

工作記憶與華語理解能力之相關性*

朱我芯
國立臺灣師範大學
華語文教學系

陳宗穎
國立中正大學
語言學研究所

林東毅
(比利時)
根特大學
語言學系

摘要

「工作記憶」是重要的認知機制之一，掌管資訊的即時儲存與處理。本文探討工作記憶對華語聽力、閱讀表現的影響，實驗對象為 71 名大學國際生，先以閱讀廣度測驗評估其工作記憶能力；而後以聽力、閱讀測驗測量其華語理解能力，並考察四種推論複雜度對工作記憶負擔的影響。實驗資料以三因子變異數分析及線性迴歸統計分析後發現，中級華語階段，工作記憶與閱讀表現有顯著正相關，但與聽力無甚相關；至於高級華語階段，工作記憶對閱讀、聽力的影響則不顯著。當推論複雜度提高時，對中級與高級的理解表現都形成負面影響，中級組得分下滑尤其顯著。本文據此針對中級華語教學發展了強化工作記憶的活動，並提出在學習內容中降低推論複雜度的多種方法。

關鍵詞：對外華語教學 工作記憶 推論理解 聽力理解 閱讀理解

1. 前言

有關認知機制對第二語言 (second language, L2，以下簡稱二語) 或外語 (foreign language, FL) 學習的影響，向來是學者關注的重點，也是探究語言能力傾向 (language aptitude) 的關鍵問題 (Carroll 1962; Chan, Skehan, and Gong 2011; Skehan 2002)。各種認知機制中，「工作記憶」(working memory, WM)

* 本研究感謝教育部「邁向頂尖大學計畫」、科技部「跨國頂尖研究中心計畫」(MOST 104-2911-I-003-301)、科技部專題研究計畫 (MOST 103-2410-H-003-130)，及國立臺灣師範大學「華語文與科技研究中心」支持。

在二語學習過程所扮演的角色，近年頗受學界重視，但在對外華語教學領域卻少有探究，本文因而以在臺灣主修華語的大學國際生為對象，探究工作記憶能力差異對華語理解表現的影響，並據此設計強化工作記憶及避免工作記憶過度負擔的教學方法。

1.1 工作記憶對語言習得的影響

「工作記憶」是重要的認知機制之一，同時掌管資訊的短期記憶與即時處理。工作記憶與「短期記憶」略異，工作記憶不僅能即時「儲存」資訊，還具有即時「處理」資訊的功能，因而對於學習的影響比短期記憶更為重要。

諸多研究已證實，工作記憶影響母語習得，比如，工作記憶所發揮的音韻記憶能力，與孩童字彙能力的發展呈正相關 (Adams and Gathercole 1996; Avons, Wragg, Cupples, and Lovegrove 1998; Baddeley et al. 1998; Gathercole and Baddeley 1990)；在母語習得過程中，工作記憶也是閱讀能力與口說流利度的信賴指標 (Daneman 1991; Daneman and Carpenter 1980; Engle, Cantor, and Carullo 1992; Friedman and Miyake 2004; Swanson and Berninger 1995; Waters and Caplan 1996)。

上述工作記憶對母語習得影響的研究方法，近年亦應用於二語或外語的學習研究。諸多心理語言學實驗已證實，工作記憶能力對二語的字彙、閱讀、口語等能力發展確實有所影響，比如，在字彙方面，工作記憶能力較高的學習者，特別是音韻記憶能力較強者，在字彙學習方面具有顯著優勢 (Baddeley et al. 1998; Cheung 1996; Speciale, Ellis, and Bywater 2004)；亦有研究指出，閱讀理解表現與工作記憶能力顯著相關 (Alptekin and Erçetin 2009, 2010, 2011; Leeser 2007; Rai, Loschky, Harris, Peck, and Cook 2011; Walter 2004)；另在口語表達方面，亦受工作記憶能力的影響 (Fortkamp 1999; Gilabert and Muñoz 2010; Li 2013; Mackey, Adams, Stafford, and Winke 2010; McDonough and Mackey 2006; O'Brien, Segalowitz, Collentine, and Freed 2006; Payne and Whitney 2002)。至於工作記憶與文意理解 (sentence processing) 之間是否確有關聯，則尚有爭議 (Dussias and Piñar 2010; Juffs 2004, 2005, 2006; Just, Carpenter, and Keller 1996)。

1.2 工作記憶對華語學習的影響尚待探究

華語已是當今世界的重要語言，但有關華語作為二語或外語 (Chinese as a second/foreign language, CSL/CFL) 的認知識題，研究卻仍少見，以致無法

與英語作為二語或外語 (English as a second/foreign language, ESL/EFL) 的研究發現進行對比，以此考察不同語言所受認知層面的影響差異。

