

雙語與三語效應作用於語言產出： 以錯誤修復及切換耗時差為例*

許秀玲**

中華民國海軍軍官學校

透過兩個實驗，本研究分析錯誤數量、錯誤修復次數及字之間的切換耗時差，探討單、雙及三語者認知控制運用的情況。實驗一探討在 0.7 及 1 秒，單、雙及三語者產字的正確率及錯誤修復的效率是否不同；實驗二為測驗字之間切換時，單、雙及三語者的耗損時間。每個實驗依受試者的語言背景分為 4 組，每組各 10 人。本研究發現：當時間越多，雙及三語者的產字正確率越高，單語者則相反；當時間越多，雙及三語者的修補錯誤效率比單語者高；三語組沒有發生不對稱切換耗時的情況，傾向最能夠有效地運用「語言控制機制」，單語組則是最無效的；在「聲調促發且低轉換嘗試比例」及「音節促發且高轉換嘗試比例」條件，雙／三語者比單語者更能夠有效地運用語言控制機制。此研究揭露時間越多越能突顯雙／三語在認知控制力的優勢。

關鍵詞：雙語、三語、自我修復、切換耗時差、抑制控制力

* 本文奠基於作者101（NSC 101-2410-H-168-007）及107（MOST 107-2410-H-346-002）科技部（原國科會）研究計畫報告。特別感謝參與實驗的受試者、兩位匿名的審查委員與本學刊編輯委員的指教及建議，亦感謝研究助理「蕭千譽」、「石祐承」與「黃銘智」的協助，使本文更趨於完善。

** 通訊作者：bbshally@gmail.com。

1. 前言

本研究探討單語者、雙語者及三語者之間在以下的語言現象中是否有差異：「錯誤數量、一個錯誤需修復幾次才修復成功（本研究稱之『自我修復次數（self-repair time）』）、漢字與漢字之間的『切換耗時差（switch cost）』」，進而了解各個語言組在語言認知控制處理過程的異同。¹

回顧文獻（如Costa et al. 2006, Dijkstra et al. 1998），我們發現這些文獻研究中並無對「同語言字與字之間的切換耗時差」和認知控制力（即「注意力控制（attentional control）」與「抑制控制（inhibitory control）」之間的關係進行深入探究。在這些探討認知控制力研究文獻中，常見的研究方法是採用語言產出的Stroop作業與非語言產出的Simon作業。這些實驗主要是分析「語言與語言之間的切換耗時差」，探討單語者與雙語者之間認知控制力的關係。本研究將採用唸讀實驗（read-aloud task），分析各個語言組在漢字與漢字之間的切換耗時差。

「語言與語言之間切換耗時差」顧名思義是指從一個語言切換到另一個語言需耗損的時間。語言切換耗時差起因是需要「抑制」目前的語言，並去啟動（activate）之前被抑制的語言，亦即使用多少抑制能量去抑制非目標語，若要再重新使用它時，就得花相等力量去啟動它（Costa and Santesteban 2004, Dijkstra et al. 1998, Thomas and Allport 2000, von Studnitz and Green 2002a, 2002b）。語言之間切換的耗時量又分為「對稱」及「不對稱」。對稱的切換耗時差（symmetrical switch cost）是指由L1（第一語言）轉換至L2（第二語言）的時間和L2至L1所消耗的時間一樣，沒有差別；不對稱的切換耗時差（asymmetrical switch cost）則相反。文獻研究指出雙語者在其兩種語言流利度不一致時，則由L1轉換至L2的時間和L2至L1所消耗的時間會不一樣，即非主導（弱勢）語言與主導（強勢）語言之間的切換所需耗費的時間是不對稱的；和強勢語（L1）切換到弱勢語（L2）相較之下，雙語者需要花較長的時間將L2切換至L1。然而，當兩種語言流利度一致時，L1至L2與L2至L1的時間則無差別，這是因為用於抑制這兩個語言

¹ 「漢語」為本研究之語料，其為單語組的「第一語言」或雙語組與三語組的「第二語言」。

的能量一樣 (similar amount of inhibition)，故兩語互相在切換的幅度相對也一樣。然而，Martin-Rhee和Bialystok (2008) 發現：測試字若延遲出現，切換耗時差在單、雙語兩者之間則無顯著性差異，說明切換耗損隨著測試字延遲的時間增加而減少，兩者呈現負相關。

關於認知控制力，很多文獻研究顯示雙語者的認知控制力優於單語者（如Bialystok 2009, Bialystok et al. 2008, Hsu 2014, 2017, 2021）。例如，Bialystok他們（Bialystok et al. 2004）的研究證實了雙語者的「抑制控制」能力優於單語者。他們的研究採用Simon作業（是一個需要抑制控制能力的作業）為實驗方法。此研究發現參與者在執行Simon作業，不管「刺激（stimulus）與回應（response）」是在一致（congruent）或不一致（incongruent）的條件下，雙語者的表現皆比單語者來得好、反應時間比單語者來得快些，表示雙語者受Simon效應影響較少，進一步反映出雙語者的抑制控制能力較單語者好。

根據切換耗時差的研究結果，再加上認知控制力研究的發現（雙／三語者優於單語者），我們不禁提問：「若是在同一語言（漢語）的字與字之間的切換，單、雙及三語者在切換耗損時間上的表現會有差異嗎？即他們的認知控制力的差異是否亦能在『同一語言字與字之間的切換時間』顯露出來」。根據Costa et al. (2006) 的研究發現（雙語者的兩種語言流利度都一致，則切換耗時差是對稱的），我們預測參與本研究的雙語者及三語者在漢字之間的切換耗時差將傾向對稱。²此外，文獻研究指出一個區間（block）包含不同型態的「嘗試（trial）」組合、嘗試出現延遲與否等因素也會造成不同的實驗結果（Bialystok et al. 2006, Martin-Rhee and Bialystok 2008），這些有趣的發現激發我們想更進一步探究另一個問題：若我們將測試字依聲調、音節結構等變數設計實驗區塊，是否單、雙及三語者之間會有不同的表現結果產生。最後，Martin-Rhee和Bialystok (2008) 的研究發現測試字若延遲出現，單、雙語者則無顯著性差異，此令我們欲進一步提問：若我們設定0.7秒及1秒兩種時間的變數，各個語言組在這兩種時間條件下的表現為何？即設定在哪個時間，他們的錯誤數量及錯誤修復次數差異最大。

² 參與本研究的雙語者及三語者在其所習得兩個語言或三個語言的流利度皆一致。

關於自我修復 (self-repair) 與認知之間關係的研究，在過去這三、四十年來，自我修復的議題一直是言談分析 (conversation/discourse analyses) 及認知心理語言學相關的領域相當感興趣且重要的議題之一 (如 Bear et al. 1992, Blackmer and Mitton 1991, Brédart 1991, Good 1990, Kormos 2006, Levelt 1983, Levelt and Cutler 1983, Local 1992, Postma et al. 1990, White 1997)。修復分為自己指出錯誤 (self-initiated) 或他人指出錯誤 (other-initiated) 及自我修復 (self-repair) 或他人修復 (other-repair)。自己或他人指出錯誤是指在說話當下，第一時間發現錯誤時，由自己或其他對話者指出。自我或他人修復是指剛說錯的部份由自己或其他人修正。文獻研究發現「自己指出錯誤加上自我修復 (self-initiated self-repair)」是最常見的型態。此型態更能揭露語言處理的狀態，如學習者語言的流利度、語言注意力系統運作、語言監控 (monitoring) 系統處理過程等 (如 Evans 1985, House 1996, Kasper 1985, Kormos 1999, 2006, Krahnke and Christison 1983, Levelt 1983, 1989, McHoul 1990, O'Connor 1988, Verhoeven 1989)。有鑑於此，本研究將分析自我修復，期望透過分析自我修復次數，更進一步揭露單、雙及三語者之間的認知控制力之差異如何反映於唸讀作業。

最後，將本研究欲探討之三個主要研究議題簡要敘述如下：

1. 單、雙及三語者之間的語言認知控制能力差異是否會反映在其漢語「錯誤」數量上。
2. 單、雙及三語者之間的語言認知控制能力差異是否會反映在其漢語「錯誤的修復次數」上。換言之，單、雙及三語者的「自我修復錯誤次數」是否不同；若是，這差異模式為何？
3. 單、雙及三語者之間的語言認知控制能力差異是否會反映在其漢字之間「切換耗時差」上；亦即單、雙及三語者的字與字間的「切換耗時差」是否呈現顯著性差異；若是，這差異模式為何？

以下我們將回顧上述所提及之相關研究文獻，進而談本研究之重要性。

2. 文獻回顧

從以下2.1及2.2兩小節所回顧的文獻中，我們將發現認知心理語言學領域研究中並無對「同語言字與字之間的切換耗時差」與認知控制力之間關係為何進行深入探究。在這些探討認知控制力研究文獻中，常見的研究方法是採用語言產出的Stroop作業（如唸數字（Numerical Stroop）及圖片唸名（Stroop Picture Naming））與非語言產出的Simon作業、Flanker作業等；在這些實驗中，「反應時間」及「語言間切換耗時差」為兩種最常用來檢測單、雙語者之間的認知控制能力差異的指標（indicator）。

2.1 檢測單及雙語者的認知控制能力差異之方法：反應時間

透過比較單語者與雙語者的「反應時間」，Bialystok et al.（2004）的研究顯示雙語者的抑制控制能力高於單語者。他們的研究使用Simon作業，並發現參與者不管是在「刺激與回應」一致（congruent）或不一致（incongruent）的實驗條件下，雙語者的表現皆比單語者來得熟練，顯示雙語者受Simon效應影響較少，進一步反映出雙語者的抑制控制能力較單語者來得強。Bialystok et al.（2005）以腦磁波（MEG）研究更進一步證實了雙語者處理Simon作業比單語者更有效率。

同樣地，Costa et al.（2008）的研究亦有相似的結果。他們研究採用「注意力聯結測試」（The Attention Network Test（ANT））。參與此實驗的受試者為單語者及語言流利度高的雙語者。此測試分為一致的嘗試（congruent trial）及不一致的嘗試（incongruent trial）。一致的嘗試是指箭頭皆指向同一邊（右邊或左邊）；不一致的嘗試是指旁側箭頭（flanked arrow）與置中箭頭（target arrow）的方向不一致。實驗中參與者必須判斷置中箭頭的方向，是指向右邊抑是指向左邊，例如， $\rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow$ 或 $\leftarrow\leftarrow\rightarrow\rightarrow$ 。其實驗結果顯示：（1）雙語者反應比較快；（2）在不一致的嘗試下，雙語者鮮少受不相關箭頭（旁側箭頭）干擾；（3）雙語者由不一致的嘗試切換到一致嘗試也比較不受影響。整體而言，雙語者在抑制不相干訊息的能力比單語者來得好。

以上文獻我們可以看到反應時間是常用來檢測單、雙語者的認知控制

力差異的指標之一。在下一節，我們將回顧有關「切換耗時差」的研究文獻。

2.2 檢測單及雙語者的認知控制能力差異之方法：切換耗時差

「語言間切換耗時差」意指從一個語言切換到另一個語言所花費的時間，而其起因為需要「抑制」目前的語言並去啟動之前被抑制的語言。語言間切換之耗時差又分為對稱及不對稱。對稱的切換耗時差是指由L1轉換至L2的時間和由L2至L1所耗費的時間一樣，無差別；而不對稱的切換耗時差則有差別。

