

學習障礙兒童線上閱讀歷程： 來自眼球移動的證據

陳明蕾

新竹教育大學台灣語言與語文教育研究所
助理教授

柯華葳

中央大學學習與教學研究所
教授

本研究以眼動儀記錄國小三至六年級經鑑定之學習障礙兒童在閱讀不同文體時，詞彙之特徵對他們眼動型態的影響。研究結果顯示，不論是第一次連續凝視時間（first gaze）、重新回視的總時間（rereading gaze）或總閱讀時間（total reading time），其眼動型態都受詞頻效果的影響，與 Chen 和 Ko（2011）所研究的一般兒童讀者的眼動型態相似。但是，若和一般兒童閱讀篇章之眼動資料比較，本研究也發現，學習障礙學童閱讀篇章時的眼動行為，並未隨著年級漸增而有逐漸成熟的發展曲線。整體而言，文體和詞彙特徵對學習障礙兒童的閱讀雖有影響，但他們的閱讀時間比一般兒童要來得長，且停留在國小三至四年級的閱讀型態。研究者根據此結果進行討論，並針對未來教學與研究提出建議。

關鍵詞：眼動型態、篇章閱讀、學習障礙兒童

結論

閱讀能力的發展需要時間，其中牽涉的認知成分也相當複雜。大體上，國小一至三年級的學生正好處於識字期與流暢期，他們一方面學習字的辨識，另一方面也逐漸發展出「詞彙辨識」能力，以建立閱讀的流暢性與理解力。自小學四年級開始，由於詞彙辨識的歷程逐漸精熟，大多數的學生有更多的認知資源可以進行更高層次的閱讀理解，因而開始進入「閱讀以學習新知期」(Chall, 1996)。

但是，並非每一位學童都可以順利習得閱讀。有少部分的兒童會因為某些因素而成為閱讀困難的高危險群，這些高危險群的學生，其文字解碼能力通常較一般兒童來得慢(Rayner, 1986)。其中有一類學童稱學習障礙，他們有一般兒童的智力，但在學習表現上卻不如預期。

據《特殊教育法》第3條第8款所稱，學習障礙統指中樞神經系統功能異常而顯現出認知能力有問題，以致在聽、說、讀、寫、算等學習上有顯著困難者，其障礙並非因感官、智能、情緒等障礙因素或文化刺激不足、教學不當等環境因素所直接造成之結果。依《特殊教育法》所制定的《身心障礙及資賦優異學生鑑定標準》第13條，學習障礙鑑定標準為(教育部，2012)：

- 一、智力正常或在正常程度以上者。
- 二、注意、記憶、知覺、知覺動作、推理等個人內在能力有顯著差異者。
- 三、聽覺理解、口語表達、識字、閱讀理解、書寫、數學運算等學習表現有顯著困難，且經確定普通教育環境下所提供之介入，仍難有效改善者。

簡言之，學習障礙者在聽、說、讀、寫、算等學科領域有顯著學習上的困難，而其智力

成績則在一般水準或水準以上，其所遭遇之困難非因感官、文化剝奪等原因，且一般教育學習輔導對其學習改進並無成效。在國內，學習障礙有一定的鑑定和診斷流程，其中又有相當比例的學生被診斷出有閱讀困難或疑似有閱讀障礙(洪儷瑜、王瓊珠，2010)。這些學生除了識字和理解的發展較一般兒童來得緩慢外，聲韻處理(李俊仁、柯華葳，2009)和流暢度也是常見的問題(曾世杰、簡淑真、張媛婷、周蘭芳、連芸伶，2005)，衍生的問題包括閱讀理解有困難，以及因閱讀經驗減少而減低詞彙和背景知識的成長(Lyon, Shaywitz, & Shaywitz, 2003, p. 2)。

在拼音文字中，聲韻覺識是影響閱讀發展的核心認知能力，學童在聲韻訊號表徵以及處理上的困難，會影響學童從書面字詞提取聲韻以及意義的流暢性，進而影響閱讀理解(Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004)。但是，中文的書寫系統和拼音文字不同，每一個中文字都是單音節文字，是一種一個中文字等同於一個詞素(morpheme)的詞素音節(morpha-syllabic)文字系統。中文的閱讀歷程，始於辨識每一個意符(即識字)，終至「理解」全文意義。在此過程中，成熟的中文讀者會主動運用複雜的認知能力，不斷地將所接收到的「意符」(單一中文字)訊息，統整成有意義的「詞」概念。接著，再以詞為閱讀單位，逐詞整合文章中前後語詞的意義(Rayner, Li, Juhasz, & Yan, 2005; Rayner, Li, & Pollatsek, 2007)。

但因中文書寫系統沒有明顯的詞界限(word boundary)，使得「中文詞是否具有心理真實性」，以及「詞彙辨識」的能力在中文閱讀歷程所扮演的角色是否和拼音系統的語文相似，成為中文閱讀研究領域中相當受到重視的一個議題。在拼音文字系統中，研究者發現，當讀者辨識詞彙的能力愈自動化，其閱讀

理解表現通常會愈好 (Adams, 1990; Perfetti, 2001)；而且當讀者詞彙辨識的能力愈精熟，讀者愈能快速地以詞彙為單位整合文章中前後語詞的意義 (Joshi & Aaron, 2000)。

1980 年代即有學者以唸詞作業派典發現中文詞的詞優效應肯定了詞彙單位具有內在心理真實性 (胡志偉, 1989; 鄭昭明, 1981)。基於「詞」可能是中文閱讀時的最小意義單位。研究者推論，斷詞能力可能會影響中文讀者閱讀理解。楊憲明 (1998) 就曾以國小五年級閱讀障礙學生為研究對象，探討在句子閱讀、段落閱讀與篇章閱讀的情境下，增加詞間空格後，能否有效地提升閱讀障礙兒童的閱讀速度。結果發現，只有在單一句子與段落閱讀的情境下，詞間空格的增加才能有效地幫助閱讀障礙學生的閱讀速度，但對於篇章閱讀速度的提升則無明顯的成效。林昱成 (2009) 的研究則進一步發現，讓閱讀障礙學生進行六週 (每週五次，每次 40 分鐘) 具有詞間空格文章的閱讀練習後，能有效提升閱讀障礙學生的閱讀速度。彭瑞元 (2003) 在以「自控單位呈現文句的判斷作業」中，以詞為單位呈現閱讀文句時發現，成人讀者的「單位平均處理時間」比以非詞為單位呈現的情況要短。此結果進一步顯示，在理解句意為前提的閱讀情境下，詞單位的呈現方式，有利於讀者的閱讀歷程的進行。

隨著眼動追蹤技術的日益進步，心理學者已能在不干擾讀者閱讀歷程的實驗情境中，測量詞彙特性對讀者閱讀時眼動組型的影響情形。藉由測量讀者閱讀篇章時的眼動行為，以拼音文字讀者為研究對象的相關研究已發現，讀者在閱讀時，眼睛並非平滑地在句子中移動，也不會停留在每個詞，而是在某個詞上短暫駐留後，快速地移到下一個位置 (Rayner, 1998)。當讀者停下來凝視某個詞所花費的連續時間，在閱讀眼動的研究派典中稱之為「凝

視時間」(fixation duration)，而兩個位置間的快速移動距離則稱之為「移動的距離」(saccade length)。眼球的移動依文字書寫的方向，又可分為順向移動 (forward saccade) 與逆向移動 (regressive saccade) 兩種，其中，逆向的移動稱之為回視 (regressions)。

學者以拼音文字所進行的研究發現，讀者閱讀時眼動的移動是以詞為單位 (word-based processing)，而詞彙本身的特性，例如：詞頻高低，會影響讀者凝視該詞彙的時間 (Reichle, Pollatsek, Fisher, & Rayner, 1998)。而除了詞頻因素外，詞彙在文本中的可預測性高低也會影響讀者對該詞彙的凝視時間與回視的比率 (Morris & Williams, 2003)。上述眼動相關的研究成果，再次驗證了「詞彙辨識」能力是影響閱讀理解的重要因素；而從「詞彙」在脈絡中的可預期性高低的操弄，則呼應了 Kintsch (1998) 所主張的，讀者閱讀理解的歷程乃是一種「由下而上 (bottom-up) 的詞彙辨識能力」，與「由上而下 (top-down) 的文章結構的掌握」交織而成的主動尋求意義 (search for meaning) 的處理歷程。

