

國立臺灣師範大學特殊教育學系、特殊教育中心
特殊教育研究學刊，民90，21期，189—213頁

中文閱讀障礙視知覺缺陷探究： 文字辨認與視覺離心作用

楊憲明

國立臺南師範學院

本研究旨在探討中文閱讀障礙的視知覺機制缺陷，及其與中文文字獨特表徵的可能關係。研究者比較閱讀障礙者和一般閱讀能力者，在上、下視覺區不同視覺離心位置上不同類別字元的文字辨認正確率，以推測閱讀障礙者的視知覺處理缺陷。研究發現，中文閱讀障礙者與一般閱讀能力者，對於不同使用頻次與結構複雜度字元的辨認，在視網膜中心區域，辨認正確率並無顯著的差異。但是在視網膜中心近側區域時，對於高結構複雜度字元的辨認，閱讀障礙者的辨認正確率，則顯著地低於一般閱讀能力者。這項研究發現，亦獲得受試者實驗反應資料的數學預測模式參數比較的支持。研究者根據所獲得之高預測量二次曲線模式，比較閱讀障礙者與一般閱讀能力者預測模式裡各參數係數的差異。研究發現，視覺離心對文字辨認所產生的不利影響，在閱讀障礙者與一般閱讀能力者，並不相等，在閱讀障礙者較高，在一般閱讀能力者較低；再者，參數係數比較也發現，字元結構複雜度對文字辨認所產生的不利影響，在閱讀障礙者較高，在一般閱讀能力者較低。以上結果暗示，中文閱讀障礙的發生，與「視網膜中心近側區域高結構複雜度字元」的視知覺處理缺陷，有十分密切的關連。

關鍵字：閱讀障礙、文字辨認、視知覺缺陷、視覺離心、視網膜中心近側區域

研究動機與目的

對於閱讀障礙產生原因，目前研究已經有較多的瞭解，但學者與研究者仍有許多不同的看法。有許多的學者認為，閱讀障礙的產生有其語言缺陷的根源，特別是語言音韻知覺與操弄上的缺陷，亦即認為閱讀障礙是因為閱讀者

存在音韻覺知 (phonological awareness) 的缺陷而產生。不同於這種看法，不少的學者認為，閱讀障礙的產生有其視覺系統功能缺陷的根源。雖然有許多的學者同意閱讀障礙是因為視知覺功能缺陷而產生，但其他的學者卻提出質疑 (Gross-Glenn, Skottun, Glenn, Kushch, Lingua, Dunbar, Jallad, Lubs, Levin, Rabin, Parke,

& Duara, 1995; Hulme, 1988; Smith, Early, & Grogan, 1986; Vellutino, 1979a)。因此，閱讀障礙是否因為視知覺功能缺陷而產生，是一個需要再深入探究的重要主題。

從已有的視覺研究與閱讀的視知覺研究可知，視網膜中心區域（fovea）、視網膜中心近側（parafovea）、以及視網膜周緣區域（peripheral）三個不同的視覺區域，在視覺神經種類、注意力運用、眼睛移動控制、和視覺訊息處理層次與類別，有明顯的差異（Breitmeyer, 1988; Findlay, 1982; Lovegrove, Martin, & Slaghuis, 1986; Pollatsek, Lesch, Morris, & Rayner, 1992; Posner, 1980; Rayner, McConkie, & Zola, 1980; Rayner & Morris, 1992）。更重要地，閱讀時文字的各類訊息處理，需要這些不同視覺區域的訊息處理機制的合作，方能順利進行。因此，先前的研究發現：閱讀障礙者與一般閱讀能力者在視網膜中心區域的各類視覺刺激辨認作業反應並無顯著差異，這些發現並無法有效地結論：閱讀障礙者無視知覺功能上的缺陷，閱讀障礙並非因為視知覺缺陷而產生。

從以上的敘述可知，閱讀障礙是否因為視知覺系統缺陷而產生，需要再深入的探究，惟後續的探究必須能夠更廣泛的，將影響文字辨認與篇章理解有關的視知覺機制或因素包含於實驗設計中，以動態、統整的觀點進行實驗探究，方能將閱讀障礙的產生與視知覺系統功能的關係，嚴謹與完整地呈現出來。

本研究基於這樣的研究導引，進行實驗，以視覺離心（visual eccentricity）作為實驗操弄的主要變項，對閱讀障礙者的文字辨認的視知覺機制運作，進行動態與完整的檢視。視覺離心係指一個視覺刺激在被加以辨認時，其所在之位置，偏離（離開）視網膜中心點之視覺角度與視覺距離（Bouma, 1973）。根據文獻，視覺離心是各類視覺刺激在經視知覺處理時，不

同類別（categories）訊息被處理產生變異的最主要檢視指標（Amirkhiabani & Lovegrove, 1996; Bouma, 1978; Kinchla & Wolfe, 1979; LaBerge & Brown, 1986; Lamb & Robertson, 1990; Navon & Norman, 1983）。以一般的閱讀情形來說，閱讀者在閱讀時，其訊息處理的視覺區域，可區分為視網膜中心小窩、視網膜中心小窩近側、和視網膜中心小窩外側或周緣區域。每一視覺區域，所完成的主要訊息處理類別並不相同。所完成之訊息處理類別不同，後來訊息的繼續處理亦不相同（Inhoff, 1987; Lima, 1987; Lima & Inhoff, 1985; McConkie & Zola, 1979; Pollatsek, Lesch, Morris, & Rayner, 1992; Rayner & Morris, 1992; Underwood, Clews, & Everatt, 1990）。以這個論點加以推論，閱讀障礙者在「篇章閱讀」時，有文字辨認的困難，可能是視網膜中心小窩近側、或視網膜中心小窩外側的文字辨認的前處理（preprocessing）的困難所引起，而非視網膜中心處的訊息處理所引起。

在以上的理論基礎上，本實驗以視覺離心為主要操弄變項，讓閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，在不同的視覺離心位置上辨認不同類別的中文字元。研究者依兩組受試者不同視覺離心位置之字元辨認正確率，來分析閱讀障礙學生的視知覺系統是否存在缺陷。

文獻探討

一、視覺離心對文字辨認的影響

就基本涵意而言，視覺離心（visual eccentricity）是指刺激偏離視網膜中心的視覺角度與視覺距離。視覺離心反映視覺系統和注意力系統的運作功能在進入次級系統、或運作處理轉變的一個指標。以視覺系統來說，在視覺離心為零度時，亦即在視網膜中心，眼睛的視覺敏銳度（visual acuity）最佳，視覺刺激在這位置

上，最容易辨認。但若視覺離心在3或5度時，眼睛的視覺敏銳度便減弱，視覺刺激在這樣的視覺離心位置上，就不容易辨認。根據研究，人類眼睛的視覺敏銳度，在視覺離心1度外，會快速陡降，因此辨認各類視覺刺激的最佳的位置，即是視覺離心1度以內，亦即視網膜中心的區域（Jacobs, 1979; Loomis, 1978; Nazir, O'Regan, & Jacobs, 1991; O'Regan, 1990）。以注意力系統來說，通常視網膜中心，也是注意力的焦點，因此個體能將視覺刺激作最佳的處理。但當視覺刺激是在視覺離心3度或5度以上的位置時，因為所獲得的「注意」較少，其處理就較為困難。

各類的視覺訊息的辨認處理，均隨著視覺離心的增大，而愈加困難。許多研究一致發現，字母、字串、詞彙（word）、數字、圖形的辨認正確率，隨著視覺離心增加而降低。例如，Bouma（1978）的研究發現，在最佳的視覺情境下，一個字母（letter）在3度的視覺離心位置時，被正確辨認的機率是100%，但當這個字母是在8度的視覺離心位置時，被正確辨認的機率只有60%。在閱讀句子的情況下，根據Taylor（1965）的研究發現，詞彙中的字母，在1度28分的視覺離心位置上，被正確辨認的機率是75%，而在4度的視覺離心位置上，被正確辨認的機率只有32%。這些研究發現都顯示了視覺離心對文字辨認的不利影響。就中文的文字辨認來說，研究也得到相同的結論。楊憲明（民86）讓大學生在最佳的視覺情境裏，辨認不同視覺離心位置的中文字元（character），研究發現：對於一個高頻次低結構複雜度的字元，在視覺離心位置是0.6度時，該字元被正確辨認的機率是95%，在視覺離心位置是3.0度時，該字元被正確辨認的機率是63%。以上的研究，不論英文或中文，都得到一個相同的結論：文字辨認正確率是視覺離心的遞減函數。

二、視覺離心與閱讀障礙者文字辨認之可能關係

閱讀障礙者與一般正常閱讀能力者，在視網膜中心區域和不同的視覺離心位置上，他們的文字辨認的情形有顯著的差異嗎？有許多的學者認為，閱讀障礙者在閱讀理解句子與篇章時，有理解上的困難，而且閱讀理解的程度也不如一般閱讀能力者。對於這個現象，不少的研究指出，其主要的原因是閱讀障礙者的文字辨認沒有達到自動化所造成（Perfetti, 1985; Samuels, 1987; Stanovich, 1990; Torgesen & Morgan, 1990; Van der Leij & Van Daal, 1999），因為研究發現閱讀障礙者，對於單一詞彙的辨認反應時間（response time of word recognition）顯著地長於一般閱讀能力者。值得注意的是，在這些研究裏，受試者在進行文字辨認時，待辨認的詞彙，都是呈現在受試者視網膜的:center區域，亦即受試者是在視覺離心0度，視覺敏銳度最佳，以及注意力的焦點上，進行詞彙的辨認。因為所有受試者，即閱讀障礙者和一般閱讀能力者，都被假定是在最佳的辨認條件下進行辨認，因此閱讀障礙者的辨認反應時間較長，被認為是其辨認處理沒有達到自動化的結果。