英語及其他印歐語系的學習研究，已確認工作記憶對二語學習的重要性，如西班牙語的二語學習 (Sagarra and Herschensohn 2010)，及德語的二語學習 (Van den Noort et al. 2006) 等等，然而，華語的語言特質與印歐語系顯著不同，其習得過程所受工作記憶的影響可能有所差異。茲以書寫系統與句法結構為例，說明華語與印歐語系的語言特質差異。在書寫系統方面，華語屬於字本位 (character-based) 的書寫系統，每個漢字部件（如部首）皆含有特殊語意或音韻特徵 (Perfetti and Zhang 1995; Tan and Perfetti 1999)，如此繁複的資訊，可能對二語學習者造成額外的工作記憶負擔¹，因此，工作記憶對華語作為二語的學習有何影響，未必能直接套用印歐語系的研究結果。在句法結構方面，根據語言類型學的研究，華語與英語在句法層面上屬於兩類截然不同的語言類型 (Huang, Li, and Li 2009; Li and Thompson 1981)。英語是主詞顯著 (subject-prominent) 的語言，每個句子的必要構成條件之一為主詞 (subject)，基本結構是主詞加動詞片語，即使是已提及的資訊，仍需使用代名詞指涉，主詞不可省略。華語則為主題顯著 (topic-prominent) 的語言，主詞並非構成句子的要件，基本的句子結構是由指涉主題的名詞片語加上對此主題所做的評論或描述所組成 (topic-comment)，主詞在漢語句法中並不具實質意義，且若代名詞的指涉在上下文或情境中相當清楚，代名詞常可省略，亦即常出現語言學家所謂的“pro-drop”（詞語省略）現象。由於華語在上述書寫系統、句法結構等方面，與英語及其他印歐語系的差異頗多，因此，工作記憶對華語學習的影響，未必能直接套用印歐語系的研究結果。

為補對外華語領域的工作記憶研究缺口，本文透過實證方法，探究工作記憶與華語學習之間的關聯性，並提出教學方法建議，希冀以此啟發華語教師與學習者重視認知特質的個別差異，並運用適切方法強化工作記憶，提升華語學習成效。

¹ 不同語系的母語者，在華語學習歷程中感受的負擔不一，比如，漢字部件的特殊語意或音韻特徵，對於母語為拼音字母書寫系統的學習者而言，特別易於形成負擔，因為學習者必須將不熟悉的繁複書寫資訊對應至語言資訊。Chikatsu (1996)、Mori (1998) 曾對母語為字母拼音書寫系統的日語學習者進行研究，發現他們與漢字系統的母語者所採取的日語學習策略有所不同，此研究成果可旁證本注釋所謂不同語系母語者的華語學習負擔不一。

2. 文獻探討

本研究探討工作記憶對華語學習的影響，相關文獻主題包括：工作記憶定義及運作模組、工作記憶測量方法、工作記憶及語言習得、工作記憶及二語教學建議。以下分為四小節彙整其要，並比較各家論點。

2.1 工作記憶定義及運作模組

工作記憶是大腦中的一套即時認知程序，掌管容量有限的暫存記憶空間，並即時處理複雜的語言資訊，比如語言的理解、推論等。工作記憶的功能有如大腦工作平台，在極短時間內（約僅數秒），可將少量的資訊儲存於此工作平台，並加以處理（理解）。然而，工作記憶並不同於短期記憶，因為工作記憶不僅涉及記憶力，更是一種即時認知系統，在資訊暫存的同時，亦可處理資訊，是能兼顧資訊儲存與處理的一套認知系統。

有關工作記憶的運作系統說明，最具代表性的是 Baddeley and Hitch (1974) 提出的模組概念。他們認為，工作記憶的模組元素包括一個「中央執行系統」(central executive)，負責整合來自輔助系統的訊息，以及三個輔助系統，分別是：「音韻迴路」(phonological loop)，負責語音和口語聽覺訊息的臨時儲存；「視覺空間模板」(visuo-spatial sketchpad)，負責整合視覺、空間、動覺等信息，並予儲存；「事件緩衝器」(episodic buffer)，負責將輔助系統的短期記憶與長期記憶訊息整合成完整事件，且能即時儲存事件訊息。(Baddeley 2000; Baddeley 2003; Baddeley and Hitch 1974)。

2.2 工作記憶測量方法

最常見的工作記憶測量方式，為「工作記憶廣度測驗」(working memory span task)，可分為「簡單式」、「複合式」兩種類型 (Juffs and Harrington 2011)，前者僅評估短期記憶能力，後者則同時評估短期記憶與訊息的即時處理能力，兩者詳說如下。

「簡單式」工作記憶測驗，主要測量短期記憶能力，常見的測量方法為「單字／數字記憶」測驗。測量時，先給受測者看或聽一組互無關聯的字彙或數字，而後要求他們回憶這些字彙或數字。施測時從兩個字彙／數字的題組開始，而後接著三個字彙／數字的記憶，依此進行到最多（通常為六個）字彙／數字的題組。

「複合式」工作記憶測驗，不僅測量上述的短期記憶，亦同時測量資訊的即時處理能力，因此增加了一項認知負擔的任務，最常見的是考察句子理

解力的「閱讀廣度任務」(reading span task, RST)，其實施方法，是由受測者唸出句子，並且記住句末尾字(句子的最後一個字)，受測者每唸完一組句子，須回憶說出該句組中每一句的句末尾字。有些版本的「閱讀廣度任務」，還額外要求受測者判斷句子的語義是否合理，或文法是否正確 (Alptekin and Erçetin 2009, 2011; Leeser 2007; Walter 2004; Waters and Caplan 1996; Waters, Caplan, and Hildebrandt 1987)。