過去以英文讀者為對象的眼動研究已發現，成熟的讀者在篇章閱讀的情境下，凝視一個詞所需要的平均時間大約是 200 至 250 毫秒；閱讀句子時，眼球平均移動的距離是七至九個字母；此外，成熟讀者閱讀句子或文章時，其回視的比率大約是 10%~15% (Rayner, 1998)。此外，隨著詞頻高低、文章難度高低 (Rayner, Chace, & Slattery, 2006)，以及讀者本身閱讀程度的差異 (Ashby, 2006; Ashby, Rayner, & Clifton, 2005)，眼動指標的表現情形也會有所不同。一般而言，當詞頻愈低、文章難度愈難，讀者凝視詞彙的時間會變長，移動的距離會變短，而且回視的比率也會變高。至於讀者閱讀能力的高低，Rayner (1986) 的研究發現，初學閱讀的兒童 (如國小一年級)

眼球凝視字詞的平均時間超過 350 毫秒，凝視每一個字詞的平均次數是二到三次。Taylor (1965) 發現，隨著年齡的增長，兒童閱讀技巧日益成熟之後，其閱讀時的眼動行為會有所變化，包括凝視時間逐漸變短、移動的距離也會慢慢變長、回視的比率會慢慢減少。

雖然中文書寫系統不像拼音文字系統有明顯的詞界限，可作為引導讀者眼球移動時的視覺訊息，但以中文讀者為對象的相關眼動研究發現，中文讀者在篇章閱讀時的眼動型態和英文讀者現似，包括平均凝視的時間也是介於 200 至 250 毫秒之間，平均移動的距離約是三個中文字，回視率則約在 30% 左右 (柯華蕙、陳明蕾、廖家寧，2005；Tsai & McConkie, 2003)。近來也有愈來愈多的眼動研究結果支持詞單位的語言表徵特色會影響中文成熟讀者的閱讀型態，例如：詞頻高低會影響成熟中文讀者對該詞彙的凝視位置 (柯華蕙等，2005；Bai, Yan, Liversedge, Zang, & Rayner, 2008; Yan, Kliegl, Richter, Nuthmann, & Shu, 2010)。

Chen 和 Ko (2011) 以國小二到六年級兒童為對象的眼動研究發現，中文兒童在以理解文章為前提的閱讀歷程中，詞彙處理的平均時間雖然較成人讀者長，但是，其眼動型態的組型和成人讀者相似，例如：凝視時間也會因詞頻漸低而逐漸增長。此一結果顯示，詞單位的語言表徵特色會影響中文兒童讀者閱讀篇章時的眼動型態。此外，在發展的組型上，也和早期兒童閱讀英文的眼動研究結果相似 (Rayner, 1986; Taylor, 1965)，即隨著學生年級的增加，平均凝視的時間會變短，移動的距離則逐漸變長。綜合上述相關的中文眼動研究可知，大多數的中文讀者，不論是成熟讀者或是一般的兒童讀者，在其閱讀歷程中都能掌握「詞」的單位。

相較於一般兒童，那些識字發展較慢的學習障礙兒童是否也能以詞單位作為他們閱讀時

的意義單位呢？楊憲明 (1998) 研究發現，在句子閱讀的情況下，增加詞間空格能提升閱讀障礙學生的閱讀速度。此一結果可能意味著，「詞單位」對閱讀障礙兒童也是一個有意義的閱讀單位。值得注意的是，在楊憲明的研究中，句子長度因詞間空格增加而變長後，讀者眼球跳動凝視的次數也跟著增加，凝視的錯誤率也提高的現象。此一負面影響的背後原因，可能為彭瑞元和陳振宇 (2004) 研究所發現的「心理斷詞不一致」現象，亦即當外顯斷詞作業所增加的詞界限和讀者原本內在所認知的詞彙單位有所矛盾時，會降低讀者的閱讀成效。林昱成 (2009) 的研究結果發現，協助閱讀障礙學生熟悉外顯斷詞作業的詞界限後，即能有限提升他們的閱讀成效。綜合上述之研究結果可知，閱讀障礙學生或是閱讀有困難的學習障礙兒童也和一般兒童相似，詞單位也是他們閱讀時的最小意義單位。

雖然楊憲明 (1998) 和林昱成 (2009) 的研究結果已為「詞之心理真實性」在閱讀障礙兒童閱讀時的角色提供相當有意義的實徵性資料，但這兩個研究尚未能描述在真實篇章閱讀的情境下，詞單位在閱讀困難學生篇章閱讀歷程中所扮演的角色。為能進一步了解較一般兒童之識字發展來得緩慢的閱讀困難學生，在篇章閱讀時之詞彙辨識歷程，本研究即以最不干擾學生閱讀歷程之眼動技術，探討詞單位在國小三到六年級學習障礙學童閱讀篇章時之角色。

過去，不論是拼音文字 (Reichle et al., 1998) 或中文的眼動研究 (Chen & Ko, 2011)，都已發現詞彙本身的特性，例如：詞頻高低會影響讀者篇章閱讀時的眼動組型。而除了詞彙特性，文體結構也是影響詞彙辨識歷程的重要因素之一。Hyönä、Lorch 和 Kaakinen (2002) 讓所有的讀者閱讀同一篇說明文，結果發現能區辨說明文之主題結構的讀

者（在該研究中，稱此類的讀者為 topic structure processor），其平均凝視每個詞的時間會比無法分辨說明文結構的讀者（在該研究中，稱此類的讀者為 slow liner readers）來得短。Chen 和 Ko（2011）的研究也發現，三到六年級學生閱讀說明文時，在高頻詞的詞彙處理時間會比閱讀故事體時來得長。柯華葳等人（2005）的研究也發現，當說明文和故事體的文章長度相同，且兩種文體的詞類沒有統計上顯著差異，成人讀者閱讀故事每分鐘的字數顯著多於閱讀說明文體。而閱讀說明文的凝視時間、凝視次數及回視率的部份，都高於故事體。

Chen 和 Ko（2011）的研究曾針對詞彙特性與文體結構對一般兒童篇章閱讀之眼動型態進行探討，該研究所累積之一般兒童閱讀眼動的發展資料，相當值得與本研究所關注的學習障礙兒童的閱讀發展組型做進一步的比較。為能進一步比較一般兒童讀者與學習障礙兒童閱讀組型之異同，本研究之眼動實驗材料和實驗程序皆與 Chen 和 Ko 當時的研究相同，以利本研究資料和一般兒童資料之比較。

首先，本研究將探討學習障礙兒童閱讀不同文體時，其整體的眼動閱讀型態、詞彙辨識歷程中之相關眼動行為和一般兒童之差異情形。在眼動資料的分析上，先以「篇章」為單位的眼動資料分析，比較學習障礙兒童和一般兒童閱讀眼動型態之異同；接著，以「詞」為單位進行分析，比較學習障礙兒童與一般兒童閱讀說明文和故事體時的詞彙辨識情形，以探討學習障礙兒童是否採用「詞單位」的閱讀歷程。其次，由於兩個研究的對象都包括國小三到六年級學生，因此，本研究也將針對學習障礙兒童與一般兒童之閱讀發展的趨勢進行比較，嘗試了解學習障礙兒童和一般兒童其閱讀發展趨勢的異同。

方法

一、參與者

本研究共計有臺南市鑑輔會鑑定為學習障礙兒童共 100 名小學生參與，其中，男生有 73 位，女生有 27 位，其年級分布情形分別是：三年級 19 位，四年級 34 位，五年級 20 位，六年級 27 位。依學習障礙兒童的鑑定標準已知，學生的學習困難可能有不同的類型，包括聽覺理解、口語表達、識字、閱讀理解、書寫、數學運算等，但本研究在邀請參與對象的過程中，無法進一步取得每位學生之學習困難的類型。因此，需進一步確認參與本研究之學生其閱讀能力是否比一般兒童低。一般來說，學習障礙兒童若伴隨有閱讀理解困難的現象，他們的閱讀流暢度通常也較同年齡的兒童慢（曾世杰等，2005）。本研究以「課文為本的閱讀流暢性測驗」（張毓仁、吳明隆、胡芝妮，2011）檢測學生之閱讀流暢性，結果發現，參與本研究的學習障礙兒童（國小三到六年級學生）每分鐘正確唸出的平均字數（年級內最低字數至最高字數之範圍）依序為 115（56~144），117（71~160），120（63~162），以及 151（90~188）字。除了國小三、四年級學生之閱讀流暢性資料目前暫無可以直接比較的一般兒童資料，國小四到六年級學習障礙兒童之閱讀流暢性的確比張毓仁等人（2011）研究中的一般兒童慢（該研究僅針對國小四到六年級的一般兒童施測，其每分鐘可正確唸出的字數分別是四年級 186 字、五年級 191 字、六年級 232 字）。

