

習慣化、原則化和自動化認知歷程與 腦側化的關係及其對簡單乘法加法作業 和黑藍圓點相加作業的影響*

林 清 山

本研究的目的有三：(1)考驗是不是愈高度練習過的認知歷程會因習慣化或原則化之故，其認知作業的反應時間愈短；(2)考驗是不是自動化認知作業因可節省反應時間及注意容量之故，其反應正確率高於非自動化認知作業的反應正確率；(3)探討是不是右腦較左腦擅於自動化處理，而左腦則較右腦擅於控制的處理。

利用「視野控制法」在曝露時間為180 msec 和呈現視角為2°至6°的條件下，讓受試者經由四視域速示器處理簡單乘法、簡單加法和黑藍圓點相加等作業。受試者大聲說出答案時，實驗者記下反應的正誤，並利用 voice key-等設備記錄自呈現刺激至反應為止的反應時間。參加實驗的受試者是40名大學二年級學生。實驗結果發現：

(一)順序乘法的反應時間最短，非順序乘法的反應時間次之，順序加法的反應時間最長；顯示愈習慣化者反應時間愈短。又，原則化加法題的反應時間顯然短於非原則化加法題的反應時間；顯示有原則可循的加法作業，其反應時間較短。研究一第一部分和第二部分的這些結果可支持「愈高度練習過的認知技能因習慣化或原則化之故，該項認知作業之反應時間較短」的說法。

(二)「黑、藍圓點相加題」的黑色圓點之方陣階數愈大，其反應正確率愈小；顯示訊息愈多佔用愈多注意容量和傳遞管道。又，黑、藍圓點相加題五種題目類型之間的反應正確率雖然有顯著差異存在，但並不是以「正正題」的反應正確率為最高；顯示並不是黑色圓點及藍色圓點都是以方陣排列，其運算便能因自動化而不佔用管道。研究二的這些研究暗示：「自動化」可能是程度上的差異，而不是「控制的處理」與「自動化處理」兩個截然不同類別之間的差異。

(三)右腦對簡單乘法的反應時間並未快於左腦對乘法的反應時間，倒是右腦對於簡單加法的反應時間快於左腦對簡單加法的反應時間。左右腦與黑藍圓點作業之間亦無交互作用效果存在。這些結果無法支持「右腦較左腦擅於自動化處理，而左腦則較右腦擅於控制的處理」之說法。

在最近的認知心理學中，「自動化」(automaticity) 一詞可說是一個十分重要的觀念。根據 Anderson (1980) 的說法，吾人對個別的幾種作業之注意力的容量相當有限，而且必須將這些注意力分配給幾種彼此競爭的歷程。某一個歷程所需要的注意量的多少端視此一歷程被練習的情形如何而定。某一歷程被練習的機會愈多，需要注意力的容量便愈少，所以可以假定經高度練習的歷程便根本不需要再花費注意容量。此種經過高度練習而終於只需要很少注意容量的歷程，便稱之為「自動化」(automatic) 歷程 (Anderson, 1980, p. 30)。大部分實驗證據顯示：某項作業的處理歷程變為

* 本研究實驗室的實驗工作得到國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系張景媛講師、蘇宜芬助教的協助，速示器及voice key的裝置以及資料的處理得到該系林世華先生的協助，併此謹致謝忱。

自動化之後，吾人便能省下大部分注意容量以供同時進行其他作業的處理。例如，Schneider and Shiffrin (1977) 利用偵測作業的方式，要求受試者自干擾項目 (distractors) 中搜尋出目標項目 (target)。結果發現：當目標項目與干擾項目同屬一類時 (例如要自含有 MJBK 的干擾項目中找尋目標項目 J 時)，刺激曝露時間 (exposure interval) 需長達 400 msec；但是，當目標項目與干擾項目不屬同一類時 (例如自含有 M::: 8::: 的干擾項目中找尋目標項目 8 時)，則刺激曝露時間只需 80 msec，便可以達到同樣的正確率。兩位研究者認為：當受試者要從干擾項目的幾個字母中找尋字母的目標項目時，必須使用到「慎思的歷程」(deliberate processes)，亦即受試者必須把同一顯示卡 (干擾項目) 上的各個字母一個一個分別加以注意，並且一一拿來與目標項目的字母加以比較。所有這些步驟均必須佔用注意容量和花費時間。相反的，當受試者要自字母中找尋數字，則可以使用「自動化歷程」(automatic processes)。因為每一位受試者來到實驗室時，可以說都有過充分的機會練習自字母中找尋數字的經驗。所以，受試者可以在顯示卡的干擾項目上同時檢驗所有項目。換言之，因為偵測歷程已變成自動化，所以可以省下許多注意容量來同時進行各項目的處理。

國內許文耀 (民73) 曾利用 Stroop 顏色命名作業 (受試在看到用紅色書寫的「藍」字，必須說出寫這個字所用的顏色「厂XZ」，而不唸出該字的字音「ㄌㄨㄥˋ」) 來考驗自動化歷程是否佔用中央處理系統管道容量的問題。六個實驗的結果均支持「轉錄競爭」理論，亦即文字的轉錄 (唸出字音) 雖然較自動化了，仍需佔用傳遞管道，使得顏色的轉錄 (說出字色) 的反應受到抑制，因而造成干擾結果。這些結果不支持「反應競爭」理論：反應競爭理論認為文字的轉錄 (唸出字音) 由於已自動化，可以不佔用傳遞管道，能與顏色的轉錄 (說出字色) 同時發生，不致互相干擾；干擾結果可能發生於反應階段，而非發生於轉錄階段。

不同研究者的結論其所以不一致，一方面可能是所用的作業性質或難度不同，一方面也可能是對「自動化」一詞的定義不同所致。本研究研究一第一部分採用 Anderson (1980) 「經高度練習而終於只需要很少注意容量的歷程，稱之為自動化」的定義，但先不探討自動化是否佔用傳遞管道，也不探討不同作業是否會同時發生競爭的問題。研究一第一部分假定經高度練習的技能已成為習慣化技能，因此對習慣化作業的反應時間要較對未習慣化作業的反應時間為短。例如，順序背誦九九乘法表，對大學生而言是十分熟練的事，故應是一種相當習慣化的技能。但是，如果把九九乘法表弄亂，隨機拿出 $7 \times 8 =$ ，再拿出 $7 \times 6 =$ ，……要他們說出簡單乘法的答案，則可能是一種較未習慣化的技能。同理，如果將簡單乘法改為簡單加法，例如 $7 \times 8 =$ 改為 $7 + 8 =$ ， $7 \times 6 =$ 改為 $7 + 6 =$ ，則因為很少人背過所謂「九九加法表」，它應是一種更未習慣化的技能。基於這種推論，本研究提出假設 1-1：「對順序簡單乘法題的反應時間短於對非順序簡單乘法題的反應時間；對非順序簡單乘法題的反應時間又短於對非順序簡單加法題的反應時間」。