以上測量工作記憶的兩種方法，學者已廣為應用於母語及二語習得研究，成果請見以下兩小節說明。

2.3 工作記憶及語言習得

有關工作記憶能力對母語及二語習得的重要性，學者已提出諸多研究成果。母語習得方面，文獻指出，幼齡兒童的音韻記憶容量，與字彙發展速度密不可分 (Adams and Gathercole 1996; Avons, Wragg, Cupples, and Lovegrove 1998; Baddeley et al. 1998; Gathercole and Baddeley 1990)。Gathercole and Baddeley (1990) 的實驗，訓練五歲幼兒將音韻結構較不熟悉的字(如 Pimas)，與音韻結構較熟悉的字(如 Thomas)，各與不同玩偶進行記憶連結，結果發現，工作記憶測驗得分較高的幼兒，與得分較低的同儕相比，可較快速地學習音韻結構不熟悉的字彙。Gathercole, Willis, Emslie, and Baddeley (1992) 的長期研究也指出，五歲幼兒的字彙知識，與其四歲時的工作記憶能力呈正相關。此外，許多研究也發現，工作記憶容量可預測母語閱讀及口說能力的發展表現 (Daneman 1991; Daneman and Carpenter 1980; Engle, Cantor, and Carullo 1992; Friedman and Miyake 2004; Swanson and Berninger 1995; Waters and Caplan 1996)。

二語習得方面，工作記憶同樣可預測二語字彙的學習能力。Service (1992)、Service and Kohonen (1995) 在芬蘭針對英語(二語)學習者的研究發現，工作記憶測驗得分較高，英語的字彙學習成效也較佳。同樣的結果也出現在如下各項研究中，包括：芬蘭成人的英語學習研究 (Atkins and Baddeley 1998)、香港高中生的英語學習研究 (Cheung 1996)、希臘幼童的英語學習研究 (Masoura and Gathercole 2005)，以及威爾斯大學生的西班牙語學習研究 (Speciale, Ellis, and Bywater 2004)。值得一提的是，工作記憶對二語字彙學習的影響，可能僅限於二語初級階段，因為二語進階程度的字彙學習與工作記憶之間，無法確認是否顯著相關 (Cheung 1996; O'Brien, Segalowitz,

Collentine, and Freed 2006)。此外，學者亦提醒，在解讀音韻記憶能力與二語字彙發展的相關性時，不可忽略學習者已長期累積的二語知識，這些長期知識對二語字彙的發展，亦扮演極為重要的角色 (Masoura and Gathercole 2005; Speciale et al. 2004)。

二語的閱讀理解能力與工作記憶之間的相關性，文獻已有證明。Walter (2004) 以法語為母語的英語中階學習者為研究對象，測量其工作記憶，並透過摘要撰寫任務，評估其英文閱讀能力，結果發現，工作記憶與二語閱讀能力之間，呈現正相關。Harrington and Sawyer (1992) 針對日語為母語的英文高階學習者進行研究，亦發現類似結果，受測者的工作記憶能力高低，能有效預測其托福的閱讀與文法成績。

有學者進一步探討工作記憶對二語閱讀的影響程度，是否因推論複雜度不同而有別，因為，字面文意的理解不須推論，受試者容易在文章中找到明確的答案，所需的工作記憶容量應該較低；反之，代名詞指涉、語用推論等理解，由於牽涉寓意或弦外之音，無法直接在文章中找到答案，受測者必須根據篇章線索進行推論，方能解答，所需的工作記憶容量應該較高。Alptekin and Erçetin (2009, 2010, 2011) 即發現，工作記憶對二語閱讀的影響，與推論的複雜度有關。他們針對土耳其的英語學習者實施的閱讀測驗，包含兩類題目，分別評估字面文意理解、推論理解兩種能力，結果發現，工作記憶較高的學生，在推論理解題目的得分高於工作記憶低的學生；至於字面文意理解，則工作記憶高低不同的學生表現並無顯著差異。Rai, Loschky, Harris, Peck, and Cook (2011) 對西班牙外語學習者的研究，卻有不同於前述學者的結果，他們發現，不論是字面文意理解、代名詞指涉問題，或是推論理解，都受到工作記憶的影響，工作記憶較高的學生，得分都高於工作記憶較低的學生，換言之，無論理解過程是簡單還是複雜，無論理解過程是否牽涉推論，工作記憶較高的學習者皆佔有優勢。

以上有關工作記憶對二語學習的影響研究，以字彙方面的成果較多，特別是二語初級階段的字彙學習，已知與工作記憶有較為明確的相關性，至於二語的其他方面是否與工作記憶亦有其相關性，則尚待探究。本研究因以華語理解能力為主題，探討華語中級、高級兩階段的閱讀與聽力表現，是否與工作記憶有相關性；而工作記憶對二語理解表現的影響，是否又因推論複雜度的不同而有別。

2.4 工作記憶及二語教學建議

英語（作為二語或外語）教學文獻中，幾位學者曾根據工作記憶的研究成果，發展教學建議。比如 Erlam (2005) 建議，演繹教學法可抵消在工作記憶能力上的差異。Payne and Whitney (2002) 建議，透過電腦進行同步溝通的二語教學模式，能適度彌補工作記憶較低的缺點，這是因為以電腦進行同步溝通時，對話交流的速度比一般面對面對話的速度慢，可減少工作記憶的負擔。Hummel and French (2010) 認為，工作記憶較低的學習者，在溝通教學法的模式中，可能會面臨較多的學習困難，因此應避免過於頻繁地運用溝通教學法。以上學者利用工作記憶的研究成果，對二語教學提出應用建議，用意皆在於提供教學策略，降低學習者因工作記憶較低而產生的負面影響。