強勢語與弱勢語之間的切換所需耗費的時間是不對稱的。根據過去文獻研究（如Costa et al. 2006），「不對稱」切換耗時差通常是指相較於強勢語（通常為L1）切換至弱勢語（通常為L2），雙語者需要花較長的時間或費更大力氣才能將L2切換至L1。不對稱的切換耗時差證明「抑制力」的運作：為了讓較弱勢語言能夠順利產製（production），需要更強的抑制能量（amount of inhibition）去抑制較強勢的語言（Meuter and Allport 1999）。因此，「不對稱的切換耗時差」成為一種「抑制力」運作的識別標誌及證據，亦證明了Green（1998a, 1998b）的抑制控制力模式（Inhibitory Control Model（ICM））。根據ICM，「由弱勢語切換至強勢語需花較長時間」的結果是可預期的。根據ICM，此結果的解釋是：因為若雙語者要能夠順利使用弱勢語，則需要花較高的抑制力去抑制強勢語，故若要再從弱勢語切換至強勢語，則得需要再花較多的力氣重新啟動（reactivate）強勢語，亦即需要花較多時間將強勢語從抑制狀態下重新啟動。

Costa和Santesteban（2004）的研究發現兩種語言皆精通的雙語者所表現出來的「語言切換耗時差」的模式與流利度低的雙語者或第二語言學習者不一樣。學者對此提出解釋：當雙語者的兩個語言（L1和L2）流利度不一致時，「不對稱」的切換耗時差就會發生；但若兩個語言的流利度相當時，則會出現「對稱」切換耗時差的現象，這是因為用於抑制這兩個語言的能量是一樣的，故造成兩語互相切換（ $L1 \rightarrow L2$ 或 $L2 \rightarrow L1$ ）的幅度相似，亦即雙語者抑制兩個語言的程度相當（Costa et al. 2006，Meuter and Allport 1999）。同樣地，Costa、Santesteban和Ivanova（2006）的研究亦發現西班牙

—巴斯克兩語流利度高的雙語組在語言切換耗時差呈現「對稱」，而第二語言學習者所呈現的是「不對稱」的型態。

其它相關文獻亦有類似的發現。這些文獻顯示在命名作業（naming task），如，唸數作業（numeral naming）（Jackson et al. 2001）、上階類別詞命名（superordinate naming）³、圖—詞干擾（Meuter 1994）、提示圖片命名法（cued picture naming）（Costa et al. 1999, Hernandez et al. 2001, Kroll and Dijkstra 2002）等，雙語者要由一語言轉換至另一個語言時會變慢，而由較弱勢的L2轉回較強勢的L1時較費時間。⁴例如，Allport et al.（1994）採用Stroop作業為實驗方法，發現當由較弱勢的顏色命名作業（color-naming task）轉至主導的字詞命名作業（word-naming task）所耗損的時間較大。⁵

與單語者相較下，雙語者在一致與不一致嘗試之間切換的時間耗損較小。Costa et al.（2009）在其文章中回顧37篇文獻中指出，大部份研究文獻（25篇）對於一致及不一致的嘗試的排列都是隨機，而這25篇中只有6篇發現雙語者在衝突效應（conflict effect）中佔優勢（bilingual advantage），12篇顯示單、雙語者在總反應時間上有顯著性的差別。Costa他們指出所回顧的這些研究中使用混合一致及不一致的嘗試，雙語優勢有時不見得檢測得出來。因此，Costa他們設計了四種比例版本的區間（block）實驗：（1）8%一致（congruent）、92%不一致（incongruent）；（2）92%一致、8%不一致；（3）75%一致、25%不一致及（4）50%一致、50%不一致。他們的研究結果發現在前兩種版本的反應時間上，雖然單、雙語兩者之間沒有顯著性的差異，但是與8%為一致嘗試的區間相比之下，在92%一致嘗試的區間，一致與不一致嘗試之間的反應時間差（difference）較大。換言之，當在區間

³ 上階及下階類別的例子如「交通工具（上階類別）」對應「汽車、腳踏車、火車（下階類別）」。

⁴ 切換耗時差也發生在理解（comprehension）過程。與不需要做語言轉換的嘗試（non-switch trial）相比，雙語者在需要做語言轉換的嘗試（switch trial）耗費較多的時間去做詞彙的決定（Grainger and Beauvillain 1987, von Studnitz and Green 1997, Thomas and Allport 2000）。

⁵ Allport et al.（1994）所採用的是經典的Stroop顏色命名法（Stroop Color Word Task（“name the word” versus “name the color the word is printed in”））。

中不一致的嘗試減少，衝突效應則增大；Lehle和Hübner（2008）亦有相同的發現。在Costa他們研究的後兩種比例版本，雙語者的反應時間比單語者要來得快，即雙語者在一致與不一致嘗試之間切換的時間耗損量較小。Costa他們的研究亦顯示雙語者各別在轉換嘗試（switch trial）及不轉換嘗試（non-switch trial）都表現得比單語者好；⁶在轉換嘗試與不轉換嘗試之間的切換時間耗損，單語者與雙語者兩組都各有顯著性之差別，但單語者的切換耗時差較大。

由以上所回顧的相關文獻研究，我們可窺探幾乎所有的研究所探討的是「語言與語言之間」的切換耗時差與雙語的關係，關於「同一語言的字與字之間」的切換耗時差目前則無相關研究文獻深入探討，更遑論探究三種語言皆流利之「三語者」的切換耗時差為何。故此研究將探討單、雙及三語者在漢字之間的「切換耗時差」是否有差異，而研究所得之結果可用來與相關文獻研究作比較分析，進而得出單、雙及三語者之認知控制力是否也能在同一語言字與字之間的「切換耗時差」顯露出來。根據Costa和Santestebanb（2004）的研究發現，雙語者的兩種語言流利度都一致，則切換耗時差是對稱的。基於此發現，我們假設本研究的雙語者及三語者在「轉換嘗試」的漢字之間切換耗時差是對稱的。

研究文獻發現切換耗損高或低受「延遲效應（delay effect）」的影響。Diamond et al.（2002）指出測試字若延遲（delay）出現，不相干訊息（misleading cue）的干擾效力會減弱，導致單、雙語兩者之間的差異也會降低。相同地，Martin-Rhee和Bialystok（2008）的研究也支持了Diamond他們的論點。他們研究發現：在「測試項目不延遲出現」的作業或「需要迅速回應」的作業（immediate response task），雙語者不管在一致的嘗試或不一致的嘗試都表現得比單語者好。然而，當測試項目延遲一下出現（a short delay），雙語的優勢就會降低，而在一個較長的延遲（a longer delay）條件中，雙語的優勢則會完全消失。Martin-Rhee和Bialystok（2008）進一步解釋雖然較短的延遲並不會使雙語的優勢完全消失，但是在這兩種延遲的作

⁶ 「轉換嘗試」是指當下嘗試（immediate trial）與之前所接的嘗試（previous trial）是「不同」結構或型態；「非轉換嘗試」是指當下嘗試與之前所接的嘗試是「相同」結構或型態。

業，單、雙語兩組都沒有顯著性的差別，這是因為延長時間夠長，長到可以消除知覺衝突（perceptual conflict）的干擾。根據Martin-Rhee和Bialystok（2008）的研究，我們不禁想提問：若我們設定0.7秒及1秒的時間變數，單、雙及三語組在這兩種時間條件下的表現為何，設定在哪個時間，他們差異性最大。

0.7和1秒的設定主要是奠基於Indefrey和Levelt（2004）的「詞音產出一感知網絡模型（Speech-Word Production and Perception）」。「在此模型，詞一音在輸出前的編碼所需的預估時間如下：在字詞唸讀時，首先選擇擷取目標詞位（lemma retrieval），預估需花費75毫秒→音碼截取（phonological code retrieval）80毫秒→將音段編成音節（syllabification/phonological word）125毫秒→在發音前的語音編碼（phonetic encoding）145毫秒。因此，預估一個字詞唸讀的平均時間「最多」為425毫秒。此模型理論亦假設在音段編成音後，內部語音檢測迴路（internal perceptual loop）會啟動，說話者可以自我感知（self-perceive）自己未說出口的內部語音是否有誤並進一步在內部修正，即在未說出前就進行錯誤修正（covert repair）。因此，若是將音段編成音節後才開始對錯誤自我監測，表示說話者在將一個詞說出口前「至少」還有145毫秒的時間可以修正錯誤。綜合以上文獻研究推論，本研究假設600毫秒（ $425 + 145 = 600$ 毫秒）足以讓說話者至少進行一次的錯誤修正，因此一開始設定在600毫秒（ $425 + 145 = 600$ 毫秒），而非700毫秒（0.7秒）。再者，「時間」為此研究實驗變數之一，故增加1、2及3秒時間為變異數，比較不同組別之間在最短0.6秒至最長3秒之間的差別。在正式實驗前，我們進行了二次小規模之測驗，發現0.6、2及3秒無法辨識出不同語言組之間的差異；更明確地說，單、雙及三語者在0.6秒的錯誤率皆相當高，高於70%，修正錯誤的例子更是少見，故將時間再增加至0.7秒，而2秒及3秒對於說話者而言，時間太長，過長以致無法辨識不同組之間的差別。因此，經文獻理論及二次實測，最後本研究採用0.7和1秒為時間變異數。

根據Martin-Rhee和Bialystok（2008）的研究發現，我們假設時間在0.7秒，受試者因為測試字出現相當快，會增加其錯誤頻率，亦無足夠時間有效地修復錯誤；反觀1秒的變數，受試者會因為時間拉長而增加他們處理錯誤的時間，組別之間的錯誤數量差異將縮小，在修復錯誤上亦表現較好。

然而，有趣的是，由於測驗的目標語是漢語，時間變短似乎對「以漢語為母語的單語者」較具有優勢，但若再加一個變數「請修復錯誤至正確為止（此極需要抑制控制力）」，則結果是否會有所不同。換言之，若以認知控制力而言，雙語及三語者似乎略勝一籌，因為由於時間短促，若沒有在限定時間內完成錯誤修復，勢必會影響下一個測試字的表現，有可能會造成更多的錯誤。因此，結果亦有可能是單語者（以漢語為母語）的錯誤數量反而高於雙／三語者。然而，結果是什麼？以往的文獻研究發現中無法提供我們答案，故本研究的結果對認知控制力及雙語／多語研究領域有一定的貢獻。

過去文獻研究指出一個區間包含不同型態的嘗試組合、嘗試出現延遲與否等因素也會造成不同的實驗結果（Bialystok et al. 2006, Martin-Rhee and Bialystok 2008等），這令我們欲進一步探討另一個問題：若將測試字依聲調、音節結構等變數設計實驗區塊，是否單、雙及三語者的表現在這些不同區塊會有所不同？

2.3 自我修復與認知之間關係的研究

修復分為自己指出錯誤（self-initiated）或他人指出錯誤（other-initiated）及自我修復（self-repair）或他人修復（other-repair），共四種修復型態：self-initiated self-repair、self-initiated other-repair、other-initiated self-repair及other-initiated other-repair。「自己指出錯誤加上自我修復」為最常見的類型。在自我修復研究的文獻中，根據心理語言學機制，「自我修復」至少分為五大類：不同訊息修復（different repair）、⁷概念錯誤修復（conceptual error repair）、適當性修復（appropriateness repair）、錯誤修復（error repair）及隱性修復（covert repair）（Blackmer and Mitton 1991, Brédart 1991, Levelt 1983, 1989, Postma and Kolk 1992, 1993, Postma et al. 1990, van Hest 1996）。⁸

⁷ 不同訊息修復是指原有內容以另一個訊息取代。概念錯誤修復是指說話者選用了一個錯誤想法，而進一步做更正。

⁸ Levelt（1983）又將appropriateness repair分為三類：（1）ambiguity repair（修復造成歧異的詞或句法結構）；（2）appropriate-level repair（將原有訊息內容使用更明確的細節去修復）及（3）coherence repair（修復與原先內容與前句不能連貫之字詞或結構，以另一個