此次參與本研究之學習障礙兒童皆具備正常或矯正後正常的視力，且能透過眼動儀記錄眼動行為所必需之校正作業及確認作業，同時，實驗過程中之偏移誤差不超過一度。

二、實驗設備

本研究使用 Dell OptiPlex Gx260 之相容個人電腦配備 SR EyeLink 1000 眼球追蹤系統。本實驗取樣率為 1000HZ（即每秒取樣 1,000 次）。實驗刺激呈現在 Dell 19-inch SVGA monitor，螢幕解析度為 1024×768 像素值。實驗進行中，每次在螢幕的中央會呈現一整篇短文，每個中文字的大小為 24×24 像素值（pixel），行與行之間的距離則是 48 像素值，字間隔為 8 像素值。讀者和螢幕間的距離是 65 公分，在此距離之下，每個字的大小對讀者而言，大約是一度視角。

三、實驗材料

本實驗所使用材料計有四篇短文，其中說明文及故事體各二篇（本研究所使用之材料與 Chen 和 Ko（2011）所使用的短文相同，四篇短文詳見附錄一）。每篇文章的字數都是 180 字，四篇文章之總詞數依序是 88、99、98 及 110 個詞，平均詞長分別是 1.68、1.53、1.51 及 1.33 個字。依中央研究院的「自動斷詞系統」對四篇短文進行斷詞後，兩種文體間詞頻的差異情形，並未達到統計上的顯著水準， $t(412) = .13$ ， $SE = 2.74$ ， $p > .05$ 。本研究資料分析所使用的高頻詞（HF words）是指每百萬詞出現 2257 次以上者；低頻詞（LF words）是指每百萬詞出現少於 42 次者。四篇文章之低頻詞比率分別是 8%、7%、9% 及 9%。

四、實驗程序

實驗為個別施測，首先進行閱讀流暢性測驗。接著，開始眼動記錄的實驗部分。眼動實驗時，讀者的眼睛距離螢幕 65 公分。正式實驗開始前，先為參與實驗的學生進行九點校正作業（calibration and validation）。校正作業完成後，有兩篇短文讓學生熟悉實驗程序。每篇

文章皆是一次完整呈現在電腦螢幕上。文章出現前，會先進行偏移校正（drift correction），校正通過後，才會出現閱讀文章，讀者按平時習慣的速度進行閱讀，並由讀者主觀判斷自己已理解全文後，才按下「閱讀結束」的鉸鍵，文章隨即消失。在練習階段結束前會呈現選項，學生可自由選擇繼續練習或是直接進入正式實驗階段。

在正式實驗階段，四篇文章以隨機排序的方式呈現，其他程序則與練習階段相同。在實驗過程中，參與者偶爾會出現些微偏移現象（drifting），由於本研究的文字材料，畫面設計的行距是採兩倍行距的設計（即前面所提及的 48 像素值），因此，即使讀者出現些微的偏移，眼動程式仍能將這些資料點以 closer interest area（此為 data viewer 程式中 data report 中之內設功能）進行判讀。但為避免偏移的情形隨著實驗時間的進行而逐漸加劇，因此，主試者只要發現讀者的眼睛在某個嘗試次中出現些微偏移現象，則在該嘗試次結束後，應再重新進行九點校正作業，以確保下一個嘗試次的篇章閱讀過程中，不會因眼睛偏移的現象過劇，而影響眼動資料的判讀。

五、資料選擇與分析

凝視視間短於 100ms 或是長於 1,000ms 者不列入資料分析（Morrison, 1984; Rayner & Pollatsek, 1987），移除的資料占本次研究資料的 7.8%。資料分析以「詞」為興趣區域（area of interest, AoI）的資料，在眼動研究派典中，如果是**以篇章為分析單位**，常用的指標包括讀者每分鐘平均可閱讀的字數（characters per minute, CPM），此一指標可反映讀者的閱讀速度；每個凝視點平均凝視的時間（average fixation duration, AFD）與每次移動的平均距離（average saccadic length, ASL）這兩個指標都可粗略反映讀者的閱讀能力，通常閱讀能力愈

精熟，平均凝視時間就愈短，平均可移動距離就愈長 (Inhoff & Radach, 1998)。

在以詞為分析目標區的眼動指標中，依前後連續凝視位置的相對關係，有三個眼動指標可用來反映讀者詞彙辨識之相對早期或晚期的處理歷程 (Radach & Kennedy, 2004; Rayner, 1998)，分別是讀者進入詞彙後，在該詞彙第一次連續凝視的總時間 (gaze duration, GD)，此一指標可反映出讀者對該詞彙語意觸接所需要的總處理時間；其次，讀者離開詞彙後重新回視的總凝視時間 (rereading gaze, RG)，其所反映的通常是在篇章脈絡下，讀者為理解文意對重新閱讀詞彙的處理時間；第三，讀者對該詞彙的總閱讀時間 (total reading time, TRT)。

本研究之設計主要參照 Chen 和 Ko (2011) 之研究架構，且研究材料也相同。在資料分析時，將 Chen 和 Ko 研究中所使用之國小三到六年級一般學童的閱讀資料納入分析，以同時比較學習障礙兒童與一般兒童閱讀組型之異同。參與 Chen 和 Ko 研究之國小學生和本研究一樣，都是選自臺南市之小學，其三到六年級學生人數分別是 14、14、10 及 16 人。在統計方法上，本研究以線性混合效果模式 (linear mixed effects model, LMM) 分別針對 GD、RG 及 TRT 三個指標進行分析。

LMM 的分析方式因為可以同時處理受試者變項與嘗試次變項的隨機效果，因此，不需要像傳統變異數分析方式需分別報導跨受試者平均數 (by subjects)，以及跨項目平均項 (by items) 的分析資料 (Baayen, 2008; Baayen, Davidson, & Bates, 2008)，且於近年來已逐漸成為分析眼動資料常用的統計方式。本研究所採用的 LMM 分析方式是在 R 統計軟體中，以 lmer 語法 (lmer package) 進行 (Bates, Maechler, & Dai, 2008)，主要報導的統計資料包括估計效果量 (estimated effect size,

b)、標準誤 (standard error)，以及 t 值 (當 $|t| > 2$ 即達顯著水準)。

資料分析可分為兩大區塊，首先是以篇章為單位，此一資料可檢驗學習障礙兒童與一般兒童在篇章閱讀時，整體眼動型態的差異情形，以 LMM 進行資料分析時，受試者內的變項是文體，其比較設定為+.5/-.5 (故事體—說明文)，受試者間的比較，包括讀者類型設定為+.5/-.5 (學習障礙讀者—一般讀者)，年級的設定則有 C1：四年級—三年級；C2：五年級—四年級；C3：六年級—五年級。其次是以詞為單位的分析，以 LMM 進行統計分析時，受試者內的變項比較，包括文體與詞頻的比較設定為+.5/-.5 (分別是故事體—說明文；低頻詞—高頻詞)，受試者間的比較，包括讀者類型設定為+.5/-.5 (學習障礙讀者—一般讀者)，年級的設定則有 C1：四年級—三年級；C2：五年級—四年級；C3：六年級—五年級。

結果

一、以篇章為單位的分析結果

表一為國小三到六年級一般兒童和學習障礙兒童閱讀故事體與說明文時，每分鐘平均可閱讀的字數 (CPM)、平均凝視的時間 (AFD)，以及平均移動的距離 (ASL) (LMM 分析之 b 、SE、 t 值，詳見附錄二)。

每分數平均可閱讀的字數 (CPM) 的結果顯示，讀者類型與文體都有主要效果 ($t = 2.53, 3.91$)，即一般兒童每分鐘可閱讀的字數也明顯多於學習障礙兒童；所有學生讀故事體時，每分鐘可閱讀的字數明顯多於說明文。此一結果顯示，學習障礙兒童的閱讀速度雖然較一般兒童慢，但學習障礙兒童也和一般兒童相似，能覺察文體結構。年級效果上，三個年級組的差異情形都未達顯著水準 ($t = -1.53, 0.52, 1.85$)。

表一 一般兒童和學習障礙兒童閱讀說明文與故事體之平均閱讀字數、平均凝視時間與平均移動距離

年級	CPM							
	一般兒童				學習障礙兒童			
	說明文		故事體		說明文		故事體	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>
3	252.56	15.44	262.04	19.23	216.61	16.71	237.89	20.33
4	304.85	16.33	302.58	16.73	212.30	14.58	261.58	17.74
5	253.36	16.56	325.98	21.12	204.97	16.71	243.01	20.33
6	363.55	15.31	402.74	18.51	205.66	14.25	238.90	17.33
年級	AFD							
	一般兒童				學習障礙兒童			
	說明文		故事體		說明文		故事體	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>
3	267.65	17.77	265.89	19.72	265.66	6.53	266.58	7.56
4	244.30	21.96	234.94	26.21	254.37	7.28	244.47	7.78
5	235.83	12.88	216.66	10.68	292.83	11.69	283.83	13.93
6	212.87	6.56	198.87	7.85	262.93	7.56	246.84	6.98
年級	ASL							
	一般兒童				學習障礙兒童			
	說明文		故事體		說明文		故事體	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>
3	2.46	0.51	2.52	0.49	3.12	0.18	3.12	0.21
4	2.45	0.06	2.54	0.24	3.52	0.16	3.62	0.14
5	3.19	0.19	3.46	0.16	3.17	0.22	3.55	0.23
6	4.80	0.35	4.78	0.37	3.20	0.14	3.34	0.16

