法指的是身體的位置）產生連結，回憶時利用相同順序的位置心像當作線索，具備了心智線索的可聯想性、雙向連結、建構性及可辨性，完全符合收錄特定原則。因此，能夠有效的幫助名詞心像的提取。另外，根據網路連結理論，名詞的呈現會活化與這個名詞有關的基模，當然也包含其所指稱的物件本身的圖像，而受試者使用圖像記憶術在編碼時，就是利用這個被活化的圖像與設定好的位置心像產生連結。但是閱讀廣度作業中所呈現的名詞，彼此之間沒有關連性，無法產生語意促發效果，反而在回憶時容易產生先後順序的混淆。然而，圖像記憶術所使用的位置有順序性，所以，可以當作推敲的路徑，使活化的圖像能成功的按照順序提取。由此可知，圖像記憶術使得WM的儲存作業變得更有效率。

以上的探討顯示，本研究的實驗結果符合預期。第一，WM容量會受到記憶策略訓練的影響。經過圖像記憶術的訓練，記憶訓練組在閱讀廣度、簡單視覺空間廣度及空間廣度三方面的WM表現，都明顯優於思考訓練組，顯示圖像記憶術訓練，確能使WM容量產生改變。早期研究認為WM中的處理作業，會干擾短期記憶所使用的編碼及覆誦策略，且策略的使用需要較多的時間，因此，在呈現時間很短的作業中，無法增進WM的容量(Engle & Marshall, 1983)。但是，Ericsson和Kintsch (1995)提出一個重要的看法認為，記憶術的策略使得編碼和長期記憶通路更有效率。他們認為，有技巧的記憶表現來自於長期工作記憶。LTWM的提取結構和策略對WM作業的表現特別重要，能夠應付在處

理和儲存間重複轉換注意力的需求；能使個體更有效的從LTM中再取出那些在短期記憶中不再使用的資料 (McNamara & Scott, 2001)。因此，本研究認為，受試者接受圖像編碼的訓練經驗，使其具備了圖像記憶術相關的知識結構和提取策略，所以能夠使用LTWM來避免短期記憶的處理限制，使得WM的容量產生改變。其次，圖像記憶術的訓練能增加個體的WM容量。之前曾經討論過，本研究所使用的兩種圖像記憶術，位置記憶法及身體栓釘，使得WM的儲存作業變得更有效率。因此，受試者在進行WM作業時，雖然只是被動的儲存記憶項目，卻在無形中節省了許多資源，使得更多的資源可以運用在其他的認知性運作上。反過來說，如果所有的受試者在認知性的運作部分，運用了相同的資源來進行處理，有效率的記憶策略，這裡指的是圖像記憶術，能使受試者在剩下相同的資源下，提升記憶的容量。因此，本研究認為，較有效率的記憶策略產生較少的負擔，剩下較多的容量使額外的訊息能進行處理或儲存。這個結論與Engle和Marshall (1983)及McNamara和Scott (2001)的研究結果相同，WM的受限並不是因為WM活化的數量有限，而是因為使用的容量的有效率性。第三，圖像記憶術的訓練所造成WM容量的改變，只有出現在視覺空間方面，語音部分則沒有影響。根據Baddeley (1988)的研究，WM中的視覺空間模版與視覺心像的產生及保留有關。本研究的結果也證實，經過記憶術訓練之後，受試者在語音的廣度作業部分，並沒有顯著的進步。而在視覺空間廣度作業的部分，卻有明顯的改變。比較簡單視覺空間廣度與空間廣度作業的不同，可以發現，簡單視覺空間廣度同時運用了WM模式中，視覺空間模版的兩個次系統：視覺訊息系統和空間訊息系統。所以，受試者在記憶時，圖形及空間兩者便產生了競爭。由前測兩組的表現可以看出，空間位置的儲存運用較少的資源，回憶時正確率較高，幾何圖形的儲存因為需要經過辨識，較費資源，回憶時正確率較低。但是記憶訓練組在經過圖像記憶術的訓練之後，空間的平均得分增加了3.7分 (思考訓練組增加0.75分)，而圖形得分卻增加了4.4分 (思考訓練組增加2分)，總分增加了3.95分 (思考訓練組增加1.65分)。可以推斷，圖像記憶術能幫助受試者產生及保留幾何圖形的心像，如訓練時所提到的，運作心像時可以將圖形作轉變，受試者在記憶幾何圖形時，可以轉換成類似的熟悉物件 (如：樓梯) 來收錄，因此，對於圖形訊息的處理變得較有效率，使得整個視覺空間模版的效能提升，因而增加WM的容量。至於空間廣度作業，受試者只運用了視覺空間模版當中的空間訊息子系統。由思考訓練組在後測的得分上幾乎沒有進步的情形可以看出，空間訊息記憶的正確率，不太會因為練習效果而提升。但是，經過圖像記憶術的訓練，記憶訓練組運用心像來做記憶，將矩陣中的黑點位置如同視覺暫留的效果，留在腦海中，增加了記憶量也提升了正確率。也就是說，受試者使用圖像策略在心中產生25格矩陣的心像，而記憶黑點的位置對於受試者而言，就像是在心像的棋盤上，一次放入一個黑棋一樣，最後在回憶時，看到的是整個心像棋盤及上面的幾個黑點。所以，空間廣度作業除了再次證明，圖像記憶術能增加WM成分中空間方面的效率之外，更進一步的確認，圖像記憶術所產生的心像是可以整合的，因而減少了WM的資源，與Klein和Boals (2001)所提出的「凝聚性的心智模式」一致。至於，記憶訓練組在數字順背及數字逆背的容量，並沒有因為接受記憶訓練而與思考訓練組有顯著差異的原因可能是，因為圖像記憶術所產生的是視覺心像，對於語音的訊息，必須先轉換成視覺圖像，回憶時再轉換回語音訊息，在只有1秒的間隔時間內，要完成兩次轉換非常困難，對於初學者而言，更不容易。至於運作廣度作業，雖然記憶的刺激是英文字母，但是與數字一樣過於抽象，在短時間內要產生圖像，比較困難。