研究文獻顯示自我修復揭露了語言運作過程，如學習者的語言流利度、語言注意力及監控機制處理過程（如Berg 1986, Kormos 1999, 2006, Levelt 1983, 1989, Verhoeven 1989）。例如，Yang（2002）研究兩個不同級數的英語學習者，發現英語流利度低的學習者修復頻率較流利度高的學習者來得高。高流利度的學習者傾向做適當性修復（appropriateness repair），而流利度低的則較偏向使用錯誤修復（error repair）及不同訊息修復（different repair）。O'Connor（1988）分析六位以英語為母語的法語學習者：三位初級及三位高級法語程度。她發現法語流利度低的學習者若說錯時，較常直接修復錯誤；反觀流利度較高的學習者，會以不中斷語言的順暢度為主，若不會造成對話不順暢下，他們才會進行自我修復，故他們修復的層次主要是在言談層次（discourse-level）的修復，而非在較低的語言層次（lower-level linguistic）的修復。⁹這些研究者解釋，造成這些結果主要是因為初級學習者缺乏語言的自動化（automaticity）所致。換言之，當語言能力增加時，語言運作的自動化相對也會提升，因而挪出更多的注意力資源可用於監控語言產出及錯誤修復。這些文獻研究顯示，隨著學習者的第二語言流利度增高，則自動化也會增高，自我修復的語言層次因此也將由基本簡單的語音、字詞提升至較複雜的言談分析。

由以上所回顧的自我修復與第二語言學習之間關係的研究文獻中，我們可以看到其主要是分析「自我修復頻率（frequency of self-repair）、修復的語言單位（如morphological level或discourse level）分佈比例、偏好的修

能連貫前句之字詞或結構取代）。錯誤修復（error repair）又分為詞的修復（lexical repair）、句法修復（syntactic repair）及音的修復（phonetic repair）。而隱性修復則是指說話者未將錯誤說出口，則此錯誤已在語言系統內被監測系統（prearticulatory monitoring）攔截（intercept）並做修正。

⁹ Levelt（1983）提出自我修復基本上需要經過三個階段。第一個階段包含說話者話語的監控以及當說話者偵測到錯誤時，語言流（speech flow）的中斷。Levelt（1983）分析自然語料959筆的自我修復，發現當說話者查覺說錯，他們會馬上中斷接下來想要講的話語，並試著做修復。自我修復的第二個階段的特點是猶豫（hesitation）、中斷（pause），特別是「編輯詞（editing term）」（如uh、er）的使用。第三個階段包含如何做適當的修復，修復的詞需要是與原句有相關聯；語料顯示若「編輯詞」加上適當的修復的第一個詞，聽者則可以將這個修復的部份與原句聯結在一起及決定原來說話者的意思。

復型態（如self-repair）、自我修復各類之間比例（如appropriateness repair、error repair）」與「學習者的認知或語言流利度」的關係。就目前所知，除了Hsu（2014, 2017）的研究，鮮少文獻以「自我修復次數」來深入檢測及探討單、雙與三語者之間認知控制力的差異。有鑑於此，本研究將探討「自我修復次數」是否能反映出單、雙及三語者的認知控制力的差異，以及「自我修復」如何與「時間」變數交互作用。本研究結果將提供未來相關研究做為基礎及對照比較之用。

3. 研究方法

本研究包含兩個實驗。為了避免參與者因疲累而錯誤率提高，實驗一與實驗二非同一天執行。實驗一欲測試的目標字以鼻音結尾與ㄣ、ㄥ和ㄨ為首之漢字為主。實驗一包含0.7秒及1秒時間變數，檢測不同語言組在這兩個時間的設定區間的「錯誤數量及自我修復次數」表現為何。實驗二的設計主要是用來探討不同語言組在「切換耗時差」是否有差異。每個實驗，共有40人參與，依其語言背景分為四組（單語組、閩－漢雙語組、客－漢雙語組、三語組），每組各10人。首先我們先定義何為自我修復次數。

3.1 自我修復次數之定義

依據Levelt（1989, 1993）提出的理論模式，自我修復分為二類：顯性及隱性。顯性修復是指說話者一旦發現「說出口」的話語說錯了，即刻修正錯誤；而隱性修復則是指說話者未將錯誤「說出口」，則此錯誤已在語言系統內被監測系統攔截並做修正了。本研究僅分析「顯性自我修復」的語料及「顯性錯誤被修復幾次才成功」（本研究稱之「自我修復次數」），探討單、雙及三語者是否在修復表現有所不同，這是因為顯性修復是外顯的，說出口的語音可以直接記錄下來。然而，由於隱性修復是隱藏在說話者腦內的語言系統，我們無法「直接」以隱性修復當分析語料來檢測單、雙及三語者是如何做自我修復。顯性修復的例子，請參見例1至例3（為本研究收集之語料）。例子中的星號「*」表示說話者說錯了，大括號「{}」表示說話者做修復的部份，大括號外的數字表示修復的次數。

例1 未完成的自我修復（一次修復）

單語者T： pa* {pan} 1

正確詞： 棒 [paŋ]

例2 完成的自我修復（一次修復）

單語者P： ha* {han} 1

正確詞： 含 [han]

例3 完成的自我修復（二次修復）

單語者S： t^ha* {a} 1 {t^haŋ} 2

正確詞： 湯 [t^haŋ]

3.2 實驗一

3.2.1 受試者

本研究共有40名受試者參與，年齡範圍21至28歲。所有受試者需要有一定的閱讀能力，並且可以無困難地讀出生活中及報章雜誌常用之字詞。¹⁰在實驗前受試者將簽立一份參與實驗知情同意書。受試者依其語言背景分為四組，每組各10人：（1）以漢語為母語之單語組（L1 Mandarin）、（2）L1閩南語－L2漢語雙語組（L1 Southern Min-L2 Mandarin）、（3）L1客語－L2漢語雙語組（L1 Hakka-L2 Mandarin）以及（4）L1客語－L2漢語－L3閩南語三語組（L1 Hakka-L2 Mandarin-L3 Southern Min）¹¹。這四組的母語（即第一語言）為漢語、閩南語或者客語。雙、三語組的第二語言皆為漢語，即漢語為他們第二個所習得之語言。三語組的第三語言為閩南語。所有的雙語者在童年早期時就已經開始習得兩種語言，並於每天生活中持續使用這兩種語言，並完全精通此兩種語言。三語者習得客語與漢語皆在幼兒時

¹⁰ 實驗前，本研究已排除識字障礙之可能的參與者。本研究分析時也已排除在實驗過程中易感到疲倦且注意力難以集中之受試者的實驗數據。

¹¹ L3 Southern Min表示參與者的第三語言為閩南語。

期，但由於台灣語言環境關係，大部份客語者接觸第三語言「閩南語」則較晚；雖然他們學習閩南語較晚，但他們皆於語言習得的關鍵期（12歲前）已經習得。對於所有雙語者或三語者，閩南語或客語是他們在家與父母常使用的對話語言，漢語是他們受教育的語言，他們漢語之流利度與單語者無異。¹²

3.2.2 儀器與錄音

實驗是以E-Prime軟體控制實驗程序。目標字與非目標字則是以14吋螢幕之個人電腦呈現。受試者所唸的語音將以Shure SM10A頭戴式麥克風連接另一台個人電腦，¹³使用Speech Analyzer語音軟體來錄音取得較精確的語音特性的辨識資料。

3.2.3 測試材料與設計

實驗中的目標字主要為以鼻音結尾之字（如甘[kan]與鋼[kɑŋ]）¹⁴及以雙唇塞音ㄗ、上齒下唇擦音ㄘ及舌根擦音ㄢ為首之字（以上三個聲母皆為清音），如撲、夫、戶。以下描述本研究採用這些目標音之原因及設計方式。

共有120個以鼻音結尾之字，以其為目標字是因為它們說溜嘴的現象在生活中很常見（Hsu 2009, 2011）。以鼻音結尾之字，60個以舌尖鼻音[n]

¹² 本研究在實驗前，請受試者填寫個人基本資料及語言背景問卷。語言背景問卷內容主要問題包含幾歲開始習得語言，語言每天使用頻率、自評流利度（分數1至5分，1為最不流利，5為最流利）。完成問卷填寫後，研究者邀請以漢語、閩南語、客語為母語的老師（各一位）對其進行採訪，確認其口語能力（分數1至5分）；採訪主題以生活議題（如平常休閒、興趣等）為主。雙語者的兩種語言流利度需皆高於4分，才會受邀參與接下來的實驗。要尋找「客－漢－閩」三語者不容易（閩－漢－客三語者更難），因此其第三語流利度標準3分以上（第一及第二語言皆需4分以上）即邀請參與實驗。

¹³ 專業錄音用Shure SM10A頭戴式麥克風的特色、功用及使用方式請參見以下網址：http://www.shure.com/idc/groups/tech_pubs/@global_managed/documents/webcontent/us_pro_sm10a_ug.pdf。

¹⁴ 本實驗不採用[in]－[iŋ]與[ən]－[eŋ]兩對之對應韻母（rime）是因為台灣的漢語說話者早已[in]與[iŋ]、[ən]與[eŋ]不分了，其語義解讀來源主要在於它的語境位置（Hsu 2009, 2011, Li 1992）。

結尾、60個以舌根鼻音[ŋ]結尾，例如，穿、船、喘、窗、床、闖。40個干擾字（distracter），以非鼻音結尾之字，如衣、椅、低、底。因有兩個時間變數（0.7秒及1秒），故分為2個主要區間。每個區間共有325個嘗試（即325個漢字）：在每個區間，一開始會有5個嘗試當作練習，不採計其反應時間；每個目標字及干擾字各重複二次。

以ㄗ（[p^h]）、ㄘ（[f]）及ㄙ（[h]）為首的目標字共有132個目標字，45個干擾字，這些干擾字以非ㄗ、ㄘ及ㄙ為首之字，如衣、椅、低、底。以ㄗ、ㄘ及ㄙ為主要的目標音是因為它們的語音特徵相近：（1）ㄗ與ㄘ都以唇[labial]的部位來發音；（2）ㄙ與ㄘ的發音方式相近，皆為磨擦音[fricative]；而（3）ㄙ[fricative]+ㄗ[labial]與ㄘ[fricative, labial]的發音方法及部位皆相近。因此，目標字又細分為三對語音組：（1）[f]—[p^h]、（2）[f]—[h]、（3）[f]—[xw]，故共包含三個區間，總共有22個以[p^h]為首之字、66個以[f]為首之字、22個以[h]為首之字、以及22個以ㄙ+ㄗ[^{xw}]語音組合為首的字，例如，陪、沸、黑、灰。每組各包含44個目標字，15個干擾字。在每個區間一開始會有5個嘗試當作練習（不採計其反應時間），每個目標字（44個）及干擾字（15個）各重複4次。

3.2.4 程序

所有的受試者均在隔音的小房間進行個別施測。在正式實驗前，每位受試者先練習所有的目標字及干擾字，而這些字將以隨機排列的方式列印在A4大小的紙上。練習的目的是因辨識字形非本研究之目的，故為了免去受試者在實驗時費時辨字或誤認字形之困擾，影響實驗結果，受試者將熟練所有目標字。此外，練習的目的也希望受試者能夠熟悉作業過程。

實驗開始，目標字會呈現在螢幕上，電腦螢幕上一次只出現一個字。不管受試者是否回應，每個字停留的時間為0.7或1秒，時間一到，下一個字便會自動出現。每個區間中的每個嘗試的呈現時序如下：首先在螢幕正中央會出現一個十字形「+」的符號，此符號會在螢幕上停留3秒，接著是連續出現5個練習的字，最後出現目標字或干擾字。在區間與區間之間受試者會有5分鐘的休息時間。依照受試者間對抗平衡法（counterbalance），每組10位受試者，隨機安排5位先進行其中一個時間變數，接著再進行另一