至於簡單加法方面，雖然受試者少有所謂「九九加法表」之背誦練習，也有某些加法運算原則却是教師們經常可能指導學生使用的。例如， $7 + 1$ 或 $8 + 1$ ，只要把較大數加 1 即可得到答案； $7 + 3$ 或 $8 + 2$ 加起來答案正好是 10。又如， $7 + 7$ 或 $8 + 8$ ，只要回答被加數的兩倍即可； $7 + 5$ 時只要想為 $(2 + 5) + 5 = 2 + (5 + 5)$ 便知道 12；又 $7 + 9$ 時只要想為 $(6 + 1) + 9 = 6 + (1 + 9)$ 便知道答案是 16；如此類推。像這樣的加法運算原則由於過去也常有反覆練習的機會，其加法原則也應該相當的熟練。基於這些假定研究一第二部分要將加法題目分為有運算原則可用與無運算原則可用兩部分，並提出假設 1-2：「原則化加法題的反應時間短於非原則化加法題的反應時間」來加以考驗。

另外，Groen and Parkman (1972) 提出所謂「最小模式」(min model) 來解釋小學一年級兒童的加法策略；此一模式認為兒童在進行簡單加法時，會設定加數與被加數之中較大數為起始

點，然後依次加1，直到加完較小數為止。例如算 $2 + 4 =$ 時，會先伸出四個手指表示較大數4，然後相繼伸出兩隻手指並同時嘴巴裏數“5, 6”，最後得到答案6。如此，只需加上較小數的次數，便可以較快得到答案。Parkman and Groen (1971) 發現「最小模式」也適用於成人，只是成人直接憑記憶就說出答案者較多而已。如果這種說法正確，則原則上較小數的數值愈大，則加法所需時間便愈長。是否如此，也是研究一第二部分順便要加以探討的。

在「奇異數字七加或減二：吾人訊息處理容量的一些限制」一文中，Miller (1956) 發現吾人的短期記憶容量平均為7個串節 (chunks)，較好者可多達9個，較差者則可能只有5個。所以，當要我們背誦二進位數字101000100111001110時，如果一筆訊息就代表一個串節，我們將有18個串節的訊息必須記憶，遠超過平均記憶容量。但是，如果我們使用分節策略 (chunking strategy)，將這些二進位數字分節為101-000-100-111-001-110，然後再轉錄 (recode) 為504716，則只有6個串節的訊息，我們便可容易的根據504716再回憶出原來18筆的二進位數字訊息。這一點說明吾人可以使用認知策略來克服記憶容量的限制，同時亦暗示吾人可以透過這一類的認知策略來節省更多工作記憶 (working memory) 的容量，以供同時進行較複雜的歷程。

Chi (1978) 利用一組十歲半的兒童棋士和一組不會下棋的成人來背誦數字和記憶棋子在棋盤上的位置。結果兒童棋士雖然數字記憶廣度小於成人的記憶廣度，但在棋子的記憶作業方面成績却顯著優於成人。這是因為這些兒童是棋士，他們較能依照他們下棋的經驗，將棋子串節在一起，使能產生有意義的構形之故 (參看Mayer, 1987, pp. 45-55; Case, 1978)。

基於同樣理由，本研究認為如果將許多黑點以具有「完形」的構形呈現，例如將十六個黑點排成 4×4 方陣呈現，則要比將它們以零亂的方式呈現為容易辨識出一共有幾個點。由於 $4 \times 4 = 16$ 已相當自動化，而且由於黑點的安排具有完形的特性，不再為十六筆零散的訊息；此時，點的收錄 (encoding) 並不會佔去太大注意容量，故可節省一些工作記憶的空間，可供運算處理 (processing) 之用。如此，則呈現圖一「正正題」的 4×4 階黑色圓點和 2×2 階藍色圓點這兩組並行呈現的訊息時，自動化歷程便能自動化的、不佔用管道的處理完 $4 \times 4 = 16$ 和 $2 \times 2 = 4$ ，省下工作記憶的容量以供進行 $16 + 4$ 的運算，而說出答案是20。如果黑點以零亂的方式呈現，則無策略可運用，每一個點便是一個訊息，勢必超過工作記憶的容量限制，而無法正確處理。是否如此，則是本研究的研究二所要加以試探的。基於這些理由，研究二裏研究者設計出「黑、藍圓點相加題」(請看圖1) 做為刺激項目來呈現給受試者，並預測黑色圓點與藍色圓點以方陣陣列呈現時，較其他排列方式呈現時，其反應正確率為高。故，本研究的假設2為：「正正題的反應正確率均高於正散題、缺正題、缺散題、及散散題的反應正確率」。

其次，Gagné and Dick (1983) 在進行有關「認知歷程自動化」的文獻探討中，也同時提到Spelke, et al (1976), Schneider & Shiffrin (1977), Shiffrin & Schneider (1977), J. R. Anderson (1980) 等現代認知心理學家的觀點，認為認知歷程有「控制的」和「自動化的」兩類處理模式。「控制的處理」(controlled processing) [相當於前述的「慎思的歷程」] 需要很多的注意容量，本質上是屬於系列性處理方式，通常是在意識狀態下運作。而「自動化處理」(automatic processing) 則需要很少的注意容量，採用平行處理方式來運作，通常難於改變它或予以抑制(p. 280)。另一方面，由於在腦側化理論中有「左腦擅於處理系列性訊息，右腦擅於處理並行性訊息」的說法，乃使本研究想起「控制的處理」及「自動化處理」的分法是否與左右腦側化有所關連的問題。因此，在上述本研究一和研究二裏也同時考驗：「是否左腦比右腦擅於控制的處理，而右腦則比左腦擅於自動化處理」。於是，在研究一裏也探討「呈現視區」與「習慣化」或「原則化」的交互作用效果是否明顯，尤其是探討右腦是否較左腦擅於處理簡單乘法題。同理，也在研究二裏探討受試者在黑、藍圓點相加題的作業表現是否因呈現視區之不同而有所差異。