參考以上文獻將研究成果轉化為教學建議的模式，本文最後亦將研究結果應用為華語教學實務設計，期能強化學習者對於華語訊息的處理效能。

3. 研究問題與假設

根據前一節文獻分析所得，本研究針對工作記憶對華語學習的可能影響，發展出四項研究問題，並逐一提出假設，以實驗驗證之。四項研究問題包括：工作記憶能力是否影響華語理解表現？工作記憶對華語中級、高級兩階段的影響是否不同？當推論複雜度提高時，工作記憶的影響效應是否越大？推論複雜度的變化，是否對中級華語學習者的影響較大，對高級華語學習者的影響較小？以上四項問題的說明與假設，茲分為研究問題、研究假設兩小節說明之。

3.1 研究問題

本文探討工作記憶與華語聽力、閱讀技能表現的相關性，以此了解工作記憶對華語理解表現的影響，並據之設計強化工作記憶及避免工作記憶負擔過重的教學方法。之所以專對聽力、閱讀技能進行探究，係因語言的聽、說、讀、寫等四種技能中，聽力、閱讀屬於「理解」(comprehension) 能力，口說、寫作屬於「表達」(expression) 能力。就語言的習得進程而言，必先「理解」而後「表達」，本研究遂以此規劃為兩階段的發表，本文先探究華語「理解」能力與工作記憶之間的相關性，未來則接續研究華語「表達」能力與工作記憶之間的相關性。

為探究工作記憶與華語理解能力之間的相關性，茲以前一節文獻探討所得為基礎，提出四個研究問題及假設，並設計實驗，實驗對象為臺灣師範大

學華語文教學系大學部 71 名國際學生，根據其參與本研究工作記憶測驗、聽力及閱讀理解測驗的得分，進行統計分析，即可驗證假設。本研究擬探討的四個研究問題如下。

第一，工作記憶能力是否影響華語理解表現？工作記憶能力愈高，是否華語聽力、閱讀的理解表現愈佳？

第二，工作記憶對華語中級、高級兩階段的影響是否不同？中級階段受工作記憶的影響是否較為顯著？高級階段受工作記憶的影響是否較不顯著？

第三，工作記憶對華語理解表現的影響，是否因推論複雜度不同而有差異？隨著推論複雜度的提升，工作記憶對理解表現的影響效應是否愈顯著？

第四，推論複雜度的變化，是否對中級華語學習者的影響較大，對高級華語學習者的影響較小？

以上四項研究問題，本文逐一提出了假設，作為實驗驗證的目標，於下一小節詳為說明之。

3.2 研究假設

針對前一小節所列四項研究問題，本文參考文獻探討所得之前人研究成果，提出了四個假設，分述如下。

（一）假設一

根據文獻探討，工作記憶能力與二語能力之間具有正相關性。本文據之假設，工作記憶能力較高的學習者，其華語聽力、閱讀理解表現較佳。

（二）假設二

根據文獻探討，工作記憶對較低階段的二語學習影響較為顯著；至於對進階學習者的影響，則未甚顯著。本文據之假設，中級華語學習者，屬於較低階段的二語學習，其工作記憶與聽力、閱讀理解表現，應呈顯著正相關。至於高級華語學習者，其工作記憶與聽力、閱讀理解表現則未必顯著相關。

（三）假設三

工作記憶對理解表現的影響效應，是否因推論複雜度不同而有變化？根據文獻探討，有兩組學者提出相反的結果。第一組學者發現，推論複雜度較高的題目，工作記憶較高的學生表現比工作記憶低的學生好；推論複雜度較低的題目，工作記憶高、低學生的表現相近（Alptekin and Erçetin 2009, 2010, 2011，詳 2.3）。第二組學者則發現，不論推論複雜度高、低，工作記憶較高

的學生全都佔有優勢，並未因題目的複雜度不同而有差異 (Rai, Loschky, Harris, Peck, and Cook 2011)。本文根據第一組學者的論點而假設，隨著推論複雜度的提升，工作記憶對二語理解表現的影響愈大，因此，推論複雜度較高的題目，工作記憶高的學生表現應比工作記憶低的學生好；推論複雜度較低的題目，工作記憶高、低的學生表現應相近。

(四) 假設四

如假設二所言，工作記憶對較低階段的二語學習影響較為顯著，且工作記憶對理解中的推論能力影響又格外顯著。本文據之假設，推論複雜度的變化，對中級華語學習者的影響較大，對高級學習者的影響較小，當推論複雜度越高時，中級組的分數下降程度會比高級組明顯，換言之，在聽力、閱讀測驗中，隨著題目的推論複雜度提高，中級華語組的得分下降幅度應大於高級組。

