

# 以眼動實驗探索歐美、日本與臺灣大學生 閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異<sup>\*</sup>

官英華

國立臺灣師範大學華語文教學系暨研究所

## 摘要

本研究以眼動實驗探索不同中文能力的歐美和日本學生閱讀中文句子時，利用漢字字形與字音線索的即時性（online）歷程是否受母語以及中文閱讀能力的影響而不同，並將他們的閱讀行為與臺灣大學生的比較。實驗使用錯字干擾法操弄目標詞的條件，並以線性混合模型分析受試者閱讀句子中目標詞的眼動行為差異。結果顯示日本的學生在首次凝視時間上出現字音抑制的效應。在之後的字詞處理歷程中，日本學生主要利用字形線索來修復錯誤。歐美學生可同時利用字音和字形線索來修復錯誤，但此現象僅出現在字詞辨識晚期而非初期。外國學生的中文閱讀能力因素導致能力較低的學生比能力較高的學生需要較長的重讀時間，但並未明顯造成他們利用字音或字形線索的差異。

**關鍵詞：**中文為二語的閱讀 字形 字音 眼動實驗 漢字辨識 錯字干擾法

---

<sup>\*</sup> 謝辭：本研究得到國科會計畫（NSC 99-2410-H-003-109-）以及教育部與國立臺灣師範大學「邁向頂尖大學計畫」（100J000135）的部分補助，特此感謝。本人亦特別感謝蔡介立教授當年提供眼動實驗室與卓越的研究經驗，以及所有參與本研究的研究助理和實驗參與者，使得本研究能順利完成。最後感謝兩位匿名審查人給予之寶貴建議，使得本文能更趨完善。

## 1. 前言

中文閱讀的研究已有很長的歷史，但絕大多數的研究都是探討中文母語者的閱讀行為，專門探討非中文母語者閱讀中文行為的研究數量仍較少。以研究主題來看，過往有許多針對母語或二語閱讀研究集中在探討字詞辨識 (word recognition) 的歷程，企圖瞭解字形 (orthography) 和字音 (phonology) 在字詞辨識過程中對字義提取的影響。從研究方法來看，很多有關中文母語者的閱讀研究使用了許多精密的生理測量儀器，如眼動儀 (eye-tracker)、腦電波儀 (EEG)、功能性核磁共振 (fMRI) 等，來探索閱讀的即時性 (online) 心理歷程。可是有關非中文母語者的閱讀行為研究則較少看到使用上述精密儀器所從事的研究。反觀以西方語言為二語的閱讀研究則在近二十年出現不少以眼動或腦造影為工具的研究。

雖然研究中文母語者閱讀中文的行為已經有大量的文獻，且也已建立了一些理論，然而這些理論無法直接用來解釋非中文母語者閱讀中文的方式與心理歷程，畢竟中文為二語的學習者在學習中文的過程與中文母語者不同，他們的閱讀方式往往深受母語特質、學習環境以及教學或學習方式的影響。由於二語學習者的母語和第二語言的書寫系統不同，加上母語閱讀習慣介入的可能性，使得二語學習者究竟如何利用詞彙的字形和字音來提取字義的過程變得更為複雜和多變 (Cook and Bassetti 2005a)。

本研究目的在探討不同母語背景 (歐美語言／日語)、不同中文閱讀能力的外國學生閱讀中文句子時，對目標詞的字形和字音處理歷程的差異，並將其與中文母語者的歷程做比較。由於先前探討非中文母語者閱讀的研究大多只觀察受試者閱讀完以後，從事一些詞彙判斷 (lexical decision) 任務的反應時間差異或根據自陳報告的內容來推論非中文母語者閱讀中文的訊息處理歷程，但是這樣的研究方式只能看到受試者延時性 (off-line) 的反應，並不能看到訊息處理當下較精細的心理歷程。由於字詞辨識是相當快速的心理歷程，而利用上述那些實驗任務無法觀察閱讀當下即時性的反應，因此本研究使用眼動技術來觀察受試者在閱讀時即時性的反應，以期能更精確地探討中文為二語的學習者與中文母語者在閱讀中文句子過程中，利用詞彙的字形和字音來辨識字詞歷程的差異。

## 2. 文獻探討

### 2.1 西方語言辨識字詞形、音、義歷程的理論

字詞辨識為閱讀的基礎歷程，在辨識字形和提取字義的過程中，是否經歷語音轉碼 (phonological recoding) 的過程，而語音對閱讀究竟有何功能，長久以來一直是許多學者爭論的焦點。早期西方的學者們針對閱讀拼音文字的字詞辨識歷程中，是否有語音介入以及語音的作用主要提出了三個理論觀點：

一、語音中介 (phonological mediation) 模式：此理論主張語音在字詞辨識的初期就快速的被激活，在提取語義之前一定需要語音的中介才能達成。字詞辨識歷程依序為形－音－義 (Rubenstein, Lewis and Rubenstein 1971; Van Orden 1987; Frost 1998)。Van Orden (1987) 在詞彙語義分類實驗中發現了同音詞的效應，即受試者將 ROWS (ROSE 的同音詞) 錯誤歸類為 FLOWER 語義類別的機率比形似的控制詞 ROBS 要顯著的高。Van Orden 認為同音詞的效應證明了語音在字詞辨識的初期就已被激活，並作為語義提取的參考依據。Van Orden 也主張在語音激活之後尚有一個字形比對驗證的過程 (verification hypothesis)，閱讀經驗越多的人，越能熟悉拼字法，就越不容易犯同音詞歸類的錯誤。另有一些學者雖然也支持語音早期激活的現象，但並不認為語音一定扮演中介的角色。例如，Perfetti、Liu 與 Tan (2005) 提出詞彙組成模型 (the lexical constituency model)，主張字詞的辨識過程包含形、音、義三個部分，字形一定會激活語音，即使語音不一定中介語義提取的過程，但可以提供語義提取時的必要限制。

二、字形直接提取字義路徑 (direct access route) 模式：此理論主張語義可直接由字形提取，不需經過語音中介的過程。雖然此理論不否定閱讀時字詞的語音可能會被激活，但語音激活的時間點在字詞的辨識晚期才出現，因此語音對語義的提取影響不大或甚至毫無影響 (Coltheart and Coltheart 1997; Taft and Van Graan 1998)。

三、雙重路徑 (dual route) 模式：由不同學者提出的雙路徑模式，其內涵有些不同，有些模式主要描述朗讀文字的歷程，有些模式和閱讀理解比較有關 (Coltheart 2000)。Barron (1986) 主張字詞辨識的歷程可經由兩條獨立的路徑之一完成：一條路徑為間接路徑，閱讀時字形會通過字素 (即單一字母或數個字母的組合) 對應音素的規則 (grapheme-to-phoneme

correspondence) 激活語音，再由語音激活語義；另一條路徑為直接路徑，閱讀時整體的字形會被用來直接提取語義，語音在語義提取之後才產生。在閱讀發展的過程裡，初學閱讀者主要依賴其中一條路徑來達成字詞辨識，而熟練的閱讀者則可同時利用雙路徑來達成字詞辨識。至於兩條路徑中以哪條為主，則視哪條路徑運作速度較快 (Paap, Noel and Johansen 1992)。而經由語音中介的間接路徑運作速度受語音透明度 (phonological transparency) 或字形的深度 (orthographic depth) 影響 (Frost, Katz and Bentin 1987; Cook and Bassetti 2005b)。語音透明度高的語言，字形和語音對應關係一致性高，語音轉碼的速度較快。反之，語音透明度低的語言，字形和語音對應關係一致性低，語音轉碼的速度較慢。

現今大多數的學者都支持雙路徑模式理論，然而兩條路徑在閱讀的歷程中，究竟如何相互影響，什麼情況下以哪條路徑為主，閱讀不同的語言以及閱讀母語還是外語時，雙路徑模式如何解釋或預測閱讀的心理歷程，仍尚待釐清。由於中國文字表音與表意的方式與西方的拼音文字系統迥異，漢字是表意文字，其字形與字音對應規則較不透明，除了形聲字外，字形並未提供足夠的字音線索。而探討漢字形聲字的聲旁和其整字發音一致性的研究顯示，大約僅有三分之一左右的形聲字發音是規則的（即聲旁與整字的發音相同）(Hsiao and Shillcock 2006)。如果類比先前西方語言的字詞辨識理論，中文是語音透明度低的語言，閱讀者應該比較傾向以整字直接提取語義和語音。在過去的數十年中，許多學者們探討了漢字辨識究竟需不需要經由語音提取語義的議題，研究結果並不一致。以下分別回顧中文母語者以及外國學生閱讀漢字相關的研究論述。

## 2.2 語音在中文母語者閱讀漢字歷程中的作用

有一些研究指出中文母語者閱讀漢字時可以從字形直接提取字義，不需經過語音中介的過程。不過這些研究並不否認語音在閱讀漢字時會被激活的可能性，只是激活的時間點較晚，不具有中介語義的作用。一些學者使用錯字干擾實驗法 (error-disruption paradigm) 觀察受試者閱讀句子或文章時的眼動行為。在此實驗法中，研究者將與目標詞同音或形似的錯字置入文中，同時觀察受試者閱讀錯字前、中、後的凝視時間，並推測受試者在處理詞彙的早、中、晚期，究竟比較依賴字形還是語音的線索來修正錯誤 (error recovery)。其背後的邏輯是受試者閱讀的錯字若含有他們在一般情況下處理

字詞所依賴的線索時，閱讀這類錯字的時間會比閱讀不含相關線索的錯字要明顯的短。例如，依賴語音辨識字詞的受試者，讀到音同錯字詞時的閱讀時間會比讀到音異錯字時的短。同理，依賴字形辨識字詞的受試者，讀到形似錯字詞時的閱讀時間會比讀到形異錯字時的短 (Zhou, Shu, Miller and Yan 2018)。Wong 與 Chen (1999) 使用眼動追蹤術觀察受試者閱讀短文時，在正確目標詞 (如：栽培) 和經過形、音操弄後的目標詞 (形似音同 (戔培)、形似音異 (截培)、形異音同 (災培)、形異音異 (紗培)) 上注視時間的差異，發現語音效應很晚才出現，而字形效應則很早出現，所以 Wong 與 Chen 主張字形才是主導漢字閱讀初期訊息處理的主要因素，而非語音。Zhou 與 Marslen-Wilson (2000) 檢視閱讀中文單字詞跟雙字詞語義、語音激活的時程。他們用詞彙判斷、字形判斷、唸名 (naming) 以及語音判斷等任務來測試，發現語義激活的時間點和強度都跟語音一樣，甚至略早。Zhou、Shu、Bi 與 Shi (1999) 提出漢字閱讀字彙處理的一般模型 (generic model of lexical processing in reading Chinese)。在此模型中，他們強調漢字的處理包括形、音、義三部分，彼此會交互影響，但其中以形－義間的連結路徑作用最強，音－義、音－形間的連結路徑相對較弱。所以在語義激活上，字形是主要的因素，語音僅是輔助的角色。Feng、Miller、Shu 與 Zhang (2001) 使用眼動追蹤術比較英語與中文母語者在閱讀其母語的短文時，處理文內目標詞的字形、字音上的差異。他們同時操弄三個因素：目標詞 (例如「識別」) 與其置換詞間的音、形相似度 (音同形異 (食別)、音異形似 (織別)、音異形異 (考別))、詞頻 (高頻、低頻) 和文章情境脈絡的可預測性 (高預測性、低預測性)。實驗採用錯字干擾法來觀察受試者閱讀目標詞的眼動情形。結果指向在閱讀漢字詞時，不管字詞的形似度、詞頻或文章情境脈絡的可預測性如何，都沒有證據支持語音早期激活的現象，而英語閱讀則在高頻詞和情境脈絡高預測性的實驗條件下才有語音早期激活的現象。對兩種語言來說，語音都幫助了閱讀者修正錯誤，但語音的效應出現較晚，字形的效應則在詞彙觸接 (lexical access) 的早期最顯著。Wong、Wu 與 Chen (2014) 以事件相關電位 (event-related potential) 觀察與目標詞 (例如：機場) 在字形 (機會)、語音 (基礎)、語義相關 (跑道) 或無關 (政策) 的促發詞對受試者進行目標詞的詞彙判斷影響。結果顯示僅有字形和語義相關的促發詞對目標詞的判斷有促進作用，但語音相關的促發詞無任何作用，表示沒有語音自動激活的現象。他們主張閱讀中文雙字詞時，語音激活並非必要，就算激活，語音的作