方 法

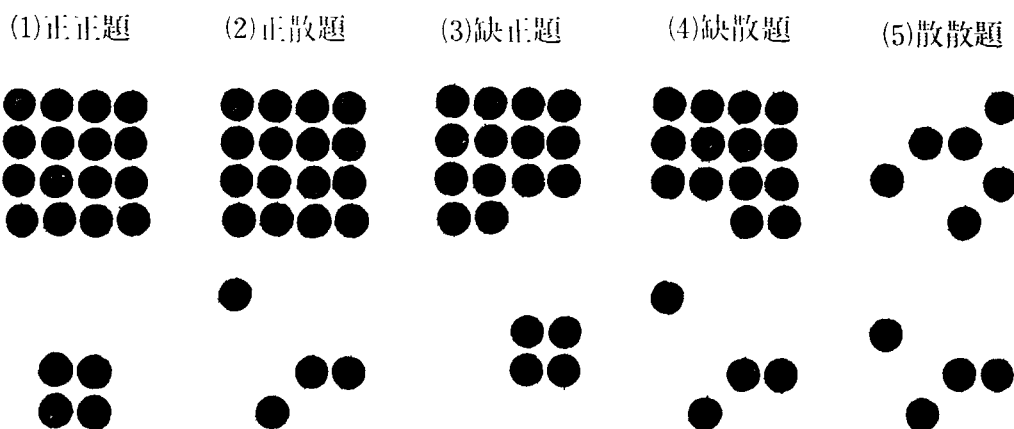
一、受試者 參加本實驗的受試者為40名修習實驗心理學課的大學二年級男女學生。需視力矯正的学生必須戴眼鏡參加實驗。

二、儀器設備 用來呈現本研究實驗材料的儀器是 Gerbrand 儀器公司出品的T-4A型四視域速示器 (four-field tachistoscope)。其週邊設備包括可以編序設計的時距控制器、千分之一秒 (msec) 計時器、和自行設計的聲音反應器 (voice key)。在本研究裏，四視域速示器的第一個窗口固定呈現正中央有黑色圓點的卡片，用以誘導受試者在刺激項目未出現於左右視區之前眼睛注意正前方。第三和第四個窗口呈現與刺激項目卡片亮度相同的空白卡片，用來恒定速示器黑箱內的亮度，亦即使刺激出現的前後，箱內的亮度大約相等。至於第二窗口則專門用來呈現本研究的刺激項目的卡片。每一個嘗試次裏，實驗者按下按鈕，使聲音反應器進入預備狀態；同時按下自動饋卡機 (auto feeder) 的遙控開關，使刺激項目卡落入窗口。此時，受試者只看到空白卡片。當實驗者喊「預備」後一至兩秒鐘，再按下另一按鈕，第一窗口亮起，受試者可以看到正中央處有直徑5 mm的黑色圓點。一秒鐘後黑色圓點消失，第二窗口亮起，千分之一秒計時器開始計時，同時第二窗口亮起，受試者可以看到在左視區或右視區出現的刺激項目。刺激項目出現在離開正中央左邊或右邊 2° 至 6° 的視角範圍內，曝露時間 180 msec 過後，便自行消失。聲音反應器的接受器裝設在受試者嘴巴前面五公分處；當受試者說出答案時，聲音反應器送出訊號，計數器停止計時。實驗者便可以聽到受試者的答案，並從計時器上讀到受試者這一嘗試的反應時間(單位是 msec)。受試者窺視窗到第二窗口呈現刺激項目處正中央之距離為 79 cm。所以，本研究的刺激項目均畫在離開卡片正中央左邊或右邊2.5至5.0 cm範圍內，以保證能呈現在受試者 2° 至 6° 視角範圍內。換言之，本研究利用曝露時間 180 msec，視角 2° 至 6° 的「視野控制法」(或visual half-field presentation)，來確保刺激項目的訊息可以進入受試者的左半腦或右半腦。

三、實驗材料 研究一的材料有「簡單乘法題」和「簡單加法題」兩類。「簡單乘法題目」係取自九九乘法表7的部分和8的部分。7的部分有自 7×1 至 7×9 等九個項目；8的部分也有自 8×1 至 8×9 等九個項目。簡單乘法題有按九九乘法表順序呈現和不按九九乘法表順序呈現兩種呈現方式。同一刺激項目都要呈現於左視區-右腦，和右視區-左腦(先呈現於那一個視區係隨機決定)。因此，簡單乘法部分一共有72題次。其中，按九九乘法表順序呈現的目的在看出相當自動化的情形下，受試者從看到題目到說出答案(例如看到 7×5 到說出35) 仍然需要多少 msec 的時間。此一時間便可以作為不按順序呈現乘法和不按順序呈現加法時的比較參照點。第二類是「簡單加法題目」，其題目數字與簡單乘法時完全相同，只是運算符號改為加法而已。所以，7的部分也有 $7 + 1$ ， $7 + 2$ ，至 $7 + 9$ 等九個項目；8的部分也有 $8 + 1$ ， $8 + 2$ 至 $8 + 9$ 等九個項目。因為習慣上，我們沒有所謂「九九加法表」，所以簡單加法部分沒有依 $7 + 1$ ， $7 + 2$ ， $7 + 3$ ，...，或依 $8 + 1$ ， $8 + 2$ ， $8 + 3$ ，...順序呈現的嘗試次，只有不按順序呈現的嘗試次。至於左右視區的呈現方式和原則，則與簡單加法時，完全相同。所以簡單加法部分一共有36題次，與簡單乘法部分加起來一共有108題次。

研究二採用的材料是「黑、藍圓點相加題目」，其每一項目均由上下兩組圓點構成；上面一組圓點用黑色繪成，下面一組用藍色繪成，可讓受試者回答上面的黑點和下面的藍點相加起來一共幾個圓點。題目共分四類，亦即被加數黑點排成 2×2 ， 3×3 ， 4×4 和 5×5 階短陣等四類。每一類又分五種項目，亦即(1)正正題：上下兩組圓點均成方陣排列；(2)正散題：上面黑圓點成方陣排列，下面藍圓點分散排列；(3)缺正題：上面黑圓點成有缺口的方陣排列，下面藍圓點成方陣排列且可就近移上去補缺；(4)缺散題：上面黑圓點成有缺口的方陣排列，下面藍圓點分散排列且需自較遠處往上移動補缺；(5)散散題：上下兩組圓點均分散排列。圖一是黑圓點成 4×4 矩陣時的五種項目。像這樣，四類