閱讀障礙者在視網膜中心區域的文字辨認反應時間較長，雖然多數研究者認為這是閱讀障礙者文字辨認未達自動化的結果，但也有可能是因為其它因素而導致的，例如注意力的缺陷。若閱讀障礙者有注意力的缺陷，辨認文字時，難以將注意力的焦點放在視網膜中心區域，則其反應處理自然受到不利的影響。Humphery & Bruce（1989）曾指出，閱讀障礙者閱讀的困難，與其閱讀時注意力視窗（attentional window）過大有關。由注意力的理論可知，當注意力視窗增大時，注意力的解析程度則相對減低。在一般的閱讀情境裏，閱讀者必須維持適當的注意力視窗大小，以使文字辨認能在最佳的視覺解析條件下進行。因此，閱讀障礙者

在文字辨認時，若無法呈現與維持適切大小的注意力視窗，則文字辨認與閱讀理解，均可能無法順利進行或出現困難。

Bouma & Legein (1977) 的研究，也顯示了閱讀障礙者有視知覺上的缺陷，他們發現：在視網膜的中心區域上，在辨認單獨的字母時，閱讀障礙者與一般閱讀能力者的辨認正確率，並沒有差異，但在辨認整串字母 (strings of letters) 或詞彙 (words) 時，一般閱讀能力者的辨認正確率顯著地優於閱讀障礙者。由此可知，即使在視網膜中心區域，閱讀障礙者的視知覺運作仍然有潛藏的問題。

相對於視網膜中心區域，在視網膜中心區域外不同視覺離心位置上，例如3度、5度、或10度，閱讀障礙者是否也有視知覺運作上的問題？部份的研究指出，閱讀障礙者在不同視覺離心位置上，其視知覺運作有其異常之處 (Geiger & Lettvin, 1987, 1989; Perry, Dember, Warm, & Sacks, 1989)。Geiger & Lettvin (1987) 在他們的研究，在左右視區各選擇了五個視覺離心位置 (2.5°, 5°, 7.5°, 10°, 12.5°)，然後要受試者，同時辨認視網膜中心處的一個字母，以及一個選擇的視覺離心上的一個字母，而觀察受試者的辨認正確率。他們的研究發現：閱讀障礙者在視網膜中心處的辨認正確率，顯著地低於一般閱讀能力者，但閱讀障礙者在5°和7.5°兩個視覺離心位置的辨認正確率，顯著地高於一般閱讀能力者。他們以西伯來文母語使用者 (Hebrew-natives) 來辨認西伯來文字母時，也得到相類似的結果 (Geiger, Lettvin, & Zegarramoran, 1992)。根據以上結果，這些研究者認為閱讀障礙者有視知覺運作上的缺陷。雖然如此，但這個結論卻沒有獲得使用相同研究方法的研究的支持 (Klein, Berry, Briand, D'Entremont, & Farmer, 1990)。

由前述的理論和研究結果來看，比較閱讀障礙者與一般正常閱讀者，在視網膜中心區域

和不同視覺離心位置上的文字辨認反應，是探究閱讀障礙者是否有閱讀上的視知覺缺陷的可行典範。雖然如此，但這個典範是否能直接地、有效地反映出閱讀障礙者的視知覺處理運作，則須考慮更多影響受試者辨認反應的相關因素。例如，Geiger和Lettvin的研究，雖然顯示了閱讀障礙者存在著視知覺運作缺陷，但Klein等研究者以相同方法加以研究，並未得到相同的研究結果。此種情形顯示，以使用視覺離心這種測試典範來探究閱讀障礙者是否存在視知覺運作缺陷，仍然必須深入地考慮可能的潛藏因素 (例如，注意力需求度) 對實驗效應的干擾作用。

在使用視覺離心測試方法來探究視覺離心與文字辨認的關係時，研究者必須進行二項控制：(1) 減低受試者注意力運用的複雜性，以及(2) 減低受試者知覺策略 (perceptual strategy) 或辨認策略的使用，方能直接與穩定地將視覺離心對視覺訊息處理的影響反映出來。

為使視覺離心對文字辨認的影響能真實的反映出來，本實驗在進行視覺離心的文字辨認測試時，所採取的實驗反應方式，即根據上述二項原則來設計。本實驗反應方式是將所要辨認的字元，呈現在不同的視覺離心位置上，讓受試者辨認。每一次的測試，只辨認一個字元。當受試者自覺專注於視網膜中心的導引符號時，受試者只須辨認一個快速呈現的目標字元，無額外之訊息處理。此種方式，因為一次只須要辨認一個字元，避免了同時辨認二個字母 (字元) 所引發的注意力運用的複雜性以及知覺策略高度使用的問題。本實驗的此種反應方式，在去除 (或明顯減低) 這二項因素的干擾作用後，對於視覺離心與文字辨認關係的探究，將更真實、穩定的呈現出來。

閱讀是一個複雜的訊息處理歷程，受各種視知覺因素的影響。在中文，文字可以直向或橫向排列印刷，因此閱讀方向有直向與橫向閱

讀。雖然視覺神經細胞在眼球的上下與左右區域上的分佈，以及眼球在左右與上下方向的移動控制，有基本的差異存在，但由於小學國語課本絕大多數採直向印刷，本研究乃以直向之視覺離心為研究變項，選擇上、下視覺區域的不同視覺離心位置，探究中文閱讀障礙者是否存在視知覺處理缺陷。

研究方法與步驟

一、實驗參與者

本研究以臺南市一個國小五年級學生為實驗對象，依閱讀能力等功能篩選出兩組受試者：閱讀障礙組24人，一般閱讀能力組24人。兩組受試者係從15個班級，共502位學生中篩選而得。受試者的選取依據包括：(1)國民小學國語文標準成就測驗得分（周台傑，民81），(2)五年級下學期國語科二次月考成績，及(3)瑞文氏彩色圖形推理測驗的得分（俞筱鈞，民81）。閱讀障礙學生的初步選取，係以符合以下三項條件為準：(1)學生的國語文標準成就測驗得分在百分等級 10以下；(2)學生二次月考平均成績，低於年級月考成績平均數1.5個標準差；(3)瑞文氏彩色圖形推理測驗得分在百分等級25以上者。初步符合三項條件者有29人。研究者然後依據與每班級任教師之晤談，了解所選取學生有無視覺、聽覺、情緒、社會行為，以及嚴重之教育文化不利等問題。依據實驗設計所需之樣本數，研究者選取24人為實驗之正式閱讀障礙受試者，其中15名是男生，9名是女生。

一般閱讀能力受試者之選取，係符合以下三項條件：(1)學生的國語文標準成就測驗得分在百分等級40以上；(2)學生二次月考的平均成績，高於年級月考成績平均數；(3)瑞文氏彩色圖形推理測驗得分在百分等級25以上者。研究者以此三項條件，初步選取45人，然後再從中

隨機選取24人，作為實驗之正式一般閱讀能力受試者。為配合閱讀障礙受試者在性別上人數差異的配對需要，在隨機選取一般閱讀能力受試者時，男生選取15名，女生9名。

二、實驗材料與工具

(一) 實驗材料

1. 字元的設計

依據實驗設計，研究者選擇四類的中文字元來進行實驗的測試。這四類字元是由字元使用頻次（character frequency）和字元結構複雜度（character complexity）兩個變項之交互分類而產生。這四類字元是：(1)高頻次—低結構複雜度字元（high frequency-low complexity, HF-LC）、(2)高頻次—高結構複雜度字元（high frequency-high complexity, HF-HC）、(3)低頻次—低結構複雜度字元（low frequency-low complexity, LF-LC）、(4)低頻次—高結構複雜度字元（low frequency-high complexity, LF-HC）。字元使用頻次這個變項上，高頻次字元的選擇界定是，在約100萬字元的計次中，使用出現次數在200次以上的字元，而低頻次字元的選擇界定是，使用出現次數在25次以下的字元（Cheng, 1982）。字元結構複雜度這個變項上，高結構複雜度字元是字元的筆劃總數在13劃以上之字元，低結構複雜度字元是字元的筆劃總數在13劃以下之字元。實驗測試時，電腦螢幕上的字元是以倚天中文字型的16×15明體字型來呈現。

這四類的字元被呈現在上、下二個視覺區的不同視覺離心位置上，讓受試者進行辨認。依據實驗設計，在上、下視覺區的字元辨認測試，共有9個視覺離心位置，分別是視網膜中心點（0mm處）、上視覺區的6mm、12mm、18mm、和24mm等四個位置點、以及下視覺區的6mm、12mm、18mm、和24mm等四個位置點。

研究者依據四類字元可選擇之字元數量、視覺區域數量、和視覺離心位置數量，決定每一個視覺離心位置之測試字元數。本實驗的測試，每一個類別的字元，在每一個視覺離心位置上，四個類別的字元均進行9個字元的測試。因此，就一個視覺離心位置的測試數量而言，計有36個字元。每一個類別的字元，在上視覺區與下視覺區，9個視覺離心位置的測試，計有81個字元。本實驗四類字元，在上、下兩個視覺區，共有324個字元的測試。

2. 字元的選擇

本實驗為了解閱讀障礙學生是否存在文字辨認的視知覺處理缺陷，依下列程序選擇測試字元：(1)符合本實驗所界定之字元使用頻次和字元結構複雜度兩項標準；(2)根據國民小學國語課本，對依據字元使用頻次與字元結構複雜度標準所選出之字元，進行檢視，以排除受試者還沒有學習過、或可能不認識之字元；(3)對於所篩選出的字元，對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，進行辨認前測。根據前測的結果，研究者區分出兩組受試者能正確辨認的字元，以及辨認錯誤或無法辨認的字元；(4)將兩組受試者辨認錯誤與無法辨認的字元，以新字元加以更換；(5)對於新更換的字元，對受試者進行施測，以瞭解受試者能否正確的辨認；(6)對於更換後之新字元，若受試者仍無法正確的辨認，則進行「識字」的補救教學，直至受試者能正確地辨認該字元。識字補救教學步驟，是先由教學者唸讀字元的字音、解釋字元的意義、舉例字元所組成的詞彙及解釋詞彙意義，然後受試者再唸讀與書寫該字元，並重複練習唸讀與書寫。最後再由教學者測試受試者是否能正確且穩定地唸讀該字元。