為驗證以上四個假設是否成立，本研究設計了國際學生的工作記憶與華語理解測驗，施測方法於下一節說明之。

4. 研究方法

為驗證前一節所列四項假設，本研究招募在臺灣學習華語的國際學生為受測者，透過本節的實驗設計，逐一測量其工作記憶能力、華語聽力理解能力，及華語閱讀理解能力。實驗所得資料經統計分析，便可驗證各項假設能否成立。本節分為兩小節說明研究方法：第一小節，說明實驗參與者的背景資料。第二小節，說明三項測驗的研究工具與施測方式。

4.1 實驗參與者

本研究之工作記憶與華語理解能力實驗，共徵集 71 名臺灣師範大學華語

文教學系的大學部國際學生參與。受測者依大一入學時的華語分班結果²，分為中級華語（37 人）、高級華語（34 人）兩組。

受測者中，女生 46 位，男生 25 位；總體年齡介於 20 至 35 歲之間。國籍方面，有日本籍 20 人、韓國籍 12 人、越南籍 11 人、泰國籍 8 人、印尼籍 5 人，另有加拿大、法國、尼加拉瓜、西班牙、瑞士籍各 2 人，以及澳洲、瓜地馬拉、印度、南非、美國籍各 1 人。所有受測者皆無任何聽力或閱讀障礙問題。

4.2 測驗工具與施測方式

71 名受測者皆按本實驗之要求，參與了三項測驗。三項施測分為兩階段進行，兩階段前後相隔一週，以免受測者因長時間受測疲乏而影響測量結果。第一階段實施的是工作記憶測驗，第二階段先實施聽力理解測驗，而後為閱讀理解測驗。以上三項測驗所使用的工具包括：工作記憶測驗題、聽力測驗題（分為華語中級、高級兩種版本）、閱讀理解測驗題（亦分為華語中級、高級兩種版本）。以上工具皆由本研究主持人及博士後研究員共同設計、製作。三項測驗的工具內容及施測方式，分為三部分說明如下。

4.2.1 工作記憶測驗

由於工作記憶是對於資訊即時儲存、即時處理的認知系統，而非單純的短期記憶，因此，本實驗捨棄了傳統的「簡單式」工作記憶測驗，而採用「複合式」工作記憶測驗，以確保測得的結果能綜合反映受測者的短期記憶與訊息即時處理能力（詳 2.2）。傳統的「簡單式」工作記憶測驗，是指單字或數字的記憶測驗；本研究的「複合式」工作記憶測驗，則同時進行「句末尾字記憶」與「句子語義合理性判斷」兩項測驗。其中，「句末尾字記憶」測量的

² 本研究將受測者分為華語中級、高級兩組，分組依據為其大一入學時的華語能力分班結果。該項分班的鑑定過程，分為華語測驗、課堂觀察兩階段，首先，實施新生華語測驗（含筆試、口試），按成績分為三班（中低級、中級、中高級）；而後，在開學後兩週內，由各班教師透過課堂觀察與考評，確認每位學生的綜合華語能力符合該班程度。上述華語測驗，是由臺灣師範大學華語文教學系（全收國際生）於每年九月開學前固定舉辦，該系教師共同命題，測驗目的是做為該系大一新生按華語程度分班授課的依據，測驗包括筆試、口試，筆試鑑定的是閱讀、寫作能力，題型包括選擇、填空、作文等；口試鑑定的是聽力、口語能力，題型包括即席問答、看圖說故事、識讀文章段落等。總言以上分班流程，先以筆試、口試的成績進行分班，而後由課堂教師進行兩週教學觀察，以鑑定並確認分班結果之適切性，具有信度與效度，本研究因而以之作為受測者華語能力分組的依據。

是（對語言資訊的）短期記憶能力，「句子語義合理性判斷」測量的是（對語言資訊的）即時處理能力。如此測驗型態，主要是參考 Daneman and Carpenter (1980) 與 Waters and Caplan (1996) 的「閱讀廣度測驗」（詳 2.2）³。有關本研究「句末尾字記憶」與「句子語義合理性判斷」兩項任務的施測方式，說明如下。

所謂「句末尾字記憶」，是請受測者記住所讀句子的最後一個字，以測量其語言資訊的即時儲存能力。例如，某一題組包括三句各不相干的句子：「一群學生在教室裡聽音樂」、「我的朋友常常在家看電視」、「護士一直耐心地照顧生病的小孩」。受測者在朗讀以上三句之後，須回憶說出「樂」、「視」、「孩」等三個句末尾字，順序亦須正確。此項任務的目的，是測量受測者對於語言資訊的即時儲存（短期記憶）能力。

所謂「句子語義合理性判斷」，是判斷句子的意思是否合理，例如，「三隻狗在巷口攻擊我的鄰居」、「學姊在橋上欣賞風景」，這兩句在語義上是合理的；而「車輪在家裡培養興趣」、「我在百貨公司碰到印象」，這兩句的語義在現實世界是不合理的。受測者每讀畢一句，須立即回答該句合理與否。此項任務的目的，是測量受測者對於語言資訊的即時處理能力。

上述兩項施測時，由施測人員與受測者一對一進行，地點為安靜的研究小間，使受測者得以發揮最佳的專注力。施測人員操作電腦，將句子逐一展示於螢幕，請受測者出聲朗讀，每讀畢一句，須立即判斷該句的意思是否合理；每讀畢一組句子（每組句子為兩句至六句不等），受測者須依序回憶說出該組中每個句子的句末尾字。