題目均有五種項目，每類题目的五種項目隨機呈現，所以一共有20個項目。每一項目又隨機各呈現於左視區和右視區一次，故第三部分「黑、藍點相加題目」一共呈現40個題次。



圖一 被加數黑圓點成4×4矩陣時的五種項目

由此可見，本研究除了8張例題卡片以外，一共有148張刺激項目卡片。刺激項目在每一張卡片上的位置均必須合乎「視野控制法」的要求，亦即在凝視點之左或之右2°至6°視角的範圍內。

四、實驗設計 研究一第一部分採 2（視區）× 3（習慣化程度）的「完全受試者內設計」（within-subjects design）。第一個自變項為呈現視區，分為「右視區-左腦」和「左視區-右腦」兩種。第二個自變項為習慣化程度，分「順序乘法」、「非順序乘法」和「非順序加法」三種，並假定這三種技能愈前面者愈習慣化。研究一第二部分採 2（視區）× 2（原則化程度）的完全受試者內設計。第一個自變項亦為呈現視區；第二個自變項為「原則化程度」，依加法是否有常用原則可循環而分為「已原則化」和「未原則化」兩種加法技能。

至於研究二則採 2（視區）× 4（黑圓點方陣階數）× 5（題目類型）的完全受試者內設計。其中第二個自變項分為「二階」、「三階」、「四階」和「五階」方陣等四類；第三個自變項則分「正正」、「正散」、「缺正」、「缺散」、「散散」等五類型題目。

五、實驗步驟 實驗開始前，實驗者先以速示器用的顯示卡樣例為受試者說明研究一第一部分的指導語：

「今天的實驗分成兩部分：第一部分要請你看這個箱內出現的個位數字，然後做簡單乘法和簡單加法。第二部分要看箱內出現的黑色點和藍色點，然後算出一共有幾個點。等一下我喊『預備』時，前面窗口正中央會出現一個黑色小圓點。請你馬上注視這個點，眼睛不要亂動。一會兒之後，小圓點會自動消失，同時小圓點左邊或右邊幾公分附近會出現個位數的直式乘法或加法式子（實驗者示以顯示卡刺激項目樣例）。看完，你要又快又正確的大聲說出答案是多少，以便儀器能記錄你算得多正確和多快（實驗者不刻意顯示voice key的存在）。題目有時是加法，有時是乘法；有時是7的，有時是8的；乘法有時按九九乘法表順序出現，有時不按九九乘法表順序出現；加法通常是不按什麼順序出現的。題目有時出現在右邊，有時出現在左邊，沒有一定順序。所以你最好的辦法是眼睛看正中央。等一下正式做實驗時，我會先告訴你那幾題是按九九乘法順序的乘法題，那幾題是不按順序的乘法題，那幾題是不按順序的加法題」。

受試者瞭解實驗方法和如何看速示器內的顯示卡回答之後，實驗者讓受試者利用八個例題刺激項

目進行練習，然後開始正式實驗。全部 108 個嘗試次的呈現順序可分為下列十二個區組：(1) “7” 按九九乘法表順序的乘法（左右視區隨機分派），(2) “7” 按九九乘法表順序的乘法（視區與前 9 題平衡對抗），(3) “7” 不按順序乘法，(4) “7” 不按順序加法，(5) “7” 不按順序乘法（視區平衡對抗），(6) “7” 不按順序加法（視區平衡對抗），(7) “8” 按九九乘法表順序的乘法（左右視區隨機分派），(8) “8” 按九九乘法表順序的乘法（視區與前 9 題平衡對抗），(9) “8” 不按順序加法，(10) “8” 不按順序乘法，(11) “8” 不按順序加法（視區平衡對抗），(12) “8” 不按順序乘法（視區平衡對抗）。

如此，每一個嘗試次，實驗者都先按下按鈕使自動餵卡機的刺激項目卡片落下，並使 voice key 進入預備狀態，然後喊「預備」提醒受試者注視中央小圓點。接著，按下另一按鈕，呈現中央小圓點。小圓點消失後，刺激項目依計畫出現在左視區或右視區，同時計時器開始計時。180 msec 後，刺激項目消失，受試者繼續運算。當受試者說出答案後，voice key 停止動作；實驗者自計時器上閱讀受試者該嘗試次的反應時間，連同是否回答正確一起記錄在記錄紙上。

接著，實驗者讓受試者休息，並說明研究二的指導語：

「下面是計算黑色圓點和藍色圓點一共有幾點的問題。每一次你會看到卡片的左邊或右邊出現像這樣的黑色圓點和藍色圓點（實驗者出示樣例卡片）。你要設法看上面部分的黑色圓點和下面部分的藍色圓點一共有多少點，然後又快又正確的大聲說出答案。實驗的方法和剛纔一樣：每當我喊『預備』，你就要注意集中看中央的小黑點；題目一共有 40 題，有時出現在右邊，有時出現在左邊，也是沒有一定規則。……」

如此，讓受試者做完八個例題後，依(1)二階五個題目、(2)三階五個題目、(3)四階五個題目、(4)五階五種題目的順序，呈現題目。實驗者記下受試者反應的對錯和時間。（每類五個題目隨機出現）。

做完全部 148 個嘗試次後，實驗結束。實驗者請受試者說出作答時所用的策略和對題目難易度的感受。〔由於本研究刺激項目的曝露時間太短，無法採用讓受試者一邊想一邊說的「放聲思考」(think aloud) 方法〕。

六、資料分析 由於簡單乘法和加法的反應正確率均高達 98%，所以本研究研究一第一部分只利用「反應時間」為指標進行 2 × 3 完全受試者內設計的變異數分析；研究一第二部分亦只利用「反應時間」為指標，進行 2 × 2 ANOVA。至於研究二的資料則因為黑圓點四階及五階的題目難度太高，通過人數不多，易受個別差異偏誤影響，不宜使用「反應時間」為指標，乃只根據「反應正確率」進行 2 × 4 × 5 完全受試者內設計的 ANOVA。