註：ASL 之計算單位為視角，本研究中每度視角約等於一個中文字。

二因子交互作用的部分，大多數的交互作用情形皆未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。只有年級組 C3（六年級—五年級）和讀者類型的交互作用達顯著水準（ $t = 2.09$ ），而其最主要的交互作用現象來自於學習障礙六年級學生每分鐘可閱讀的字數，沒有明顯多於五年級的學習障礙兒童。由此顯示，學習障礙兒童在五、六年級時的發展趨勢和一般兒童之發展趨勢不同。三因子交互作用的部分，則是全部未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。

（一）平均凝視時間（AFD）

這個部分也是讀者類型與文體有主要效果

（ $t = -2.53, -3.92$ ）。一般兒童的 AFD 明顯短於學習障礙兒童，所有學生讀故事體的 AFD 也明顯短於說明文；年級效果上，三個年級組的差異情形都未達顯著水準（ $t = 1.36, -0.23, -1.68$ ）。

二因子交互作用的部分，也是大多數的交互作用情形皆未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。但在年級效果和讀者類型上，則有年級組 C2（五年級—四年級）、C3（六年級—五年級）和讀者類型的交互作用達顯著水準（ $t = 2.35, -2.30$ ）。由表一所呈現的描述性資料再次發現，國小四到六年級學習障礙兒童之發展趨勢

和一般兒童的發展趨勢不同。三因子交互作用的部分，則是全部未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。

（二）平均移動距離（ASL）

讀者類型沒有主要效果（ $t = -0.07$ ），顯示一般兒童和學習障礙兒童在篇章閱讀的情境中，二者的平均移動距離沒有明顯的差異。文體有主要效果（ $t = 2.46$ ），顯示所有學生閱讀故事體的 ASL 會明顯長於說明文。年級效果上，三個年級組的差異情形都未達顯著水準（ $t = 0.29, 1.02, 1.64$ ）。二因子交互作用的部分，也是大多數都未達顯著水準（ $t_s < 2$ ）。只有年級組 C3（六年級—五年級）和讀者類型的交互作用達顯著水準（ $t = 2.31$ ），最主要的交互作用現象是來自於一般國小六年級學生 ASLs 會明顯長於五年級學生，而五、六年級學習障礙兒童的平均移動距離沒有差異，此一結果和每分鐘可閱讀的字數有相似的組型，亦即學習障礙兒童在國小五、六年級的發展趨勢和一般兒童之發展趨勢不同。三因子交互作用的部分，則是全部未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。

二、以詞為單位的分析結果

表二是國小三至六年級學習障礙兒童與一

般兒童閱讀不同文體時，在高頻詞與低詞頻三種眼動指標之平均數與標準誤（LMM 分析之 b 、 SE 、 t 值，詳見附錄三）。

以下分別從第一次連續凝視時間、重新回視凝視時間與總閱讀時間說明研究結果。

（一）第一次連續凝視的總時間（GD）

在「讀者類型、年級、文體與詞頻」的部分，讀者類型、文體與詞頻都有主要效果（ $t = 20.62, -7.94, 12.58$ ）（LMM 分析之 b 、 SE 、 t 值，詳見附錄二）。學習障礙兒童的 GDs 明顯長於一般讀者，所有學生閱讀故事體時，GDs 顯著短於閱讀說明文的時間。此外，閱讀低頻詞的 GDs 也會顯著長於閱讀高頻詞的時間（如表二）。年級效果上，三個年級組的差異情形都未達顯著水準（ $t = -1.96, 0.96, -1.73$ ）。

二因子交互作用的部分，只有年級組 C1（四年級—三年級）和文體間的交互作用情形達顯著水準（ $t = -2.52$ ），其餘的二因子交互作用情形都未達顯著（all $t < 2$ ）。從三因子交互作用的結果進一步發現，讀者類型、年級組 C1（四年級—三年級）和文體間有三因子的交互作用情形（ $t = -3.45$ ）。其餘的三因子交互作用皆未達顯著（all $t_s < 2$ ）。

表二 一般兒童和閱讀障礙學生閱讀不同文體高低頻詞彙之第一次連續凝視總時間的平均數與標準誤

詞 頻	年 級	GD									
		一般兒童					學習障礙兒童				
		說明文		故事體			說明文		故事體		
<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>N</i>		
高 頻	3	295	18	273	16	14	413	16	397	12	22
	4	271	13	250	11	16	399	11	353	9	25
	5	270	14	228	8	9	426	23	400	22	20
	6	252	11	232	10	16	403	15	362	11	27
低 頻	3	375	33	323	26	14	479	20	490	26	22
	4	338	25	300	16	16	472	20	425	17	25
	5	349	24	285	12	9	498	28	458	44	20
	6	309	17	260	14	16	469	23	394	16	27

表二 一般兒童和閱讀障礙學生閱讀不同文體高低頻詞彙之第一次連續凝視總時間的平均數與標準誤（續）

		RG									
詞 頻	年 級	一般兒童					學習障礙兒童				
		說明文		故事體		N	說明文		故事體		N
		M	SE	M	SE		M	SE	M	SE	
高 頻	3	472	39	417	36	14	579	47	507	37	22
	4	445	50	423	65	16	471	25	422	21	25
	5	418	17	331	15	9	532	36	450	30	20
	6	352	21	326	33	16	479	26	419	18	27
低 頻	3	620	72	567	52	14	677	89	626	87	22
	4	614	82	537	66	16	642	63	538	43	25
	5	600	47	452	57	9	646	62	561	65	20
	6	412	24	388	46	16	582	52	585	55	27

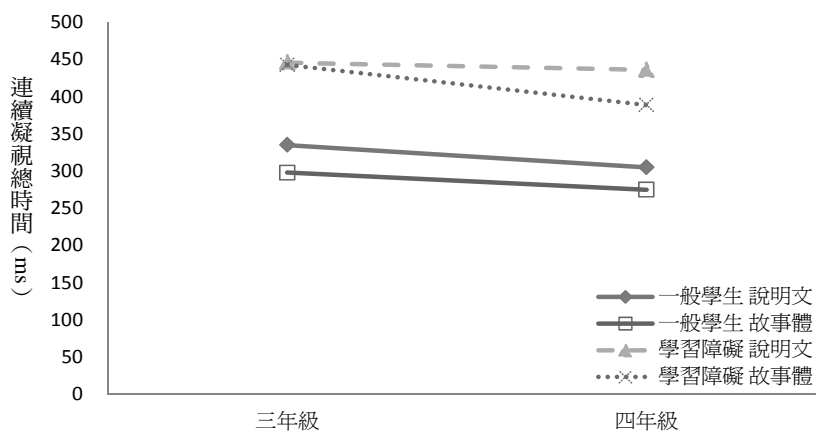
		TRT									
詞 頻	年 級	一般兒童					學習障礙兒童				
		說明文		故事體		N	說明文		故事體		N
		M	SE	M	SE		M	SE	M	SE	
高 頻	3	508	44	448	39	14	595	47	549	39	22
	4	446	49	431	59	16	547	26	462	20	25
	5	454	25	336	16	9	603	38	534	33	20
	6	364	21	312	19	16	573	31	489	20	27
低 頻	3	690	72	593	58	14	778	78	679	48	22
	4	686	90	560	70	16	744	59	609	39	25
	5	710	63	464	28	9	732	58	600	50	20
	6	492	25	385	38	16	704	53	630	43	27

由圖一可知，交互作用主要來自國小三年級學習障礙兒童閱讀故事體與說明文時，其GDs的差異情形未達顯著水準。此一現象顯示，要到國小四年級開始，學習障礙兒童的GDs才會因文體不同而有不同；對一般兒童而言，文體對GDs的影響則是從國小三年級就開始。其餘所有交互作用的情形皆未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。