在程序二部分，本研究以國小一年級至五年級上學期之國語課本，共18冊為範圍，以每冊每課之生字與重要辭彙，進行檢視。為使所檢視之受試者之識字範圍加大，本研究以二種

獲審定適用國小國語科教學之國語課本（國立編譯館與康軒出版社）作為實驗字元進行檢視之字元材料庫。

在兩組受試者的字元前測部分，是以字元唸名（character naming）的方式來進行，受試者必須說出測試的字元的讀音。採個別施測方式進行，施測時，由實驗者每次呈現一個字元讓受試者辨認，若受試者所說出之字元讀音正確，則視為正確的辨認。閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生之字元辨認正確率前測結果，並無顯著的差異， $F(1, 46)=2.716, p<.106$ 。這顯示，就實驗所選擇的字元總數來說，兩組受試者並無辨認水準上的差異。

在更換受試者辨認錯誤或無法辨認的字元後，在全部的實驗字元中，就閱讀障礙學生來說，仍然辨認錯誤或無法辨認的字元數量，平均有12個。基於這樣的些微差異，本研究乃進行受試者的識字補救教學，針對受試者辨認錯誤或無法辨認的字元，給予教學。此部份的教學，由六位大學生，以個別教學的方式來進行，教學的時間持續至受試者能正確與精熟地辨認所有的字元。在完成識字的補救教學後一個月，本實驗即開始正式的實驗測試。

3. 字元的實驗呈現安排

上、下兩個視覺區324個字元，依據隨機安排方式呈現給受試者來辨認。9個視覺離心位置的順序安排，亦是依照隨機原則。一次一個字元在視網膜中心、上視覺區、或下視覺區中的任何一個位置隨機呈現。再者，四類字元在每一個視覺離心位置上的呈現順序，亦是依照隨機原則。每一位受試者在每一個視覺離心位置上，所接受的36個字元，則是固定的。

進行上、下視覺區的測試時，全部324個測試字元亦被分為四個區組（block），每一個區組81個測試字元。測試時，以區組來進行，每一個受試者於完成一個區組的測試字元後，休息五至八分鐘，再進行下一個區組的測試。在進

行以上的正式測試前，本研究對於每一受試者，皆先給予36個字元的測試練習，使受試者熟悉實驗的情境、以及實驗反應的步驟與要求。若受試者仍未能熟悉反應的步驟與要求，例如呈現過多異常的錯誤反應，則再給予練習測試，直至熟悉為止。

(二)實驗工具

本實驗所使用之工具包括：(1)電腦（配用14吋螢幕）；(2)中文文字電腦螢幕呈現程式、刺激呈現順序隨機安排程式、刺激呈現計時程式、和作答反應時間記錄程式，與作答反應對錯記錄程式；(3)國語文標準成就測驗（周台傑，民81）；(4)學生國語科月考成績；(5)瑞文氏彩色圖形推理測驗（俞筱鈞，民81）。本實驗測試作業，包括目標字元（120msec）和遮蔽圖像（20msec）的極短時間呈現，以及受試者之字元辨認反應，兩者均由電腦控制與記錄。本研究使用之電腦控制與記錄等程式，均由研究者設計完成、並經研究者及其他研究者多次實驗研究使用。其中計時軟體易於使用且計時之精確度達1毫秒（msec），達到心理語言實驗研究即時測量（on-line measure）之精確度要求。

三、實驗步驟

在實驗受試者篩選以及實驗測試材料選擇完成後，實驗者安排每一個受試者在電腦上進行實驗測試。就實驗測試來說，主要作業要求是：受試者必須對電腦螢幕中快速呈現之刺激字元（stimulus character）進行辨認，受試者必須報告出（reporting）該刺激字元，亦即說出該刺激字元的讀音，然後由實驗者加以核對，以瞭解受試者的辨認反應是否正確。

實驗時，實驗者坐於受試者旁邊。實驗者先給予受試者實驗情境、實驗要求、反應步驟等有關的說明與指導。受試者坐於電腦螢幕前，距離電腦螢幕中心57公分，進行個別的測試。受試者在瞭解測試的要求和步驟後，開始

進行練習部分的字元測試，於完全熟悉實驗情境與實驗反應步驟後，進行正式測試。

開始正式測試時，螢幕上沒有任何的文字和符號，受試者坐於螢幕前，準備進行按鍵，並專注地注意螢幕中央快速呈現的字元。首先，受試者先按一次空白鍵（space bar），電腦螢幕的中央立即出現一個‘+’的符號。這個‘+’符號是用來引導受試者，將其眼睛及注意力停落在這個符號上。受試者必須專注在這個符號上（在正式測試前，實驗者對於如何將注意力投注在這個符號上，已給予練習與引導）。當受試者覺得已經很專注地將眼睛停落在這個符號時，立即快速地再按一次空白鍵，此時，‘+’符號立即從螢幕中消失，而電腦螢幕上立即出現一個刺激字元，受試者必須對這個刺激字元加以辨認。在本實驗的測試，每一次出現的刺激字元只有一個，供受試者辨認。

要辨認的刺激字元出現在螢幕時，其出現的停留時間（display time）、位置、種類、以及遮蔽刺激，有以下的屬性：

(1)這個刺激字元停留在螢幕上的時間只有120毫秒（msec）。在120毫秒後，這個刺激字元立即從螢幕上消失，亦即受試者辨認這個刺激字元的時間只有120毫秒。在刺激字元消失的同時，在刺激字元出現的螢幕相同位置上，立即出現的一個棋盤狀的遮蔽（a checkboard masking），停留20毫秒後，便立即從螢幕上消失。這個棋盤狀的遮蔽，是一個黑白相間的方塊，其大小與刺激字元相同，是藉由電腦的造字程式設計的。

(2)這個刺激字元出現的位置，可能在上視區、下視區、或視網膜中心點等預設的視覺離心位置的任何其中一個，分別是距離視網膜中心點0mm、6mm、12mm、18mm、24mm等位置點，其延伸視角分別是：0°、0.6°、1.2°、1.8°、和2.4°。

(3)每一個要辨認的刺激字元，出現在哪

一個視覺離心位置上，均由前述的隨機原則決定，受試者無法預期刺激字元要出現在哪一個位置上。同時，在四種字元之中，出現哪一種字元，亦均由隨機原則決定，受試者亦無法預期。

在刺激字元與遮蔽刺激從螢幕上消失後，受試者即須對該刺激字元作出辨認反應。受試者對刺激字元的辨認反應表示方式是，說出該字元的讀音，而由實驗者核對受試者說出的讀音是否正確，以決定其辨認反應是否正確。受試者的辨認反應結果區分為三種(1)辨認正確、(2)辨認錯誤、(3)不知道。實驗者在核對受試者的辨認反應後，即以‘1’、‘2’、‘3’為代號，來表示受試者對該刺激字元的辨認反應結果，並立即輸入電腦加以記錄。在實驗者輸入反應結果的代號後，本實驗在電腦上所裝置一個自動記錄程式，會將每一個刺激字元的視覺離心出現位置、字元類別、字元出現順序的編號、受試者辨認反應結果、受試者組別、和受試者施測編號等各項實驗所需訊息，以矩陣方式加以記錄，進行每一位受試者測試反應資料的收集。

雖然在本實驗，受試者對刺激字元的辨認反應表示方式，是說出該字元的讀音。若受試者無法說出該刺激字元的讀音，但自覺對這個刺激字元的字形結構有清楚的辨認，且有清楚的記憶時，實驗者即讓受試者以手寫的方式將

其所知覺到的字元寫出來，然後實驗者加以核對是否正確，並記錄入電腦中。

受試者在完成一個字元的測試後，平均約暫停10秒至30秒。之後，便繼續下個字元的測試。受試者在測試的過程中，若因不當的按鍵（例如按鍵太久），致使數個要辨認的字元，因此錯失，而未呈現在螢幕上。此種情形，電腦中的補作程式，會將每一個遺失的字元加以記錄，並在一個區組的字元測試完成後，立即進行遺失字元的補作測試。因有此補作程式，每一個受試者所完成的測試字元總數，皆是相同的。受試者在完成一個區組的字元測試後，再進行下一個區組的字元測試。受試者均須作四個區組的字元測試，才完成本實驗的全部測試。

研究結果分析與討論

一、研究結果分析

(一)視覺離心、文字辨認正確率變化與視知覺處理缺陷分析

1. 下視覺區

研究者將受試者在下視覺區不同視覺離心位置上之字元辨認結果，以閱讀能力組別與視覺離心位置二因子變異數分析，進行分析，以推論閱讀障礙學生可能之視知覺缺陷。表一、表二、表三、表四分別是閱讀障礙學生與一般

表一 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在下視區不同視覺離心位置上對高字頻—低結構複雜度字元之辨認正確率(%)平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率(%)		一般閱讀能力學生辨認正確率(%)	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	93.7	10.3	95.3	7.1
6mm	91.6	9.5	92.1	8.8
12mm	75.5	15.4	77.0	12.5
18mm	57.8	19.7	63.0	20.0
24mm	24.4	16.6	28.1	19.5

閱讀能力學生，在下視覺區不同視覺離心位置上，對高字頻—低結構複雜度字元、高字頻—高結構複雜度字元、低字頻—低結構複雜度字元、和低字頻—高結構複雜度字元等四種目標字元之辨認正確率的平均數與標準差。表五是