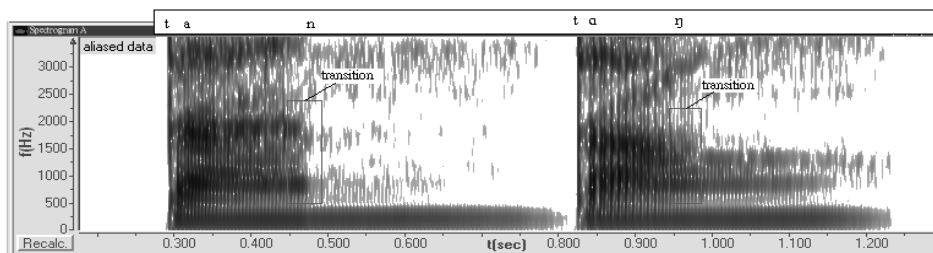
個，另外5位反之。¹⁵實驗進行的同時，受試者的語音會透過頭戴式的麥克風直接傳輸至個人電腦以語音軟體錄音。

3.2.5 語音分析 (Acoustic Measurements)

錄音的語音樣本資料，透過Speech Analyzer語音軟體，將目標字一一切割，並個別儲存於電腦，以便後續辨識確認錯誤的目標音及計算錯誤自我修復的次數。

鼻音(Nasal)語音特性分析：鼻音[n]與[ŋ]為實驗一主要探討的目標音，故如何分辨受試者唸[n]抑是[ŋ]很重要。分辨[n]及[ŋ]主要是透過鼻音與元音之間的「共振峰轉變(formant transition)」走向得知說話者是發[n]或[ŋ](Johnson 1997, Ladefoged 2002, Rogers 2000, Yavas 2006)。鼻音是有聲塞音(voiced stops)，所以發音時聲帶是振動的。像元音與通音(approximant，如[ɹ]、[j]與[w])一樣，鼻音也有共振峰頻率，只是鼻音的共振峰的能量沒有像元音那麼強，振幅也不如元音大。此鼻音能量衰減的現象若與相鄰的元音相互對照，會更形顯著，因此這種能量衰減的現象是辨別鼻音的方法之一。鼻音的第一共振峰(F1)的頻率都非常低(大約在200-500 Hz的位置)。鼻音另一個由聲譜圖上可觀察到的共振峰是第三共振峰(F3)(大約在2,500-3,000 Hz的位置)。然而，鼻音的第二共振峰(F2)的能量相當低，一般在聲譜圖上不易顯現出來。舌尖鼻音[n]與元音間的F2轉變走向是維持水平狀，F3走向則微揚。舌根鼻音[ŋ]與元音間的F2走向往上與F3交集在一起。[n]與[ŋ]音的語音特性請見圖一所顯示的漢語「擔」與「當」字的聲譜圖，圖中也顯示[n]與[ŋ]與元音/a/的F1、F2與F3共振峰的轉變型態。

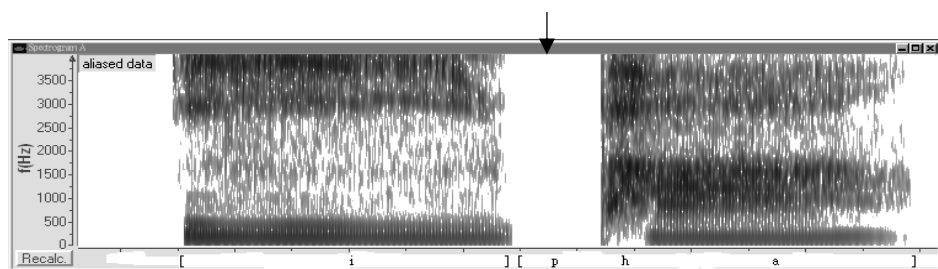
¹⁵ 例如，鼻音四個區間以1秒時間播放完畢，接著是0.7秒。每次不同秒數的設定，字會重新再隨機排列。



圖一 [n]與[ŋ]與元音/a/的F1、F2與F3共振峰的轉變型態

塞音與擦音語音特性分析 (Stop and Fricative)：塞音與擦音的發音方式不同 (manner of articulation)，也就是阻擋氣流方式不同而形成不同的語音特性。

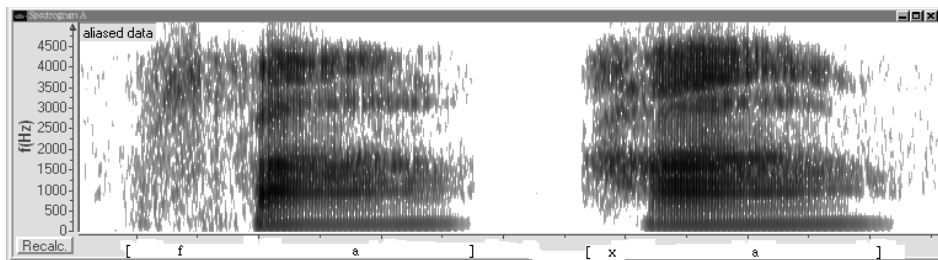
塞音，在發音過程，雙唇或舌頭完全阻擋氣流於聲道，然後氣流一次完全釋放產生「爆破」(burst)。在發塞音時，由於氣流完全受阻，在受阻時是沒有聲音的 (silent)，因而沒有能量產生 (Johnson 1997, Ladefoged 2002, Rogers 2000, Yavas 2006)。此無能量的產生則反應在聲譜圖上。在聲譜圖中，發塞音的時間點是呈現一個空白 (gap)，請見下圖中箭頭所指之處。



圖二 [i-p^ha]的聲譜圖

擦音，在發音過程中，由發音部位移動形成一條狹窄的通道，氣流由這縫隙摩擦通過，而產生混亂的氣流，在聲譜圖上會呈現非週期性的能量。反之，與擦音相鄰的元音則呈現相當規律、具週期性的能量 (Johnson 1997,

Ladefoged 2002, Rogers 2000, Yavas 2006), 請見下圖三[f]與[x]的聲譜圖, 圖中呈現[f]的能量低於[x]。



圖三 「發/fa/」與「哈/xa/」的聲譜圖

3.3 實驗二

3.3.1 受試者

同實驗一。

3.3.2 儀器

大致與實驗一相同。唯一不同的是需要取得反應時間 (reaction latencies)。受試者的反應時間由聲音響應盒 (PsyScope Button Box) 取得, 即透過響應盒感應, 當受試者做出反應後 (即說出字詞), 下一張嘗試會自動出現。

3.3.3 測試材料與設計

實驗中的目標字主要以實驗一的目標字做為基礎, 刪減目標字數及更換部份目標字; 此實驗設計以聲母、韻母及聲調對稱作為標準, 同時亦考量字在日常生活出現的頻率。此外, 此實驗操控的變數之一是嘗試的種類「轉換嘗試 (switch trial) 與非轉換嘗試 (non-switch trial)」。「轉換嘗試」是指當下嘗試之前所接的一組嘗試是「不同」結構或型態; 「非轉換嘗試」是指當下嘗試之前所接的一組嘗試是「相同」結構或型態。例如, 在聲母+韻母 (CV) 為促發 (priming) 的結構中, 一連串目標字「翻帆反

飯椅」，位在「椅」字之前的一組音節結構皆為「聲母+韻母」，而「椅」是母音，故「椅」為「轉換嘗試」，但「翻帆反飯」在此區間則為「非轉換嘗試」。

以鼻音結尾之字共有60個目標字，30個以舌尖鼻音[n]結尾，30個以舌根鼻音[ŋ]結尾；以ㄗ ([p^h])、ㄘ ([f]) 及 ㄙ ([h]) 為首的目標字共有70個，又細分為3對語音組：(1) [f]–[p^h]、(2) [f]–[h]、(3) [f]–[hw]。此外，安排音節僅含母音做為促發之目標字，如一、衣、椅、意。

實驗是根據促發效應 (prime effect) (即慣性反應 (habitual response)) 來設計目標字的排列 (Martin-Rhee and Bialystok 2008)，共包含五個區間。每個區間的嘗試數目不同，區間1至5分別為240、180、250、273與164個嘗試，並且在每個區間，一開始會有5個嘗試當作練習，不採計其反應時間，故五個區間共有1132個嘗試 (見表一)。表一中的百分比 (%) 表示「轉換嘗試」佔某區間的總嘗試的比例。轉換嘗試佔每個區間的比例由9%至15%，與Costa et al. (2009) 研究設計的8%不一致的嘗試接近。本研究如此設計是因為根據Costa他們的研究 (2009) 發現指出在不一致的嘗試佔8%的區間，一致與不一致嘗試之間的反應時間差 (switch cost) 較大，而Lehle和Hübner (2008) 也提到區間中不一致的嘗試越少，衝突效應增大。

表一 區間的「轉換嘗試」與「非轉換嘗試」排列
(□正方框內的目標字為「轉換嘗試」)(因篇幅限制僅列舉部份)

聲調促發效應 (鼻音結尾之目標字)		
區間1 (240個 目標字； 25 (10%) 個轉換嘗 試)	目標字 出現次數	排列方式
	第1次	3個字 (一聲-三聲-四聲) 為一組×12組 (=36字) →4個字 (一聲-□聲-三聲-四聲) 為一組×6組 (=24字) → (至第二次)
	第2次	3 (一-□-四) ×6→4 (一-□-三-四) ×3→ 3 (一-□-四) ×6→4 (一-□-三-四) ×3→ (至第三次)
	第3次	3 (一-□-四) ×3→4 (一-□-三-四) ×2→ 3 (一-□-四) ×3→4 (一-□-三-四) ×2→

		3 (一- <u>三</u> -四) ×3 → 4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×3 → 4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → (至第四次)
	第4次	3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 1 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 1 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 1 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 (結束)
	實驗內容 例子	山閃扇(一聲-三聲-四聲)傷賞上單膽蛋當黨蕩班板半 幫綁棒詹展站章掌仗甘感幹剛港槓觀管罐光廣逛(共 12組) → 翻帆反飯(一聲-二聲-三聲-四聲)方房訪放灣玩晚 萬歡環緩換汪王網忘荒黃謊晃(共6組) → 山閃扇傷賞上單膽蛋當黨蕩班板半幫綁棒(一-三- 四) → 灣玩晚萬歡環緩換汪王網忘(一-二-三-四) → 詹展站章掌仗甘感幹剛港槓觀管罐光廣逛(一-三- 四) → 荒黃謊晃灣玩晚萬歡環緩換(一-二-三-四) → 單膽蛋當黨蕩班板半 → 翻帆反飯方房訪放(一-二-三-四) → 山閃扇傷賞上幫綁棒(一-三-四) → 翻帆反飯方房訪放(一-二-三-四) → 當黨蕩班板半幫綁棒(一-三-四) → ...
區間2 (字組內 聲調對 換: 180 個目標 字; 26 (14%) 轉換嘗 試)	第1次	3字(一聲-三聲-四聲) ×4組 → 3字(一聲- <u>四</u> 聲-三聲) ×2組 → 4字(一聲- <u>二</u> 聲-三聲-四聲) ×3組 → 3字(一聲- <u>三</u> 聲-四聲) ×4組 → 4字(一聲- <u>四</u> 聲-二聲-三聲) ×3組 → 3字(一聲- <u>三</u> 聲-四聲) ×2組 → (至第二次)
	第2次	3 (一- <u>四</u> -三) ×2 → 4 (一- <u>二</u> -三-四) ×2 → 3 (一- <u>四</u> -三) ×2 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 4 (一- <u>四</u> -二-三) ×2 → 3 (一- <u>三</u> -四) ×2 → 3 (一- <u>四</u> -三) ×2 → 4 (一- <u>三</u> -二-四) ×2 →