用也很小。

然而，也有一些研究結果顯示，在漢字辨識的歷程中，語音在早期便會自動的被激活，且語音可作為提取語義的限制 (Tan and Perfetti 1999; Liu, Perfetti and Hart 2003; Peng et al. 2004; Tsai, Lee, Tzeng, Hung and Yen 2004)。Tan 與 Perfetti (1999) 利用語義和詞彙判斷任務來檢視中文雙字詞的辨識歷程，並提出了中文雙字詞視覺辨識的架構。他們主張語音是中文雙字詞辨識歷程中不可或缺的成分。Peng 等人 (2004) 利用功能性核磁共振技術觀察受試者在閱讀低頻詞時，腦區活化的情形。他們發現即使受試者並未注意那些低頻詞，但負責處理語音的腦區仍會自動活化。Tsai 等人 (2004) 發現中文母語者閱讀理解中文句子時，可以預先處理周邊視野 (parafovea 即視焦點右側約 3-4 個字元的區域) 中字詞的語音訊息，以此作為支持閱讀漢字時語音會早期激活的證據。Zhou 等人 (2018) 指出過往的研究中，受試者若能利用周邊視野中的語音訊息，通常是當實驗呈現的預視字 (preview character) 為高頻字且與原本的目標字具有相同的聲符，而聲符的發音與整字的發音也一致。此外，同音詞呈現的語音效應僅反應在注視時間 (gaze duration) 上，而不在一開始的首次凝視時間 (first fixation duration) 上，表示在閱讀時語音激活時間點其實相對略晚。Pan、Yan、Laubrock 與 Shu (2019) 以錯字干擾法觀察受試者在中央視野 (fovea) 區域的眼動行為，結果一樣發現了語音促進修復錯誤的效應，不過僅在字詞辨識晚期才出現。

綜合以上所述，似乎中文母語者閱讀中文時會有語音激活的現象，只是語音激活的時間點及其扮演什麼樣的角色，學者們仍未達成共識。探究過往各研究結果不一致的原因可能是因為各研究使用的實驗法、實驗材料、控制變項以及實驗儀器不同，而導致不同的結果。比較起來，以眼動或腦電波儀所從事的實驗具有時間精密度的優勢，可以觀察受試者即時性的反應，而非延時性反應時間。以實驗任務來看，促發實驗法固然可以協助實驗者觀察在哪個時間點受試者可能做了字形、語音或語義的處理，但是這些實驗任務並不符合一般自然閱讀的情形，因為促發詞的出現，以及受試者之後所需做的判斷不是一般閱讀會出現的情況，跟閱讀理解句子或文章本身也無關。Daneman 與 Reingold (2000) 指出在閱讀理解外要求受試者做出的額外任務極可能就是誘發受試者做出某種特殊反應的原因，由此所觀察到的反應未必能推廣到一般自然閱讀的情況。因此，在自然的閱讀理解實驗任務中 (例如閱讀含有錯字的句子或文章，但目的不是找出錯字，而是理解文意)，使用時

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

間精密度高的儀器來輔助測量，或許比較能觀察受試者在一般閱讀情況下的行為。

從近期的一些腦神經研究來看，閱讀時是否進行語音轉換與閱讀者的注意力以及閱讀熟練度有關，語音並非一定會自動產生 (Jobard, Vigneau, Simon and Tzourio-Mazoyer 2011)。Zhou 等人 (2018) 比較成人與小孩閱讀中文時，對字形和字音線索的依賴情形。他們使用錯字干擾法，操弄目標雙字詞（例如：木偶）中的第一個字，比較在音異形似（水偶）、音同形異（目偶）、不相干控制詞（及偶）與原目標詞條件下的眼動行為差異。實驗結果顯示只有小孩在閱讀目標詞前一詞時出現音同詞預視的效益。在閱讀目標詞時，僅有成人出現形似效益，而閱讀目標詞後一詞時，小孩出現音同詞效益，而成人則同時出現音同和形似效益，表示小孩閱讀技能尚不成熟時，較依賴語音線索辨識字詞。隨著閱讀技能的提升，成人較依賴字形線索，語音僅在晚期出現，扮演次要角色。

然而，以中文為二語的外國學生在閱讀漢字時，除了中文閱讀能力外，也可能受其母語特質的影響，而採取不同的策略 (Han 2015)。因此也必須考量不同母語背景對中文閱讀的影響。

### 2.3 母語對中文為二語（或外語）閱讀的影響

儘管語音在中文為母語閱讀中的角色已被廣泛的研究了，另有許多研究指出母語的閱讀習慣會遷移到二語閱讀中，母語為拼音文字的人較善於處理二語中的語音成分，而母語為表意文字的人較善於處理二語中字形的成分 (Cook and Bassetti 2005b; Hamada and Koda 2008)。然而語音在中文為二語閱讀中的作用還有待釐清，相關的研究仍不多。Everson (1998) 以美國愛荷華大學學習中文兩學期（程度為初級，識字量約 500 字）的 20 位學生為對象，測驗他們知道語音和語義之間的關連性，藉以推測外國學生是否依賴語音來記憶和辨識中文的詞彙。實驗結果顯示知道正確語音和語義之間有高度的相關性。江新 (2008) 提到一系列針對在北京語言大學學習中文的外國學生所做的研究。她測試了不同母語背景（日、韓、印尼和英語）的外國學生知道字音和字義之間的關連性。實驗結果顯示對日、韓的學生來說，因為母語屬於漢字文化圈的一員，已經認得一些漢字的字形和部分的意義，所以「知音和知義」之間的關連性不高，而母語是印尼語或英語的學生，沒有任何學習漢字的背景，「知音和知義」之間的關連性很強。可能母語是拼音文字關係，

使得他們比較依賴語音來學習漢字。不過這類研究都是要求學生唸出或寫出字詞的發音和意義，以他們在語音和語義表現成績的相關性來做推論。然而相關並非因果關係，無從得知究竟先知義而知音，還是先知音才知義。更無法推論他們在閱讀時，一定需要經由語音來提取意義。

另有一些研究，使用校對任務，讓外國學生在閱讀含有錯字的文章時，除了理解文章外，也要找出錯字，並以校對的正確率來推論他們是否能善用字音或字形的線索來修正錯誤。張金橋（2008）以校對任務來比較不同母語背景（母語為拼音文字或日文）且不同中文能力（初級／中級）的外國學生，找出音同形異和音異形似錯字的表現差異。實驗的邏輯是善於找出音同形異錯字的表現代表學生利用了字形線索從事校對任務，而善於找出音異形似錯字的表現則表示學生利用了字音線索。實驗結果顯示母語為拼音文字中文閱讀能力為初級的學生主要利用字音線索，中級能力的學生可同時利用字音、字形線索。而日語為母語的學生不管中文閱讀能力為何，都只利用字形線索。江新（2008）以音同形異（例如：音月）和音異形似（例如：音东）和音異形異（例如：音山）三種類型的錯字置入句子中，檢視不同母語背景、中文程度為中級的外國學生判斷句子（目標句：「她很喜歡听音乐」）接受性的表現差異。結果顯示日韓學生都是在含有音異形似錯字的句子上錯誤率最高，而錯字的音是否相同，則無差異，表示對日韓學生來說，字形的效應明顯，字音效果不明顯。同樣中文程度為中級的歐美學生，在音同形異和音異形似的錯字察覺率上沒有明顯差異，因此推測他們可能可以同時利用字音和字形線索來偵測錯誤。不過前述這些研究並未使用眼動、腦波或腦造影等技術，而是要求受試者做校對任務或詞彙、句子的對錯判斷時，按鍵所記錄的反應時間來做觀察和推論。也就因為實驗方法的限制，那些研究結果較不能全然反映出外國學生閱讀中文詞彙的即時性處理歷程。使用眼動技術則可在精密的時間向度下觀察外國學生閱讀中文句子中的目標詞時，究竟在何時能利用錯字提供的字音或字形線索來修復錯誤，並能將這些觀察的數據在不同母語背景、不同華語閱讀能力的受試者間做比較，以利更進一步釐清母語背景和華語閱讀能力對中文字詞辨識的影響。然而這樣的研究至今仍不多，目前所知的相關文獻為 Wang、Zhou、Shu 與 Yan（2014）所做的研究。Wang 等人以 38 位通過 HSK4 級檢定考的韓語母語的中文學習者為研究對象，檢視他們的中文閱讀能力對他們在閱讀中文句子時周邊視野裡出現的漢字字形、字音和字義處理效率的影響。實驗的目標詞為位在句子中間的雙字詞（例如：一



位中年妇女从销售**雨傘**的店铺里走了出来。)。操弄的五個實驗條件在雙字詞的第一個字上，分別為：形似音異（**兩傘**）、形異音同（**与傘**）、形異義近（**水傘**）、不相干的控制詞（**咸傘**）以及原本的目標詞（**雨傘**）。實驗採用視線跟隨呈現法（gaze-contingent display）來呈現目標詞，即是當受試者的注視點在目標詞前一個詞上時，目標詞的第一字呈現狀態為五個實驗條件其中之一，一旦當受試者將注視點移到目標詞上時，目標詞的第一個字立刻換成原本的正确字，使得操弄的訊息僅出現在受試者的周邊視野，即預視處理的範圍。受試者的任務為閱讀並理解句子的意義。實驗結果顯示僅有形似音異詞和原本的目標詞在周邊視野時，對目標詞的處理有促進的作用，表示字形是韓國學生在辨識漢字時最早被處理的線索，而且僅有中文閱讀能力較好的韓國學生才有能力預先處理周邊視野的訊息。

從上述中文為二語閱讀的研究中可以看出外國學生似乎受母語和中文能力的影響，在閱讀中文時也表現出不同的傾向。而有鑑於以眼動技術探索此研究議題的論文尚不多，而且也前述的研究也尚未比較外國學生與中文母語者閱讀中文時字詞處理歷程的異同，因此本研究進行了眼動實驗來比較不同母語（歐美語系、日語）及不同中文閱讀能力的外國學生在閱讀中文句子時的眼動行為，以此來探索外國學生在處理句子中目標詞的形、音歷程與中文母語者之間的差異。由於外國學生的閱讀技能不如母語者的熟練，所以本研究關注的重點以受試者閱讀目標詞的當下反應為主，在此不探討周邊視野中預先處理訊息的問題。本研究的目的是在於驗證（1）是否歐美的受試者在閱讀漢字詞時比較傾向以音取義，日語為母語的受試者比較傾向以形取義，而中文母語者可同時利用字形、字音線索提取語義；（2）歐美與日本學生的中文閱讀能力，是否會影響他們對字音、字形線索依賴的傾向。

### 3. 研究方法

本研究以眼動實驗來觀察不同中文閱讀能力的歐美和日本學生與中文母語者相比，在閱讀中文句子裡的目標詞時，是否利用字詞的形、音線索傾向會不同。為了實驗材料的一致性，本研究的目標詞皆為在句子中間位置的中文雙字詞。考量在目標詞前的句子脈絡對目標詞可能產生不同的可預測性效應，影響閱讀目標詞的表現，因此在編寫實驗句子時，都以低預測性的脈絡來編寫。實驗採用錯字干擾法，將目標詞的第一個字以四種方式的錯字置換，形成四種錯字條件：音同形似、音同形異、音異形似、音異形異，以觀