四種目標字元辨認正確率的二因子變異數分析結果。表六是二因子變異數分析交互作用顯著之單純主要效果（閱讀能力組別因子）分析結果。

表二 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在下視區不同視覺離心位置上對高字頻—高結構複雜度字元之辨認正確率（%）平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率（%）		一般閱讀能力學生辨認正確率（%）	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	92.1	6.1	94.2	9.0
6mm	84.3	9.9	88.5	15.1
12mm	56.7	16.0	71.8	16.1
18mm	36.4	15.1	48.9	13.2
24mm	11.9	9.3	21.8	13.4

表三 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在下視區不同視覺離心位置上對低字頻—低結構複雜度字元之辨認正確率（%）平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率（%）		一般閱讀能力學生辨認正確率（%）	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	93.2	11.6	95.3	6.1
6mm	80.2	10.3	87.5	16.0
12mm	59.3	16.5	68.2	16.8
18mm	44.7	27.8	50.0	19.8
24mm	20.8	16.7	24.4	21.0

表四 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在下視區不同視覺離心位置上對低字頻—高結構複雜度字元之辨認正確率（%）平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率（%）		一般閱讀能力學生辨認正確率（%）	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	82.8	12.7	84.8	13.2
6mm	59.8	15.6	74.4	20.3
12mm	23.9	18.9	43.2	23.0
18mm	23.4	16.1	31.2	24.7
24mm	9.8	10.4	13.0	11.3

表五 不同閱讀能力組別學生在下視區不同視覺離心位置上對四種類別字元之辨認正確率變異數分析

字元類別	閱讀能力組別		視覺離心位置		閱讀能力組別×視覺離心位置	
	df	F	df	F	df	F
高字頻— 低結構複雜度	1, 46	0.98	4, 184	232.83***	4, 184	0.25
高字頻— 高結構複雜度	1, 46	14.61***	4, 184	377.16***	4, 184	2.88*
低字頻— 低結構複雜度	1, 46	1.06	4, 184	182.43***	4, 184	1.68
低字頻— 高結構複雜度	1, 46	10.07**	4, 184	214.40***	4, 184	3.09*

*P<.05 **P<.01 ***P<.001

表六 在下視區之字元辨認正確率的單純主要效果（閱讀能力組別因子）變異數分析

交互作用顯著之字元類別	高字頻—高結構複雜度		低字頻—高結構複雜度	
	df	F	df	F
閱讀能力組別因子				
在 0mm 視覺離心位置	1, 230	0.32	1, 230	0.97
在 6mm 視覺離心位置	1, 230	1.27	1, 230	9.39**
在 12mm 視覺離心位置	1, 230	16.69***	1, 230	17.30***
在 18mm 視覺離心位置	1, 230	11.43***	1, 230	2.35
在 24mm 視覺離心位置	1, 230	7.16**	1, 230	0.43

P<.01 *P<.001

由表五可知，高字頻—低結構複雜度字元辨認之變異數分析，閱讀能力組別的主要效果（main effect）並未達顯著水準，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生對此類別之字元辨認，並無顯著的差異；視覺離心位置的主要效果，達到顯著的水準，字元辨認正確率在不同視覺離心位置上，有顯著的差異。表一的平均數結果顯示，0mm 視覺離心位置的辨認正確率最高，24mm 視覺離心位置的辨認正確率最低。閱讀能力組別與視覺離心位置之交互作用，並未達到顯著的水準，顯示視覺離心作用的影

響，對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生來說，並無顯著不同。此項結果顯示，在辨認高字頻—低結構複雜度字元時，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，其字元的字形結構組合處理能力、文字辨認自動化、以及對文字符號的視知覺處理，並無顯著差異。

在表五，高字頻—高結構複雜度字元辨認之變異數分析，閱讀能力組別與視覺離心兩個變項的主要效果均達到顯著水準，兩者之交互作用亦達到顯著水準。由於兩個變項交互作用存在，乃進行單純主要效果（simple main ef-

fect) 考驗分析，以進一步瞭解此項結果之差異。

從表六的單純主要效果考驗結果可知，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，對高字頻—高結構複雜度字元的辨認正確率，在12mm、18mm、24mm 三個視覺離心位置上，呈現顯著的差異。表二的平均數結果顯示，在這三個視覺離心位置，閱讀障礙學生之辨認正確率，皆顯著地低於一般閱讀能力學生之正確辨認率；在0mm、和6mm二個視覺離心位置上，兩者之辨認正確率，則無顯著不同。此項分析結果顯示，閱讀障礙學生在下視覺區辨認高字頻—高結構複雜度字元時，其字元的字形結構組合處理能力、文字辨認自動化、以及對文字符號的視知覺處理功能，在視網膜中心位置（fovea），和一般閱讀能力學生一樣，但在視網膜中心近側（parafovea），則低於一般閱讀能力學生。

在表五，低字頻—高結構複雜度字元辨認之變異數分析，閱讀能力組別與視覺離心兩個變項的主要效果均達到顯著水準，兩者之交互作用亦達到顯著水準。此項分析結果，由於兩個變項交互作用存在，乃進行單純主要效果考驗分析，以進一步瞭解此項結果。從表六的單純主要效果考驗結果可知，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，對低字頻—高結構複雜度字元的辨認正確率，在6mm、12mm二個視覺離

位置上，呈現顯著的差異。表四的平均數結果顯示，在這二個視覺離心位置，閱讀障礙學生之辨認正確率，低於一般閱讀能力學生之正確辨認率；在0mm、18mm、24mm三個視覺離位置上，兩者之辨認正確率，則無顯著不同。此項分析結果顯示，在下視覺區辨認低字頻—高結構複雜度字元時，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，兩者的視知覺運作，因視覺離心位置的不同而存在差異。在視網膜中心與視網膜中心近側的較遠位置，閱讀障礙學生與一般閱讀能力的視知覺運作，並無顯著差異，但在視網膜中心近側，閱讀障礙學生的視知覺運作，則顯著地低於一般閱讀能力學生。

2. 上視覺區

如同下視覺區之研究結果分析，研究者將受試者在上視覺區不同視覺離心位置上之字元辨認結果，以閱讀能力組別與視覺離心位置二因子變異數分析，進行分析，以檢測閱讀障礙學生可能之視知覺缺陷。表七、表八、表九、表十分別是閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，在上視覺區不同視覺離心位置上，對高字頻—低結構複雜度字元、高字頻—高結構複雜度字元、低字頻—低結構複雜度字元、和低字頻—高結構複雜度字元等四種目標字元之辨認正確率的平均數與標準差。表十一是四種目標字元辨認正確率的二因子變異數分析結果。

表七 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在上視區不同視覺離心位置上對高字頻—低結構複雜度字元之辨認正確率(%)平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率(%)		一般閱讀能力學生辨認正確率(%)	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	93.7	10.3	95.3	7.1
6mm	92.1	10.9	93.2	8.8
12mm	86.4	13.7	90.6	12.9
18mm	50.0	12.7	56.7	13.7
24mm	31.7	18.7	35.4	22.6

表八 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在上視區不同視覺離心位置上對高字頻—高結構複雜度字元之辨認正確率(%)平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率(%)		一般閱讀能力學生辨認正確率(%)	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	92.1	6.1	94.2	9.0
6mm	68.2	13.3	77.6	13.2
12mm	57.8	14.1	65.1	22.4
18mm	41.6	17.9	48.4	19.6
24mm	30.7	18.4	31.2	11.6

表九 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在上視區不同視覺離心位置上對低字頻—低結構複雜度字元之辨認正確率(%)平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率(%)		一般閱讀能力學生辨認正確率(%)	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	93.2	11.6	95.3	6.1
6mm	90.6	9.2	91.6	10.2
12mm	52.0	18.6	53.1	21.2
18mm	28.1	22.1	40.1	21.1
24mm	10.4	10.2	16.1	16.2

表十 閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在上視區不同視覺離心位置上對低字頻—高結構複雜度字元之辨認正確率(%)平均數與標準差

視覺離心位置	閱讀障礙學生辨認正確率(%)		一般閱讀能力學生辨認正確率(%)	
	平均數	標準差	平均數	標準差
0mm	82.8	12.7	84.8	13.2
6mm	56.2	16.2	75.0	16.8
12mm	40.6	22.4	48.9	13.2
18mm	15.1	19.4	26.0	17.6
24mm	7.8	15.1	11.9	9.3

在表十一，高字頻—低結構複雜度、高字頻—高結構複雜度、和低字頻—低結構複雜度字元辨認之變異數分析結果，閱讀能力組別的主要效果(main effect)均未達顯著水準，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生對此類別之字元辨認，並無顯著的差異；視覺離心位置的主要效果，達到顯著的水準，字元辨認正確率在

不同視覺離心位置上，有顯著的差異。這些結果顯示，在上視覺區辨認高字頻—低結構複雜度字元、高字頻—高結構複雜度字元、和低字頻—低結構複雜度字元時，視知覺運作隨著視覺離心位置改變而有異，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，並無顯著差異。

表十一 不同閱讀能力組別學生在上視區不同視覺離心位置上對四種類別字元之辨認正確率變異數分析

字元類別	閱讀能力組別		視覺離心位置		閱讀能力組別×視覺離心位置	
	df	F	df	F	df	F
高字頻—						
低結構複雜度	1, 46	2.66	4, 184	207.01**	4, 184	0.37
高字頻—						
高結構複雜度	1, 46	3.66	4, 184	149.83***	4, 184	0.80
低字頻—						
低結構複雜度	1, 46	2.73	4, 184	338.05***	4, 184	1.25
低字頻—						
高結構複雜度	1, 46	13.15***	4, 184	197.73***	4, 184	2.24