四、結論

本研究探討圖像記憶術對WM容量的影響，可與McNamara和Scott (2001)利用故事聯想法的語文記憶術來探討記憶策略與WM容量的研究，做對應比較。兩項研究都證實了記憶策略能增加受試者閱讀廣度的記憶容量，本研究更進一步的指出，圖像記憶術能增加受試者在視覺空間廣度的記憶容

量。此外，本研究首次利用圖像記憶術的訓練，比較相同受試者在六種不同型態的WM作業上的表現。同時，本研究並不直接針對WM的測驗內容，對受試者進行相關的記憶術訓練，更能夠廣泛性的探討圖像記憶術對於WM容量的影響效果。最後，本研究所設計的六種WM作業的測量工具，分為簡單的廣度作業及複雜的廣度作業，包含語音、數字運作、文字閱讀、及圖形、空間的廣度測量，可以作為日後對於WM容量有興趣的研究者的參考工具，累積更多不同背景、年齡的受試者，以建構出標準化的常模。未來的研究可以進一步探討：不同性別的參與者，在圖像記憶術的學習與使用，及其對WM容量的影響是否有所不同；不同的記憶術對WM容量的改變是否不同；訓練時間的長短，對受試者在WM的表現上是否有影響；圖像記憶術訓練，經過更長的時間之後，是否能對WM容量有長期的影響。