		3 (一- <u>四</u> -三) ×2	→ (至第三次)
	第3次	3 (一- <u>三</u> -四) ×2→4 (一- <u>四</u> -二-三) ×1→ 3 (一- <u>三</u> -四) ×2→4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1→ 3 (一- <u>三</u> -四) ×2→4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1→ 3 (一- <u>三</u> -四) ×2→4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1→ 3 (一- <u>三</u> -四) ×2→4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1→ 3 (一- <u>三</u> -四) ×2→4 (一- <u>二</u> -三-四) ×1 (結束)	
音節促發效應 (鼻音結尾之目標字)			
區間3 (254個 目標字； 28 (11%) 個轉換嘗 試)	第1次	3個字 (聲母加韻母 (CV)) (一-聲-三聲-四聲) 為一組 ×12組 → <u>母音</u> →4個字 (CV) (一-聲-二聲-三聲-四聲) 為一組 ×6組 → <u>母音</u> → (至第二次)	
	第2次	3 (一-三-四) ×6→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×3→ 3 (一-三-四) ×6→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×3→ (至第三次)	
	第3次	3 (一-三-四) ×3→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×2→ 3 (一-三-四) ×3→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×2→ 3 (一-三-四) ×3→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×1→ 3 (一-三-四) ×3→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×1→ (至第四次)	
	第4次	3 (一-三-四) ×2→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×1→ 3 (一-三-四) ×2→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×1→ 3 (一-三-四) ×2→ <u>母音</u> →4 (一-二-三-四) ×1→ 3 (一-三-四) ×2→ <u>母音</u> →1 (一-二-三-四) ×1→ 3 (一-三-四) ×2→ <u>母音</u> →1 (一-二-三-四) ×1→ 3 (一-三-四) ×2→ <u>母音</u> →1 (一-二-三-四) ×1 (結束)	
	實驗內容 例子	山閃扇傷賞上單膽蛋當黨蕩班板半幫綁棒詹展站章掌 仗甘感幹剛港槓觀管罐光廣逛 → <u>衣</u> → <u>翻</u> 帆反飯方房訪放灣玩晚萬歡環緩換汪王網忘 黃荒晃 → <u>椅</u> → <u>山</u> 閃扇傷賞上單膽蛋當黨蕩班板半幫綁棒 → <u>屋</u> → <u>詹</u> 展站章掌仗甘感幹剛港槓觀管罐光廣逛 → <u>意</u> → <u>汪</u> 王網忘荒黃荒晃翻帆反飯方房訪放	

		→ <u>五</u> → <u>方</u> 房訪放翻帆反飯灣玩晚萬歡環緩換 → <u>矮</u> → <u>單</u> 膽蛋傷賞上山閃扇 → <u>吳</u> → <u>當</u> 黨蕩班板半幫綁棒 → <u>物</u> → <u>方</u> 房訪放翻帆反飯 → <u>宜</u> → <u>灣</u> 玩晚萬歡環緩換
聲調促發效應（以ㄣ、ㄘ及ㄌ為首之目標字）		
區間4 （273個 目標字； 25 （9%） 個轉換嘗 試）	目標字 出現次數	排列方式
	第1、2次	（ㄘ與ㄣ） 3字為一組×6組×2次（連續重複2次數）→ 4字為一組×2組×2次（連續重複2次數）→
	第3次	3字×6組→4字×2組→
	第4次	4字×2組→3字×6組→（至ㄘ與ㄌ）
	第1次	4字×4組→3字×2組→
	第2次	3字×2組→4字×4組→
	第3次	3字×2組×2次→4字×2組→（至ㄘ與ㄌ）
	第1次	3字×2組×2次→4字×4組→
	第2次	3字×2組→4字×4組→
	第3次	3字×2組→4字×4組（結束）
	實驗內容 例子	（ㄘ與ㄣ） 翻煩販攀盤判飛肥沸胚陪配封逢奉烹朋碰翻煩販 攀 <u>判</u> 盤飛沸肥胚配陪封奉逢烹碰朋 → <u>夫</u> 服府父撲葡普瀑夫服府父撲 <u>瀑</u> 葡普 → <u>翻</u> 販煩攀判盤飛沸肥胚 <u>陪</u> 配封奉逢烹朋碰 → <u>撲</u> 葡普瀑夫服府父 <u>夫</u> 服服父撲 <u>葡</u> 普瀑 → <u>飛</u> 沸肥胚配陪封奉逢烹 <u>朋</u> 碰翻煩販攀盤判 →（至ㄘ與ㄌ） → <u>番</u> 凡 <u>反</u> 范夫膚福婦鼾寒喊漢忽湖虎護 → <u>封</u> 逢 <u>鳳</u> 哼衡橫封逢鳳哼衡橫 → <u>番</u> 凡 <u>反</u> 范夫膚福婦鼾寒喊漢忽湖虎護 → <u>封</u> 鳳逢哼衡橫封逢鳳哼 <u>橫</u> 衡 → <u>鼾</u> 喊寒漢忽 <u>湖</u> 虎護番凡反范夫膚福婦

		→ (至ㄘ與ㄌ) → 封馮奉轟紅鬨封馮奉轟紅鬨 → 飛肥匪費灰回悔會方房訪放荒黃謊晃 → 封奉馮轟鬨紅 → 方訪房放荒黃謊晃飛肥匪費灰回悔會 → 轟鬨紅封馮奉 → 飛費肥匪灰回悔會方放房訪荒黃謊晃
音節促發效應（以ㄨ、ㄘ及ㄌ為首之目標字）		
區間5 （164個 目標字； 24 （15%） 轉換嘗試）	第1次	3字為一組×6組→4字為一組×2組→
	第2次	4字×2組→3字×6組→ (至ㄘ與ㄌ)
	第1次	4字×4組→3字×2組→
	第2次	4字×4組→3字×2組→ (至ㄘ與ㄌ)
	第1次	4字×4組→3字×2組→
	第2次	4字×4組→3字×2組（結束）
	實驗內容 例子 （僅含 母音之 音節隨機 插入）	（ㄘ與ㄌ） 翻煩販攀盤判飛肥沸 → 衣 → 胚 陪配封逢奉烹朋碰 → 屋 → 夫 服府父撲葡普瀑夫服府父 → 屋 → 撲葡普瀑翻煩販 → 椅 → 攀盤判飛肥沸胚陪配封逢奉 → 椅 → 烹朋碰 → (至ㄘ與ㄌ) → 番凡反范夫膚福婦軒寒喊漢 → 愛 → 忽 湖虎護 → 封逢鳳哼衡橫... → (至ㄘ與ㄌ) → 飛肥匪費灰回悔會 → 意 → 方 房訪放荒黃謊晃 → 封馮奉轟紅鬨...

3.3.4 程序

實驗二的實驗程序大致上和實驗一相同。主要差別在於實驗二，連續5個練習的字出現後不會出現干擾字，出現的都是目標字。

4.1 實驗一：錯誤數量及自我修復次數

實驗一為探究不同語言組之間在錯誤數量及錯誤修復執行效率是否有差異。我們透過描述統計、獨立樣本T檢定（Independent-Samples T-Test）及單因子變異數分析（one-way ANOVA）分析四組語言組內部及各組之間在錯誤數量及錯誤修復次數是否具顯著性。統計資料呈現如下：

表二 錯誤的平均數及標準差

語言組	0.7秒		1秒		0.7 vs. 1	0.7 vs. 1
	錯誤數量	錯過字之數量	錯誤數量	錯過字之數量	錯誤數量 <i>P</i> 值	錯過字之數量 <i>P</i> 值
單語	29.25 (5.66)	3.75 (2.44)	45.50 (9.13)	3.50 (2.17)	.000*	.812
閩－漢	41.14 (6.21)	28.00 (10.42)	26.00 (4.51)	3.75 (5.45)	.006*	.000*
客－漢	45.00 (10.42)	25.25 (6.69)	34.43 (4.72)	7.28 (3.37)	.082	.000*
三語	42.86 (10.94)	14.86 (7.00)	26.38 (7.04)	5.50 (3.31)	.001*	.001*

註：錯過字是指未唸讀出來（跳過）的字；括號為標準差（SD）。

由上表可以看到三組語言組在ㄅ、ㄆ、ㄇ的錯誤率各為0.6%和0.2%（單）、0.3%和0.5%（閩）、0.6%和0.5%（客）；在ㄋ、ㄌ、ㄍ的錯誤率各為48.3%和12.4%（單）、6.1%和7.6%（閩）、2.6%和3.4%（客）。不同於客語，閩南語語音系統不包含ㄍ。根據第一語言效應（L1 transfer）文獻研究的結果假設：閩南語受試者將ㄍ誤發成ㄆ/ㄇ會多於客語者。然而，我們進一步仔細檢視分析本研究的實驗資料發現閩南語者此類錯誤並無多於客語者。另外，由表我們可以發現單語者在鼻音錯誤的方向多為ㄋ→ㄌ，而閩南語者及客語者沒有明顯方向性，即在ㄋ→ㄌ及ㄌ→ㄋ的錯誤表現相當（雖然比例上ㄌ→ㄋ的錯誤率稍微高了一點）。

然而，以上這些問題已超過本論文主要探討的研究問題範疇（即（1）ㄍ發成ㄆ及ㄆ發成ㄍ何者比例高與（2）閩南語者此類錯誤是否多於客語者的兩個問題非本研究的焦點）。因此，本文不深入探討此議題（相關文獻可參閱Hsu 2009, 2011）。

表二統計顯示在不同的時間控制下，組內及組間的實驗結果不盡相同。

組內的錯誤數量：單語者在0.7秒的字詞唸讀表現優於1秒。有趣的是，其他三組語言組皆與單語者表現相反，其在1秒表現優於0.7秒。統計顯示在錯誤數量上，當時間為0.7秒時，單語者字詞說錯數量少，卻在1秒時，說錯數量增加了1.56倍之多 ($p < .05$)；閩－漢雙語者及三語者在1秒的表現明顯地優於0.7秒 ($p < .05$)；然而，客－漢雙語者在0.7秒及1秒兩時間變數的表現無顯著性差別 ($p > .05$)。在錯過字之數量，單語者不管在0.7秒或1秒時間皆無顯著性差別。然而，其他三組在1秒錯過的字之數量比0.7秒明顯降低很多（減少幅度由6.18倍至7.79倍）。

整體而言，這結果顯示了單語者與其他語言組（即雙語者及三語者）在處理語言上是有差異的。如前文獻發現，雙／三語者抑制干擾的控制力優於單語者；更精確地說，雖然此優勢並未見於0.7秒的唸讀作業中，但顯現在1秒的條件下。一方面，這統計結果顯露了雙／三語者所習得的語言同時啟動，導致雙／三語者比單語者需要花更多的注意力資源（attentional resource）去抑制干擾（0.7秒能使用的注意力資源有限），而隨著時間變長（1秒條件），可用的注意力資源量相對變得更充裕，在這情況底下，雙／三語優勢也隨之顯現於實驗數據。另一方面，這統計結果透露出當時間越長時（資源越多時），單語者反而無法「有效」運用這些資源去處理語言的產出，亦即因為當時間越多，受試者有可能看到「目標字」的更多細節，拆解字的組成部份，而非將字視為「整體」來看，這表示干擾源會更多，因此當時間越多時，相對也需要更高的抑制控制力（Chen 2003, Eriksen and St. James 1986）。此結果亦進一步顯示雙／三語者對資源及控制力的運用比單語者來得有效。

組間的錯誤數量：在0.7秒條件下，四組語言組中，單語組表現最好，產生的錯誤最少，平均29.25筆；而其它三組表現相似（閩－漢：41.14、客－漢：45、三語：42.86）。然而，在1秒時，單語組反而在四組中錯誤最多，45.50筆；有趣的是閩－漢組（26.00）與三語組（26.38）平均錯誤幾乎相等，而客－漢組居中（34.43筆）。錯過字之數量：在0.7秒，單語組錯過的字數最少（3.75），接下來是三語組（14.86）、客－漢組（25.25），閩－漢組最多（28.00）；在1秒，單語（3.50）錯過最少的字，接下來是閩－漢組（3.75）