以上用以測量工作記憶的「閱讀廣度測驗」，共包含一百個中文句子，分為五大題，每大題包含五個小題組。各大題的差異在於小題組的句子數量，第一大題中的每個小題組皆為兩個句子，第二大題的每個小題組為三個句子，以此類推，至第五大題中的每個小題組皆為六個句子。每個小題組中，合理與不合理的句子數量各半（此原則並未告知受測者），每位受測者施測的句子順序相同。每個句子的合理性判斷計為 1 分，每個句末尾字亦計為 1 分；如

³ 本研究用以測量工作記憶的「閱讀廣度測驗」，綜合採用了兩組學者的計分項目。Daneman and Carpenter (1980) 的工作記憶測驗，僅計算記憶項目得分，而 Waters and Caplan (1996) 的版本，則將記憶、語義判斷、反應時間等三項皆納入工作記憶評分。本研究將以上兩組學者的項目折衷，以記憶、語義判斷等兩項得分合計出工作記憶能力；至於反應時間，則因人工施測的限制而未能納入計算。

果句末尾字正確，但順序不對，則每字計為 0.5 分。

在測驗使用的語言方面，由於受測者的國籍多元，母語不同，無法以個別母語進行施測，因而統一使用華語（受測者的二語）施測。由此測得的工作記憶得分，雖然可能受到受測者華語程度的干擾，但至少有以下三個理由，支持如此實驗設計的合理性：

第一，Alptekin and Erçetin (2011) 指出，學習者的二語能力與其二語的工作記憶（比母語的工作記憶）有更高的相關性，因此，在評估工作記憶與二語學習的關聯時，透過二語測量工作記憶可更符合此原理。

第二，工作記憶測驗同時測量語言的記憶與處理，得出的是兩種能力的平均值，此綜合能力不致於為二語能力所左右。

第三，為進一步驗證以二語作為工作記憶施測語言的合理性，本研究後續已完成了另一項測驗，針對單一母語（日語）背景的華語學習者，比較其母語的工作記憶容量及二語（華語）的工作記憶容量是否顯著相關。結果顯示，受測者的母語及二語（華語）的工作記憶容量，皆與其華語學習成效呈現極顯著的關連性 (Chen and Chu 2015 submitted)。據此實驗結果可證，本文以二語呈現的工作記憶測驗材料，在控管詞彙與句型全未超出受測者華語程度的條件下，已將二語能力對工作記憶測驗結果可能造成的干擾降至最低。本文工作記憶試題所使用的動詞與名詞，皆選自華語詞頻列表(曾文璇 2014) 中最常見的兩千字；試題使用的句型，皆限於及物的主動賓結構，句構順序為：主詞、時間或頻率副詞、及物動詞、受詞，例如：「警察昨天在車上問了很多問題」、「我的妹妹每天保養皮膚」等等。

4.2.2 聽力、閱讀的理解測驗

受測者在完成上述工作記憶測驗之後一週，接續進行聽力、閱讀等兩項華語理解測驗。聽力、閱讀兩項測驗各包括三篇錄音／文章，受測者在聽／讀每篇文章之後，須回答四個問題，每題皆為四個選項的單一選擇題。試題分為華語中級、高級兩種版本，兩種版本的題型、題目數量相同，但篇章的詞彙、語法等級，及句子長度等，則按中級、高級兩種華語程度分別命題。

文獻探討曾提及，工作記憶對於語言理解時所需的推論能力影響較顯著，本研究因而在聽力、閱讀理解測驗中，特別設計了四種推論複雜度不一的題型，按複雜度由低而高包括：字面文意理解 (literal understanding/fact retrieval)、顯著代名詞指涉理解 (reference of overt pronouns)、省略代名詞指涉理解

(reference resolution of null pronouns)、語用推論理解 (pragmatic inference)。以上四種題型，涉及的推論複雜度不同，後文將以「推論複雜度一、二、三、四」代稱之。有關四種題型的定義與例題，詳說如下。

4.2.2.1 推論複雜度一：字面文意理解

推論複雜度一的題型為「字面文意理解」，主要考察受測者是否理解字面文意，這類答案在題目中已有明確敘述，答題時幾乎不需推論能力。例如：「獵人以槍枝瞄準大象，將牠擊斃。」題目就此設問：「誰殺了大象？」學生可於字句間明確找到獵人拿槍擊斃大象的訊息，不須推論，即可按字面文意選出「獵人」為答案，此類問題即為字面文意理解。

4.2.2.2 推論複雜度二：顯著代名詞指涉理解

推論複雜度二的題型為「顯著代名詞指涉理解」，意思是當文句中出現代名詞時，受測者須判斷該代名詞所回指的對象，此時需要基礎的推論能力。例如：「醫生與護士正好在幫麥克爾小姐做例行檢查，因此我在她的病房外等了大約十分鐘才能進入。我走進她的病房時，她熱情洋溢地迎接我說……」題目就此設問：「作者去探望誰？」學生只須動用基本的推論能力，從「我走進她的病房時，她熱情洋溢地迎接我」其中的顯著代名詞「她」，往前回溯兩句，即可循線理解此顯著代名詞「她」之所指為「麥克爾小姐」，此類問題即為顯著代名詞的指涉理解。