參 考 文 獻

- 鄭昭明（民82）：認知心理學。台北：桂冠。
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component for working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. UK: Psychology Press Ltd, a member of the Taylor & Francis group.
- Baddeley, A. D. (1992). Is working memory working? The fifteenth Bartlett lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A, 1-31.
- Baddeley, A. D. (1988). Visual imagery and the visuo-spatial sketchpad. In A. D. Baddeley (Ed.), *Human Memory: Theory and Practice* (pp.71-84). Boston, Mass: Allyn and Bacon.
- Baddeley, A. D. (1988). Visual imagery and working memory. In M. Denis., J. Emgelkamp., & J. T. E. Richardson. (Eds.), *Cognitive and Neuropsychological Approaches to Mental Imagery* (pp.169-180). Dordrecht: Martinis Nijhoff.
- Baddeley, A. D., & Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 126-145.
- Baddeley, A. D., & Chincotta, D., & Adlam, A. (2001). Working memory and the control of action: evidence from switching. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 641- 657.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working Memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp.47-89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1992). Auditory imagery and working memory. In D. Reisberg. (Ed.), *Auditory Imagery* (pp.179-197). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Bellezza, F. S. (1996). Mnemonic methods to enhance storage and retrieval. In E. L. Bjork (Ed.), *Memory: Handbook of perception and cognition* (2nd ed.) (pp. 345-380). US: Academic Press, Inc.
- Brooks, L. R. (1968). Spatial and verbal components of the act of recall. *Canadian Journal of Psychonomic*, 22, 349-368.
- Campos, A., & Perez, M. J. (1997). Mnemonic images and associated pair recall. *Journal of Mental Imagery*, 21(3-4), 73-82.
- Engle, R. W., & Marshall, K. (1983). Do developmental changes in digit span result from acquisition strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 36, 429-436.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.

- Haberlandt, K. (1999). *Human memory: Exploration and application*. Boston: Allyn and Bacon.
- Harris, J. L., & Qualls, C. D. (2000). The association of elaborative or maintenance rehearsal with age, reading comprehension and verbal working memory performance. *Aphasiology, 14*(5-6), 515-526.
- Hegarty, M., Shap, P., & Miyake, A. (2000). Constrain using the dual-task methodology to specify the degree of central executive involvement in cognitive tasks. *Memory & Cognition, 28*, 376-685.
- Kail, R., & Hall, L. K. (2001). Distinguishing short-term memory from working memory. *Memory & Cognition, 29*(1), 1-9.
- Klein, K., & Boals, A. (2001). Expressive writing can increase working memory capacity. *Journal of Experiment Psychology: General, 130*(3), 520-533.
- Logie, R. H., Gilhooly, K. L., & Wynn, V. (1994). Counting on working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition, 22*, 395-410.
- Manalo, E. (1999). Spontaneous mnemonic use in simulated foreign word learning. *Psychologia: an International Journal of Psychology in the Orient, 42*(3), 160-169.
- Marks, D. F. (1973). Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology, 64*(1), 17-24.
- McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition, 29*(1), 10-17.
- Swanson, H. L. (1999). What develops in working memory? A life span perspective. *Development Psychology, 35*(4), 986-1000.
- Thomas, M. H., & Wang, A. Y. (1996). Learning by the keyword mnemonic: Looking for long-term benefits. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 2*(4), 330-342.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent. *Journal of memory & language, 28*, 127-154.

收稿日期：2004年05月25日

一稿修訂日期：2005年07月25日

二稿修訂日期：2005年08月05日

接受刊登日期：2005年08月13日

Bulletin of Educational Psychology, 2005, 37(1), 41-59

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Effect of Mnemonic Training upon the Working Memory Capacity

YUH-SHIOW LEE

HSIANG-CHUN CHEN

Department of Psychology
National Chung-Cheng University

This study examined whether mnemonic training had an effect on working memory capacity. Two types of visual imagery mnemonic training, including Method of Loci and Body Hook, were adopted. The experimental group who received the mnemonic training was compared with the control group on six working memory tasks. Forty freshmen participated in this study. They were equally divided into the experiment and control groups. At first, all participants took the six working memory tasks, including Forward digits span, Backward digits span, Operation span, Reading span, Simple visuo-spatial span, and Spatial span tasks. A week later, both the experimental and control groups took a two-hour training course. The experimental group received training on imagery mnemonics, while the control group received the thinking method training unrelated to mnemonics.

A week after the training, all participants took the six working memory capacity tasks again. The result showed that the imagery mnemonic training increased the working memory capacity of reading span, simple visuo-spatial span and spatial span. These results indicated that working memory capacity enhanced by training. Imagery mnemonics made the storage of information more effective by using visual imagery and further increased the capacity of visual working memory.

KEY WORDS : Working Memory, Mnemonics, Mnemonic Training, Visual Imagery