*** $P < .001$

在表十一，低字頻—高結構複雜度字元辨認之變異數分析部分，閱讀能力組別的主要效果（main effect）到達顯著水準，閱讀障礙學生的字元辨認正確率，顯著地低於一般閱讀能力學生的字元辨認正確率。視覺離心位置的主要效果，亦達到顯著的水準，字元辨認正確率在不同視覺離心位置上，有顯著的差異。表十的平均數結果顯示，0mm視覺離心位置的辨認正確率最高，24mm視覺離心位置的辨認正確率最低。閱讀能力組別與視覺離心位置之交互作用，並未達到顯著的水準。從以上三項的分析結果可知，隨著視覺離心的增大，兩組受試者之字元辨認正確率也隨之降低；同時，在每一個視覺離心位置上，閱讀障礙學生的字元辨認正確率，均顯著地低於一般閱讀能力學生的字元辨認正確率。此項結果顯示，在上視區辨認低字頻—高結構複雜度字元時，閱讀障礙學生在每一個視覺離心上，均存在視知覺運作上的缺陷。

(二) 上下視區字元辨認正確率數學預測模式之探究

由前述的各視區之字元辨認正確率之變異數分析結果可以瞭解，視覺離心位置與字元結構複雜度對字元辨認有很明顯的影響。為進一步瞭解，在整體影響因素的結構裏，視覺離心位置、字元結構複雜度、字元使用頻次、辨認視區、閱讀能力水準等各項因素對字元辨認之整體影響力（預測力）、各變項影響力之顯著性，研究者乃根據受試者在各視區之辨認正確率，進行數學預測模式之探究（mathematical modeling）。表十二是上下視區字元辨認正確率的四個不同數學預測模式之參數係數與預測量。

1. 模式之預測量

從表十二可知，這四個數學預測模式，對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生之字元辨認正確率，均有非常高的預測量，介於93.6%至95.7%之間，每一個模式的預測量均高於93%。顯示，每一個模式均有良好的適合度（goodness of fit）。在這四個模式中，第一個模式是一個多項式線性迴歸模式，而第二、第三、與第四個模式均是多項式非線性模式（多項式二次曲線模式）。

表十二 上下視區字元辨認正確率之不同數學預測模式之參數係數與預測量

方程式之參數係數		intercept	ds1	ds2	cx	fq	vf
係 數 值	NR model 1	0.968	-0.089	—	-0.106	0.126	0.005
	DR model 1	0.930	-0.092	—	-0.147	0.147	0.000
	NR model 2	0.925	-0.047	-0.005	-0.106	0.126	0.005
	DR model 2	0.916	-0.077	-0.001	-0.147	0.147	0.000
	NR model 3	0.925	-0.047	-0.005	-0.106	0.126	-0.057
	DR model 3	0.916	-0.077	-0.001	-0.147	0.147	-0.001
	NR model 4	0.910	-0.048	-0.004	1.115	0.126	0.005
	DR model 4	0.914	-0.082	-0.001	1.587	0.147	0.000
方 程 式	Model 1	$p = \text{intercept} + \text{ds1} * \text{dstnc} + \text{cx} * \text{cmplx} + \text{fq} * \text{freq} + \text{vf} * \text{vfld}$					
	Model 2	$p = \text{intercept} + \text{ds1} * \text{dstnc} + \text{ds2} * (\text{dstnc})^2 + \text{cx} * \text{cmplx} + \text{fq} * \text{freq} + \text{vf} * \text{vfld}$					
	Model 3	$p = \text{intercept} + \text{ds1} * (\text{dstnc} + (\text{vf} * \text{vfld})) + \text{ds2} * (\text{dstnc} + (\text{vf} * \text{vfld}))^2 + \text{cx} * \text{cmplx} + \text{fq} * \text{freq}$					
	Model 4	$p = \text{intercept} + \text{ds1} * (\text{dstnc} + (\text{cx} * \text{cmplx})) + \text{ds2} * (\text{dstnc} + (\text{cx} * \text{cmplx}))^2 + \text{fq} * \text{freq} + \text{vf} * \text{vfld}$					
方 程 式 預 測 量	NR model 1	94.044%					
	DR model 1	93.658%					
	NR model 2	95.720%					
	DR model 2	93.837%					
	NR model 3	95.718%					
	DR model 3	93.837%					
	NR model 4	95.479%					
	DR model 4	93.747%					

註：NR表示一般閱讀能力學生；DR表示閱讀障礙學生；p表示預測的辨認正確率；dstnc表示視覺離心參數；cmplx表示字元結構複雜度參數；freq表示字元使用頻次參數；vfld表示視覺區域參數；intercept表示迴歸線截距；ds1表示視覺離心的線性係數；ds2表示視覺離心的二次曲線係數；cx表示字元結構複雜度的線性係數；fq表示字元使用頻次的線性係數；vf表示視覺區域的線性係數。

第一個模式包含五個參數的估計：intercept參數是迴歸線的截距，ds1參數是反映視覺離心（visual eccentricity）對字元辨認之影響的一個參數，cx參數是反映字元結構複雜度（complexity）對字元辨認之影響的一個參數，fq參數是反映字元使用頻次（frequency）對字元辨認之影響的一個參數，vf參數是反映不同

視覺區（visual field）對字元辨認之影響的一個參數。

由於第二、第三、第四個模式都是多項式二次曲線模式，因此在模式參數的估計裏，除了上述五個參數的估計外，增加了一個參數ds2的估計，計有六個參數的估計。ds2這個參數是一個二次曲線參數（quadratic parameter），

是反映視覺離心這個變項，在第一個參數（迴歸線斜率）之外，其與字元辨認正確率之間所存在的條件性（conditional）的變化關係。

從表十二可以看出，在上下視覺區，四個模式的字元辨認正確率預測量，對閱讀障礙學生來說，幾乎完全相同，而對一般閱讀能力學生來說，則亦有些微的差異，其中亦以第一個模式的預測量為較低。就受試者整體而言，第二個模式的預測量最高，對一般閱讀能力學生字元辨認正確率之預測量為95.720%，對閱讀障礙學生字元辨認正確率之預測量為93.837%。

從表十二亦可以看出，四個模式的字元辨認正確率預測量，對閱讀障礙學生來說，均幾乎完全相同，但對一般閱讀能力學生來說，卻存在差異，顯示在進行字元辨認時，視覺離心位置、字元結構複雜度、字元使用頻次、視覺區對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生所產生的影響，可能存在著某些差異。

2. 模式之適合度

根據上述隱含意義，研究者乃進一步分析考驗閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在相同的模式下，其模式的各參數是否存在顯著性的差異，以瞭解視覺離心位置、字元結構複雜

度、字元使用頻次、和視覺區等變項，對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生之字元辨認所產生之影響的性質與特徵。在完成此項分析考驗前，研究者先進行模式適合度（goodness of fit）的分析，以便選擇最佳預測模式來作參數的比較。此項模式適合度的分析，本研究以三項指標來判斷。第一項指標是模式的預測量。由於四個模式的預測量都非常高，均高於93%，顯示四個模式有良好的適合度。

第二項指標是模式的適合度考驗。第一個模式的卡方考驗結果， $\chi^2(79)=.942$, $P>.9999$ ；第二個模式的卡方考驗結果， $\chi^2(79)=.990$, $P>.9999$ ；第三個模式的卡方考驗結果， $\chi^2(79)=.991$, $P>.9999$ ；第四個模式的卡方考驗結果， $\chi^2(79)=.975$, $P>.9999$ 。四個模式的卡方考驗結果，亦均未達顯著水準，顯示每一個模式都適合於上下視覺區的實驗觀察資料。

3. 模式參數之假設考驗

第三項指標是模式參數的顯著性考驗。表十三是上下視覺區四個模式之參數係數假設考驗。由表中結果可知，在上下視覺區部分，四個模式的vf參數，其t值都未達顯著水準，但其餘參數t值，則都達到顯著水準。這個結果

表十三 上、下視區字元辨認正確率之不同數學預測模式之參數係數假設考驗

方程式之參數係數		intercept	ds1	ds2	cx	fq	vf
上 下 視 覺 區	model 1	0.949	- 0.091	—	-0.127	0.136	0.003
	t(75)	47.57***	-28.79***	—	-7.12***	7.66***	0.32
	model 2	0.920	- 0.062	-0.004	-0.127	0.136	0.003
	t(74)	42.50***	- 5.84***	-2.79**	-7.44***	8.10***	0.34
	model 3	0.920	- 0.062	-0.004	-0.127	0.136	-0.030
	t(74)	42.50***	- 5.85***	-2.79**	-7.44***	8.01***	-0.319
	model 4	0.912	- 0.066	-0.003	1.358	0.136	0.003
	t(74)	36.99**	- 6.04***	-2.34*	6.94***	7.90***	0.33

註：intercept表示迴歸線截距；ds1表示視覺離心的線性係數；ds2表示視覺離心的二次曲線係數；cx表示字元結構複雜度的線性係數；fq表示字元使用頻次的線性係數；vf表示視覺區域的線性係數

*P<.05 **P<.01 ***P<.001

顯示，每一個模式裏的參數，除了 vf 這個參數外，其對模式的整體預測量的增加來說，都達到顯著的程度。因此，在上下視覺區，這四個模式的參數考驗結果，以模式的適合度來說，並沒有差異。

就上述三項指標來判斷，對於上下視覺區字元辨認正確率的預測，四個模式之中，以第二個模式為最佳的模式，其在整體模式的預測量上高於其它三個模式，雖然與第三和第四個模式幾乎相同；在卡方考驗上，与其它三個模式相同，很適合於實驗的觀察資料；在模式參數的考驗上，其適合度与其它三個模式相同。就這三項指標來看，雖然第二個模式的適合度並沒有明顯的高於第三和第四個模式的適合度，但就模式的結構來說，第二個模式則比第三和第四個模式的結構簡單，是一個較為簡單的多項式二次曲線模式。因此，在合併此項因素的判斷下，第二個模式可以視為預測上下視覺區字元辨認正確率的最佳模式。