察受試者閱讀不同錯字時的反應。實驗採混合因子設計：目標詞條件（四種錯字和無錯字條件）為受試者內因子，母語背景（歐、日、中）和中文閱讀能力（低／中／高）為受試者間的因子。每位受試者皆要閱讀 125 個中文句子，每種目標詞條件各 25 句。句子以及目標詞種類經拉丁方格平衡過，並以近似隨機的順序出現。

測量閱讀目標詞的眼動指標主要有四個：首次凝視時間 (first fixation duration)、注視時間 (gaze duration)、重讀時間 (re-reading time) 以及總凝視時間 (total viewing time)，依序可反映出早期到最晚期字詞辨識的歷程 (Rayner 1998)：首次凝視時間是讀者在目標詞上第一個凝視點的時間，是讀者第一次將視焦點放在目標詞上，其停留的時間反應字詞辨識早期的歷程。注視時間是從第一個凝視點開始，直到讀者的凝視點離開目標詞之前的總停留時間，這段時間反應字詞辨識中期的歷程。首次凝視時間與注視時間也被視為第一次閱讀 (first-pass) 的歷程，而重讀時間和總閱讀時間則是屬於第二次 (second-pass) 或第二次以上的閱讀歷程。重讀時間為讀者再次將視焦點移到目標詞上並且在該處停留的總時間，反應字詞處理較晚期的歷程，而總閱讀時間則是注視時間和重讀時間的加總，反應字詞處理最晚期的歷程。

根據研究問題所提出的具體假說為：

假說 1：如果歐美學生較依賴字音線索來辨識字詞、提取語義，則其各項眼動指標將會反映出字音效果，即在音同條件下（音同形似、音同形異）的錯字比音異條件下的（音異形似、音異形異）各項平均閱讀時間要短。

假說 2：如果日本學生較依賴字形線索來辨識字詞、提取語義，則其各項眼動指標將會反映出字形效果，即在形似條件下（音同形似、音異形似）的錯字比形異條件下的（音同形異、音異形異）各項平均閱讀時間要短。

假說 3：中文成人母語者應該能同時有效的利用字音和字形的線索來辨識字詞、提取語義，因此其各項眼動指標將會同時反映出上述的字音和字形效果。

假說 4：如果外國學生對字形、字音線索的利用受其中文閱讀能力影響的話，則會觀察到中文閱讀能力與目標詞類型間有顯著的交互作用。可能中文閱讀能力越高者越與中文母語者相似，能在字詞辨識的初期同時利用字音和字形線索來辨識字詞、提取語義。中文閱讀能力越低者，歐美學生可能傾向只依賴字音線索，日本學生可能只依賴字形線索（參考張金橋（2008））。

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

### 3.1 受試者

受試者一共 60 人。20 人是母語為歐美語言的學生(英語(7)、俄語(3)、德語(3)、法語(2)、波蘭語、芬蘭語、西班牙語、捷克語和匈牙利語各 1)，20 人是母語為日語的學生，另 20 人是中文為母語的臺灣大學生。受試者皆視力(含矯正後)正常，並且無認知或閱讀障礙。外國受試者是在臺北各語言中心學習中文的學生，年齡介於 20-42 歲，自陳的中文程度介於初中級到高級之間。他們皆是自願報名參加實驗，並且在實驗進行前簽署了實驗知情同意書。外國受試者在眼動實驗後，皆被要求做一份中文閱讀能力測驗，作為區分其中文閱讀能力高低的相對性指標。測驗改編自 TOP (Test Of Proficiency-Huayu) 中級閱讀測驗的模擬試題<sup>1</sup>，一共 30 題，為紙筆測驗。測驗時間為 30 分鐘，滿分 30 分(部分試題範本請見附錄 1)。

### 3.2 儀器

眼動儀 EyeLink 1000 系統(時間解析度為 1000Hz.，空間解析度為 0.25-0.5 度視角範圍內)、下巴架、實驗者與受試者的電腦、電腦喇叭一組。實驗材料呈現方式為一幕呈現一個句子。句子平均長度為 22 個字(標點符號不呈現，因為在標點符號前後會引起眼動行為改變，故捨去標點符號)。每個字元大小為 32 乘 32 個像素，字元之間間隔 4 個像素。受試者距離電腦螢幕約 70 公分。一個字元約為一度視角涵蓋的範圍。

### 3.3 實驗材料

實驗材料為 125 句中文的簡單直述句，沒有複雜的用詞或語法結構。125 個目標詞透過華語詞彙通系統與華語 8000 詞的詞彙表比對，顯示有 40%的目標詞為 A1 等級，20.8%的目標詞為 A2 等級，34.4%的目標詞為 B1 等級，4.8%的目標詞為 B2 等級。接近句子中間位置的雙字詞為目標詞。例如，正確句為：今天老師覺得小明的**生活**太隨便了所以他罵了小明。目標詞為「生活」。目標詞的第一個字以錯字取代，其形音置換方式有四種，分別形成下列四種條件的實驗句：

- (1) 音同形似：今天老師覺得小明的**笙**活太隨便了所以他罵了小明
- (2) 音同形異：今天老師覺得小明的**升**活太隨便了所以他罵了小明
- (3) 音異形似：今天老師覺得小明的**牛**活太隨便了所以他罵了小明

<sup>1</sup> 參考資料網址：[https://www.sc-top.org.tw/mocktest\\_e.php](https://www.sc-top.org.tw/mocktest_e.php)

(4) 音異形異：今天老師覺得小明的**水活**太隨便了所以他罵了小明  
理解題為「老師罵了小明」。

音同形似錯字與目標詞的首字具有相同的聲旁(如：「**笙活**」／「**生活**」；「**付近**」／「**附進**」；「**瓣法**」／「**辦法**」)且發音一致。音同形異錯字則是音同，但字形不相似而筆畫數趨近(如：「**升活**」／「**生活**」；「**赴近**」／「**附近**」；「**伴法**」／「**辦法**」)。音異形似錯字以筆畫數相近且字形相似、發音不同的字取代(如：「**牛活**」／「**生活**」；「**村近**」／「**附近**」；「**辨法**」／「**辦法**」)。音異形異錯字以字音、字形皆不相同，但筆畫數趨近或相同的字取代(如：「**水活**」／「**生活**」；「**班近**」／「**附近**」；「**擁法**」／「**辦法**」)。雖然盡量選擇常見的字作為錯字，但其實無法完全做到錯字與目標詞首字的字頻都一致。因此之後在分析數據時，一併將筆畫數和詞頻作為共變數納入模型分析中，以控制這兩個因素帶來的影響。此處考慮詞頻而非字頻是因為錯字為雙字詞的首字，為目標詞的一部份，受試者閱讀理解句意時，需理解整個詞，而非單一字元的意思。所以將雙字詞視為一個整體，控制其筆畫數和詞頻。

### 3.4 進行步驟

受試者初次通過眼動校正程序後，按鍵開始閱讀兩句練習句，之後再進行一次眼動校正程序，受試者通過後按鍵即可進入正式實驗。電腦螢幕上一次呈現一個句子。受試者閱讀完後，必須按鍵回答一題閱讀理解題(是非題)，之後繼續閱讀下一句。受試者被告知閱讀的句子中可能會出現錯字，但仍請他們想辦法理解句子的意思。如此重複直到完成一個實驗段落為止。理解題的目的在於確認受試者是否專心閱讀句子，如果整體正確率太低的話，則不會納入分析。眼動實驗共分成三個段落，段落之間受試者可以做短暫休息，再繼續實驗。受試者在閱讀所有句子時的眼動行為都以眼動儀記錄下來。實驗進行途中依需要可再次進行眼動儀的校正。

### 3.5 眼動數據分析方法

本研究以線性混合模型 (Linear Mixed Model) 來分析眼動數據。使用的統計分析軟體為 SPSS 23。首先比較外國和臺灣學生閱讀有錯字和無錯字目標詞的眼動行為差異：模型中的固定效果因子為目標詞種類(音同形似、音同形異、音異形似、音異形異、無錯字)與母語類別(日文、歐美語言、中

文)；隨機效果因子則估計受試者和目標詞的隨機截距。接著再針對外國學生分析中文閱讀能力、母語類別和目標詞種類對他們閱讀目標詞時有何影響。除了上述的固定效果因子外，模型中也加入兩個典型與目標詞有關的共變項：筆畫數與詞頻。目標雙字詞的筆畫數是將兩個字的筆畫數加總而得的數值。而詞頻是指正確目標詞的詞頻，雖然當目標詞含有錯字時，這種詞並不存在，應該沒有詞頻，然而為了排除其背後正確詞若為高頻詞可能較快被辨識的可能性，因此仍將正確目標詞的詞頻作為共變項一併納入模型中分析。倘若後續分析結果顯示詞頻不具有顯著的影響力時，則會從模型中剔除。目標詞的詞頻是以中研院現代漢語平衡語料庫 4.0 版本查詢出來的頻次，取其以 10 為底的對數，再置入模型中。

以下針對四個眼動行為的依變項分別進行了數個線性混合模型分析，從最複雜的模型（加入所有的隨機效果因子、固定效果因子和一些因子之間的交互作用以及共變項等）開始，採用後向選取法找出最佳配適度模型。決定最佳配適度模型的標準是比較各模型的 AIC 值，具有最小 AIC 值的模型為最佳配適度模型（如何比較 AIC 值的細節請參考 Fabozzi, Focardi, Rachev and Arshanapalli 2014）。由於文章篇幅的限制，本文僅報告各個最佳配適度模型的結果。

#### 4. 實驗結果

受試者回答句子理解題的正確率平均為 93.2%（歐美學生的平均正確率為 91.1%，日本學生為 92.16%，中文母語的學生為 97.12%），表示受試者皆專心閱讀理解句子。以庫李二十號公式 (Kuder-Richardson formula 20) 分析本研究所使用的中文閱讀能力測驗的信度，結果顯示  $\alpha = .83$ ，測驗信度為佳。歐美學生的中文閱讀能力測驗平均分數 ( $M = 20$ ,  $SD = 5.56$ ,  $Max. = 28$ ,  $Min. = 11$ ) 略低於日本學生的 ( $M = 22.7$ ,  $SD = 4.34$ ,  $Max. = 29$ ,  $Min. = 13$ )。為了方便指稱和比較不同中文閱讀能力的學生，因此將他們依照閱讀測驗分數區分成三等級：分數在 19 分以下的有 13 人，視為較低程度者；20-24 分的有 13 人，視為中程度者；25 分以上者有 14 人，視為較高程度者<sup>2</sup>。以此劃分的結果：歐美學生較低程度有 8 人，中程度有 7 人，較高程度有 5 人，而

<sup>2</sup> 筆者也做過不將測驗分數分成三等級，已連續變項的形式進入模型的分析，但結果與分級的非常相似，為了敘述方便，因此本文仍選擇呈現分級分析的結果。

日本學生較低程度有 5 人，中程度有 6 人，較高程度有 9 人。

以下各眼動指標的分析結果皆分為兩部份，第一部份首先比較不同母語背景（歐美語系、日語、中文）的受試者閱讀含有不同類型錯字和不含錯字句子時的眼動行為，以檢視受試者閱讀的目標詞是否含有錯字，對他們的眼動行為有無明顯的影響，並且在排除了無錯字條件以後，以不同的對比矩陣 (contrast matrices) 進一步檢視字形、字音和母語的交互作用對他們眼動行為的影響。第二部份考量外國學生的中文閱讀能力後，比較不同程度、不同母語背景的外國受試者閱讀不同種類錯字時的眼動行為，以此推論他們是否具有依賴字音、字形線索辨識字詞的差異傾向（註：由於中文母語者的中文程度均歸類為高級，沒有任何中文程度上的變異，不適合納入第二階段分析的範圍，因此第二階段的分析僅針對歐、日學生）。表 1、表 2 針對第一部分而表 3 則針對第二部份列出四個眼動指標最佳配適度模型的結果。