4.2.2.3 推論複雜度三：省略代名詞指涉理解

推論複雜度三的題型為「省略代名詞指涉理解」，意思是當文句中的代名詞被省略時，受測者須辨識被省略的代名詞所回指的對象，此時需要較高的推論能力⁴。例如，本研究的測驗篇章提到：「回到了獵人的家，獵人的太太從廚房走出來，順手拿了獵人手上的槍枝……」題目就此設問：「拿槍的人是

⁴ 國外學者的工作記憶與閱讀理解研究，多考察受測者的「顯著代名詞指涉理解」能力，而「省略代名詞指涉理解」為中文特有的省略現象，尚無學者以此考察工作記憶。本研究認為，就中文的語言特點而言，「省略代名詞指涉理解」對於華語的工作記憶考察更為重要，因為，在印歐語系中，代名詞的主詞省略雖是常見現象，但這些語言的動詞都標有與主詞呼應的詞素，即使省略了代名詞，依然容易確認被省略的代名詞所指為何。反觀華語，代名詞省略時，欠缺主詞與動詞呼應的詞素以資辨識，讀者為了推敲被省略的代名詞所指為何，便須仰賴言談、文本、語用等相關資訊加以判別，如此歷程增加了二語學習者的理解難度，本研究因而新創此項目，考察受測者的理解表現。

誰？」由於「順手拿了獵人手上的槍枝」一句並無主詞，亦省略了代名詞，學生須動用較高的推論能力，才能理解「拿」的主詞是前一句「獵人的太太」，而「順手拿了……」的句首省略了代名詞「她」，此類問題即為省略代名詞的指涉理解。

4.2.2.4 推論複雜度四：語用推論理解

推論複雜度四的題型為「語用推論理解」，意思是問題的答案無法從上下文的字面上明確尋得，受測者必須對文本內容通盤理解，並具備語用常識，方可自行推論出正確答案，此時所需的推論能力最高。例如：「姊姊告訴他：『客廳、浴室、房間、廚房，還有爸爸媽媽跟我們……全都在這屋頂底下。』他覺得不可思議，屋頂的瓦片不多，但底下卻可以容納那麼多東西。」結論一句為：「是啊，因為『家』是個『寬容』人的地方。」題目就此設問：「本篇故事的寓意為何？」學生須具備極高的推論能力，才能理解「家能容納那麼多東西」與「家是個寬容人的地方」有何關聯，也才能正確選出寓意的答案為：「不論發生什麼事，家人永遠會包容我們」，此類問題即為語用推論理解。

聽力、閱讀理解測驗，各包含三篇錄音／文章，每篇各設四題單選題，即以上四種題型各一題，呈現順序一律按推論複雜度一至四（由低至高）排列。聽力、閱讀兩份測驗各 12 題，每題 1 分，合計 24 題／24 分。聽力測驗於每篇錄音播放完畢後，有 5 分鐘時間回答 4 題；閱讀測驗全程限制 30 分鐘，共回答 12 題，但可提前交卷。凡聽力測驗得分愈高者，代表其聽力理解能力愈佳；閱讀測驗得分愈高者，代表其閱讀理解能力愈佳；聽力、閱讀合計的總分愈高者，代表其華語理解能力愈佳。四種理解題型的得分予以分計之後，可觀察受測者對於各種推論複雜度的理解表現，比如每篇文章四題中的第四題，皆為「推論複雜度四」的語用推論問題，受測者於此類題目的得分愈高，代表其推論能力愈佳。以上理解測驗得分與工作記憶得分進行統計分析後，即可掌握其間的相關性。

5. 實驗結果

本節分析工作記憶、聽力、閱讀三項施測的得分結果，並透過統計方法詮釋各項得分之間的關聯性。內容分為三小節：第一小節，說明工作記憶的測量結果。第二小節，討論聽力測驗結果，及其與工作記憶得分的關聯性，以此驗證第三節研究問題中提出的各項假設。第三小節，討論閱讀測驗結果，

及其與工作記憶得分的關聯性，亦以此驗證各項假設。

5.1 工作記憶測量結果

本研究以「閱讀廣度測驗」測量工作記憶能力，將「句末尾字記憶」與「閱讀廣度測驗」兩項各計得分之後，參考 Waters and Caplan (1996) 的統計方法，將每位受測者的兩項原始得分，個別轉換為標準化之「句子合理性判斷 z 分數」與「句末尾字回憶 z 分數」((原始分數-樣本平均數) / (樣本標準差))。每位受測者的「句子合理性判斷 z 分數」與「句末尾字回憶 z 分數」的平均，則為該受測者的工作記憶指標（綜合 z 分數）。由此方法統計出的受測者工作記憶得分，如表 1。

表 1：工作記憶測量得分

| 兩組受測者 工作記憶測量項目 | | A. 高級華語學習者 (受測人數=37) | | B. 中級華語學習者 (受測人數=34) | |
|-------------------|-------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| | | 平均值 | 標準差 | 平均值 | 標準差 |
| 1 | 合理性判斷(原始分數) | 94.38 | 4.34 | 89.94 | 6.43 |
| | 合理性判斷(z 分數) | 0.366 | 0.748 | -0.398 | 1.108 |
| 2 | 句尾回憶(原始分數) | 50.24 | 15.93 | 47.87 | 11.2 |
| | 句尾回憶(z 分數) | ≈0 | 1.01 | ≈0 | 1.014 |
| 綜合 z 分數 | | 0.183 | 0.715 | -0.199 | 0.796 |