(三)不同組別受試者字元辨認正確率數學預測模式之參數係數比較：視知覺處理缺陷組型之分析推論

在前述字元辨認正確率數學預測模式的探

究裏，結果顯示在進行字元辨認時，視覺離心位置、字元結構複雜度、字元使用頻次、視覺區對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生所產生的影響，存在著差異。基於這項可能性，研究者進一步比較四個模式的適合度，依據模式的適合度，研究者選擇第二個模式作為上下視覺區字元辨認正確率的預測模式，來比較兩組的模式參數差異，以分析推論閱讀障礙學生的視知覺處理缺陷之結構。表十四、和表十五，分別是一般閱讀能力學生與閱讀障礙學生在下視覺區、和上視覺區目標字元辨認正確率模式（方程式）之各參數係數之平均數與標準差、以及參數之 t 考驗結果。

1. 下視覺區閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生預測模式之參數差異組型

由於第二個模式對上下視覺區的字元辨認正確率資料的適合度最高，研究者以第二個模式作為上下視覺區字元辨認正確率的預測模式，來比較兩組受試者的模式參數差異，以分析推論閱讀障礙學生的視知覺處理缺陷。表十四是下視覺區，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生之預測模式的六個參數比較結果。從表可知，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在

表十四 不同閱讀能力組別受試者在下視區之目標字元辨認正確率方程式之各參數係數之平均數與標準差之比較

方程式之參數係數	普通生		閱障生		df	t
	M	SD	M	SD		
intercept	0.456	0.025	0.445	0.036	46	1.192
ds1	-0.048	0.042	-0.073	0.043	46	2.042*
ds2	-0.005	0.004	-0.002	0.004	46	-1.777
cx	-0.106	0.046	-0.137	0.070	46	2.145*
fq	0.139	0.053	0.162	0.073	46	-1.256
vf	0.456	0.025	0.445	0.036	46	1.192

註：intercept表示迴歸線截距；ds1表示視覺離心的線性係數；ds2表示視覺離心的二次曲線係數；cx表示字元結構複雜度的線性係數；fq表示字元使用頻次的線性係數；vf表示視覺區域的線性係數。

*P<.05

表十五 不同閱讀能力組別受試者在上視區之目標字元辨認正確率方程式之各參數係數之平均數與標準差之比較

方程式之參數係數	普通生		閱讀障礙生		df	t
	M	SD	M	SD		
intercept	0.546	0.059	0.526	0.112	46	0.755
ds1	-0.040	0.050	-0.068	0.046	46	2.188*
ds2	-0.006	0.005	-0.002	0.004	46	-1.971*
cx	-0.103	0.078	-0.166	0.066	46	3.010**
fq	0.114	0.080	0.122	0.054	46	-0.448
vf	-0.383	0.045	-0.569	0.063	46	1.434

註：intercept 表示迴歸線截距；ds1 表示視覺離心的線性係數；ds2 表示視覺離心的二次曲線係數；cx 表示字元結構複雜度的線性係數；fq 表示字元使用頻次的線性係數；vf 表示視覺區域的線性係數
*P<.05 **P<.01

Intercept 參數、ds2 參數、fq 參數、vf 參數等四個參數的 t 考驗結果，均沒有達到顯著水準。如同前述，在 Intercept 參數、fq 參數、vf 參數等三項參數上無顯著的差異，表示，在視網膜中心進行字元辨認時，其最低的字元辨認閾值、在不同的視覺離心位置上進行字元辨認時字元使用頻次對文字辨認的影響、以及下視覺區和上視覺區對字元辨認所產生的影響，在這三方面，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，並沒有顯著的差異。

再者，在 ds2 參數上，兩組受試者亦無顯著的差異，顯示視覺離心與字元辨認正確率的二次曲線關係，在對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，並無不同。換言之，視覺離心對字元辨認的影響之變異性 (variation) 程度，在閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生是相同的。

不同於以上四個參數的考驗結果，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，在 ds1 參數和 cx 參數的 t 考驗，呈現顯著的差異。ds1 參數的顯著差異顯示，在下視覺區進行字元辨認時，視覺離心對字元辨認的影響，在閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，並不相同。從表十四可知，在此項參數，閱讀障礙學生的平均數大於

一般閱讀能力學生的平均數，因此這項結果表示，視覺離心對閱讀障礙學生字元辨認的影響，大於其對一般閱讀能力學生字元辨認的影響。cx 參數的顯著差異，顯示字元結構複雜度對字元辨認的影響，在對閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生來說，並不相同。在表十四，閱讀障礙學生這項參數的平均數大於一般閱讀能力學生的平均數，這項結果表示，字元結構複雜度對閱讀障礙學生字元辨認的影響，大於其對一般閱讀能力學生字元辨認的影響。如同前述，這樣的差異暗示，閱讀障礙學生在字元辨認時，存在著視覺低階處理機制、注意力、或字形、字音、字義之視覺離心處理上的可能缺陷或異常。

2. 上視覺區閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生預測模式之參數差異組型

表十五是上視覺區，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生之預測模式的六個參數比較結果。從表可知，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生在 Intercept 參數、fq 參數、vf 參數等三個參數的 t 考驗結果，均沒有達到顯著水準，而在 ds1 參數、ds2 參數、和 cx 參數等三個參數的 t 考驗結果，則均達到顯著水準。如同前述，這

些結果表示，在視網膜中心進行字元辨認時，其最低的字元辨認閾值、在不同的視覺離心位置上進行字元辨認時，字元使用頻次對文字辨認的影響、以及下視覺區和上視覺區對字元辨認所產生的影響，在這三方面，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，並沒有顯著的不同。但是在視覺離心對於字元辨認的影響、視覺離心與字元辨認正確率的二次曲線關係、以及字元結構複雜度對於字元辨認的影響等三方面，閱讀障礙學生與一般閱讀能力學生，則有顯著的差異。相同地，這些差異暗示，閱讀障礙學生的字元辨認，存在著視覺低階處理機制、注意力、或字形、字音、字義之視覺離心處理上的可能缺陷或異常。

二、研究結果討論

上述的研究發現顯示，閱讀障礙者存在選擇性的（selective）視知覺處理缺陷，閱讀障礙者存在一種「視網膜中心近側區域高結構複雜度刺激」的視知覺處理缺陷，閱讀障礙者無法在視網膜中心近側區域對高結構複雜度字元進行正常的視知覺處理。此項發現與部分拼音文字的閱讀障礙研究發現是一致的（Farmer & Klein, 1995; Rayner, 1986; Rayner, Murphy, Henderson, & Pollatsek, 1989; Solman & May, 1990）。由於視網膜中心近側區域的文字訊息前處理（pre-processing），在自然閱讀情境裏，對視網膜中心區域的文字辨認，有極高的影響力（Inhoff, 1989b; Inhoff & Rayner, 1986; McConkie & Zola, 1979; Pollatsek, Lesch, Morris, & Rayner, 1992; Rayner & Balota, 1989; Rayner & Morris, 1992），這項選擇性的視知覺處理缺陷，對閱讀障礙者在自然閱讀情境裏的文字辨認，可能產生不利的影響。

從文字辨認歷程裏有關的處理機制來分析，閱讀障礙者這樣的選擇性視知覺處理缺陷，可能是由於注意力運用缺陷而產生。如前文獻探討所述，影響文字辨認的重要注意力運作包

括：注意力資源分配、注意力解析範圍（即注意力視窗）、注意力移動、注意力焦點選擇等。這些注意力的運作若不當，均可能對文字辨認產生不利的影響。就閱讀障礙的產生而言，這些注意力運作，何者與閱讀障礙的產生有密切的關連？由於本實驗在進行時，已依據減低受試者注意力運用的複雜性和減低受試者知覺策略與辨認策略的使用，來進行實驗反應方式的設計，因此，閱讀障礙者視知覺缺陷的產生，是來自於注意力資源分配和注意力焦點選擇的缺陷的可能性相對比較低。由此再推論，閱讀障礙者視知覺缺陷的產生，應與注意力解析範圍與注意力的移動之缺陷有密切的關連。就注意力的運作性質而言，注意力解析範圍的大小與注意力的移動，有非常密切的關連（Eriksen & Murphy, 1987; Murphy & Eriksen, 1987; Tsai, 1983）。

若閱讀障礙視知覺處理缺陷，是由於注意力解析範圍的控制缺陷而產生，則有兩種可能情形。第一種情形是，閱讀障礙者的注意力解析範圍過大，例如擴及視網膜外圍或周緣的區域，導致解析度（resolution）降低（Eriksen & Murphy, 1987; Murphy & Eriksen, 1987）。視網膜中心區域與視網膜中心近側區域的解析度降低，可能影響訊息處理的水準。當視網膜中心區域與視網膜中心近側區域的注意力解析度降低時，由於視網膜中心區域是視覺敏銳度（visual acuity）最佳的區域，因此，視網膜中心區域的訊息處理，因注意力解析度降低而受到的不利影響，可能因此不明顯。相較於視網膜中心區域，視網膜中心近側區域，並無最佳的視覺敏銳度，因此注意力解析度降低可能形成不利影響。在已有的研究文獻中，研究者指出，閱讀障礙的產生，可能是因為其注意力視窗過大（解析範圍過大）而產生（Brannan & Williams, 1987; Fischer & Weber, 1990; Humphery & Bruce, 1989; Shallice & Warrington, 1977）。