#### 4.1 首次凝視時間（first fixation duration，以下簡稱 FFD）

首先將 FFD 在 80 毫秒以下的數據排除，因為凝視時間太短，不足以形成有意義的閱讀歷程 (Rayner, Pollatsek, Ashby and Clifton Jr. 2012)。為了符合線性模型殘差為常態分配的假設，故而將數據進行 log 轉換後再進行分析。在一開始最複雜的模型中，分析的固定效果包括 5 種錯字條件、母語以及兩者間的交互作用，也將筆畫數和詞頻作為共變項，並且加入受試者和目標詞的隨機截距效果。之後進行模型比較，以後向篩選方式找出最佳配適度模型。結果顯示，不管何種母語背景的受試者在含有錯字目標詞上的 FFD 都顯著的比在無錯字情況下的長，表示他們皆意識到錯字的存在（請見表 1 和圖 1）。

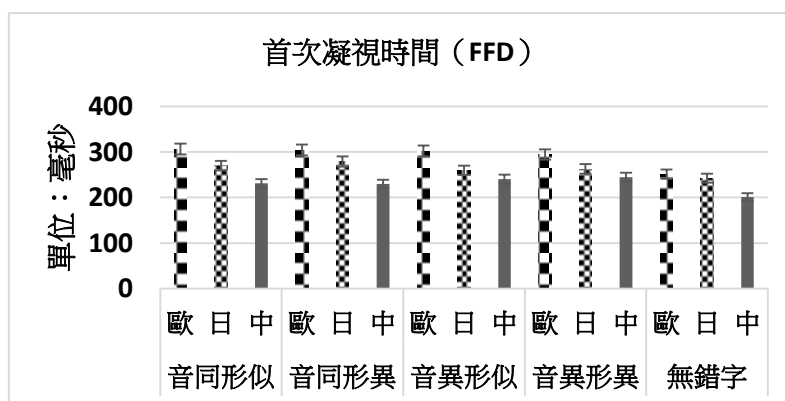


圖 1：歐、日、中三種母語背景學生在五種目標詞條件下的首次凝視時間

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

歐美和日本學生在目標詞上的 FFD 都顯著的比中文母語者的長（歐： $M = 290.91 \text{ ms}^3$ ， $SE = 10.36$ ；日： $M = 262.17 \text{ ms}$ ， $SE = 9.34$ ；中： $M = 228.83 \text{ ms}$ ， $SE = 8.21$ ）。目標詞類型與母語背景間的交互作用顯示與無錯字的條件下相比，在音異形似和音異形異條件下，中、日受試者在 FFD 上的差距量顯著減少，表示在音異條件下中文母語者的 FFD 也增長了不少。

進一步在排除了無錯字條件之後，以同樣的模型篩選方法再次進行分析，並且檢視字音、字形的效果（對比音同和音異條件下的差異簡稱字音效果；對比形似和形異條件下的差異簡稱字形效果），以及它們與母語間的交互作用對 FFD 的影響。結果顯示（見表 2）在音同和音異條件下字形效果並不顯著。在形似條件下，字音主效果對中文母語者和歐美學生都不顯著，但對日本學生顯著（ $\beta = .06$ ， $SE = .03$ ， $t = 2.17$ ， $p < .05$ ）：日本學生在音同條件下的 FFD 比音異條件下的長。字音和母語交互作用顯示日本學生與中文母語者在音同的 FFD 差距量比音異的傾向較大（ $\beta = .08$ ， $SE = .04$ ， $t = 2$ ， $p = .05$ ）。在形異條件下，中文母語者在音同條件下的 FFD 顯著小於音異條件下的。字音和母語交互作用顯示歐、日學生與中文母語者在音同條件下的 FFD 差距量（歐－中：74.61 ms；日－中：49.16 ms）顯著的比音異條件下（歐－中：50.71 ms；日－中：18.83 ms）的大，因為歐、日受試者在音同條件下的 FFD 傾向大於在音異條件下的，但中文母語者則正好相反。

接著檢視外國受試者中文閱讀能力對 FFD 的影響。如前所述，這部分的分析僅比較歐、日學生的眼動行為。結果顯示中文閱讀能力對歐、日學生的 FFD 沒有顯著影響且中文閱讀能力與其他因子間也無交互作用（請見表 3 的結果）。

#### 4.2 注視時間（gaze-duration，以下簡稱 GD）

同樣先將 GD 在 80 毫秒以下的數據排除，並且為了滿足殘差為常態分配的假設而將數據進行 log 轉換後再次進行模型配適。結果同樣顯示（請見表 1 和圖 2），不管何種母語背景的受試者在含有錯字目標詞上的 GD 都顯著的比在無錯字情況下的長。歐美和日本學生在目標詞上的 GD 也都顯著的比中文母語者的長（歐： $M = 772.78 \text{ ms}$ ， $SE = 40.03$ ；日： $M = 461.28 \text{ ms}$ ， $SE = 23.91$ ；中： $M = 275.89 \text{ ms}$ ， $SE = 14.41$ ），且歐美學生的 GD 也都顯著的比日本學生的長（ $\beta = .32$ ， $SE = .08$ ， $t = 4.24$ ， $p < .001$ ）（請見表 3 目標詞類型與母語背

<sup>3</sup> 本論文所報告的平均值和標準誤皆是轉換回原始尺度的值。

景在 GD 上四個顯著的交互作用)。目標詞類型與母語背景間的交互作用顯示與無錯字的條件比起來，歐美學生在四種錯字條件下的 GD 與中文母語者的差距明顯變得更大，不過在音異形異條件下的差異量較小 ( $\beta = .14$ ，為四種錯字條件中最小的)，表示中文母語者在音異形異條件下的 GD 也增長不少，使得兩者間的差距變小；而日本學生僅在音同形異條件下的 GD 與中文母語者的差距明顯變大（原因請見下一段：因為日本學生處理音同形異詞比音同形似詞慢很多，而中文母語者無此差異，使得兩者間在音同形異詞的 GD 差距變大）。

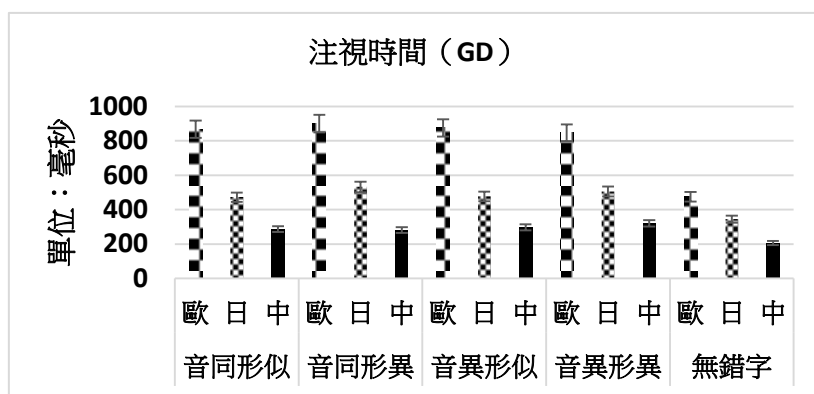


圖 2：歐、日、中三種母語背景學生在五種目標詞條件下的注視時間

在排除了無錯字條件後，檢視字音、字形和母語的交互作用效果。結果顯示（請見表 2）在音同條件下，字形的主要效果對中文母語者和歐美學生都不顯著，但對日本學生顯著 ( $\beta = -.12$ ， $SE = .04$ ， $t = -3.14$ ， $p < .01$ )：日本學生在形似條件下的 GD 小於在形異條件下的。字形和母語交互作用顯示中、日學生的 GD 在形似條件下的差異量（形似：185.24 ms；形異：252.33 ms）減小，因為日本學生處理音同形似詞的速度比音同形異的快很多，因此與中文母語者間的差異量減少。

然而在音異條件下並無發現任何字形效果。此外，在形似條件下並未發現字音效果，而在形異條件下對中文母語者來說，音同的 GD 顯著小於音異的 ( $\beta = -.13$ ， $SE = .04$ ， $t = -3.13$ ， $p < .01$ )，而歐、日學生的字音效果不顯著，但音同的 GD 傾向大於音異的。字音和母語交互作用顯示歐、日學生與中文母語者在音同條件下的 GD 差距量顯著的比音異條件下的大（歐： $\beta = .19$ ， $SE = .06$ ， $t = 3.27$ ， $p < .01$ ；日： $\beta = .18$ ， $SE = .06$ ， $t = 3.16$ ， $p < .01$ ），



探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

顯示當錯字字形與目標詞不一致而字音卻一致時，歐、日學生都需要花較多的時間處理。

最後分析中文閱讀能力的效果時，發現它在 GD 指標上無任何顯著的效果（如表 3 所示）。同樣在去除無錯字條件後針對字音、字形的交互作用分析之中，中文閱讀能力也無任何顯著的效應。

#### 4.3 重覆閱讀時間（re-reading time，以下簡稱 RRT）

同樣先將 RRT 在 80 毫秒以下的數據排除，並且將數據進行 log 轉換後再次進行模型配適。以中文母語者來說，音異形似和音異形異條件下的 RRT 明顯的比無錯字條件下的 RRT 長（請見表 1 和圖 3）。歐美和日本學生的 RRT 都顯著的比中文母語者的長（歐： $M = 797.91$  ms,  $SE = 56.26$ ；日： $M = 577.67$  ms,  $SE = 40.86$ ；中： $M = 324.41$  ms,  $SE = 23.48$ ）。目標詞類型與母語背景間的交互作用顯示與無錯字的條件相比，歐美學生在音同形似、音同形異和音異形似條件下的 RRT 與中文母語者的 RRT 差距更大，而日本學生則在音同形似和音同形異條件下的 RRT 與中文母語者的 RRT 差異更大。以歐美和日本學生來說，有錯字條件下的 RRT 皆比無錯字的長。歐美學生的 RRT 又都顯著的比日本學生的長（ $\beta = .26$ ,  $SE = .09$ ,  $t = 2.82$ ,  $p < .01$ ）。

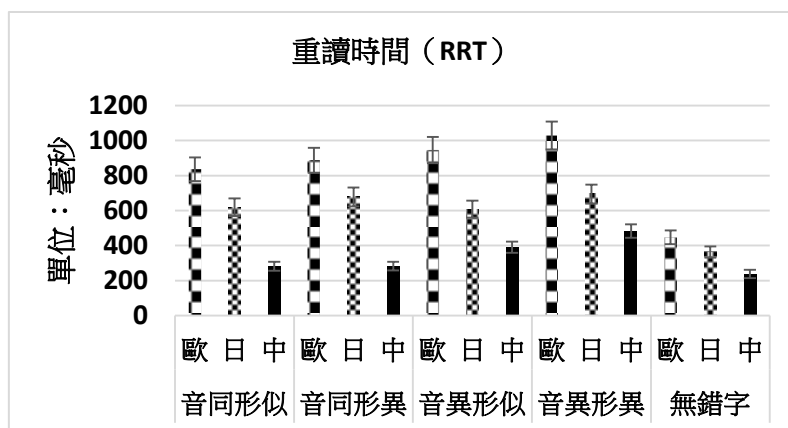


圖 3：歐、日、中三種母語背景學生在五種目標詞條件下的重讀時間

排除無錯字條件後，檢視字音、字形和母語的交互作用對 RRT 的影響。結果顯示在音同條件下，字形並無任何效果，但在音異條件下，字形和母語效果皆顯著，但兩者間交互作用不顯著（請見表 2）。字形效果顯示中文母語者、歐美學生和日本學生都是在形異條件下的 RRT（中： $M = 481.06$  ms,  $SE$