及三語組 (5.5)，客－漢組最多 (7.28)。透過單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 進一步顯示，在0.7秒，四組不管在錯誤或錯過字之數量都達顯著 ($p<.05$)，表示四組在唸讀字的精準度表現不同外，可用注意力資源也有差別 (見表三)。在1秒，四組僅在錯誤數量達顯著 ($F(3, 36) = 5.991$, $MSE = 837.208$, $p<.01$)，表示四組在唸讀字的精準度表現有所不同，但在錯過字數上無顯著 ($p>.05$)。我們再進一步執行配對比較法 (Bonferroni法)，可以更清楚看到每組彼此間的差異是否呈現顯著性 (見表四)。

表三 單因子變異數分析

		自由度 (組間)	平均平方和	<i>F</i> 值	顯著性 (<i>p</i> 值)
0.7秒	錯誤數量	3	498.677	6.671	.001*
	錯過字之數量	3	1230.564	23.626	.000*
1秒	錯誤數量	3	837.208	5.991	.002*
	錯過字之數量	3	30.945	2.181	.107

註：星號「*」表示顯著。

表四顯示Bonferroni法的事後比較檢定結果。由表四，我們可以看到在0.7秒條件下，錯誤數量，單語組與其它三組皆呈現顯著性 ($p<.05$)，雙及三語組彼此間皆無顯著性；在錯過字之數量，除了兩組雙語組不顯著，其餘各個配對組別皆呈現顯著性 ($p<.05$)。在1秒，錯誤數量，單語與閩－漢及三語組皆呈現顯著性 ($p<.05$)，其餘組別間皆無顯著性 ($p>.05$)；在錯過字之數量，四組彼此之間皆無顯著性差別 ($p>.05$)。

表四 事後比較檢定 (Post hoc tests) : Bonferroni法

		錯誤數量		錯過字之數量	
		語言組	顯著性 (<i>p</i> 值)	語言組	顯著性 (<i>p</i> 值)
0.7秒	單語	閩－漢	.024*	閩－漢	.000*
		客－漢	.001*	客－漢	.000*
		三語	.007*	三語	.009*
	閩－漢	客－漢	1.000	客－漢	1.000
		三語	1.000	三語	.001*
	客－漢	三語	1.000	三語	.013*
1秒	單語	閩－漢	.004*	閩－漢	1.000
		客－漢	.260	客－漢	.185
		三語	.005*	三語	1.000
	閩－漢	客－漢	.717	客－漢	.258
		三語	1.000	三語	1.000
	客－漢	三語	.818	三語	1.000

註：星號「*」表示顯著。

以上這些統計結果顯示了在0.7秒，整體而言，單語者在產字精確度上優於雙語及三語者，但在1秒，單語者的表現劣於閩－漢雙語者及三語者。在0.7秒，錯過字的數量，單語者表現優於其它三組，這或許隱含單語者在產製字詞的當下，可用的注意力資源多於其它三組，這可能因為單語者產製漢語的自動化程度比雙語或三語者來得高，¹⁷加上雙、三語者需抑制來自第一語言的干擾，需耗費了不少資源。反觀，在1秒的條件，時間較充裕下，可用資源增加，四組在錯過的字數表現上，則無顯著性的差別；此統計結果似乎顯示雙語和三語的優勢 (bilingual/trilingual advantage) 於1秒條件下開始浮現。有趣的是在1秒條件下產製字詞的精準度，閩－漢雙語者及三語者卻優於單語者，此完全不同於0.7秒條件下的結果。若以雙／三語優

¹⁷ 自動化越高，可用的注意力資源越多 (DeKeyser 1997, Robinson 1997)。

勢理論來解釋1秒條件的結果，因為閩－漢雙語者及三語者認知控制力（導向目標的注意力及抑制干擾的控制力）優於單語者，故在精準度表現比單語者好；然而，為什麼客－漢雙語者與單語者一樣，其表現比閩－漢雙語者及三語者來得差，我們推測這或許和參與者的第一語言和第二語言之間語音系統相似程度有關，但這仍需未來研究再進一步深入探究釐清。

接下來我們將分析四組在修復錯誤的表現。統計資料如下：

表五 錯誤修復次數及單因子變異數分析

語言組	修復次數平均		單因子變異數分析（1秒） ¹⁸			
	0.7秒嘗試	1秒嘗試	自由度	平均平方和	<i>F</i> 值	<i>p</i> 值
單語組	1.00 (.00)	1.15 (.13)				
閩－漢	1.00 (.00)	1.00 (.00)	3	.052	11.304	.000*
客－漢	1.00 (.00)	1.02 (.04)				
三語組	1.00 (.00)	1.00 (.00)				

註：星號「*」表示顯著；括號為標準差（SD）。

表五顯示在0.7秒條件下，四組在錯誤修復次數（即要修復一筆錯誤需花費幾次才成功）的表現一樣，但在1秒，雙、三語者在錯誤修復次數表現比單語者來得好。在1秒條件下，四組中單語組花費最多力氣進行錯誤修正（每一個錯誤平均花費1.15次），閩－漢雙語組及三語組花費最少力氣（平均修正1次即成功）。單因子變異數分析進一步顯示這四組在1秒條件修復次數有顯著性差別（ $F(3, 36) = 11.304, MSE = .052, p < .01$ ）。將數據再進行事後比較檢定分析，由表六可以看到單語者的表現與其它三組各別有顯著性的差別（ $p < .05$ ），雙語組及三語組彼此之間皆無顯著性的差別（ $p > .05$ ）。

¹⁸ 由於在0.7秒，四組的數據皆是1，無差別性，平均平方和為0，故統計無法跑出*F*及*p*值。

表六 Bonferroni法事後比較檢定

		錯誤數量	
		語言組	顯著性 (p 值)
1秒	單語	閩－漢	.000*
		客－漢	.001*
		三語	.000*
	閩－漢	客－漢	1.000
		三語	1.000
	客－漢	三語	1.000

註：星號「*」表示顯著。

由以上統計結果，我們可以看到在0.7秒，單、雙及三語者表現一樣。然而，在1秒的條件下，單語組在修復錯誤上，比其它三組所花費的力氣要多，而雙語組及三語組花費修復的力氣一樣。這結果顯示了當時間越長（至少在1秒條件下），越能突顯出雙語與三語的優勢，使得雙、三語者在修補錯誤上比單語者來得有效率。這樣的結果與前文獻（Diamond et al. 2002, Martin-Rhee and Bialystok 2008）的發現不一致。Diamond et al. (2002) 指出測試字延遲出現會減弱不相干訊息的干擾效力，故單語者和雙語者之間的差異也會大大地降低。Martin-Rhee和Bialystok (2008) 的研究發現在一個測試字需要迅速回應條件下，雙語者的高度認知控制力讓他們表現比單語者表現來得好，但當一個測試字延遲一下才出現的時候，雙語者的優勢會降低，而在一個較長的延遲中，雙語者的優勢則完全消失了。Martin-Rhee和Bialystok (2008) 進一步解釋雖然較短時間的延遲並不會使雙語的優勢完全消失，但是在這兩種延遲的作業，單、雙語兩組都沒有顯著性的差別，這是因為延長時間夠長，長到可以消除知覺衝突 (perceptual conflict) 的干擾。要解釋本研究結果與前文獻的不一致，可能的原因之一是作業型態特質 (task type and characteristic) 的不同：以往文獻使用非語言認知作業 (perception task)，而本研究則採用語言產出作業 (production task)。

由以上統計數據顯露了雙／三語優勢反映在錯誤數量及自我修正錯誤上，但數據也透露出並非在所有條件下雙語及三語優勢皆會出現，而是在某些條件下，這些優勢才會出現。在1秒條件下，雙語者及三語者在製產字詞的精準度之表現優於單語者，此發現與以往相關研究發現一致（如 Bialystok et al. 2004），但在0.7秒條件則沒有發現雙／三語優勢。根據相關的抑制控制力文獻，與單語者相較之下，雙、三語者的抑制控制力較高（如 Bialystok et al. 2005, Hsu 2014, 2017）。因為較高的抑制控制力，雙、三語者能夠較有效抑制之前的回應（previous response）的干擾，產生較少的錯誤。在實驗一，受試者一次只能從電腦上看到一個漢字，因此無法預先在腦內（internal speech）編輯接下來的漢字。在這個實驗，若要在語言產出作業表現好的話，則需要有效地抑制之前回應之干擾，才能降低錯誤的次數。由於此實驗對抑制能力的需求較大，故受試者若有較高的抑制控制力，相對在此實驗中表現較好。如同本研究發現，雙、三語者在1秒條件下的錯誤比單語者少，這隱含了在時間較長（資源較充足下），雙、三語者在抑制控制力的優勢才會顯現。

雙／三語優勢效應亦作用於錯誤修正。文字抑制控制是修正錯誤時所需之關鍵要素，又雙、三語者之抑制控制力高於單語者，故雙、三語者在錯誤修復表現優於單語者（在1秒條件下）。本研究顯示並非所有錯誤第一次就能成功地修正；亦即，有些錯誤，當受試者修正時，不能有效阻擋之前的反應（或錯誤）之影響，導致無法第一次就完成修正。此發現顯示出當受試者修正錯誤時，他們必須能有效抑制之前的反應，才能正確地修正錯誤，故執行錯誤修正時，對抑制控制力的需求相當高。因此，當受試者企圖修正錯誤時，首要工作是他們必須能夠有效抑制之前反應再次出現或抑制其干擾；否則，相同或相似的錯誤會再次出現，如同以下的例子。

例4 修正錯誤一次成功

三語者I：	hu*	{fu} 1
目標字：	府	

例5 修正錯誤第二次才成功

雙語者Y： p^han-kwan* {p^han} 1 {p^han-kwan} 2

目標字： 旁觀

例6 修正錯誤第二次才成功

單語者W： hwei* {hei} 1 {fei} 2

目標字： 沸

例4可以看到說話者I第一次修正時就成功。然而，在例5，Y將「旁」說成「p^han」，第一次修正時沒有成功，再次重覆同一個錯誤「p^han」，第二次修正才正確地說出目標字「旁」。同樣的情況也發生在例6，W第一次修正時，發了一個「hei」的字，和原先錯誤「hwei」相似，第二次修正才正確地說出目標字「沸」。在後兩者例子，我們可以看到雖然說話者試圖修正一個錯誤，但是他們無法有效壓抑之前錯誤（即「p^han」或「hwei」）之干擾，導致相同或類似錯誤又再次發生。因雙、三語者在抑制控制力的優勢，使其在錯誤修復上比單語者來得更有效率，平均一次即能修正成功。

在此實驗，我們發現不同語言組在0.7及1秒不同時間條件下，產製漢字的正確率及執行錯誤修復的效率有顯著性的差異：（1）當時間越多（至少在1秒時間），雙語者及三語者在語言產出正確率上表現越好，而單語者則相反；（2）當時間越多（1秒），雙語者與三語者在修補錯誤比單語者來得好。此實驗發現激發我們欲進一步探討是否單、雙及三語者在「不同字的組合排列」下，字與字之間切換的時間耗損是否有所差別，故執行實驗二。

4.2 實驗二：切換耗時差

實驗二為探討不同語言組之間的字與字切換耗損的時間是否有顯著性的差異。我們使用描述統計、獨立樣本T檢定（Independent-Samples T-Test）及單因子變異數分析（one-way ANOVA）各別進行組內及組間的差異比較。