相對於上述的情形是，閱讀障礙者的注意力解析範圍太小，例如侷限於視網膜中心區域，而視網膜中心近側區域未受到相對的注意，因而使視網膜中心近側區域之文字辨認前處理受到不利的影響。已有的研究指出，閱讀障礙者的知覺廣度（perceptual span）比正常閱讀能力者小（Farmer & Klein, 1995; Rayner, Murphy, Henderson, & Pollatsek, 1989）。Rayner等研究者，以移動視窗（moving window）的實驗刺激螢幕呈現控制技術，來研究閱讀障礙者和正常閱讀能力者之閱讀知覺廣度。研究發現，閱讀障礙者的知覺廣度，比正常閱讀能力者小。Rayner等研究者暗示，閱讀障礙的產生與視網膜中心近側處理缺陷（parafoveal processing deficit）有關連。

中文閱讀障礙者的「視網膜中心近側區域高結構複雜度刺激」的視知覺處理缺陷，其產生的原因，除了與上述的注意力缺陷有密切關連外，亦可能與中文文字表徵的獨特屬性有關連。由於中文文字並沒有「形素—音素對應」的原則，因此，中文字音的觸接提取，其立即性可能不及拼音文字，特別是對一個閱讀能力未達純熟階段的閱讀者。此項因素，可能使中文閱讀者，在視網膜中心近側對於字音訊息（phonological information）的近側預視效益（parafoveal preview benefit）相對地的減弱。再者，不同於拼音文字，中文文字是一種圖像文字，每一個字元不論其組成之筆畫數多少，均是在一個方格內組合配置成一個字元。因此，當一個字元的組成筆畫數多時，其結構複雜度便很明顯的增加，而其字形結構的辨認，也變得較困難。此項屬性的存在，也可能使中文閱讀者，在視網膜中心近側對於字形結構訊息（graphemic information）的近側預視效益相對地的減小。根據許多拼音文字的眼動研究，字音訊息與字母訊息（letter information）的近預視效益，有利於視網膜中心區域的訊息處

理（Beauvillain & Dore, 1998; Henderson, Dixon, Peterson, Twilley, & Ferreira, 1995; McConkie & Zola, 1979; Pollatsek, Lesch, Morris, & Rayner, 1992; Rayner & Balota, 1989; Rayner & Morris, 1992）。就閱讀來說，一個字元或詞彙的近側預視，對這個字元或詞彙，在後來進行的視網膜中心小窩式處理（foveal processing），有很明顯的正面影響。

從以上的分析來推論，中文字元的字音訊息與字形結構訊息的近側預視效應，由於中文文字的獨特屬性而較難於觸接提取，在此種情況下，假如一個中文閱讀者本身，對字音或字形結構的處理能力原本已經較弱，則其字音訊息與字形結構訊息的近側預視效應，將更形降低，甚或缺乏。此種情形，可能使一個閱讀者產生很明顯的閱讀困難。基於以上的可能性，視網膜中心近側區域的處理困難，可能是中文閱讀障礙產生的一個關連密切的觸發中介或原因之一。

對於本實驗發現中文閱讀障礙者的選擇性視知覺處理缺陷，其產生的原因除了上述的可能性外，亦十分可能是由於閱讀障礙者視覺神經系統的有關缺陷。從閱讀障礙研究文獻可知，在拼音文字的研究裏，新近的許多研究一致地發現，閱讀障礙者存在著低階視覺功能的缺陷，亦即視覺瞬態系統（visual transient system）功能的缺陷或異常（Martin & Lovegrove, 1987; Lehmkuhle, Garzia, Turner, Hash, & Baro, 1993; Livingstone, Rosen, Drislane, & Galaburda, 1991; Lovegrove, Martin, & Slaghuis, 1986）。視覺訊息瞬態系統所涉及的低階視覺訊息處理包括：刺激的明暗對比、刺激的空間頻率、刺激的時間頻率、刺激的運動狀態等。許多研究者從視知覺行為與大腦神經細胞活動的層面，比較閱讀障礙者與正常閱讀能力者的瞬態系統功能，多數研究一致地發現，閱讀障礙者的瞬態系統功能，顯著地的低於正常閱讀能力者的瞬態系統功能。

Breitmeyer (1993b) 的研究指出，閱讀障礙者與一般閱讀能力者，對於刺激的顏色與形式 (form) 的處理，在視網膜中心區域與視網膜中心外圍區域，呈現明顯的差異。閱讀障礙者在視網膜中心外圍區域對刺激的顏色與形式 (form) 的處理，明顯地優於正常閱讀能力者。Breitmeyer 根據理論推論，這樣的結果是由於閱讀障礙者的瞬態系統無法有效地即時抑制 (inhibit) 持續系統的運作而產生。換言之，閱讀障礙者的瞬態系統無法有效地運作。根據這些研究發現，我們可以間接推測說，中文閱讀障礙者視網膜中心近側區域文字辨認的缺陷，也有可能是由於瞬態系統無法有效地運作，無法即時地抑制 (inhibit) 持續系統的運作而產生。亦即，中文閱讀障礙的產生，可能有其視覺神經系統缺陷的根源。雖然此項推測有其可能性，惟必須經過系列相關實驗研究方能了解其正確性。

結論

本研究旨在探討中文閱讀障礙的視知覺機制缺陷，及其與中文文字獨特表徵的可能關係。研究者以操弄視覺離心來觀察閱讀障礙受試者和一般閱讀能力受試者，在上、下視覺區不同視覺離心位置上不同類別字元的文字辨認正確率變化情形，以推論閱讀障礙者的視知覺處理缺陷。

研究發現，中文閱讀障礙者文字辨認時，存在選擇性的視知覺處理缺陷。此項缺陷是一種「視網膜中心近側區域高結構複雜度字元」的視知覺處理缺陷。中文閱讀障礙者，在視網膜中心點 (0mm) 辨認文字時，對實驗的四個類別的字元，他們的文字辨認正確率，與一般閱讀能力者的辨認正確率，皆無顯著的差異。但是在視網膜中心近側區域，對於高結構複雜度字元的辨認，兩者的辨認正確率，則呈現顯

著的差異。對高字頻—高結構複雜度字元的辨認正確率，在12mm、18mm、24mm三個視覺離心位置上，閱讀障礙者的辨認正確率，顯著地低於一般閱讀能力者；對低字頻—高結構複雜度字元的辨認正確率，在6mm、12mm二個視覺離心位置上，閱讀障礙者的辨認正確率，亦顯著地低於一般閱讀能力者。就閱讀的訊息處理來說，此項研究結果顯示，文字辨認的所在視覺區域和文字本身的視知覺屬性，是影響文字辨認的重要因素。同時，這項研究發現也暗示，閱讀障礙者閱讀困難的發生，與文字辨認的視網膜中心近側區域前處理 (preprocessing) 和文字本身的視知覺屬性這二項因素，有密切的關連。

以上的研究發現推論，除了來自實驗反應資料之變異數分析結果外，亦獲得受試者實驗反應資料的數學預測模式參數比較的支持。受試者在上、下視覺區的文字辨認正確率，均存在極高預測量之二次曲線迴歸模式。根據所獲得之二次曲線迴歸模式，比較閱讀障礙者與一般閱讀能力者迴歸模式裡各參數係數的差異。研究發現，視覺離心對文字辨認所產生的不利影響，在閱讀障礙者與一般閱讀能力者，並不相等，在閱讀障礙者較高，在一般閱讀能力者較低；再者，參數係數比較也發現，字元結構複雜度對文字辨認所產生的不利影響，在閱讀障礙者與一般閱讀能力者，並不相等，在閱讀障礙者較高，在一般閱讀能力者較低。雖然閱讀障礙者與一般閱讀能力者，在視覺離心與字元結構複雜度兩項參數比較上，有顯著差異，但在迴歸模式的截距參數比較，則無顯著不同，亦即兩者在視網膜中心進行文字辨認時，其完成辨認的最低閾值並無顯著差異。相同地，這些結果也一致地顯示，中文閱讀障礙的發生，與文字辨認的視網膜中心近側區域前處理和中文字元結構複雜度的視知覺處理缺陷有密切的關連。

參考書目

一、中文部分

周台傑（民81）：國民小學國語文成就測驗（五年級）。彰化市：精華印刷企業社。

俞筱鈞（民81）：瑞文氏彩色圖形推理測驗。臺北：中國行為科學社。

楊憲明（民86）：中文閱讀時的有效視覺界限研究。臺南師院學報，30，289-313。

二、英文部分

Amirkhiabani, G., & Lovegrove, W. J. (1996). Role of eccentricity and size in the global precedence effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1434-1447.

Beauvillain, C., & Dore, K. (1998). Orthographic codes are used in integrating information from the parafovea by the saccadic computation system. *Vision Research*, 38, 115-123.

Bouma, H. (1973). Visual interference in the parafoveal recognition of initial and final letters of words. *Vision Research*, 13, 767-782.

Bouma, H. (1978). Visual search and reading: Eye movements and functional visual field: A tutorial review. In Requin (Ed.), *Attention and performance VII* (pp. 115-147). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Bouma, H., & Legein, C. P. (1977). Foveal and parafoveal recognition of letters and words by dyslexics and by average readers. *Neuropsychologia*, 15, 69-80.

Brannan, J. R., & Williams, M. C. (1987). Allocation of visual attention in good and poor readers. *Perception & Psy-*

chophysics, 41, 23-28.

Breitmeyer, B. G. (1988). Reality and relevance of sustained and transient channels in reading and reading disability. *Paper presented to the 24th International Congress of Psychology, Sydney*.

Breitmeyer, B. G. (1993b). The roles of sustained and transient channels in reading and reading disability. In S. F. Wright and R. Groner (Eds.), *Studies in visual information processing: Facets of dyslexia and its remediation* (pp. 13-31). Amsterdam: Elsevier North Holland.

Cheng, C. M. (1982). Analysis of present-day Mandarin. *Journal of Chinese Linguistics*, 10, 281-358.

Eriksen, C. W., & Murphy, T. D. (1987). Movement of attention across the visual field: A critical look at the evidence. *Perception & Psychophysics*, 42, 299-305.