= 41.40；歐： $M = 1020.45$  ms， $SE = 86.18$ ；日： $M = 694.37$  ms， $SE = 59.55$ ）顯著的比形似條件下（中： $M = 384.14$  ms， $SE = 34.95$ ；歐： $M = 945.77$  ms， $SE = 82.17$ ；日： $M = 607.89$  ms， $SE = 52.89$ ）的長，而母語的效果顯示歐、日學生的 RRT 皆顯著的比中文母語者的長，可見在形音線索都缺乏時，三種母語的受試者都需要較長的時間重讀目標詞，且歐、日學生又比中文母語者需要更長的時間重讀目標詞。

在形似條件下檢視字音效果發現字音、母語以及兩者間的交互作用都顯著。字音效果顯示對中文母語者（ $\beta = -.35$ ， $SE = .08$ ， $t = -4.49$ ， $p < .001$ ）和歐美學生（ $\beta = -.13$ ， $SE = .06$ ， $t = -2.16$ ， $p < .05$ ）來說，音同的 RRT 顯著的比音異的短，但對日本學生（ $\beta = .01$ ， $SE = .06$ ， $t = .18$ ， $p = .86$ ）來說則無此差異。字音和母語的交互作用顯示歐美學生與中文母語者在音同條件下的 RRT 差距量（歐－中：556.81 ms）比音異條件下的（歐－中：563.33 ms）略少，但日本學生與中文母語者在音同條件下的 RRT 差距量（日－中：348.37 ms）明顯大於在音異條件下的（日－中：226.31 ms），因為中文母語者在形似音同條件下的 RRT 顯著的比形似音異條件下的短，而日本學生則無此明顯差異。在形異條件下檢視字音效果發現字音、母語以及兩者間的交互作用都顯著。字音效果顯示對中文母語者（ $\beta = -.53$ ， $SE = .07$ ， $t = -7.42$ ， $p < .001$ ）和歐美學生（ $\beta = -.14$ ， $SE = .06$ ， $t = -2.57$ ， $p < .05$ ）來說，音同的 RRT 顯著的比音異的短，但對日本學生（ $\beta = -.03$ ， $SE = .06$ ， $t = -.45$ ， $p = .65$ ）來說則無此差異。字音和母語的交互作用顯示歐、日學生與中文母語者都是在音同條件下的 RRT 差距量（歐－中：592.94 ms；日－中：385.16 ms）比音異條件下（歐－中：529.71 ms；日－中：199.83 ms）的大，主要因為中文母語者在形異音同詞上的 RRT 明顯的比在形異音異詞上的短，造成此差距量的差異。從重讀時間來看，數據結果指向在形音線索都被破壞時，三種母語的受試者都需要較長的時間重讀目標詞來理解句意。不管字形是否相似，中文母語者和歐美學生都較能從音同詞提取修復錯字的線索，而日本學生則主要依賴字形線索來修復錯誤。

進一步檢視中文閱讀能力的效果，不管是歐美還是日本學生，閱讀能力低（ $M = 972.42$  ms， $SE = 85.4$ ）的 RRT 比閱讀能力高（ $M = 641.94$  ms， $SE = 55.32$ ）的 RRT 要顯著的長（ $\beta = .41$ ， $SE = .12$ ， $t = 3.61$ ， $p < .01$ ）。中文閱讀能力與其他因子間並無其他顯著的交互作用（請見表 3）。

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

#### 4.4 總閱讀時間（total viewing time，以下簡稱 TVT）

同樣將數據進行 log 轉換後再次進行模型配適。不管是哪種母語背景的人，在含有錯字的目標詞上的 TVT 都比無錯字的長（請見表 1 和圖 4）。歐美和日本學生的 TVT 都顯著的比中文母語者的長（歐： $M = 1319.24\text{ ms}$ ， $SE = 101.44$ ；日： $M = 785.19\text{ ms}$ ， $SE = 60.39$ ；中： $M = 382.07\text{ ms}$ ， $SE = 29.44$ ）。目標詞類型與母語背景間的交互作用顯示與無錯字的條件相比，歐美學生在音同形似、音同形異和音異形似條件下的 TVT 與中文母語者的 TVT 差距顯著增大。而日本學生在音同形似和音同形異條件下的 TVT 與中文母語者的 TVT 差距顯著變大，在音異形異條件下的 TVT 則與中文母語者的差距變小。

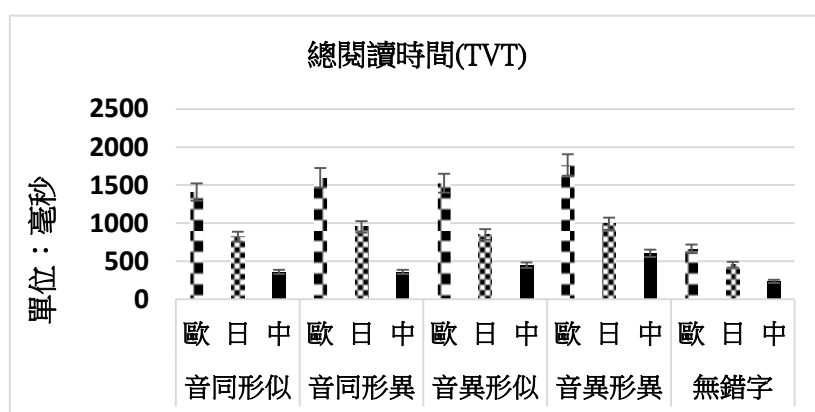


圖 4：歐、日、中三種母語背景學生在五種目標詞條件下的總閱讀時間

排除無錯字條件後，檢視字音、字形和母語的交互作用對 TVT 的影響。在音同條件下檢視字形效果發現對中文母語來說字形效果不顯著（請見表 2），但對歐（ $\beta = -.13$ ， $SE = .04$ ， $t = -3.59$ ， $p < .001$ ）、日（ $\beta = -.15$ ， $SE = .04$ ， $t = -4.04$ ， $p < .001$ ）學生來說顯著：形似的 TVT 小於形異的。母語的效果顯示歐、日學生的 TVT 皆顯著的比中文母語者的長。母語和字形的交互作用顯示歐、日學生與中文母語者在形似條件下 TVT 的差距量小於形異條件下的。在音異條件下檢視字形效果發現對歐（ $\beta = -.14$ ， $SE = .04$ ， $t = -3.80$ ， $p < .001$ ）、日（ $\beta = -.15$ ， $SE = .04$ ， $t = -4.04$ ， $p < .001$ ）、中（請見表 2）三種母語背景的受試者都是形似的 TVT 顯著小於形異的。字形與母語交互作用顯示歐、日學生與中文母語者在形似比下形異條件下 TVT 的差距量較大。

在形似條件下檢視字音效果發現對中文母語者（請見表 2）和歐美學生（ $\beta = -.08$ ， $SE = .04$ ， $t = -2.15$ ， $p < .001$ ）來說都是音同條件下的 TVT 小於

音異條件下的，但日本學生無此差異（ $\beta = -.04$ ， $SE = .04$ ， $t = -.96$ ， $p = .34$ ）。母語的效果顯示歐、日學生的 TVT 皆顯著的比中文母語者的長。母語和字形的交互作用顯示歐、日學生與中文母語者在音同條件下 TVT 的差距量比音異條件下的大。在形異條件下檢視字音效果也發現同樣的結果：對中文母語者（見表 2）和歐美學生（ $\beta = -.11$ ， $SE = .04$ ， $t = -2.97$ ， $p < .01$ ）來說都是音同條件下的 TVT 小於音異條件下的，但日本學生無此差異（ $\beta = -.06$ ， $SE = .04$ ， $t = -1.49$ ， $p = .14$ ）。母語的效果顯示歐、日學生的 TVT 皆顯著的比中文母語者的長。母語和字形的交互作用顯示歐、日學生與中文母語者在音同條件下 TVT 的差距量比音異條件下的大<sup>4</sup>。從 TVT 的分析結果看來，當字音線索存在時，中文母語者不管字形是否相似都可利用字音線索來修復錯誤，而歐、日學生則是有字形相似的線索時，更有利於他們修復錯誤。當字音線索不存在時，所有的受試者都轉而依賴字形線索來修復錯誤。日本學生不管字音線索是否存在，主要都利用字形線索來修復錯誤，而歐美學生和中文母語者則可利用字音和字形線索來修復錯誤，只是歐美學生處理的速度比中文母語者慢很多。

最後分析中文閱讀能力對 TVT 的效果，發現中文閱讀能力主要效果不顯著，而中文閱讀能力與錯字條件之間有一個交互作用顯著<sup>5</sup>（請見圖 5）。

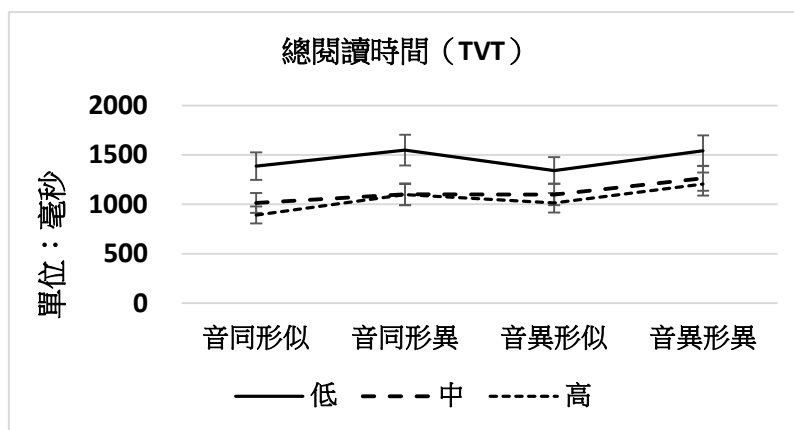


圖 5：不同中文閱讀能力的外國學生在四種含錯字目標詞上的總閱讀時間

<sup>4</sup> 字音和字形交互作用對四個眼動指標（FFD、GD、RRT、TVT）影響結果的總整理請見附錄 2。

<sup>5</sup> 母語與中文閱讀能力以及母語、中文閱讀能力和錯字條件之間的交互作用也一併檢視過，但結果多為不顯著或因為模型配適度太差，故而不考慮那些結果。

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

中文閱讀能力較低的學生與能力高的學生相比，在音同形似條件下的 TVT 差距量（493.28 ms）顯著的比在音異形異條件下的大（337.87 ms），表示中文閱讀能力較低的學生處理音同形似錯字的效率比能力高的學生低很多，而音異形異的錯字對各種程度的外國學生來說都很困難，所以兩者間的差距較小。

表 1：目標詞類型與母語背景對四個眼動指標的影響

眼動指標	FFD			GD		
固定效果	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>
截距	5.3	.04	126.19***	5.33	.06	86.7***
音同形似	.14	.03	4.28***	.33	.05	7.05***
音同形異	.13	.03	4.22***	.31	.05	6.64***
音異形似	.18	.03	5.56***	.36	.05	7.79***
音異形異	.19	.03	6.12***	.44	.05	9.46***
歐美語系	.22	.06	3.93***	.83	.08	10.18***
日語	.19	.06	3.28**	.51	.08	6.25***
音同形似*歐美語系	.06	.04	1.49	.26	.06	4.71***
音同形似*日語	- .03	.04	- .78	- .02	.06	- .35
音同形異*歐美語系	.06	.04	1.42	.33	.06	5.78***
音同形異*日語	.01	.04	.16	.12	.06	2.14*
音異形似*歐美語系	.01	.04	.14	.24	.06	4.26***
音異形似*日語	- .11	.04	-2.74**	- .04	.06	- .74
音異形異*歐美語系	- .04	.04	- .91	.14	.06	2.44*
音異形異*日語	- .11	.04	-2.83**	- .06	.06	-1.04
筆畫數	.02	.01	3.68***	- .04	.01	4.06***
隨機效果			Wald Z			Wald Z
受試者	.02	.004	5.02***	.05	.01	5.02***
目標詞	.001	.001	2.11*	.004	.001	3.24**
殘差	.16	.003	56.73***	.34	.01	57.3***