我們透過T檢定分析每組語言組內的「字與字之間切換耗損時間差（difference）」是否具有顯著性。表七呈現每組在五個區間的字與字之間的

切換耗損時間差的平均值及T檢定的 p 值，即「轉換嘗試」之字的平均時間減去「非轉換嘗試」字的平均時間，表中細格內的每個數值以毫秒為單位。

表七 切換耗時差：轉換嘗試字與其前之字（非轉換嘗試字）的平均時間差

語言組	區間				
	1	2	3	4	5
單語	97.29 (.021*)	-13.98 (.802)	-43.95 (.429)	92.28 (.046*)	94.48 (.050*)
閩－漢	-46.46 (.548)	-33.48 (.640)	-23.53 (.757)	100.64 (.045*)	-2.01 (.977)
客－漢	-44.13 (.603)	-43.18 (.586)	192.10 (.031*)	124.13 (.042*)	-52.07 (.535)
三語	17.88 (.829)	101.18 (.263)	-20.55 (.809)	69.52 (.250)	12.42 (.835)

註：括號為 p 值；星號「*」表示顯著（ $p<.05$ ）。

在表七，負數（以負符號「-」呈現）表示每組語言組在這些區間，轉換嘗試的字與「其前」字之間的轉換時間（即不同聲調間或不同音節結構間切換所耗費之時間），時間無增加（耗損），反而減少。為了更易解讀四組組內的切換耗時差的模式。在表七，灰色區塊則顯示字與字之間的切換時間有顯著的差別，時間切換皆呈現顯著性的耗損。我們將表七數值轉譯成文字呈現切換耗時差出現與否，如見表八。

表八 不對稱切換耗時現象：轉換嘗試字與非轉換嘗試字之平均時間差

區間	1	2	3	4	5
單語組	*有 (+)	無 (-)	無 (-)	*有 (+)	*有 (+)
閩－漢雙語組	無 (-)	無 (-)	無 (-)	*有 (+)	無 (-)
客－漢雙語組	無 (-)	無 (-)	*有 (+)	*有 (+)	無 (-)
三語組	無 (+)	無 (-)	無 (-)	無 (+)	無 (+)

註：星號「*」表示顯著（ $p<.05$ ）；括號（+）為時間耗損；（-）表示時間無耗損。

實驗二設計使用聲調轉換與音節結構（CV與V結構）的轉換；基於促發效應，我們假設在聲調或音節結構轉換時，會造成切換耗時差。表八顯示雖然不是所有的區間都與我們預期的一樣，僅有部份產生切換耗損，但由此我們也發現相當有趣的現象。在表八中，我們可以看到三語組，不管在哪個區間都沒有產生切換耗時差的現象，似乎不受促發效應影響，支持了Costa和Santestebanb（2004）的「對稱」切換耗時差的研究；其它三組語言組在「區間4」都有切換耗時差的現象。區間4測驗字以「ㄣ、ㄟ及ㄞ為首」，而與之對應為以「鼻音結尾」為目標字的區間1，兩區間皆主要是用來檢測「聲調」的改變是否促發切換耗時差。從統計數據顯示以「ㄣ、ㄟ及ㄞ為首」的區間4，四組語言組中就有三組皆受到「聲調變化（如1聲→2聲→3聲→4聲）」及「轉換嘗試字比例」之促發效應影響，導致他們在唸讀轉換嘗試字的時間增加。區間4的轉換嘗試字佔區間所有字的9%，是五個區間中最低的。本研究的實驗結果支持以往文獻研究：根據Costa他們研究（2009）發現指出在不一致的嘗試佔8%的區間，切換耗損的時間差較大，而Lehle和Hübner（2008）也有類似的發現。然而，以「鼻音結尾」的區間1，僅有單語組產生促發效應，雙語組及三語組皆無促發效應。以上結果透露出單、雙及三語每組組內對於字與字之間的轉換時間表現是有差異的：和單語者及三語者相比，雙語者對字首（區間4）比對字尾（區間1）的促發效應較敏感，顯露出語言處理在首要位置的語言元素（如音節首、韻腳核心）與結尾／非核心位置有所不同。研究文獻指出字首位置比字尾更顯著（onset more salient than coda）（Beckman 2004，Kiparsky 1988），此「首位優先效應（Initial Privilege Effect）」解釋了本研究的雙語者在字與字切換的表現結果。

綜觀以上的統計結果，以四組語言組的組內差而言，三語組似乎最能夠有效地運用「語言產出及控制機制」，完全沒有發生不對稱切換耗時的情況，而單語組則是最無效運用控制力機制，五個區間中，三個區間呈現顯著性的切換耗時差，亦即由「非轉換嘗試字」至「轉換嘗試字」時間增加了；兩組雙語組的抑制控制力運用居中。

我們進一步透過單因子變異數分析（one-way ANOVA）比較四組語言組之間的差異是否呈現顯著性（見表九）。

表九 切換耗時差：單因子變異數分析

	自由度 (組間)	平均平方和	<i>F</i> 值	顯著性 (<i>p</i> 值)
區間1	3	45802.358	10.618	.000*
區間2	3	44638.272	8.180	.000*
區間3	3	123676.237	10.670	.000*
區間4	3	5088.524	1.641	.197
區間5	3	38059.942	8.375	.000*

註：星號「*」表示顯著。

表九顯示四組語言組之間的表現差異，除了在區間4沒有呈現顯著性的差別之外 ($F(3, 36) = 1.641, MSE = 5088.524, p > .05$)，在其它四個區間皆呈現顯著性的差別 ($p < .05$)，揭露四組語言組在此四個區間的切換字與字之間的時間耗損有所不同，即在抑制控制力表現有所差異。針對此四個區間的語言組，我們再進一步執行組間配對比較法 (Bonferroni法)，更清楚看到每組彼此之間的差異是否呈現顯著性，如表十。

表十 事後比較檢定 (Post hoc tests)：Bonferroni法

		語言組	顯著性 (<i>p</i> 值)
區間1	單語	閩－漢	.000*
		客－漢	.000*
		三語	.062
	閩－漢	客－漢	1.000
		三語	.210
	客－漢	三語	.251
區間2	單語	閩－漢	1.000
		客－漢	1.000
		三語	.008*

語言組		顯著性 (<i>p</i> 值)
區間3	閩－漢	客－漢 .717
		三語 1.000
	客－漢	三語 .001*
	單語	閩－漢 1.000
		客－漢 .000*
		三語 1.000
區間5	閩－漢	客－漢 .000*
		三語 1.000
	客－漢	三語 .001*
	單語	閩－漢 .019*
		客－漢 .000*
		三語 .048*
	閩－漢	客－漢 .487
		三語 1.000
	客－漢	三語 .236

註：星號「*」表示顯著。

表十顯示Bonferroni法的事後比較檢定結果。由表十，我們可以看到在區間1，單語組與兩組雙語組（閩－漢及客－漢）的差別皆呈現顯著性（ $p < .05$ ）；在區間2，單語組與三語組的差別呈現顯著性（ $p < .05$ ）；在區間3，客－漢組與另外三組（單語組、閩－漢組及三語組）各別呈現顯著性的差別；在區間5，單語組與其他三組語言組彼此之間的差別皆呈現顯著性（ $p < .05$ ）。

以上統計結果顯露了單、雙及三語者之間在不同區間的「抑制控制力」表現有所差別。在區間1，兩組雙語者在抑制（以鼻音結尾的字）聲調的促發效應比單語者來得好（閩－漢：-46.46毫秒、客－漢：-44.13毫秒 < 單：97.29毫秒），顯示雙語者的抑制力優於單語者，且能更有效地運用此控制力。在區間2（14%轉換嘗試比例高於區間1的10%），單語者在字與字切換

之時間差的表現優於三語者（單：-13.98毫秒＜三：101.18毫秒）。在區間3，客－漢雙語者的表現「不如」另外三組來得好（客－漢：192.10毫秒＜單：-43.95毫秒、閩－漢：-23.53毫秒、三：-20.55毫秒）。在區間5，單語者的表現「不如」另外三組來得好（單：94.48毫秒＜閩－漢：-2.01毫秒、客－漢：-52.07毫秒、三：12.42毫秒）。這些「字與字切換耗時差」的結果揭露了在不同條件下（即聲調排列、音節結構排列、轉換嘗試比例、首音及尾音的變化），這四組語言組在運用「語言控制機制」處理語言上不盡相同。根據文獻（Meuter and Allport 1999），「不對稱的切換耗時差」證明了抑制力的運作：為了讓較弱勢語言能夠順利產出，對於越強勢的語言，需要更強的抑制力去壓抑其干擾。因此，不對稱的切換耗時差成為抑制力效力存在的證據。依據Green（1998a, 1998b）的抑制控制力模式（ICM），「由弱勢語切換至強勢語需花較長的時間」，此結果是可預測的。ICM對此結果的解釋是：若雙語者要能夠有效使用弱勢語時，則需要花「較高的抑制力」去抑制較強勢的語言，故若要再由弱勢語轉至強勢語，則得需要再花同等的力氣去啟動強勢語，即需要花較多時間將強勢語從抑制狀態下重新啟動。在本研究，不對稱切換耗時差則指「促發效應」越強，為了順利產出「轉換嘗試字」時，需要更強的抑制力去壓抑促發字（非轉換嘗試字），這反映於時間長短上；換言之，轉換嘗試字活化（activate）強度和非轉換嘗試字不一樣，故為了能成功產出活化較弱的轉換嘗試字，需花較強抑制力或較多時間去抑制活化較強的非轉換嘗試字。由以上統計資料顯露出雙語及三語的優勢出現在「聲調促發效應且較低的轉換嘗試比例」（區間1）及「音節促發效應且較高的轉換嘗試比例」（區間5），亦即在區間1及5的條件下，與單語者相較之下，雙語者及三語者能夠有效地運用「語言產出及控制機制」。

5. 結論及未來研究建議

本研究進行了兩個實驗，探討單、雙及三語者的語言認知控制力的差異是否反映在唸讀作業上。實驗一旨在於測驗單、雙及三語者在語音錯誤數量及修復錯誤時是否有差異；實驗二主要探究字與字之間切換時，不同

語言組之耗損時間的差別為何。實驗一結果發現當時間越多，雙、三語者在認知控制力的優勢越能突顯出來，雙、三語者更能有效地分配注意力資源於各個測驗字上及有效地運用抑制控制力，降低了錯誤率並更有效地修正錯誤。此外，實驗二的反應時間的統計結果更進一步顯露出在不同條件下，雙語者及三語者在字與字之間轉換的模式不同於單語者。

本研究僅探討兩種時間條件，未來研究可以延伸至其它時間變數（如不限時間）。再者，本研究的兩個實驗以21至28歲的青壯年為研究對象，未來我們可以進一步研究孩童及老年人在這些不同實驗條件下的表現是否與青壯年一樣。

引用文獻

- Allport, Alan, Elizabeth Styles, and Shulan Hsieh. 1994. Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. In Carlo Umiltà and Morris Moscovitch (eds.), *Attention and Performance 15: Conscious and Nonconscious Information Processing*, 421-452. Hillsdale, Michigan: Erlbaum.
- Bear, John, John Dowding, and Elizabeth Shriberg. 1992. Integrating multiple knowledge sources for detection and correction of repairs in human-computer dialog. *Proceedings of the Association for Computational Linguistics*, 56-63.
- Beckman, Jill. 2004. Positional faithfulness. In John McCarthy (ed.), *Optimality Theory in Phonology: A Reader*, 310-342. Oxford: Blackwell.
- Berg, Thomas. 1986. The problem of language control: Editing, monitoring and feedback. *Psychological Research* 48.3: 133-144.
- Bialystok, Ellen. 2009. Bilingualism: The good, the bad, and the indifferent. *Bilingualism: Language and Cognition* 12.1: 3-11.
- Bialystok, Ellen, Fergus Craik, Raymond Klein, and Mythili Viswanathan. 2004. Bilingualism, aging, and cognitive control: Evidence from the Simon task. *Psychology and Aging* 19.2: 290-303.
- Bialystok, Ellen, Fergus Craik, Cheryl Grady, Wilkin Chau, Ryouhei Ishii, Atsuko Gunji, and Christo Pantev. 2005. Effect of bilingualism on cognitive control in the Simon task: Evidence from MEG. *NeuroImage* 24.1: 40-49.
- Bialystok, Ellen, Fergus Craik, and Jennifer Ryan. 2006. Executive control in a modified anti-saccade task: Effects of aging and bilingualism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 32.6: 1341-1354.
- Bialystok, Ellen, Fergus Craik, and Gigi Luk. 2008. Cognitive control and lexical access in younger and older bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 34.4: 859-873.