結 果

研究一第一部分 表 1 是刺激項目呈現在右視區-左腦及左視區-右腦時，受試者對順序乘法題、非順序乘法題、和非順序加法題的反應時間（單位：msec）的平均數及標準差。表 2 是利用 2（視區）× 3（習慣化程度）完全受試者內設計進行 ANOVA 的結果。

表 1 不同習慣化程度題目呈現在不同視區時的反應時間平均數及標準差*

右 視 區 - 左 腦			左 視 區 - 右 腦		
順 序 乘 法 題	非 順 序 乘 法 題	非 順 序 加 法 題	順 序 乘 法 題	非 順 序 乘 法 題	非 順 序 加 法 題
713 (124)	893 (131)	948 (171)	721 (116)	896 (140)	912 (128)

* 括弧的數字代表標準差，單位：msec

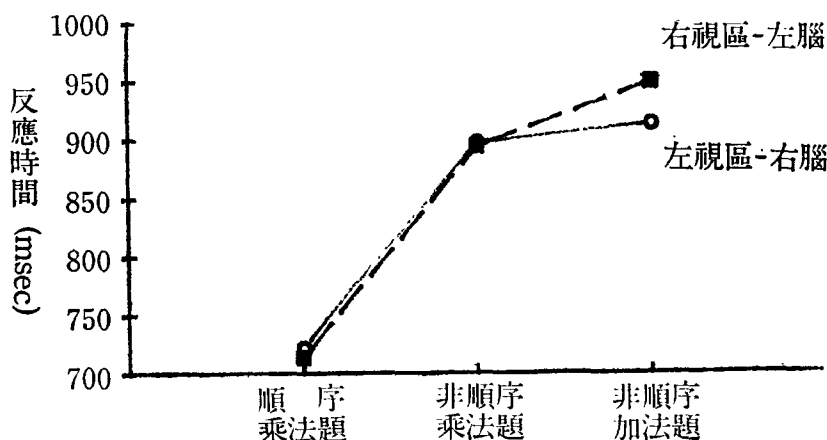
表 2 的變異數分析結果顯示第一個變項「呈現視區」與第二個自變項「習慣化程度」之間有顯著交互作用現象存在， $F = 4.83, P < .05$ 。由圖二可知這是屬於非次序性交互作用。表 3 是繼續就單純主要效果進行 ANOVA 的結果。表 3 下半顯示：就右視區-左腦(A_1) 言，習慣化不同的三種題目之間反應時間有顯著差異存在， $F = 48.36, P < .05$ 。進一步事後比較結果，顯示順序乘法題的反應時間短於非順序乘法題 ($q = 155.91$)，非順序乘法題的反應時間又短於非順序加法題 ($q = 13.96$)，均達 .05 顯著水準。再就左視區-右腦 (A_2) 而言，三種題目之間的反應時間也有顯著差異存在， $F = 65.14$ 。事後比較結果，亦顯示同樣型態 (q 值為 160.27和49.00， $P < .05$)。結果可以支持本研究的假設 1-1。

表 2 研究一第一部分的變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
呈現視區(A)	.38	1	.38	2.07
誤差(AS)	7.25	39	.19	
習慣化程度(B)	208.85	2	104.43	112.61*
誤差(BS)	72.33	78	.93	
交互作用(AB)	2.36	2	1.18	4.83*
誤差(ABS)	19.03	78	.24	

$F_{.95;(1,39)} = 4.08$

$F_{.95;(2,78)} = 3.11$



圖二 呈現視區與習慣化程度之間有非次序性交互作用

表 3 單純主要效果的變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
呈現視區(A)				
在順序乘法(B ₁)	.14	1	.14	.74
在非順序乘法(B ₂)	.02	1	.02	.12
在非順序加法(B ₃)	2.58	1	2.58	13.57*
誤差(AS)	7.25	39	.19	
習慣化程度(B)				
在右視區—左腦(A ₁)	89.94	2	44.97	48.36*
在左視區—右腦(A ₂)	121.17	2	60.58	65.14*
誤差(BS)	72.33	78	.93	
		F _{.95,(1,39)} = 4.08	F _{.95,(2,78)} = 3.11	

其次，再由表 3 上部分單純主要效果考驗可以看出下列結果：就順序乘法題而言，左右腦之間的反應時間並無顯著差異存在， $F = .74, P > .05$ ；顯示就順序乘法(假定為最習慣化最自動化的技能)而言，右腦的反應時間並未如預期的快於左腦；就非順序乘法而言，情況仍然如此， $F = .12, P > .05$ 。再就非順序加法題而言，左右腦之間的反應時間之差異則達到顯著水準， $F = 13.57, P < .05$ 。惟出乎意料之外的是：是在非順序加法題方面(而不是在順序乘法題方面)，右腦的反應時間快於左腦的反應時間。這一點是值得加以注意的。

研究一第二部分 表 4 是「原則化加法題」和「非原則化加法題」呈現於右視區-左腦和左視區-右腦時的反應時間(msec) 平均數和標準差。表 5 是這一部分實驗所得觀察資料進行 2 (視區) × 2 (原則化程度) 受試者內設計 ANOVA 的結果。由表 5 可看出：交互作用效果未達到顯著水準

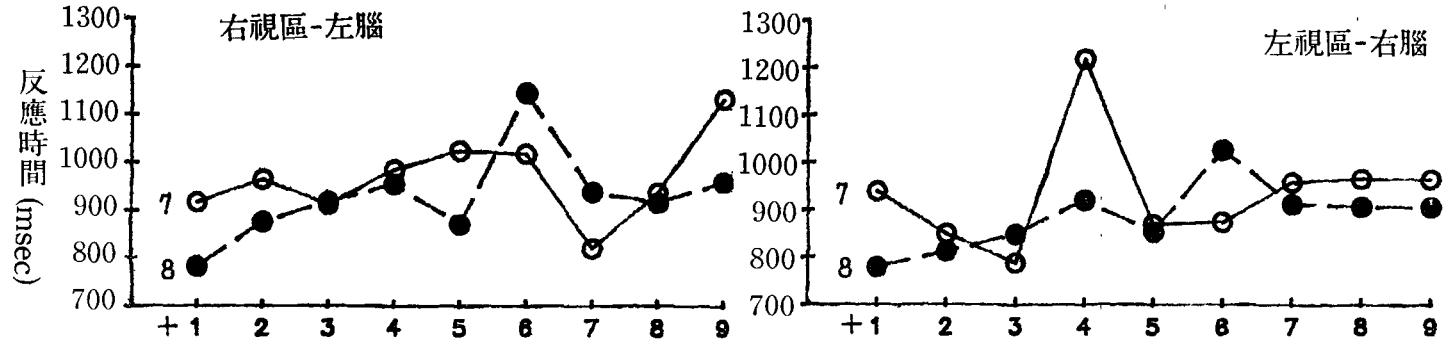
表 4 兩類加法題在不同呈現視區反應時間的平均數及標準差 (單位：msec)