表 1：目標詞類型與母語背景對四個眼動指標的影響（續）

眼動指標	RRT			TVT		
	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>
固定效果						
截距	5.64	.14	41.22***	5.46	.09	63.74***
音同形似	.17	.1	1.77	.43	.05	8.23***
音同形異	.17	.1	1.8	.43	.05	8.26***
音異形似	.50	.09	5.42***	.65	.05	12.47***
音異形異	.71	.08	8.12***	.95	.05	18.43***
歐美語系	.63	.13	4.89***	1.04	.11	9.15***
日語	.42	.13	3.25**	.66	.11	5.79***
音同形似*歐美語系	.45	.11	3.99***	.33	.06	5.92***
音同形似*日語	.36	.12	3.15**	.17	.06	3.06**
音同形異*歐美語系	.51	.11	4.56***	.45	.06	8.19***
音同形異*日語	.45	.11	3.95***	.32	.06	5.64***
音異形似*歐美語系	.25	.11	2.33*	.19	.06	3.38**
音異形似*日語	.02	.11	.18	-.02	.06	-.28
音異形異*歐美語系	.12	.10	1.18	.03	.06	.63
音異形異*日語	-.06	.11	-.58	-.16	.06	-2.86**
筆畫數	-.06	.03	-1.99*			
隨機效果			Wald Z			Wald Z
受試者	.09	.02	4.85***	.11	.02	5.2***
目標詞	.01	.004	3.54***	.02	.003	5.96***
殘差	.51	.01	42.1***	.34	.01	58.65***

註：1. 目標詞類型以無錯字條件為參照組，母語背景以中文為參照組。

2. \*\*\* $p < .001$ ，\*\* $p < .01$ ，\* $p < .05$ 。

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

表 2：排除無錯字條件後，字音、字形與母語背景的交互作用對四個眼動指標的影響

眼動指標	FFD（形似）			FFD（形異）			GD（形異）		
固定效果	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>
截距	5.48	.04	127.14***	5.50	.04	129.65***	5.76	.06	76.66***
音同	-.04	.03	-1.32	-.06	.03	-2.04**	-.13	.04	-3.13**
歐	.23	.06	3.84***	.19	.06	3.16**	.98	.09	11.22***
日	.07	.06	1.24	.07	.06	1.25	.46	.09	5.26***
音同*歐	.05	.04	1.33	.09	.04	2.32*	.19	.06	3.27**
音同*日	.08	.04	1.96	.12	.04	2.98**	.18	.06	3.16**
筆畫數	.02	.01	2.37*	.03	.01	3.29**	.06	.01	4.47***
隨機效果			Wald Z			Wald Z			Wald Z
受試者	.03	.01	4.65***	.03	.01	4.67***	.06	.01	4.69***
目標詞	.001	.001	1.19	.001	.001	1.01	.003	.002	1.34
殘差	.17	.004	35.4***	.17	.01	36.34***	.36	.01	36.03***
眼動指標	RRT（形似）			RRT（形異）			TVT（形似）		
固定效果	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>
截距	5.97	.09	66.41***	6.20	.08	73.11***	6.10	.09	69.45***
音同	-.35	.08	-4.49***	-.54	.07	-7.42***	-.23	.04	-5.61***
歐	.89	.12	7.26***	.73	.12	6.29***	1.23	.12	10.13***
日	.45	.12	3.70***	.34	.11	2.91**	.64	.12	5.31***
音同*歐	.21	.10	2.13*	.39	.09	4.21***	.15	.06	2.65**
音同*日	.36	.10	3.62***	.51	.09	5.46***	.19	.06	3.45***
筆畫數	.02	.02	.84	.02	.02	.84	.01	.02	.60
隨機效果			Wald Z			Wald Z			Wald Z
受試者	.10	.02	4.38***	.10	.02	4.50***	.13	.03	5.05***
目標詞	.02	.01	2.36*	.02	.01	2.62**	.03	.01	4.99***
殘差	.52	.02	25.77***	.53	.02	28.25***	.35	.01	36.65***

表 2：排除無錯字條件後，字音、字形與母語背景的交互作用對四個眼動指標的影響（續）

眼動指標	TVT（形異）			眼動指標	GD（音同）		
固定效果	$\beta$	SE	t	固定效果	$\beta$	SE	t
截距	6.40	.09	75.10***	截距	5.64	.06	94.83***
音同	-.53	.04	-13.90***	形似	.02	.04	-.28
歐	1.07	.12	9.08***	歐	1.16	.08	14.07***
日	.50	.12	4.22***	日	.63	.08	7.67***
音同*歐	.42	.05	8***	形似*歐	-.06	.06	-1.09
音同*日	.48	.05	8.97***	形似*日	-.14	.06	-2.53*
筆畫數	.05	.02	3**	筆畫數	.05	.01	3.37**
隨機效果			Wald Z	隨機效果			Wald Z
受試者	.13	.02	5.06***	受試者	.05	.01	4.65***
目標詞	.02	.01	4.68***	目標詞	.01	.002	2.23*
殘差	.33	.01	36.89***	殘差	.34	.01	35.93***

眼動指標	RRT（音異）			TVT（音同）			TVT（音異）		
固定效果	$\beta$	SE	t	$\beta$	SE	t	$\beta$	SE	t
截距	6.17	.09	71.72***	5.87	.08	70.58***	6.39	.09	71.34***
形似	-.23	.07	-3.39**	-.002	.04	-.06	-.30	.04	-7.49**
歐	.75	.12	6.33***	1.49	.12	12.92***	1.08	.12	8.74***
日	.37	.12	3.07**	.97	.12	8.42***	.51	.12	4.09***
形似*歐	.15	.09	1.68	-.13	.05	-2.43*	.15	.06	2.82**
形似*日	.09	.09	1.02	-.14	.05	-2.75**	.14	.06	2.60**
筆畫數	.04	.01	3.60***	.03	.02	2.17*	.02	.02	.83
隨機效果			Wald Z			Wald Z			Wald Z
受試者	.11	.02	4.51***	.12	.02	5.06***	.14	.03	5.05***
目標詞	.02	.01	2.81**	.02	.004	4.22***	.04	.01	5.20***
殘差	.55	.02	28.68***	.32	.01	36.67***	.36	.01	36.81***

註：1. 字音以音異條件為參照組，字形以形異條件為參照組，母語背景以中文為參照組。2. \*\*\* $p < .001$ ，\*\* $p < .01$ ，\* $p < .05$ 。3. FFD（形似）表示在形似條件下，檢視字音、母語和其他因子的效果。GD（音同）表示在音同條件下檢視字形、母語和其他因子的效果。其他同類型標示以此類推。



探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

表 3：錯字類型、母語背景與中文閱讀能力對四個眼動指標的影響

眼動指標	FFD			GD		
固定效果	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>
截距	5.53	.05	106.69***	6.19	.07	85.49***
音同形似	.02	.03	.50	-.09	.05	-1.82
音同形異	.02	.03	.70	.02	.05	.42
音異形似	-.04	.03	-1.22	-.07	.05	-1.40
歐美語系	.10	.05	1.82	.54	.07	7.48***
中文閱讀能力（低）	.13	.07	1.91	.08	.10	.76
中文閱讀能力（中）	.02	.07	.28	-.01	.10	-.05
音同形似*中文（低）	.03	.05	.51	.10	.07	1.43
音同形似*中文（中）	.03	.05	.52	.11	.07	1.57
音同形異*中文（低）	-.02	.05	-.31	-.02	.07	-.34
音同形異*中文（中）	.09	.05	1.74	.13	.07	1.85
音異形似*中文（低）	.03	.05	.65	.04	.07	.60
音異形似*中文（中）	.02	.05	.55	.13	.07	1.82
筆畫數	.02	.01	2.42*	.04	.01	2.94**
隨機效果			Wald Z			Wald Z
受試者	.02	.01	3.92***	.05	.01	3.89***
目標詞	.002	.001	1.71	.01	.002	2.16*
殘差	.19	.004	42.74***	.41	.01	43.22***

表 3：錯字類型、母語背景與中文閱讀能力對四個眼動指標的影響（續）

眼動指標	RRT			TVT		
	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>t</i>
截距	6.46	.10	63.54***	6.84	.1	65.77***
音同形似	-.26	.08	-3.26***	-.30	.05	-6.48***
音同形異	-.14	.07	-1.91	-.09	.05	-2*
音異形似	-.17	.07	-2.26*	-.17	.05	-3.74***
歐美語系	.28	.10	2.72*	.50	.11	4.56***
中文閱讀能力（低）	.32	.14	2.31*	.25	.14	1.76
中文閱讀能力（中）	.13	.14	.93	.05	.14	.34
音同形似*中文（低）	.17	.11	1.60	.19	.07	2.91**
音同形似*中文（中）	.08	.11	.74	.08	.07	1.18
音同形異*中文（低）	.16	.10	1.62	.10	.07	1.46
音同形異*中文（中）	-.07	.11	-.59	-.04	.07	-.66
音異形似*中文（低）	.08	.10	.83	.03	.07	.49
音異形似*中文（中）	.09	.11	.84	.03	.07	.50
筆畫數	.02	.02	1.24	.02	.02	1.24
隨機效果			Wald Z			Wald Z
受試者	.09	.02	3.79***	.11	.03	4.11***
目標詞	.02	.01	2.67**	.02	.004	4.85***
殘差	.57	.02	33.49***	.35	.01	43.52***

註：1. 錯字類型以音異形異條件為參照組，中文閱讀能力以高級為參照組，母語背景以日語為參照組。

2. \*\*\* $p < .001$ ，\*\* $p < .01$ ，\* $p < .05$ 。

## 5. 綜合討論

本研究經由實驗，有系統的比較了臺灣、歐美以及日本大學生閱讀中文句子中目標詞的眼動行為差異。以下根據本研究提出的假說來逐一討論上述發現的結果。一、本研究部分支持假說 1 的假設：歐美學生其實不但會「以音取義」，同時也會「以形取義」。但這傾向並未反映在首次凝視時間和注視時間上，而是反映在他們對目標詞的重讀時間以及總閱讀時間上。「以音取義」

的能力可從他們在字詞辨識的晚期花較短的時間修復與正確字音同的錯字，顯示音同促進修復錯誤的效應（以下簡稱字音效應）。同樣的，歐美學生在字詞辨識的晚期也是用較短的時間修復與正確字形似的錯字，（即字形促進修復錯誤的效應（以下簡稱字形效應）），顯示出「以形取義」的能力。雖然歐美學生不只會利用語音線索，也會使用字形線索來修正錯誤，不過他們整體的閱讀速度比中文母語者慢很多，所以字音和字形的促進效應都是在字詞辨識的晚期才出現。

這部分的研究結果與張金橋（2008）和江新（2008）的研究結果相似之處在於他們也發現中級漢語水平的歐美學生可同時運用字音和字形線索來辨識漢字詞。本研究的歐美學生 20 人中有 8 人的中文閱讀能力大概介於 A2 到 B1 之間，其他的 12 人大概介於 B1 到 B2 之間。整體的平均漢語水平差不多在 B1，與張金橋和江新的實驗參與者漢語水平相似。不過本研究的眼動數據可以更進一步顯示，歐美學生在字詞辨識的初期其實還無法有效利用字音或字形的線索來修復錯誤，而是一直到字詞辨識的晚期才顯示出這樣的能力，與中文母語者處理的速度不同。