- Blackmer, Elizabeth, and Janet Mitton. 1991. Theories of monitoring and the timing of repairs in spontaneous speech. *Cognition* 39.3: 173-194.
- Brédart, Serge. 1991. Word interruption in self-repairing. *Journal of Psycholinguistic Research* 20: 123-138.
- Chen, Zhe. 2003. Attentional focus, processing load, and Stroop interference. *Perception and Psychophysics* 65.6: 888-900.
- Costa, Albert, Michelle Miozzo, and Alfonso Caramazza. 1999. Lexical selection in bilinguals: Do words in the bilingual's two lexicons compete for selection? *Journal of Memory and Language* 41.3: 365-397.
- Costa, Albert, Mireia Hernández, and Núria Sebastián-Gallés. 2008. Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task. *Cognition* 106.1: 59-86.
- Costa, Albert, Mireia Hernández, Jordi Costa-Faidella, and Núria Sebastian-Galles. 2009. On the bilingual advantage in conflict processing: Now you see it, now you don't. *Cognition* 113.2: 135-149.
- Costa, Albert, and Mikel Santesteban. 2004. Lexical access in bilingual speech production: Evidence from language switching in highly proficient bilinguals and L2 learners. *Journal of Memory and Language* 50.4: 491-511.
- Costa, Albert, Mikel Santesteban, and Iva Ivanova. 2006. How do highly proficient bilinguals control their lexicalization process? Inhibitory and language-specific selection mechanisms are both functional. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 32.5: 1057-1074.
- DeKeyser, Robert. 1997. Beyond explicit rule learning: Automatizing second language morphosyntax. *Studies in Second Language Acquisition* 19.2: 195-221.
- Diamond, Adele, Natasha Kirkham, and Dima Amso. 2002. Conditions under which young children CAN hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology* 38.3: 352-362.

- Dijkstra, Ton, Henk van Jaarsveld, and Sjoerd Ten Brinke. 1998. Interlingual homograph recognition: Effects of task demands and language intermixing. *Bilingualism: Language and Cognition* 1.1: 51-66.
- Eriksen, Charles, and James D. St. James. 1986. Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception and Psychophysics* 40.4: 225-240.
- Evans, Mary. 1985. Self-initiated speech repairs: A reflection of communicative monitoring in young children. *Developmental Psychology* 21.2: 365-371.
- Good, David. 1990. Repair and cooperation in conversation. In Paul Luff, Nigel Gilbert and David Frohlich (eds.), *Computers and Conversation*, 133-150. London: Academic Press.
- Grainger, Jonathan, and Cécile Beauvillain. 1987. Language blocking and lexical access in bilinguals. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 39.2: 295-319.
- Green, David. 1998a. Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition* 1.2: 67-81.
- _____. 1998b. Schemas, tags and inhibition. Reply to commentators. *Bilingualism: Language and Cognition* 1.2: 100-104.
- Hernandez, Arturo, Mirella Dapretto, John Mazziotta, and Susan Bookheimer. 2001. Language switching and language representations in Spanish-English bilinguals: An fMRI study. *NeuroImage* 14.2: 510-520.
- House, Juliane. 1996. Developing pragmatic fluency in English as a foreign language. *Studies in Second Language Acquisition* 18.2: 225-252.
- Hsu, Hsiu-ling. 2009. *A Study of Nasals in Coda Positions: Mandarin Slips and Taiwanese L2 English*. Kaohsiung, Taiwan: NKNU dissertation.
- _____. 2011. The emergence of an unmarkedness effect in Mandarin speech errors: Nasals in a coda position. *Language and Speech* 54.3: 307-340.

- _____. 2014. Effects of bilingualism and trilingualism in L2 production: Evidence from errors and self-repairs in early balanced bilingual and trilingual adults. *Journal of Psycholinguistic Research* 43.4: 357-379.
- _____. 2017. The interaction between the effects of bilingualism and cross-language similarity in balanced and imbalanced bilingual adults' L2 Mandarin word-reading production. *Journal of Psycholinguistic Research* 46.4: 935-962.
- _____. 2021. Cognitive control in older Minnan-Mandarin and Hakka-Mandarin bidialectal adults: Advantages in Stroop-type tasks. *Lingua* 253: Article 103041.
- Indefrey, Peter, and Willem Levelt. 2004. The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition* 92: 101-144.
- Jackson, Georgina, Rachel Swainson, Ross Cunnington, and Stephen Jackson. 2001. ERP correlates of executive control during repeated language switching. *Bilingualism: Language and Cognition* 4.2: 169-178.
- Johnson, Keith. 1997. *Acoustic and Auditory Phonetics*. Cambridge: Blackwell.
- Kasper, Gabriele. 1985. Repair in foreign language teaching. *Studies in Second Language Acquisition* 7.2: 200-215.
- Kiparsky, Paul. 1988. Phonological change. In Frederick Newmeyer (ed.), *Linguistics: The Cambridge Survey, Vol. I*, 363-415. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kormos, Judit. 1999. Monitoring and self-repair in L2: Review article. *Language Learning* 49.2: 303-342.
- _____. 2006. *Speech Production and Second Language Acquisition*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Krahnke, Karl, and Mary Ann Christison. 1983. Recent language research and some language teaching principles. *TESOL Quarterly* 17.4: 625-649.
- Kroll, Judith, and Ton Dijkstra. 2002. The bilingual lexicon. In Robert Kaplan (ed.), *Handbook of Applied Linguistics*, 301-324. Oxford: Oxford University Press.

- Ladefoged, Peter. 2002. *Vowels and Consonants: An Introduction to the Sounds of Languages*. Malden, MA: Blackwell.
- Lehle, Carola, and Ronald Hübner. 2008. On-the-fly adaptation of selectivity in the flanker task. *Psychonomic Bulletin and Review* 15.4: 814-818.
- Levelt, Willem. 1983. Monitoring and self-repair in speech. *Cognition* 14.1: 41-104.
- _____. 1989. *Speaking: From Intention to Articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- _____. 1993. Language use in normal speakers and its disorders. In Gerhard Blanken, Jiirgen Dittmann, Hannelore Grimm, John Marshall and Claus Wallesch (eds.), *Linguistic Disorders and Pathologies*, 1-15. Berlin: de Gruyter.
- Levelt, Willem, and Anne Cutler. 1983. Prosodic marking in speech repair. *Journal of Semantics* 2.2: 205-217.
- Li, Wen-Chao. 1992. *Four Mergers in the Mandarin Finals of the Speech of Taipei*. Oxford: Oxford University Master's thesis.
- Local, John. 1992. Continuing and restarting. In Peter Auer and Aldo Di Luzio (eds.), *The Contextualization of Language*, 273-296. Amsterdam: John Benjamins.
- Martin-Rhee, Michelle, and Ellen Bialystok. 2008. The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition* 11.1: 81-93.
- McHoul, Alec. 1990. The organization of repair in classroom talk. *Language in Society* 19.3: 349-377.
- Meuter, Renata. 1994. *Language Switching in Naming Tasks*. Oxford: UOO dissertation.
- Meuter, Renata, and Alan Allport. 1999. Bilingual language switching in naming: Asymmetrical costs of language selection. *Journal of Memory and Language* 40.1: 25-40.

- O'Connor, Nadine. 1988. Repairs as indicative of interlanguage variation and change. In Thomas Walsh (ed.), *Georgetown University Round Table in Languages and Linguistics 1988: Synchronic and Diachronic Approaches to Linguistic Variation and Change*, 251-259. Washington, D.C.: Georgetown University Press.
- Postma, Albert, and Herman Kolk. 1992. The effects of noise masking and required accuracy on speech errors disfluencies and self-repairs. *Journal of Speech and Hearing Research* 35.3: 537-544.
- _____. 1993. The covert repair hypothesis: Prearticulatory repair processes in normal and stuttered disfluencies. *Journal of Speech and Hearing Research* 36.3: 472-487.
- Postma, Albert, Herman Kolk, and Dirk-Jan Povel. 1990. On the relation among speech errors, disfluencies and self-repair. *Language and Speech* 33.1: 19-29.
- Robinson, Peter. 1997. Generalizability and automaticity of second language learning under implicit, incidental, rule-enhanced, and instructed conditions. *Studies in Second Language Acquisition* 19.2: 223-247.
- Rogers, Henry. 2000. *The Sounds of Language: An Introduction to Phonetics*. New York: Longman.
- Thomas, Michael, and Allan Allport. 2000. Language switch costs in bilingual visual word recognition. *Journal of Memory and Language* 43.1: 44-66.
- van Hest, Ema. 1996. *Self-repair in L1 and L2 Production*. Tilburg, the Netherlands: Tilburg University Press.
- Verhoeven, Ludo. 1989. Monitoring in children's second language speech. *Second Language Research* 5.2: 141-155.
- von Studnitz, Roswitha, and David Green. 1997. Lexical decision and language switching. *International Journal of Bilingualism* 1.1: 3-24.

- _____. 2002a. Interlingual homograph interference in German-English bilinguals: Its modulation and locus of control. *Bilingualism: Language and Cognition* 5.1: 1-23.
- _____. 2002b. The cost of switching language in a semantic categorization task. *Bilingualism: Language and Cognition* 5: 241-251.
- White, Ronald. 1997. Back channeling, repair, pausing and private speech. *Applied Linguistics* 18.3: 314-344.
- Yang, Liuqun. 2002. The effect of English proficiency on self-repair behavior of EFL learners. *Shandong Foreign Languages Journal (Shandong Waiyu Jiaoxue)* 4: 74-76.
- Yavas, Mehmet. 2006. *Applied English Phonology*. Malden, MA: Blackwell.

[2021年8月23日收稿；2021年11月28日修訂稿；2021年12月28日接受刊登]

許秀玲

海軍軍官學校應用外語系

bbshally@gmail.com

The Effects of Bilingualism and Trilingualism on Language Production: Evidence from Error-Correction and Switch Cost

Hsiu-Ling HSU
R.O.C. Naval Academy

Through two experiments, this study explored the differences in cognitive control among monolinguals, bilinguals, and trilinguals in a read-aloud task in terms of the number of errors, self-repair attempts, and switch cost. Experiment 1 explored speakers' performance on the language accuracy and the efficiency of self-repair in 0.7 seconds and 1 second. Experiment 2 examined speakers' switch-cost performance in switch trials and non-switch trials. Each experiment included four language groups, 10 for each. There are four main findings: when more time was given, bilinguals and trilinguals incurred fewer errors relative to monolinguals; when more time was available, bilinguals and trilinguals outperformed monolinguals in repairing errors; the trilinguals utilized the language control mechanism most effectively among the four groups, bringing about the absence of the switch cost, whereas the monolinguals employed it least effectively; and bilingual and trilingual advantages emerged under the conditions of 'tone priming effect and fewer switch trials' as well as 'syllable-structure priming effect and more switch trials.'

Key words: bilingualism, trilingualism, self-repair, switch cost, inhibitory control