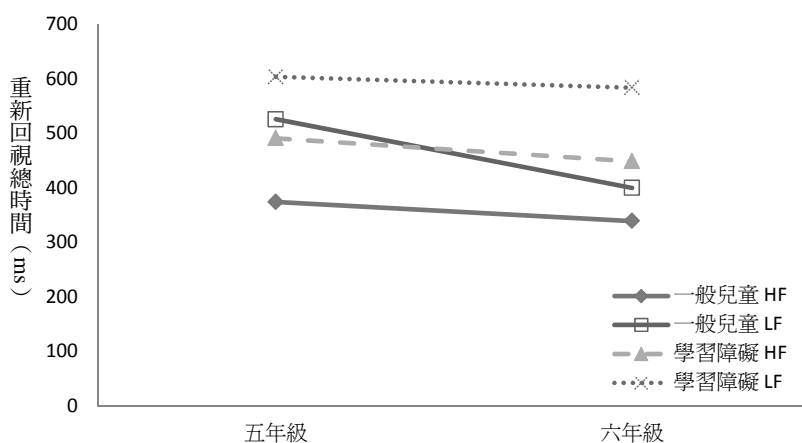
（二）重新回視的總凝視時間（RG）

「讀者類型、年級、文體與詞頻」的結果顯示，讀者類型、文體與詞頻都有主要效果（ $t = 3.38, -4.61, 8.64$ ）。和GDs的組型相似，學習障礙兒童RGs的時間明顯長於一般讀

者。所有學生閱讀故事體時，RGs顯著短於閱讀說明文的時間；此外，閱讀低頻詞的RGs也會顯著長於閱讀高頻詞的時間。年級效果上，三個年級組的差異情形都未達顯著水準（ $t = -1.09, 0.42, -1.55$ ）。三因子交互作用有達顯著的是讀者類型、詞頻和年級組C3（六年級—五年級）間的交互作用情形（ $t = 2.13$ ）。由圖二可知，國小六年級一般兒童重新回視低頻詞的時間會明顯短於五年級的一般兒童。但是，五、六年級學習障礙學生回視低頻詞的時間並未因年級的差異而有所不同。其餘所有交互作用的情形皆未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。



圖一 三、四年級之一般兒童與學習障礙閱讀不同文體之交互作用圖



圖二 五、六年級之一般兒童與學習障礙閱讀不同詞頻重新回視總時間之交互作用圖

(三) 總閱讀時間 (TRT)

「讀者類型、年級、文體與詞頻」的結果顯示，讀者類型、文體與詞頻都有主要效果 ($t = 3.92, -8.86, 15.04$)。和前面兩個眼動指標的組型相似，學習障礙兒童總凝視時間明顯長於一般兒童；此外，學生閱讀說明文時，TRTs 顯著長於閱讀故事體的時間；閱讀低頻詞的 TRTs 也會顯著長於閱讀高頻詞的時間。年級效果上，三個年級組 (C1、C2 和 C3) 的差異情形皆未達顯著水準 ($t = -1.52, 0.02, -1.50$)，

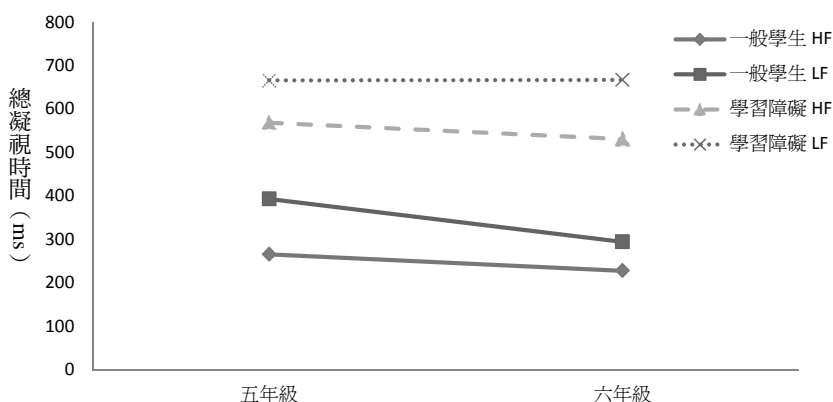
即國小三到六年級學生的 TRTs 並未因年級漸增而有發展上的差異情形。

在二因子交互作用的部分，大多數之交互作用情形都未達顯著。但詞頻和文體有交互作用 ($t = -3.87$)，即兩組學生閱讀說明文時，高頻詞與低頻詞總凝視時間的差異情形未達顯著水準。但是，在閱讀故事體時，二者的差異情形則達顯著水準。此外，文體分別和年級組 C2 (五年級—四年級)、C3 (六年級—五年級) 有達顯著水準 ($t = -3.45, 4.31$)。此一結

果所顯示的意義是，文體結構對國小四到六年級學生的詞彙辨識之總閱讀時間有不同的影響。

在三因子交互作用的部分，三因子交互作用達顯著水準的是讀者類型、詞頻和年級組（C3：六年級—五年級）間的交互作用情形

（ $t = 3.75$ ）。由圖三可知，國小六年級一般學生在低頻詞的總閱讀時間會明顯短於五年級。但是，五、六年級學習障礙兒童閱讀低頻詞的總時間並未因年級的差異而有所不同。其餘的三因子交互作用情形皆未達顯著水準（all $t_s < 2$ ）。



圖三 五、六年級之一般兒童與學習障礙兒童閱讀不同詞頻總凝視時間之交互作用圖

討論與結論

本研究針對國小三到六年級學習障礙兒童共 100 人，分析他們閱讀不同文體時，其整體閱讀速度、詞彙處理歷程和一般兒童閱讀歷程之異同。茲依本研究之主要發現討論如下：

一、學習障礙學生整體閱讀速度較一般學生慢，但仍能覺察文體結構

不意外地，本研究以篇章為分析單位的眼動資料發現，學習障礙兒童平均每一個凝視點的時間（AFDs）較一般學生來得長，篇章的閱讀速度（CPMs）也較一般學生來得慢，且到國小六年級時，不分文體，每分鐘都比一般兒童平均慢大約 150 個字。此外，文體效果也

會影響學習障礙學生篇章閱讀時整體的眼動型態，其影響型態則和一般學生的組型相似，都是故事體的整體閱讀速度會快於說明文，以及故事體的平均凝視時間也較說明文時的平均凝視時間來得短。此一文體效果所顯示的意義是，學習障礙學生的整體表現雖然較一般學生的表現慢許多，但是，學習障礙學生仍能覺察「文體結構」，並改變他們的閱讀行為。

二、詞單位也是學習障礙學生閱讀理解文意時的基本單位

除了篇章閱讀基本型態的比較，本研究關心的另一個主要議題是，學習障礙兒童閱讀沒有詞界限的篇章時，是否和一般學生一樣，是以詞為閱讀時的最小意義單位？本研究以詞為分析單位的結果發現，學習障礙學生詞彙辨識所需的時間的確較一般學生來得長，但是，

詞頻的效果卻相當穩定。不論是詞彙語意觸接（GDs）或是為統整文意所需的（RGs），學習障礙兒童處理高頻詞所需的時間都較低頻詞所需的時間來得短。此一結果顯示，學習障礙學生閱讀篇章時和一般學生相似，是以詞為閱讀時的最小意義單位。就理論層次而言，本結果再次驗證中文詞的心理真實性，也顯示以「詞單位」為閱讀時之最小意義單位的閱讀型態，不受閱讀能力高低的限制。

在 Chen 和 Ko (2011) 的研究中，文體效果對一般兒童詞彙辨識的歷程也有穩定的影響效果。當讀者閱讀故事體時，詞彙辨識的速度會穩定地快於閱讀說明文時的速度。本研究從篇章閱讀的資料雖然觀察到學習障礙學生也覺察「文體結構」，但是在以詞為單位的研究資料中則發現，文體效果在詞彙語意的初期觸接階段（即 GDs）會和年級效果產生交互作用。最主要的效果是，一般兒童在國小三年級時就受文體影響，但是，三年級的學習障礙兒童，其故事體與說明文的 GDs 尚無差異（見圖二），直到四年級以後，學習障礙兒童閱讀故事體時，詞彙語意的觸接歷程才會出現類似一般學生的眼動型態。學習障礙兒童在發展上雖比一般兒童慢，但故事基模能協助國小四年級以上學習障礙兒童詞彙語意觸接的效率，是值得我們注意的。

在統整語意的詞彙處理後期階段（包括 RGs 與 TRTs）中，本研究都發現讀者類型、詞頻和年級組 C3 間有交互作用。其交互作用情形是，當讀者需要回視高頻詞時，不論是學習障礙兒童或是一般兒童，都會呈現出國小六年級學生快於五年級學生的發展趨勢。可是，如果讀者是需要回視低頻詞，則僅有一般兒童組會出現六年級學生快於五年級學生的發展趨勢，而五年級與六年級學習障礙兒童間則沒有明顯差異。此一結果顯示，學習障礙兒童的確也能掌握詞單位，且藉由重新回視進一步統整