二、實驗結果大部分驗證了假說 2 的假設：日本學生的確有「以形取義」的傾向，不過這傾向未反映在首次凝視時間上，而是在注視時間、重讀時間以及總閱讀時間等項度上呈現明顯的字形促進效應。不過有趣的是日本學生在形異條件下的首次凝視時間上呈現了「字音抑制效應」，使得在音同錯字凝視的時間比音異的更長。這現象或許可以藉由 Van Orden（1987）所提到的驗證假說（verification hypothesis）獲得解釋，即在語音激活之後，外國受試者隨即進行了一個字形比對驗證的過程。似乎日本學生一開始也激活了字音，當他們看到雙字詞的第一個字的字形與透過字音線索而期待的字形不一致時，需要較多時間化解衝突。不過日本學生對字音線索的掌握不如字形，即使一開始雖然也短暫地激活了字音，但處理歷程很快的就被字形所主導，所以從注視時間開始一直到字詞辨識結束的歷程裡都僅呈現字形效果，未再顯示任何字音效果。整體來說，日本學生主要還是依賴字形線索來辨識字詞，當字形線索被破壞時，就需要較長的時間處理。本研究發現日本學生比較依賴字形辨識漢字的傾向與先前其他學者（Wang et al. 2014；張金橋 2008；江新 2008）利用非即時性和即時性實驗觀察日韓學生的結果一致。然而在張金橋與江新的研究中，並未納入音同形似和音異形異的條件，所以未能全面檢視字音、字形的交互作用。本研究以系統性的實驗條件徹底檢視字音、字形

的交互作用外，也提供了眼動行為的分析，可以看出日本學生以字形為主導的處理傾向，從字詞辨識的中期到晚期都很明顯。

究其原因，日本學生的母語中仍有為數不少源自中文的漢字，雖然有一些漢字詞的意義在日文裡已經改變許多（例如：「勉強」在日文裡是學習的意思），但大多數漢字詞仍保有原來在中文的意義。然而從發音的角度來看，同一個漢字詞在日文中可以有兩種（音讀和訓讀）或兩種以上的發音（隨應用的語境或語音環境的不同，發音皆不相同）(Tamaoka 1991)。因此，日本學生看到漢字時，依照母語的習慣會同時在腦中喚起不同的語音 (Tamaoka, Kiyama and Chu 2012)。當他們跨語言閱讀中文漢字時，若使用語音線索勢必要經歷日文和中文語音的相互干擾的歷程，除非他們很熟悉中文的語音，否則他們腦中經由漢字所喚起的語音往往不能準確提供提取語義的線索。但使用字形線索，則可免去這項干擾而較為快速。研究顯示，這「以形取義」的優勢傾向，同樣出現在中文母語者閱讀日文漢字詞的情況下 (Tamaoka 2015)。當然僅以字形線索提取語義也有犯錯的風險，所以這正是日本學生閱讀中文以及中文母語者閱讀日文同樣面臨的問題，也是外語教學需要特別提醒學習者的重點。

三、假說 3 大部分被證實：中文母語者的確可以利用字音和字形的線索來辨識字詞，不過結果指出，在辨識字詞的最早期歷程主要顯示字音促進效應，而晚期歷程（重讀時間和總閱讀時間）才同時顯示字音和字形的促進效應。這樣的結果似乎指向語音激活在中文母語者字詞辨識的歷程中扮演重要的角色，而且語音激活是快速的，在辨識初期歷程即可看到差異。當文中出現錯字阻礙閱讀理解時，字音（而非字形）是一開始修復錯誤的主導線索，晚期才使用字形線索。這現象與 Wong 與 Chen (1999)、Feng 等人 (2001)、Zhou 等人 (2018) 以及 Pan 等人 (2019) 所得到的結果相反。本研究的參與者為臺灣的大學生，而在前述這三個研究中，Wong 與 Chen 的研究參與者為香港的大學生，Feng 等人與 Zhou 等人的研究參與者為北京大學的學生。綜合四個研究的結果來看，臺灣的參與者在閱讀中文字詞時，一開始比較以語音為主導線索，字詞辨識後期才顯示利用字形修復錯誤的效應。而香港和北京的參與者則比較依賴字形。推測造成臺灣和北京參與者差異的因素與使用繁體字和簡體字有關。許多簡體字因為字形簡化的方式或筆畫少的關係，看起來非常相似（例如：广和厂），因此必須特別注意字形上些微的差異，才能正確辨識字詞，因此發展出較重視字形線索的傾向。的確，此推測已有一些

研究證實。Peng、Minett 與 Wang (2010) 以腦電波實驗比較 36 位香港中文大學學生辨識中文真字與形似假字的能力。18 位學生母語為普通話（閱讀簡體字版的實驗材料），18 位學生母語為廣東話（閱讀繁體字版的實驗材料）。形似假字與真字的差異僅是將真字增加或減少一筆畫。實驗材料以視覺快速呈現法（一字 50 毫秒）呈現。Peng 等人分析這些學生看到真字和假字時，P300 腦波強度的差異。實驗結果顯示普通話為母語的學生在看到真字和假字時的 P300 腦波有顯著的差異，表示他們能在極短的時間內區分真字和假字，而廣東話為母語的學生並沒有顯著的 P300 差異。Peng 等人的研究結果與 McBride-Chang、Chow、Zhong、Burgess 與 Hayward (2005) 等人的研究發現一致。McBride-Chang 等人認為從小閱讀簡體字的人比閱讀繁體字的人更須發展出較強的視覺區別能力來閱讀漢字。然而 Peng 等人認為另一種解釋這種現象的可能性是閱讀繁體字的人很容易從複雜的筆畫結構中找到區分漢字的線索，反而使他們區辨細微筆畫差異的能力退化了。而本研究的中文母語參與者根據問卷調查的結果，絕大多數（90%）都使用注音輸入法來打中文，長久下來可能養成偏好依賴語音的習慣。本研究發現的中文母語者語音早期激活現象與 Tsai 等人（2004）的發現一致。然而是否臺灣與中國的中文母語者辨識漢字時真的存在對字音、字形線索不同的依賴的程度，還需要在未來進行更多的研究，才能獲得解答。

但是為何也使用繁體字的香港學生在 Wong 與 Chen (1999) 的研究中仍以字形而非字音為主要的辨識漢字的線索呢？或許原因就在廣東話的發音和普通話不同。根據李秀紅等人（2011）的研究發現，以廣東話為母語的大學生與以普通話為母語的大學生相比，他們在對普通話的韻母覺識以及快速命名的任務上都比普通話為母語的大學生表現較差。就算他們也使用繁體字，但同樣的字在廣東話和中文的發音不同，所以在閱讀中文時，某種程度可以類比日本學生的情況：使用語音線索可能會激活不同語音相互干擾而更慢，而使用字形線索則不會且較快速，因此香港的大學生也在字詞辨識初期以字形為主要辨識的線索。

四、假說 4 並未得到充分的證實。中文閱讀能力僅在重讀時間的主要效果顯著，顯示出中文閱讀能力低的外國學生比能力高的需要較長的重讀時間來修復錯誤。此外，中文閱讀能力僅與錯字條件在總閱讀時間上有一顯著的交互作用，顯示中文閱讀能力較低的外國學生比能力高的學生在音同形似詞上的總閱讀時間差距量比在音異形異詞上的差距量大。這結果僅反映出閱讀

能力較低的外國學生處理音同形似詞的效率比能力高的學生差，而能力高的學生在處理音異形異詞時也覺得較為困難。不過這些結果仍無法全面顯示外國學生的中文閱讀能力如何造成他們利用字形、字音線索的差異。很可能受限於依照中文閱讀能力劃分後，各組受試者人數較少，因此無法得到顯著差異的結果。未來的研究需要觀察更多的外國學生，才能更深入得知中文閱讀能力究竟對不同母語背景的外國學生利用字音或字形線索的傾向有何影響。

## 6. 結論

本研究以眼動實驗探索了不同中文閱讀能力的歐美和日本學生以及中文為母語的臺灣大學生在閱讀中文句子中的目標詞時，利用字形和字音線索的差異。實驗結果顯示，歐美學生雖然可同時利用字音和字形線索修復錯誤，但他們整體的閱讀速度較慢，所以僅在字詞辨識晚期才顯示出這樣的能力。日本學生則全然依賴字形線索，顯示他們因為母語而具有的一些漢字視覺辨識優勢，使他們能比歐美學生更快的閱讀漢字，並且較不依賴語音線索來提取語義。中文母語的大學生雖然可以同時利用字音和字形線索來辨識字詞，然而以時間先後順序來看，字音才是最初主導的線索，字形是較後期才使用的線索。

從華語教學的角度來看，歐美學生對字形的掌握程度較弱，常容易混淆字形相似的字詞，除了教授他們如何確切辨識字形以外，最好也能為他們建立正確的聲符和義符的意識，以便他們能瞭解漢字的結構，進而幫助他們能更有效率的記憶和閱讀漢字 (Wong 2017)。日本學生雖然善於辨識漢字的字形，但對漢字的發音和意義，未必都能正確掌握。然而有研究顯示語音覺識 (phonological awareness) 也是中文為二語閱讀能力發展的重要因素 (Zhang and Roberts 2019)，因此應該加強日本學生對漢字的語音覺識能力。另一方面，日文漢字中也存在一些與中文漢字非常相似但不完全一樣的書寫方式，也有字形一樣但意義不一樣的詞，這些現象都容易在學習中文的歷程中產生負遷移。因此日本學生學習中文詞彙時，除了發音和語義的區辨需要訓練外，某些漢字書寫法以及用詞的差異也應該是教學的重點。

## 引用文獻

Barron, Roderick W. 1986. Word recognition in early reading: A review of the direct and indirect access hypotheses. *Cognition* 24: 93-119.

- Coltheart, Max. 2000. Dual routes from print to speech and dual routes from print to meaning: Some theoretical issues. *Reading as a Perceptual Process*, eds. by Alan Kennedy, Ralph Radach, Dieter Heller, and Joël Pynte, 475-490. Elsevier: Science Ltd.
- Coltheart, Max, and Veronika Coltheart. 1997. Reading comprehension is not exclusively reliant upon phonological representation. *Cognitive Neuropsychology* 14: 167-175.
- Cook, Vivian, and Benedetta Bassetti. 2005a. *Second Language Writing Systems* 11. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Cook, Vivian, and Benedetta Bassetti. 2005b. An introduction to researching second language writing systems. *Second Language Writing Systems*, eds. by Vivian Cook, and Benedetta Bassetti, 1-70. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Daneman, Meredyth, and Eyal M. Reingold. 2000. Do readers use phonological codes to activate word meanings? Evidence from eye movements. *Reading as a Perceptual Process*, eds. by Alan Kennedy, Ralph Radach, Dieter Heller, and Joël Pynte, 447-473. North Holland: Elsevier Ltd.
- Everson, Michael E. 1998. Word recognition among learners of Chinese as a foreign language: Investigating the relationship between naming and knowing. *The Modern Language Journal* 82: 194-204.
- Fabozzi, Frank J., Sergio M. Focardi, Svetlozar T. Rachev, and Bala G. Arshanapalli. 2014. Appendix E: Model selection criterion: AIC and BIC. *The Basics of Financial Econometrics: Tools, Concepts, and Asset Management Applications* 399-403. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Feng, Gary, Kevin Miller, Hua Shu, and Houcan Zhang. 2001. Rowed to recovery: The use of phonological and orthographic information in reading Chinese and English. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 27: 1079-1100.
- Frost, Ram. 1998. Toward a strong phonological theory of visual word recognition: True issues and false trails. *Psychological Bulletin* 123: 71-99.
- Frost, Ram, Leonard Katz, and Shlomo Bentin. 1987. Strategies for visual word recognition and orthographical depth: a multilingual comparison. *Journal of*

- Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 13: 104-115.
- Hamada, Megumi, and Keiko Koda. 2008. Influence of first language orthographic experience on second language decoding and word learning. *Language Learning* 58: 1-31.
- Han, Feifei. 2015. Word recognition research in foreign language reading: A systematic review. *University of Sydney Papers in TESOL* 10: 57-91.
- Hsiao, Janet H.-w., and Richard Shillcock. 2006. Analysis of a Chinese phonetic compound database: Implications for orthographic processing. *Journal of Psycholinguistic Research* 35: 405-426.
- Jobard, Gaël, Mathieu Vigneau, Gregory Simon, and Nathalie Tzourio-Mazoyer. 2011. The weight of skill: Interindividual variability of reading related brain activation patterns in fluent readers. *Journal of Neurolinguistics* 24: 113-132.
- Liu, Ying, Charles A. Perfetti, and Lesley Hart. 2003. ERP evidence for the time course of graphic, phonological, and semantic information in Chinese meaning and pronunciation decisions. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition* 29: 1231-1247.
- Mcbride-Chang, Catherine, Bonnie W. Y. Chow, Yiping Zhong, Stephen Burgess, and William G. Hayward. 2005. Chinese character acquisition and visual skills in two Chinese scripts. *Reading and Writing* 18: 99-128.
- Paap, Kenneth R., Ronald W. Noel, and Linda S. Johansen. 1992. Dual-route models of print to sound: Red herrings and real horses. *Orthography, Phonology, Morphology, and Meaning*, eds. by Ram Frost, and Leonard Katz, 293-318. Amsterdam: North Holland.
- Pan, Jinger, Ming Yan, Jochen Laubrock, and Hua Shu. 2019. Lexical and sublexical phonological effects in Chinese silent and oral reading. *Scientific Studies of Reading* 23: 1-16.
- Peng, Dan-ling, Guo-sheng Ding, Conrad Perry, Duo Xu, Zhen Jin, Qian Luo, Lei Zhang, and Yuan Deng. 2004. fMRI evidence for the automatic phonological activation of briefly presented words. *Cognitive Brain Research* 20: 156-164.



- Peng, Gang, James W. Minett, and William S.-Y. Wang. 2010. Cultural background influences the liminal perception of Chinese characters: An ERP study. *Journal of Neurolinguistics* 23: 416-426.
- Perfetti, Charles A., Ying Liu, and Li Hai Tan. 2005. The lexical constituency model: Some implications of research on Chinese for general theories of reading. *Psychological Review* 112: 43-59.
- Rayner, Keith. 1998. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychol Bull* 124: 372-422.
- Rayner, Keith, Alexander Pollatsek, Jane Ashby, and Charles Clifton Jr. 2012. *Psychology of Reading*. New York: Psychology Press.
- Rubenstein, Herbert, Spafford S. Lewis, and Mollie A. Rubenstein. 1971. Evidence for phonemic recoding in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 10: 645-657.
- Taft, Marcus, and Fiona Van Graan. 1998. Lack of phonological mediation in a semantic categorization task. *Journal of Memory and Language* 38: 203-224.
- Tamaoka, Katsuo. 1991. Psycholinguistic nature of the Japanese orthography. *Studies in Language and Literature* 11: 49-82.
- Tamaoka, Katsuo, Sachiko Kiyama, and Xiang-juan Chu. 2012. How do native Chinese speakers learning Japanese as a second language understand Japanese kanji homophones? *Writing Systems Research* 4: 30-46.
- Tamaoka, Katsuo. 2015. Processing of the Japanese language by native Chinese. *Handbook of Japanese Psycholinguistics*, ed. by Mineharu Nakayama, 283-332. Berlin: De Gruyter Mouton.
- Tan, Li Hai, and Charles A. Perfetti. 1999. Phonological activation in visual identification of Chinese two-character words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 25: 382.
- Tsai, Jie-li, Chia-ying Lee, Ovid J. L. Tzeng, Daisy L. Hung, and Nai-shing Yen. 2004. Use of phonological codes for Chinese characters: Evidence from processing of parafoveal preview when reading sentences. *Brain and Language* 91: 235-244.
- Van Orden, Guy C. 1987. A ROWS is a ROSE: Spelling, sound, and reading.

- Memory and Cognition* 15: 181-198.
- Wang, Aiping, Wei Zhou, Hua Shu, and Ming Yan. 2014. Reading proficiency modulates parafoveal processing efficiency: Evidence from reading Chinese as a second language. *Acta Psychologica* 152: 29-33.
- Wong, Andus W.-K., Yan Wu, and Hsuan-chih Chen. 2014. Limited role of phonology in reading Chinese two-character compounds: Evidence from an ERP study. *Neuroscience* 256: 342-351.
- Wong, Kin F. E., and Hsuan-chih Chen. 1999. Orthographic and phonological processing in reading Chinese text: Evidence from eye fixations. *Language and Cognitive Processes* 14: 461-480.
- Wong, Yu Ka. 2017. The role of radical awareness in Chinese-as-a-second-language learners' Chinese character reading development. *Language Awareness* 26: 211-225.
- Zhang, Haiwei, and Leah Roberts. 2019. The role of phonological awareness and phonetic radical awareness in acquiring Chinese literacy skills in learners of Chinese as a second language. *System* 81: 163-178.
- Zhou, Wei, Hua Shu, Kevin Miller, and Ming Yan. 2018. Reliance on orthography and phonology in reading of Chinese: A developmental study. *Journal of Research in Reading* 41: 370-391.
- Zhou, Xiaolin, Hua Shu, Yan-chao Bi, and Dong-fang Shi. 1999. Is there phonologically mediated access to lexical semantics in reading Chinese? *Reading Chinese Script: A Cognitive Analysis*, eds. by Jian Wang, Albrecht W. Inhoff, and Hsuan-chih Chen, 135-171. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zhou, Xiaolin, and William Marslen-Wilson. 2000. The relative time course of semantic and phonological activation in reading Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 26: 1245.
- 江新。2008。《對外漢語字詞與閱讀學習研究》。北京：北京語言大學出版社。  
[Jiang, Xin. 2008. *Research on the Learning of Words and Reading in Chinese as a Second Language*. Beijing: Language and Culture University Press.]
- 李秀紅、楊德勝、靜進、鄭娟、羅丹、王馨、李雁芸、黃敏園、張曉嵐。2011。

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

〈粵語與普通話大學生的普通話語音加工〉，《中國心理衛生雜誌》，第25卷第7期，528-532。[Li, Xiu-hong, De-sheng Yang, Jin Jing, Juan Zheng, Dan Luo, Xin Wang, Yan-yun Li, Min-yuan Huang, and Xiao-lan Zhang. 2011. The phonological processing of putonghua by Cantonese and Putonghua speaking university students. *Chinese Mental Health Journal* 25.7: 528-532]

張金橋。2008。《漢語閱讀與習得的認知心理研究》。廣州：暨南大學出版社。  
[Zhang, Jin-qiao. 2008. *Cognitive Psychological Research on Chinese Reading and Acquisition*. Guangzhou: Jinan University Press.]

[審查：2019.10.7 修改：2019.11.19 接受：2020.1.7]

官英華

Ying-Hua GUAN

10610 臺北市和平東路一段 162 號

國立臺灣師範大學華語文教學系暨研究所

Department of Chinese as a Second Language

National Taiwan Normal University

No.162, Sec. 1, Heping E. Rd., Taipei City 10610, Taiwan

yhguan@ntnu.edu.tw

### 附錄 1

改編自閱讀 TOP (Test Of Proficiency-Huayu) 中級閱讀測驗的模擬試題  
一共有三部分。

第一部份為單句試題，一共有10題。以下是兩題試題的範例：

1. 「老張的兒子出國一個星期了，都沒打過半通電話回來，弄得老張心裡七上八下的。」  
(A)老張一直上下爬樓梯。  
(B)老張心裡很著急。  
(C)老張心臟跳了七到八下。  
(D)老張一直想著棒球比賽的第七局上半場和第八局下半場。
2. 「小英已經快氣死了，你別哪壺不開提哪壺。」  
(A)你不要把小英惹得更生氣。  
(B)你不要再把水壺提走。  
(C)你別裝好人了。  
(D)你別拿錯水壺了。

第二部分閱讀測驗為訊息理解題，6大題之下共有9個子題，以下是其中一個的範例：

「未來一週天氣預報」

日期	12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	12/6	12/7
天氣	晴時 多雲	陰天	午後 雷陣雨	大雨 特報	午後 雷陣雨	晴時 多雲偶陣雨	颱風天

1. 請問這個星期有幾天需要帶雨傘或雨衣出門？  
(A)三天      (B)四天  
(C)五天      (D)六天
2. 請問哪一天天氣很糟糕，最好不要出門？  
(A)12/1      (B)12/3  
(C)12/6      (D)12/7

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

第三部份短文閱讀測驗，有5篇短文共計11個子題，以下是其中一個範例：

**澳洲研究：嘮叨對孩子有用，父母要堅持**

馬丁研究了三千多個澳州中學生的學習動機、專心程度、做功課的狀況、出席情形以及在校心情。馬丁說，父母對孩子在功課上的影響比同學大，而同學對孩子的情緒影響比較大。所以，父母千萬不要以為孩子似乎沒聽就放棄嘮叨；事實上，不斷要孩子讀書、關心孩子，對孩子確實有用。

1. 根據這段文章，下面哪一項是對的？
  - (A)同學對孩子的情緒影響比較小。
  - (B)父母對孩子在功課上的影響比同學大。
  - (C)馬丁建議父母不要對小孩嘮叨。
  - (D)父母在功課方面的影響力最小。
2. 馬丁認為父母應該用什麼態度對孩子？
  - (A)不理不睬。
  - (B)不斷要孩子讀書，關心孩子。
  - (C)放棄嘮叨。
  - (D)讓小孩作自己喜歡做的事。

附錄 2

		FFD	GD	RRT	TVT
歐	音同	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	形似 < 形異
	音異	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	形似 < 形異	形似 < 形異
	形似	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著	音同 < 音異	音同 < 音異
	形異	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著	音同 < 音異	音同 < 音異
日	音同	字形效果 不顯著	形似 < 形異	字形效果 不顯著	形似 < 形異
	音異	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	形似 < 形異	形似 < 形異
	形似	音同 > 音異	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著
	形異	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著
中	音同	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著
	音異	字形效果 不顯著	字形效果 不顯著	形似 < 形異	形似 < 形異
	形似	字音效果 不顯著	字音效果 不顯著	音同 < 音異	音同 < 音異
	形異	音同 < 音異	音同 < 音異	音同 < 音異	音同 < 音異

探索歐美、日本與臺灣大學生閱讀漢字詞時，利用字形、字音線索的差異

# **Using Eye-Tracking Experiment to Explore European, Japanese and Taiwanese Students' Processing of Phonological and Orthographic Cues in Chinese Disyllabic Morphemes**

**Ying-Hua GUAN**

**Department of Chinese as a Second Language  
National Taiwan Normal University**

## **Abstract**

This study used an eye-tracking experiment to explore whether first-language background and Chinese proficiency would influence European and Japanese students' online processing of the phonology and orthography of Chinese disyllabic morphemes when reading simple Chinese sentences. These students' reading behaviors were compared with Taiwanese native Mandarin speakers' reading behaviors. An error-disruption paradigm was employed for manipulating the target words in the experiment. The eye-movement data on the target word embedded in each sentence were analyzed by linear mixed models. The result indicated that European students relied both on phonology and orthography for error recovery, but they could only do so in the late stage of word processing. By contrast, Japanese students relied on orthography for error recovery. Students with lower Chinese reading proficiency had longer re-reading time than their counterparts, but how foreign students' Chinese reading proficiency exactly affect their reliance on phonology or orthography during word processing remains unclear and need to be further examined in the future studies.

**Keywords:** Chinese word recognition, error disruption paradigm, eye-tracking experiment, orthography, phonology, reading Chinese as a second language