Farmer, M. E., & Klein, R. M. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 460-493.

Findlay, J. M. (1982). Global visual processing for saccadic eye movements. *Vision Research*, 22, 1033-1045.

Fischer, B. & Weber, H. (1990). Saccadic reaction times of dyslexic and age-matched normal subjects. *Perception*, 19, 805-818.

Geiger, G., & Lettvin, J. Y. (1987). Peripheral vision in persons with dyslexia. *The New England Journal of*

- Medicine*, **316**, 1238-1243.
- Geiger, G., & Lettvin, J. Y. (1989). Dyslexia and reading as examples of alternative visual strategies. In C. von Euler, I. Lundberg, & G. Lennerstrand (Eds.), *Brain and Reading*. London: Macmillan Press Ltd. pp.331-343.
- Geiger, G., Lettvin, J. Y., & Zegarra-Moran, O. (1992). Task-determined strategies of visual processing in readers and dyslexics. *Cognitive Brain Research*, **1**(1), 39-52.
- Gross-Glenn, K., Skottun, B. C., Glenn, W., Kushch, A., Lingua, R., Dunbar, M., Jallad, B., Lubs, H. A., Levin, B., Rabin, M., Parke, L., & Duara, R. (1995). Contrast sensitivity in dyslexia. *Visual Neuroscience*, **12**, 153-163.
- Henderson, J. M., Dixon, P., Peterson, A., Twilley, L. C., & Ferreira, F. (1995). Evidence for the use of phonological representations during transsaccadic word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 82-98.
- Hulme, C. (1988). The implausibility of low-level visual deficits as a cause of children's reading difficulties. *Cognitive Neuropsychology*, **5**, 369-374.
- Humphreys, G. W., & Bruce, V. (1989). *Visual Cognition: Computational, experimental, and Neuropsychological perspectives*. London: Lawrence Erlbaum.
- Inhoff, A. W. (1987). Lexical access during eye fixations in sentence reading: Effect of word structure. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and Performance XII: The psychology of reading* (pp. 403-418). London: Erlbaum.
- Inhoff, A. W., & Rayner, K. (1986). Parafoveal word processing during eye fixations in reading. *Perception & Psychophysics*, **40**, 431-439.
- Inhoff, A. W. (1989b). Parafoveal processing of words and saccade computation during eye fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **15**, 544-555.
- Jacobs, R. J. (1979). Visual resolution and contour interaction in the fovea and periphery. *Vision Research*, **19**, 1187-1195.
- Kinchla, R. A., & Wolfe, J. (1979). The order of visual processing: "top down", "bottom-up", or "middle out". *Perception and Psychophysics*, **25**, 225-231.
- Klein, R., Berry, G., Briand, K., D'Entremont, B., & Farmer, M. (1990). Letter identification declines with increasing eccentricity at the same rate for normal and dyslexic readers. *Perception and Psychophysics*, **47**(6), 601-606.
- LaBerge, D., & Brown, V. (1986). Variations in size of the visual field in which targets are presented: An attentional range effect. *Perception and Psychophysics*, **40**, 188-200.
- Lamb, M. R., & Robertson, L. C. (1990). The effect of visual angle on global and local reaction times depends on the set of visual angles presented. *Perception and Psychophysics*, **47**, 489-496.
- Lehmkühle, S., Garzia, R., Turner, L., Hash, T., & Baro, J. A. (1993). A defective

- visual pathway in Children with reading disability. *New England Journal of Medicine*, *328*, 989-996.
- Lima, S. D. (1987). Morphological analysis in sentence reading. *Journal of Memory and Language*, *26*, 84-99.
- Lima, S. D., & Inhoff, A. W. (1985). Lexical access during eye fixations in reading: Effects of word-initial letter sequence. *Journal of Experimental Psychology: Human and Perception and Performance*, *11*, 272-285.
- Livingstone, M. S., Rosen, G. D., Drislane, F. W., & Galaburda, A. M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, *88*, 7943-7947.
- Loomis, J. M. (1978). Lateral masking in foveal and eccentric vision. *Vision Research*, *18*, 335-338.
- Lovegrove, W. J., Martin, F., & Slaghuis, W. (1986). A theoretical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability. *Cognitive Neuropsychology*, *3*, 225-267.
- Martin, F. & Lovegrove, W. (1987). Flicker contrast sensitivity in normal and specifically disabled readers. *Perception*, *16*, 215-221.
- McConkie, G. W., & Zola, D. (1979). Is visual information integrated across successive fixations in reading? *Perception and Psychophysics*, *25*, 221-224.
- Murphy, T. D., & Eriksen, C. W. (1987). Temporal changes in the distribution of attention in the visual field in response to precues. *Perception & Psychophysics*, *42*, 576-586.
- Navon, D., & Norman, J. (1983). Does global precedence really depend on visual angle. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *9*, 955-965.
- Nazir, T. A., O'Regan, J. K., & Jacobs, A. M. (1991). On words and their letters. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *29*, 171-174.
- O'Regan, J. K. (1990). Eye movements and reading. In Kowler, E.(Ed), *Eye movement and their role is visual and cognitive processes* (pp. 395-453). Amsterdam: Elsevier.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. New York: Oxford University. Press.
- Perry, A. R., Dember, W. N., Warm, J. S., Sacks, J. G. (1989). Letter identification in normal and dyslexic readers: A verification. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *27*, 445-448.
- Pollatsek, A., Lesch, M., Morris, R. K., & Rayner, K. (1992). Phonological codes are used in integrating information across saccades in word identification and reading. *Journal of Experimental psychology: Human Perception and Performance*, *18*, 148-162.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of experimental Psychology*, *32*, 3-25.
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span: Evidence for dyslexic topology. In G. T. Pavlidis & D. F. Fisher (Eds.), *Dyslexia: Its Neuropsychology and Treatment*. New York:

- Wiley.
- Rayner, K., & Balota, D. A. (1989). Parafoveal preview and lexical access during eye fixations in reading. In W. Marslen-Wilson (Ed.), *Lexical presentation and process* (pp. 261-290). Cambridge, MA: MIT Press.
- Rayner, K., McConkie, G. W., & Zola, D. (1980). Integrating information across eye movements. *Cognitive Psychology*, *12*, 206-226.
- Rayner, K., & Morris, R. K. (1992). Eye movement control in reading: Evidence against semantic preprocessing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*, 163-172.
- Rayner, K., Murphy, L. A., Henderson, J. M., & Pollatsek, A. (1989). Selective attentional dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, *6*, 357-378.
- Samuels, S. J. (1987). Information-processing abilities and reading. *Journal of Learning Disabilities*, *20*, 18-22.
- Shallice, T., & Warrington, E. K. (1977). The possible role of selective attention in acquired dyslexia. *Neuropsychologia*, *15*, 31-41.
- Smith, A. T., Early, F., & Grogan, S. C. (1986). Flicker masking and developmental dyslexia. *Perception*, *15*, 473-482.
- Solman, R. T., & May, J. G. (1990). Spatial localization discrepancies: A visual deficiency in poor readers. *American Journal of Psychology*, *103*, 243-263.
- Stanovich, K. E. (1990). Concepts in developmental theories of reading skill: Cognitive resources, automaticity, and modularity. *Developmental Review*, *10*, 72-100.
- Taylor, S. E. (1965). Eye movements while reading: Facts and fallacies. *American Educational Research Journal*, *2*, 187-202.
- Torgesen, J. K., & Morgan, S. (1990). Phonological synthesis tasks: A developmental, functional, and componential analysis. In H. L. Swanson & B. Keogh (Eds.), *Learning Disabilities: Theoretical and Research issues* (pp. 263-276). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Tsal, Y. (1983). Movements of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *9*, 523-530.
- Underwood, G., Clews, S., & Everatt, J. (1990). How do readers know where to look next? Local information distributions influence eye fixations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *42A*, 39-65.
- Van der Leij, A., & Van Daal, V. H. P. (1999). Automatization aspects of dyslexia: speed limitations in word identification, sensitivity to increasing task demands, and orthographic compensation. *Journal of Learning Disabilities*, *32*, 417-429.
- Vellutino, F. R. (1979a). The validity of perceptual deficit explanations of reading disability: A reply to Fletcher and Satz. *Journal of Learning Disabilities*, *12*, 160-167.

Bulletin of Special Education 2001, 21, 189—213
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

ON THE VISUAL PROCESSING DEFICITS OF CHINESE DYSLEXIA: WORD RECOGNITION AND VISUAL ECCENTRICITY

Hsien-Ming Yang

National Tainan Teachers College

ABSTRACT

The study was conducted to address visual processing deficits of Chinese dyslexia, and the relation of the deficits to specific features of Chinese words. Dyslexics and normal readers were required to recognize Chinese words of different usage-frequency and structural complexity, which were presented in different visual eccentric positions in the upper and lower visual fields of the retina. Performance on word recognition was analyzed to explore visual processing deficits that may lead to dyslexia. The results of the study showed that in the center of the retina, dyslexics and normal readers showed comparable performance on the recognition of words across frequency-complexity categories. However, in the parafoveal area of the retina, the probabilities of correct recognition of words of high structural-complexity were significantly lower in dyslexics than in normal readers. A quadratic mathematical model, which displayed a high degree of account of variance of subjects' performance, revealed similar patterns of results. The analyses showed the effect of visual eccentricity on correct recognition of words is significantly higher for dyslexics than for normal readers. Further, the structural complexity of words produced a negative effect on correct recognition of words that was more for dyslexics than for normal readers. It was suggested that the occurrence of Chinese dyslexia may be highly associated with visual processing deficits that are associated with the parafoveal processing of high structural-complexity words.

Key words: dyslexia, word recognition, visual-processing deficit, visual eccentricity, parafoveal area