句意，尤其是他們所熟悉的高頻詞。但是，對低頻詞的回視處理，則可能是因為一開始的詞彙觸接階段，對所有年級的學習障礙兒童都一樣困難（如低頻詞的 FG 明顯增長），導致詞彙語意處理後期階段未出現一般學生會隨著年級而有的發展組型。綜言之，學習障礙學生詞彙辨識的眼動型態，和一般學生相似，都以詞為閱讀的基本單位，只是，他們詞彙處理的時間較一般學生更久。

三、學習障礙學生的閱讀型態在發展的趨勢上呈現停滯不前的現象

在年級發展的趨勢上，首先從在平均凝視時間的結果來看，本研究發現，在國小四到六年級的發展趨勢上，一般兒童組所呈現的是四年級學生的平均凝視時間明顯長於五年級，但是，五年級和六年級學生的平均凝視時間並無差異。此一現象顯示，一般學生從五年級開始，其平均凝視時間已和柯華蕙等人（2005）研究中的成熟讀者的平均凝視時間相近（220ms）。但是，在學習障礙兒童部分，則呈現六年級與四年級學生無明顯差異的組型，其中，五年級學生慢於四年級或許是樣本特殊狀況。整體而言，學習障礙兒童眼動型態之發展趨勢，明顯和 Taylor (1965) 或 Chen 和 Ko (2011) 針對一般兒童的研究發現不一致，其最主要的差別在於學習障礙兒童並未呈現出隨著年級漸增而逐漸成熟的發展趨勢。

其次，兩組學生的 ASLs 的發展情形也不相同。一般學童在三年級時平均移動的距離為 2.46 視角（大約為兩個中文字），然後隨著年級漸增，其平均移動距離會逐漸拉長至 4.78 視角（約為四到五個中文字）。一般兒童的眼動組型符合處理歷程模式（processing model）所主張的觀點，亦即眼動行為受到文字辨識及理解歷程的影響（Reichle et al., 1998）。但是，學習障礙兒童從國小三年級到六年級的平

均移動距離幾乎都維持在三度視角（約為 3 個中文字）的現象，則再次支持學習障礙兒童的閱讀效率停滯不前的現象。

整體而言，從以篇章為分析單位的眼動指標來看，學習障礙兒童的閱讀能力不僅沒有隨著年級增長而逐漸提升，大約停留在國小三年級一般兒童的程度。更明顯的是，三年級學習障礙學生和一般學生在閱讀字數上，不論故事體或是說明文，每分鐘大約差在 30 至 40 字之間，但到六年級時，不論文體，兩組學生一分鐘均相差 150 個字以上。

不過，從以詞為分析單位的眼動指標則發現，除了國小三年級的學習障礙兒童尚無法有效地利用文體結構知識促進詞彙語意觸接的處理歷程外，四年級以上的學習障礙兒童已展現出閱讀故事體時，詞彙語意觸接的時間會明顯快於說明文的現象。換言之，四年級以上的學習障礙兒童雖然仍需要比一般兒童更長時間進行詞彙語意的觸接，但他們似乎也能覺察文體結構，進而增進其詞彙語意觸接的效率。

四、對教學實務及後續研究之建議

本研究之主要研究發現在教學實務上也相當有意義，誠如討論一開始所言，學習障礙學生不論是整體篇章的閱讀速度或詞彙處理的速度，都較一般學生來得慢，這並不令人意外。值得注意的是，本研究發現學習障礙學生的詞彙處理能力和一般學生的差距，會隨著年級增加而呈現逐漸擴大的趨勢，顯示學習障礙學生的閱讀能力似乎停滯在三年級的程度。但若進一步比較學習障礙學生在不同文體的閱讀表現則發現，國小四年級以上的學習障礙兒童在閱讀故事體時，其詞彙觸接的效率有明顯提升。此結果顯示，學習障礙兒童的閱讀效率雖然不像一般兒童能隨著年級漸增而有成長，但是，若能為學習障礙兒童提供難易適中的閱讀材料（如故事體），除了能協助學習障礙兒童發展

更精熟的詞彙辨識能力，也有機會能預防「弱讀者愈弱」的馬太效應。

對於後續的研究，則建議兩個方向。首先在研究對象上，建議未來的研究可從學習障礙兒童中已被確實評估為「閱讀障礙」的學生繼續以眼動技術探討其線上閱讀之歷程，方能更有系統地累積「閱讀困難或閱讀障礙」學生閱讀歷程之實徵性資料。其次，針對研究材料的部分，建議可進一步探討詞單位中的字頻效果，如此，除可進一步釐清字頻與詞頻間可能的交互作用，也能進一步檢驗字單位與詞單位，在學習障礙兒童眼動歷程可能扮演的角色。

參考文獻

- 李俊仁、柯華葳（2009）。台灣學生聲韻覺識作業之聲韻表徵運作單位。《教育心理學報》，41（1），111-124。[Li, Jyun-Ren, & Ke, Hua-Wei (2009). Phonological Representation Unit in the Phonological Awareness Task among Taiwanese Students. *Bulletin of Educational Psychology*, 41(1), 111-124.]
- 林昱成（2009）。詞間空格對國小正常及閱讀困難學生閱讀效率之影響。國立成功大學認知科學研究所碩士論文（未出版）。[Lin, Yu-Cheng (2009). *The effect of word spacing on the reading efficiency of normal children and children with reading difficulty*. Unpublished master's thesis, National Cheng-Kung University, Tainan, Taiwan.]
- 柯華葳、陳明蕾、廖家寧（2005）。詞頻、詞彙類型與眼球運動型態：來自篇章閱讀的證據，《中華心理學刊》，47（4），381-398。[Ke, Hua-Wei, Chen, Ming-Lei, & Liao, Gu-Ning. (2005). Frequency effect, word class and eye movements: Evidence

- from text reading. *Chinese Journal of Psychology*, 47(4), 381-398.]
- 洪儷瑜、王瓊珠 (2010)：閱讀障礙概論。載於柯華葳主編：中文閱讀障礙 (1-23 頁)。臺北：心理。[Hung, Li-Yu, & Wang, Cyong-Jhu. (2010). The introduction of reading dyslexia. In H. W. Ko (Ed.), *Chinese reading dyslexia* (pp. 1-23). Taipei, Taiwan: Psychological.]
- 胡志偉 (1989)：中文詞的辨識歷程。中華心理學刊，31 (1)，33-39。[Hu, Jih-Wei. (1989). The recognition processing of Chinese word. *Chinese Journal of Psychology*, 31(1), 33-39.]
- 張毓仁、吳明隆、胡芝妮 (2011)：國小四、五和六年級學童國語文課程本位朗讀流暢能力之比較。教育研究月刊，210，49-61。[Jhang, Yu-Ren, Wu, Ming-Long, & Hu, Jih-Ni. (2011). A comparison study for the ability of curriculum-based reading fluency among the elementary students from fourth graders to sixth graders. *Journal of Education Research*, 210, 49-61.]
- 教育部 (2012)：特殊教育法。2013 年 9 月 13 日，取自 <http://edu.law.moe.gov.tw/LawContentDetails.aspx?id=FL009136&KeyWordHL>。[Ministry of Education (2012). The Law of Special Education, retrieved from <http://edu.law.moe.gov.tw/LawContentDetails.aspx?id=FL009136&KeyWordHL>]
- 彭瑞元 (2003)：探討加入詞間空格對於中文閱讀效率的影響。國立中正大學心理學研究所碩士論文 (未出版)。[Peng, Ruei-Yuan. (2003). *The effect of word space insertion for the Chinese reading efficiency*. Unpublished master's thesis, National Cheng-Chung University, Tainan, Taiwan.]
- 彭瑞元、陳振宇 (2004)：「偶語易安、奇字難適」：探討中文讀者斷詞不一致之原因。中華心理學刊，46 (1)，49-55。[Peng, Ruei-Yuan, & Jhen, Jhen-Yu. (2004). Even words are right, odd ones are odd: Explaining word segmentation inconsistency among Chinese readers. *Chinese Journal of Psychology*, 46(1), 49-55.]
- 曾世杰、簡淑真、張媛婷、周蘭芳、連芸伶 (2005)：以早期唸名速度及聲韻覺識預測中文識字與閱讀理解：一個追蹤四年的研究。特殊教育研究學刊，28，123-144。[Tzeng, Shih-Jay, Chien, Shu-Jane, Chang, Yuan-Ting, Jhou, Lan-Fang, & Lian, Yun-Ling. (2005). Predicting Chinese reading comprehension and character recognition with early naming speed and phonological awareness measures: A four-year follow-up. *Bulletin of Special Education*, 28, 123-144.]
- 楊憲明 (1998)：中文詞間、詞內空格調整對閱讀的影響。台南師院學報，31，303-326。[Yang, Sian-Ming. (1998). The influence of adjustment in space size of between and within-words on Chinese reading. *Journal of National Tainan Teacher College*, 31, 303-326.]
- 鄭昭明 (1981)：漢字認知的歷程。中華心理學刊，23 (2)，137-153。[Jheng, Jhao-Ming. (1981). The cognition processing of Chinese character. *Chinese Journal of Psychology*, 23(2), 137-153.]
- Adams, M. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ashby, J. (2006). Prosody in skilled silent reading: Evidence from eye movements. *Journal of Research in Reading*, 29(3), 318-333. doi:

- 10.1111/j.1467-9817.2006.00311.x
- Ashby, J., Rayner, K., & Clifton, J. C. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 58(6), 1065-1086. doi: 10.1080/02724980443000476
- Baayen, R. H. (2008). *Analyzing linguistic data: A practical introduction to statistics*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59(4), 390-412. doi: 10.1016/j.jml.2007.12.005
- Bai, X., Yan, G., Liversedge, S. P., Zang, C., & Rayner, K. (2008). Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(5), 1277-1287. doi: 10.1037/0096-1523.34.5.1277
- Bates, D., Maechler, M., & Dai, B. (2008). *lme4: Linear mixed effects models using Eigen and R (R package version 0.999375-27)*. Retrieved Oct 22, 2011, from <http://lme4.r-forge.r-project.org>.
- Chall, J. (1996). *Stages of reading development* (2nd ed.). Fort Worth, TX: Harcourt Brace.
- Chen, M., & Ko, H. (2011). Exploring the eye movement patterns as Chinese children reading texts: A developmental perspective. *Journal of Research in Reading*, 34(2), 232-246. doi: 10.1111/j.1467-9817.2010.01441.x
- Hyönä, J., Lorch, R. F. Jr., & Kaakinen, J. K. (2002). Individual differences in reading to summarize expository text: Evidence from eye fixation patterns. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 44-55. doi: 10.1037/0022-0663.94.1.44
- Inhoff, A. W., & Radach, R. (1998). Definition and computation of oculomotor measures in the study of cognitive processes. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading, driving and scene perception* (pp. 29-53). New York, NY: Elsevier.
- Joshi, R. M., & Aaron, P. G. (2000). The component model of reading: Simple view of reading made a little more complex. *Reading Psychology*, 21, 85-97. doi: 10.1080/02702710050084428
- Kintsch, W. (1998) *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1-14. doi: 10.1007/s11881-003-0001-9
- Morris, R. K., & Williams, R. S. (2003). Bridging the gap between old and new: Eye movement and vocabulary acquisition in reading. In J. Hyona, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 235-252). Amsterdam, IL: Elsevier Science.
- Morrison, R. E. (1984). Manipulation of stimulus onset delay in reading: Evidence for parallel programming of saccades. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(5), 667-682. doi: 10.1037/0096-1523.10.5.667
- Perfetti, C. A. (2001). Reading skill. In N. J. Smelser, & P. B. Baltes (Eds.), *International encyclopedia of the social & behavioral sci-*

- ences (pp. 12800-12805). Oxford, UK: Pergamon.
- Radach, R., & Kennedy, A. (2004). Theoretical perspectives on eye movements in reading: Past controversies, current issues and an agenda for future research. *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*, 3-26. doi: 10.1080/09541440340000295
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *41*(2), 211-236. doi: 10.1016/0022-0965(86)90037-8
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological*, *124*(3), 372-422. doi: 10.1037/0033-2909.124.3.372
- Rayner, K., Chace, K., & Slattery, T. J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific Studies of Reading*, *10*(3), 241-255. doi: 10.1207/s1532799xssr1003_3
- Rayner, K., Li, X., Juhasz, B. J., & Yan, G. (2005). The effect of word predictability on the eye movements of Chinese readers. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12*, 1089-1093. doi: 10.3758/BF03206448
- Rayner, K., Li, X., & Pollatsek, A. (2007). Extending the E-Z reader model to Chinese reading. *Cognitive Science*, *31*, 1021-1033. doi: 10.1080/03640210701703824
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1987). Eye movements in reading: A tutorial review. In K. Rayner (Ed.), *Eye movements in reading: Perceptual and language processes* (pp. 327-362). New York, NY: Academic.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Rayner, K. (1998). Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review*, *105*(1), 125-157. doi: 10.1037/0033-295X.105.1.125
- Taylor, S. E. (1965). Eye movements while reading: Facts and fallacies. *American Educational Research Journal*, *2*(4), 187-202. doi: 10.2307/1161646
- Tsai, J. L., & McConkie, G. W. (2003). Where do Chinese readers send their eyes? In J. Hyona, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The mind's eyes: Cognitive and applied aspects of eye movements* (pp. 159-176). Amsterdam, IL: North-Holland/ Elsevier.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *45*(1), 2-40. doi: 10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x
- Yan, M., Kliegl, R., Richter, E., Nuthmann, A., & Shu, H. (2010). Flexible saccade-target selection in Chinese reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *63*(4), 705-725. doi: 10.1080/17470210903114858

收稿日期：2012.04.10

接受日期：2013.04.12

附錄一 本研究所使用之四篇短文（引用自 Chen 和 Ko（2011）之實驗材料）

第一篇

斑蝶住在美洲北部，牠們整個夏天都在進食。秋天的時候，斑蝶可以吃的食物變少，牠們開始聚集，並成群往南方遷移。斑蝶大而強壯的翅膀有助於牠們的速度與長途飛行。初冬的時候，斑蝶飛抵南方，並棲息在某些樹木上。整個冬天，牠們都停留在那裡，呈半睡眠的狀態。春天的時候，牠們醒來準備飛回北方。飛回北方的旅程中，雌蝶會沿途產卵。夏天的時候，新出生的斑蝶來到美洲北部，完成了遷移的過程。

第二篇

海中所有的哺乳動物中，海豚是體型較小的一種動物。小海豚出生的過程，和一般哺乳動物的出生有很大的不同。大部份的哺乳動物出生時，通常是頭先出來，但海豚出生時，卻是尾巴先出來，這種方式可以減少小海豚溺死的危險。剛出生的小海豚不會呼吸，如果是頭先出來，即使在生育過程中沒有任何耽誤，小海豚的肺也可能會充滿了水，並因此而溺死。當小海豚的頭從產道冒出來後，母親就輕輕地把牠推出水面，使牠能開始呼吸。

第三篇

小鹿斑比住在快樂森林裡。有一天森林失火了，斑比很著急，他要想辦法把火滅掉。他去找住在附近的小豬來幫忙，小豬說他腳痛不能來幫忙。斑比更著急了，他要找其它的人來幫忙。他想起夏令營跟他同一組的大象，他想找大象來幫忙。大象曾經說過他家住在河的對岸，斑比過橋後四處打聽。他找到了大象的家，斑比和大象一起回到了快樂森林，大象用鼻子噴出強力的水柱，很快的就撲滅了這場大火。

第四篇

阿宏的母親長年臥病在床，城裡來了一位醫術高明的大夫，阿宏很想請那位大夫來幫媽媽治病。阿宏到處跟左右鄰舍籌措金錢，他籌到的錢還不夠請那位好大夫，阿宏好難過。阿宏有一隻小母牛，阿宏想賣掉自己養的小母牛。他天天給小母牛吃草喝水，小母牛長得又壯又健康，小母牛在市場上賣得了好價錢。阿宏看著這些錢心中無比地興奮，他急忙地駕著馬車到城裡，阿宏請到了那位好醫生。

附錄二 「讀者類型、文體、和年級」以篇章為分析單位之 **b**、**SE** 與 **t** 值表

	CPM			AFD			ASL		
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>
(Intercept)	152.89	17.93	8.53	265.88	6.16	43.19	102.99	12.75	8.08
tp2-1	68.92	33.03	2.53	-28.49	10.85	-2.63	-1.72	24.05	-0.07
gn	34.10	8.72	3.91	-10.98	2.80	-3.92	15.89	6.46	2.46
age2-1	-83.36	54.37	-1.53	24.84	18.22	1.36	11.49	39.11	0.29
age3-2	39.21	47.66	0.82	-3.61	15.97	-0.23	35.02	34.23	1.02
age4-3	67.91	35.32	1.85	-27.72	11.77	-1.68	43.24	25.49	1.64
tp2-1*gn	-11.83	17.46	-0.68	-3.32	5.61	-0.59	-8.26	12.93	-0.64
tp2-1*age2-1	-160.52	106.95	-1.50	83.45	35.58	2.35	-23.03	77.29	-0.30
tp2-1*age3-2	153.76	96.72	1.59	-75.69	32.90	-2.30	87.26	68.94	1.27
tp2-1*age4-3	151.91	72.67	2.09	-21.41	24.39	-0.88	120.59	52.18	2.31
gn*age2-1	37.15	29.07	1.28	-12.54	9.34	-1.34	15.54	21.52	0.72
gn*age3-2	33.61	25.07	1.34	-0.34	8.06	-0.04	11.93	18.56	0.64
gn*age4-3	-23.98	19.32	-1.24	-1.33	6.21	-0.21	-25.80	14.30	-1.80
tp2-1*gn*age2-1	-31.05	58.14	-0.53	-2.67	18.68	-0.14	-8.21	43.04	-0.19
tp2-1*gn*age3-2	59.10	50.08	1.18	-6.39	16.10	-0.40	0.59	37.06	0.02
tp2-1*gn*age4-3	-23.64	38.65	-0.61	13.00	12.42	1.05	-7.87	28.61	-0.28