右 視 區 — 左 腦		左 視 區 — 右 腦	
原則化加法題	非原則化加法題	原則化加法題	非原則化加法題
920 (169)	982 (189)	880 (108)	952 (165)

表 5 研究一第二部分的變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
呈現視區(A)	4.95	1	4.95	8.20*
誤差(AS)	23.55	39	.60	
原則化程度(B)	18.00	1	18.00	30.56*
誤差(BS)	22.97	39	.59	
交互作用(AB)	.11	1	.11	.26
誤差(ABS)	16.05	39	.41	

*F_{.95,(1,39)} = 4.08



圖三 原則化和非原則化題在不同視區的反應時間 (msec)

表 6 原則化和非原則化加法題在不同視區的反應時間(msec)

	右 視 區 - 左 腦									左 視 區 - 右 腦								
	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
7	916*	964	912*	984	1023*	1017	820*	937	1132*	939*	850	788*	1219	870*	875	958*	966*	965*
8	783*	876*	918	954	870*	1144	938	917*	959*	779*	813*	848	921	854*	1028	912	907*	906*

* 表示該題屬原則化加法題，其他者為非原則化加法題

；但是，兩個自變項之主要效果考驗，均達顯著水準。以「呈現視區」來說，考驗結果 $F = 8.20, P < .05$ ；顯示左右腦處理加法的反時應間有顯著差異存在。由表 4 可知，右腦對加法題的反應時間快於左腦；此一結果，正如同研究一第一部分所述。再以「原則化程度」來說，表 5 的考驗結果， $F = 30.56, P < .05$ ；顯示原則化加法題與非原則化加法題有顯著差異存在。由表 4 可知，受試者對原則化加法題的反應時間顯著的短於對非原則化加法題的反應時間。本研究的假設 1—2 可以得到支持。

表 6 及圖三表示原則化加法題及非原則化加法題呈現在右視區-左腦及左視區-右腦時各題的反應時間平均數；而且為方便討論起見，按被加數大小依序表示在圖表上。表 6 有* 號者是屬於原則化加法題。包括 $7 + 1, 8 + 1$ 是被加數加 1 便可得到答案的； $7 + 3, 8 + 2$ 加起來等於 10 的； $7 + 5, 8 + 5$ 是把 7 想為 $(2 + 5)$ 及把 8 想為 $(3 + 5)$ 便知答案是 12 及 13 的； $7 + 7, 8 + 8$ 是被加數之兩倍為答案的； $7 + 9, 8 + 9$ 是想為 $(7 - 1) + (1 + 9)$ 及 $(8 - 1) + (1 + 9)$ 便知答案為 16 及 17；共有五種原則的題目。圖三是將表 6 的資料加以圖示的結果。此項描述統計資料顯示：被加數為「8」時的反應時間組型較被加數為「7」時的反應時間組型為符合本研究的預測，也與 Parkman and Groen (1971) 的結果很接近。惟呈現在左視區-右腦的 $7 + 4$ 其反應時間長達 1219msec，是個出乎意外的例外。探究其原因結果得知：此一刺激項目乃是第一個呈現的加法題，其前呈現的 27 個項目均為乘法題，受試者必須重新調整反應心向之故。

表 7 黑、藍圓點相加題不同呈現視區的反應正確率

	右 視 區 - 左 腦						左 視 區 - 右 腦									
	正	正	散	缺	正	缺	散	散	正	正	散	缺	正	缺	散	散
五 階	.050	.100	.075	.025	.075	.050	.075	.050	.075	.050	.025	.125				
四 階	.150	.075	.175	.150	.175	.050	.100	.075	.050	.075	.050	.075				
三 階	.100	.175	.125	.300	.475	.150	.100	.225	.375	.525						
二 階	.625	.350	.650	.625	.400	.450	.400	.750	.600	.375						

表 8 黑、藍圓點相加題實驗資料的 ANOVA 摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	P
呈現視區(A)	.16	1	.16	1.84	.195
誤差(AS)	3.39	39	.09		
方陣階數(B)	51.13	3	17.04	83.38*	.000
誤差(BS)	23.92	117	.20		
題目類型(C)	2.45	4	.61	4.20*	.000
誤差(CS)	22.75	156	.15		
視區×階數(AB)	.43	3	.14	1.26	.246
誤差(ABS)	13.41	117	.11		
視區×類型(AC)	.29	4	.07	.63	.423
誤差(ACS)	17.91	156	.11		
階數×類型(BC)	10.04	12	.84	6.30*	.000
誤差(BCS)	62.16	468	.13		
視區×階數×類型(ABC)	1.56	12	.13	1.07	.360
誤差(ABCS)	56.83	468	.12		

研究二部分 表7是「黑、藍圓點相加題」呈現在左右視區時的反應正確率。這裏所謂「反應正確率」是指每一刺激項目答對一題算1分時，全部受試者在該項目的得分總和除以該題最大可能得分總和（亦即40分）而言。表8是此項實驗資料的2（視區）×4（黑圓方陣階數）×5（題目類型）的完全受試者內設計 ANOVA摘要表。表8的變異數分析結果顯示：所有與「呈現視區」有關的交互作用效果（包括AB,AC,ABC 交互作用）均未達顯著水準。此一結果間接也顯示無法支持「右腦較左腦擅於自動化處理，而左腦則較右腦擅於控制的處理」之說法。因此，我們可以將表7的左右視區的反應正確率予以合併，如表9所示。其次，表8的 ANOVA也顯示「方陣階數」主要效果的考驗

表 9 黑、藍圓點相加題的反應正確率

	正 正	正 散	缺 正	缺 散	散 散
五 階	.05	.09	.07	.03	.10
四 階	.10	.09	.13	.10	.13
三 階	.13	.14	.18	.34	.50
二 階	.54	.38	.70	.62	.39