註：tp1=一般兒童；tp2=學習障礙縱生；age1=三年級；age2=四年級；age3=五年級；age4=五年級；gn=文體；
b 值即是 Coefficients，可視為是 Main effect (Sturt, Keller, & Dubey, 2010, p. 344)。本附錄首先呈現單一因子之主要效果，接著依序呈現二因子交互作用（從 tp2-1*gn 到 gn*age4-3）與三因子交互作用之結果（從 tp2-1*gn*age2-1 開始至結束）。

附錄三 「讀者類型、文體、詞頻和年級」以詞為單位三項眼動指標之 *b*、*SE* 與 *t* 值表

Fixed effects:	GD			SG			TRT		
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>
(Intercept)	350.65	6.00	58.47	485.87	13.93	34.89	527.12	14.93	35.30
tp2-1	136.19	11.33	12.02	89.37	26.40	3.38	111.04	28.29	3.92
gn2-1	-42.80	5.39	-7.95	-68.08	14.81	-4.60	-106.72	12.05	-8.86
wf2-1	55.80	4.31	12.95	113.52	13.14	8.64	132.29	8.79	15.04
age2-1	-29.59	15.11	-1.96	-38.20	35.14	-1.09	-47.25	37.85	-1.25
age3-2	15.80	16.53	0.96	-16.02	38.35	-0.42	1.01	41.45	0.02
age4-3	-28.33	16.40	-1.73	-58.80	37.92	-1.55	-61.88	41.16	-1.50
tp2-1*gn2-1	-10.07	7.40	-1.36	-6.36	23.88	-0.27	-10.76	14.74	-0.73
tp2-1*wf2-1	18.44	8.10	1.96	-4.48	25.56	-0.18	-1.05	16.32	-0.06
gn2-1*wf2-1	-16.52	8.62	-1.84	-5.55	26.27	-0.21	-67.99	17.58	-3.87
tp2-1*age2-1	-4.44	30.21	-0.15	-59.32	70.27	-0.84	-30.54	75.70	-0.40
tp2-1*age3-2	45.14	33.06	1.37	85.08	76.70	1.11	91.10	82.90	1.10
tp2-1*age4-3	-17.64	32.80	-0.54	53.12	75.87	0.70	71.86	82.31	0.87
gn2-1*age2-1	-21.47	8.51	-2.52	7.28	29.09	0.25	-20.02	16.44	-1.22
gn2-1*age3-2	-18.12	9.12	-1.99	-44.45	31.59	-1.41	-60.81	17.61	-3.45
gn2-1*age4-3	11.16	8.90	1.25	60.34	31.16	1.94	73.86	17.19	4.30
wf2-1*age2-1	-3.27	8.49	-0.38	48.22	29.04	1.77	17.97	16.40	1.10
wf2-1*age3-2	-4.09	9.10	-0.45	-39.50	31.41	-1.26	-34.19	17.57	-1.95
wf2-1*age4-3	-11.75	8.87	-1.32	-20.37	30.90	-0.66	-21.34	17.13	-1.25
tp2-1*gn2-1*wf2-1	-7.80	16.19	-0.48	51.07	51.08	1.00	-9.27	32.63	-0.28
tp2-1*gn2-1*age2-1	-58.71	17.02	-3.45	-43.30	58.15	-0.74	-33.42	32.87	-1.02
tp2-1*gn2-1*age3-2	15.76	18.24	0.86	109.11	63.22	1.73	89.69	35.22	1.45
tp2-1*gn2-1*age4-3	-12.67	17.81	-0.71	-73.49	62.41	-1.18	-54.97	34.39	-1.60
tp2-1*wf2-1*age2-1	4.40	16.98	0.26	67.08	58.10	1.15	-10.80	32.80	-0.33
tp2-1*wf2-1*age3-2	-21.40	18.19	-1.18	-56.84	62.90	-0.90	-56.97	35.13	-1.62
tp2-1*wf2-1*age4-3	20.01	17.74	1.13	131.94	61.84	2.13	128.33	34.26	3.75
gn2-1*wf2-1*age2-1	-17.73	16.96	-1.05	-86.82	57.87	-1.50	-48.88	32.76	-1.49
gn2-1*wf2-1*age3-2	-21.42	18.19	-1.18	50.86	62.83	0.81	-21.21	35.13	-0.60
gn2-1*wf2-1*age4-3	2.83	17.76	0.16	53.04	61.91	0.86	69.10	34.29	1.87
tp2-1*gn2-1*wf2-1*age2-1	-53.78	33.92	-1.59	-45.50	115.79	-0.39	97.63	65.51	1.49
tp2-1*gn2-1*wf2-1*age3-2	-23.63	36.38	-0.65	127.54	125.80	1.01	-26.16	70.25	-0.37
tp2-1*gn2-1*wf2-1*age4-3	13.20	35.50	0.37	-120.12	123.89	-0.97	-5.75	68.55	-0.08

註：tp1=一般兒童；tp2=學習障礙學生；wf1=高頻詞；wf2=低頻詞；age1=三年級；age2=四年級；age3=五年級；age4=五年級；gn=文體。其餘同附錄二。

Reading Patterns of Learning Disability Children During Text Reading: Evidence From Eye Movements

Ming-Lei Chen

Assistant Professor,

Graduate Institute of Taiwan Languages and
Language Education,
National Hsinchu University of Education

Hwa-Wei Ko

Professor,

Institute of Learning and Instruction,
National Central University

ABSTRACT

Purpose: Chen and Ko (2011) found that older students treat word units as the primary reading unit, regardless of whether they read words at a high or low frequency. Younger students, such as second grade students, do not treat words as primary processing units when they encounter low-frequency words. Rather, they read according to characters. These findings suggest that a word-based processes strategy is adopted by Chinese children; however, when presented a word with low word frequency, younger Chinese children tend to read systematically according to character. This raises the question of whether Chinese learning disability (LD) children adopt words as reading units when they read text. Young children with reading difficulties may exhibit weak word-level processing skills rather than comprehension deficits alone. In this study, we investigated and compared the eye movement patterns of LD and non-LD children while reading text.

Methods: One hundred LD students (from third to sixth grade) participated in the study. All were native speakers of Mandarin and had either normal or corrected vision. The participants in this research were referred from the pool of students with learning disabilities maintained by the bureau of education of a local county government. The participants' eye movements were recorded using an SR Eyelink 1000 eye-tracking system at the rate of 1,000 Hz. The participants were tested individually in two sessions. In the first session, the participants were administered tests to assess their reading fluency. In the second session, the participants were asked to carefully read four passages and were told that they would have to answer comprehension questions after finishing each reading. Because the materials used in this study were identical to those used in by Chen and Ko (2011), we

were able to compare the eye movement patterns of the LD and non-LD readers. **Findings:** We focused on the ways LD students differed from non-LD students in first pass of processing and subsequent processing. In general, both the LD and non-LD elementary school children exhibited the effects of word frequency. However, the LD students required a longer fixation duration than the non-LD students did, both during the first pass and at subsequent processing stages. One phenomenon worth noting is that no difference was found among LD students in different grades. However, the non-LD students showed a significant difference between the fifth and sixth grades. The non-LD 6th students fixated on LF words significantly shorter than did those of fifth grade students during both the first pass and subsequent processing. **Conclusion/Implications:** Overall, the data in this study showed that the word-frequency effect appeared while the LD students read during the first pass and in subsequent processing. This suggests that LD students process texts according to word even when they have relatively slow word-decoding skills. Based on the pattern of data, it appears that the reading ability of the LD students in this study did not change as they grew older. This implies that when LD students have reading difficulties, their difficulties continue as they matriculate grades. Could specially designed readings make a difference? This will be an important topic in educational settings and will require more study before a stronger instructional program can be designed.

Keywords: eye movements, text reading, learning disability children