達到顯著水準， $F = 83.38, P < .05$ ；表9顯示黑圓點方陣的階數愈大，反應正確率有愈降低的趨勢。再者，黑、藍圓點相加題的「題目類型」主要效果的考驗也達顯著水準， $F = 4.20, P < .05$ ；惟因「階數×類型」的交互作用效果也達顯著水準，五種「題目類型」之間的差異如何，需視黑圓點方陣階數之大小而定。表10是就「題目類型」與「方陣階數」進行單純主要效果考驗的結果。結果顯示：當黑圓點方陣的階數在四階和五階時，五種「題目類型」之間並無差異。仔細看表9便可看出，這是因為黑圓點方陣在四階以上時五類型题目的反應正確率均已太低的關係。這一點顯示黑圓點方陣在四階以上時，因訊息負荷量過重造成反應正確率的低下。換言之，可能因為訊息量太多，佔用過多注意

表10 單純主要效果的變異數分析摘要

變異來源	SS	df	MS	F
方陣階數(B)				
在正正題(C ₁)	11.63	3	3.88	19.39*
在正散題(C ₂)	4.62	3	1.54	7.69*
在缺正題(C ₃)	20.21	3	6.74	33.68*
在缺散題(C ₄)	17.11	3	5.70	28.52*
在散散題(C ₅)	9.30	3	3.10	15.51*
誤差(BS)	23.92	117	.20	
題目類型(C)				
在五階(B ₁)	.32	4	.08	.53
在四階(B ₂)	.11	4	.03	.19
在三階(B ₃)	7.09	4	1.77	11.81*
在二階(B ₄)	6.33	4	1.58	10.55*
誤差(CS)	22.75	156	.15	

容量和傳遞管道而無法做對「黑、藍圓點相加題」那麼複雜的認知作業。至於在三階和二階時，雖然單純主要效果考驗結果 $F = 11.81$ 和 10.55 ，均達顯著水準，但事後比較結果均未顯示正題的反應正確率顯著大於其他類型题目的反應正確率。這點顯示假設 2 未能得到支持。

討 論

Anderson (1980) 綜合 Schneider & Shiffrin (1977) 等現代認知心理學家對「自動化」的看法，認為愈經高度練習過的認知技能，需要的注意容量愈小，所以可以節省不少注意容量或傳遞管道來同時進行與其並行發生的競爭作業之處理。本文研究一第一部分裏，以「順序乘法題」、「非順序乘法題」、和「非順序加法題」代表三種不同習慣化程度的認知作業，來考驗「是否愈習慣化的作業，其反應時間愈短」。接著，在研究一第一部分裏，以「原則化加法題」和「非原則化加法題」代表兩種原則化程度不同的作業，再考驗「是否有原則可循的作業較較無原則可循的作業，其反應時間為短」。其次，再在研究二裏以「黑、藍圓點相加題」來檢驗「是不是自動化認知作業因可節省時間及注意容量之故，其反應正確率高於非自動化認知作業之反應正確率」。此外，本研究也根據 Schneider & Shiffrin (1977) 對「控制的處理」與「自動化處理」的分法，以及腦側化理論中「左腦擅於處理系列性訊息，右腦擅於處理並行性訊息」，也提出「右腦較左腦擅於自動化處理，而左腦則較右腦擅於控制的處理」的假設並在研究一和研究二裏順便加以考驗。

一、習慣化程度對順序乘法、非順序乘法、和非順序加法反應時間的影響

表 3 的單純主要效果以及事後比較結果顯示，不管刺激項目呈現在左腦或呈現在右腦，均顯示順序乘法題的反應時間最短，非順序乘法題的反應時間次之，非順序加法題的反應時間最長。所以研究一第一部分的實驗結果可以支持假設 1-1：「對順序簡單乘法題的反應時間短於對非順序簡單乘法題的反應時間；對非順序簡單乘法題的反應時間又短於對非順序簡單加法題的反應時間」。可見，經高度練習而習慣化的認知技能（如按九九乘法背誦的順序乘法題）的反應時間較快。而習慣化應可被視為自動化的基礎，因為習慣化而反應時間快，便可以節省不少時間處理其他並行發生的認知歷程，或節省下注意容量或傳遞管道處理這些並行的認知歷程。如圖二所示的結果為例，從事順序乘法題的運作，比起從事非順序乘法或非順序加法，省去將近 200msec 以上的反應時間，而這 200msec 便可用來進行其他認知歷程。

二、原則化程度對簡單加法反應時間的影響

表 5 研究一第二部分實驗資料進行變異數分析結果顯示：「原則化程度」的主要效果達顯著水準。由表 4 可看出，原則化加法題的反應時間顯著短於非原則化加法題的反應時間。由表 6 及圖三更可以看出 $7+1$ 和 $8+1$ ， $7+3$ 和 $8+2$ ， $7+5$ 和 $8+5$ ， $7+7$ 和 $8+8$ ， $7+9$ 和 $8+9$ 等加法都有原則可循，而且過去的學習歷程應是高度練習過的原則。筆者認為這些認知技能的原則化也應是自動化歷程的基礎。使用這些原則化歷程，就如同使用串節 (chunking) 策略一樣，可以有效組織和處理訊息，而節省大量注意容量和傳遞管道，有利用於自動化的歷程。研究一第二部分的結果支持假 1-2 「原則化加法題的反應時間短於非原則化加法題的反應時間」的說法，也使得本研究可以繼續假定處理 2×2 ， 3×3 ， 4×4 ， 5×5 階黑圓點方陣的歷程也是相當自動化的歷程，因而可以在同時處理黑色圓點的方陣和藍色圓點的方陣之餘，有充足的時間可進行黑藍兩種圓點的加總歷程。

三、自動化歷程對黑、藍圓點相加作業反應正確率的影響

本研究企圖用與傳統研究自動化歷程之研究不相同的方法來探討自動化歷程的問題。傳統上，研究自動化歷程的方法主要的有兩種。第一種是利用 Stroop 命名作業：例如要受試者把看用紅色筆所寫的「藍」這一個字的「顏色」說出來時，通常受試者很容易一下子就回答力力。這是因為字義自動化

的結果，而此項自動化的歷程反而干擾對這一個字的顏色之命名。因此，如果命名作業發生此種干擾作用，便說那是字義發生自動化的證據。第二種方法正好相反，是利用語意促發(semantic priming)實驗：例如先呈現促發項「方位」之後 250msec 之內，又呈現目標項「東邊」，讓受試判斷「東邊」這一目標項是否為合法的字彙時，通常反應時間會較短。(但是，如果促發項是「方位」，而目標項是「男人」時，則反應時間會較長)。這是因為「方位」這一個促發項自動的激發了目標字「東邊」所致，亦即產生字義的自動化傳遞所致(參看許文耀，民78)。本研究的「黑、藍圓點相加題」，基本上既無 Stroop命名作業具有干擾作用，亦無語意促發實驗具有激發作用。但却假定具有因習慣化、原則化和策略化而具有節省注意容量和傳遞管道的作用，因此能有多餘的注意容量和傳遞管道供同時處理並行的認知作業。

表 8 至表 10 的分析結果傾向於不能支持本研究假設 2 「正正題的反應正確率均高於正散題、缺正題、缺散題及散散題的反應正確率」的說法。正正題顯然並未如預期的產生對黑色圓點及藍色圓點的方陣之自動化運作，否則它的反應正確性應最高。因為其黑藍兩個方陣的運作假定已自動化，注意管道可全部用於兩個方陣圓點個數的相加。正散題時，顯然需多耗用管道數出散亂的藍圓點；缺正題時，需多耗管道補足黑色圓點使變成方陣；缺散題時，更要多耗費管道於補足方陣和剩下的藍點；而散散題時，則需多耗費管道去數出散佈的黑色圓點和散佈的藍色圓點。後四者在理論上較正正題佔用較多管道，故亦較易降低反應正確率才對。表 9 的資料顯示並非如此。

黑色圓點的方陣在四階以上時，受試者的反應正確率變得很低，這可能是四階以上時，訊息量太多，encoding 本身不正確所致。二階和三階時反應正確大為增加，顯示自動化可能是程度上的差異，而不是兩類別之間的差異。

四、左右腦側化與控制的處理及自動化處理

本研究研究一及研究二均同時探討「呈現視區」與認知作業類型之交互作用問題。表 8 與「呈現視區」有關的各級交互作用效果均未達到顯著水準，顯示就黑、藍圓點相加作業而言，作業的反應正確率並不因左右腦而有所不同。表 2 「呈現視區」與「習慣化程度」之交互作用效果雖達顯著水準，但却是在「非順序加法題」方面(而不是在最習慣化的「順序乘法題」方面)顯示右腦的反應時間較左腦的反應時間為短，顯然與預期不符。這些結果使「右腦較左腦擅於自動化處理，而左腦則較右腦擅於控制的處理」之說法無法獲得支持。

參 考 文 獻

- 林清山(民75)左右腦側化功能的比較實驗研究與腦側化能力測驗和自陳量表的效度考驗。國立臺灣師範大學，*教育心理學報*，19期，37—54頁。
- 林清山(民77)左右腦對中文雙字詞的語音轉錄及對臉形素描圖的比對作業之反應時間比較實驗研究。國立臺灣師範大學，*教育心理學報*，21期，38—59頁。
- 許文耀(民73)人類的訊息傳遞的自動化運作。國立臺灣大學心理學研究所碩士論文。
- 許文耀(民78)精神分裂症患者的訊息處理策略與其典型分類。國立臺灣大學心理學研究所博士論文計畫書。
- Anderson, J.R.(1980). *Cognitive Psychology and Its Implication*. San Francisco: Freeman.
- Case, R. (1978). Intellectual development from birth to adulthood: A neo-Piagetian interpretation. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H. (1978). Knowledge structures and memory development. In R. S.

- Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gagné, R.M. and Dick, W. (1983). Instructional Psychology. *Annual Review of Psychology*, 34, 261-295.
- Groen, G. J. and Parkman, J. M. (1972). A chronometric analysis of simple addition. *Psychological Review*, 97, 329-343.
- LaBerge, D. (1975). Acquisition of automatic processing in perceptual and associative learning. In P. M. A. Rabbit and S. Dornic (Eds), *Attention and Performance*, V. New York: Academic Press.
- Mayer, R. E. (1987). *Educational Psychology: A Cognitive Approach*. Boston: Little, Brown and Company.
- Miller, G. A. (1956). The magic number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Parkman, J. M. and Groen, G. J. (1971). Temporal aspects of simple addition and comparison. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 333-342.
- Posner, M. I. and Snyder, C.R.R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schneider, W. and Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Shiffrin, R.M. and Scheider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Spelke, E., Hirst, W. and Neisser, U. (1976). Skills of divided attention. *Cognition*, 4, 215-230.

Bulletin of Educational Psychology, 1989, 22, 99-114
Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, China.

THE EFFECTS OF HABITUATION, LEARNED RULES, AND LATERALITY ON AUTOMATICITY

CHEN-SHAN LIN

ABSTRACT

Materials designed to test the roles of *habituation*, *learned rules*, and *automaticity* were tachistoscopically presented to both the left and the right-visual field of 40 college students through *visuat half-field* presentation. The findings were as follows:

- (1) The reaction time (RT) was significantly shorter when items of single column multiplication were presented *orderly* according to the multiplication table than when they were presented *randomly*. The RT was shorter when items of single column *multiplication* were presented randomly than when items of single column *addition* were presented randomly. Thus, the more a cognitive process has been practiced or *habitualized*, the shorter the RT will be. Habitualization is supposed to be an important variable which might facilitate automaticity.
- (2) The RT to the items of single column addition for which the subjects *may* use certain kinds of learned rules was significantly shorter than the RT to those for which they *may not* use learned rules. The *availability of learned rules* is also supposed to be an important variable which might facilitate automaticity.
- (3) Since $2 \times 2 = 4$, $3 \times 3 = 5$, $4 \times 4 = 16$, were so highly practiced, it was assumed that to count dots arranged in a form of square matrix had become an *automatic* process, therefore little attention was required for such a process. Accordingly, it was predicted that the accuracy rate for items with both black dots and blue dots arranged in square matrices was higher than that for item in which both sets of dots was *not* arranged in square matrix, when subjects were asked to *count and add* these two set of dots. The hypothesis was not supported by experimental evidence. Results also tended to support the idea that automaticity is a matter of degree rather than of a well-defined category (automatic

processing vs. controlled processing).

- (4) No predicted interaction effects between laterality and types of cognitive task was found. The assumption that "Left hemisphere is superior to right hemisphere in *controlled processing*, while right hemisphere is superior to left hemisphere in *automatic processing*" was not supported.