華語中級、高級兩組間的 z 分數差異，以非成對變異數相異之獨立雙尾 t 進行檢定分析（亦為 Welch's t-test），結果顯示，句子合理性判斷的 z 分數及綜合 z 分數，中級、高級兩組皆呈現顯著差異（合理性判斷： $t(57.2) = 3.38$, $p < 0.01$ ；綜合 z 分數： $t(66.6) = 2.12$, $p < 0.05$ ）；但句末尾字記憶的 z 分數，兩組則無顯著差異（ $t(68.5) = 0$, $p = 1$ ）。此結果顯示，華語程度較高，句子合理性判斷（即時處理）的能力較佳，但句末尾字記憶（短期記憶）能力未必較好。換言之，受測者對於華語訊息的即時處理能力與華語程度為正相關；但華語訊息的短期記憶能力則與華語程度並無相關。

5.2 聽力測驗結果與工作記憶能力之關聯性

聽力理解測驗分為三大題（三段錄音），每大題之下，有推論複雜度一至四等級的題目各一，依序為：字面理解、顯著代名詞的指涉理解、省略代名詞的指涉理解、語用推論理解（詳 4.2.2），共計 12 題，每題 1 分，滿分 12 分。以聽力測驗的得分，進行三因子混合設計變異數分析（three-way mixed design ANOVA），依變項為推論複雜度四種的得分，組間獨立變項為華語程度與工作記憶的高低，組內獨立變項為推論複雜度⁵。有關華語程度的分組依據，已詳說如 4.1；工作記憶的分組，則是根據工作記憶的綜合 z 分數，分出高、低兩組，z 分數大於 0 為「高工作記憶組」（37 名受測者），小於 0 為「低工作記憶組」（34 名受測者）。

以上統計發現，工作記憶雖有正向的趨勢，但無顯著的影響作用 ($F(1, 67) = 4.9$, $MSE = 1.2$, $p = 0.14$)；華語程度則有顯著的影響作用 ($F(1, 67) = 15.33$, $MSE = 1.2$, $p < 0.01$)；推論複雜度也有顯著的影響作用 ($F(3, 201) = 23.13$, $MSE = 0.51$, $p < 0.001$)。在交互作用方面，除華語程度與推論複雜度呈現顯著的交互作用之外 ($F(3, 201) = 6.32$, $MSE = 0.51$, $p < 0.001$)，其餘兩兩變項的交互作用皆不顯著（工作記憶 × 華語程度： $F(1, 67) = 0.36$, $MSE = 1.2$, $p = 0.55$ ，工作記憶 × 推論複雜度： $F(3, 201) = 0.14$, $MSE = 0.51$, $p = 0.93$ ）。以此初步統計的結果為基礎，進一步驗證四項假設的結果如下。

5.2.1 假設一聽力測驗結果

本文的假設一認為，工作記憶能力較強的受測者，華語聽力表現較好（詳 3.2）。經由前段的變異數分析結果，工作記憶雖與聽力表現雖有正向的關聯，但並未達到統計上的顯著性，須進一步驗證。由於工作記憶的分數為一連續變項，若單純以二元方式分組，可能會忽略連續變項的線性特性，為進一步驗證工作記憶與聽力表現的關聯性，茲使用統計軟體 R 之中的 lme4 套件，進行混合影響線性迴歸模組（Generalized Linear Mixed-Effect Model; Bates et al. 2013）分析，將聽力測驗得分轉換為 log 值，依變項為聽力測驗得分（而非如上述變異數分析中的推論複雜度得分），控制變項為工作記憶測驗的綜合 z 分數，及華語程度組別（中級、高級）。以此方式得出的統計結果如表 2，主要揭示了兩方面的訊息：其一，工作記憶的高低，對聽力理解表現的影響

⁵ 三種獨立變項的兩兩交互作用包含於此測試中，但三方交互作用（three-way interaction）則因無實質假設實證上的幫助而排除在外。

並不顯著。其二，華語程度的高低，對聽力理解表現有顯著影響，高級組的得分明顯優於中級組。此線性迴歸分析的結果，與變異數分析一致，以此檢驗假設一，工作記憶對聽力表現的影響並不顯著。

表 2：聽力理解與工作記憶之線性迴歸分析結果

| | B 係數 | t 值 | p 值 |
|----------------------|----------|--------|----------|
| (截距) | 1.84415 | 30.41 | < 0.001* |
| 工作記憶 | 0.0867 | 1.157 | 0.251 |
| 華語程度：高級 ⁶ | 0.30438 | 4.05 | < 0.001* |
| 工作記憶*華語程度 | -0.07631 | -0.697 | 0.488 |

5.2.2 假設二聽力測驗結果

本文的假設二認為，中級華語學習者，屬於較低階段的二語學習，其工作記憶能力與聽力表現，應呈顯著正相關；至於高級華語學習者，其工作記憶能力與聽力表現則未必顯著相關（詳 3.2）。根據前述變異數分析及迴歸統計分析的結果（5.2 至 5.2.1），工作記憶與華語程度的交互作用未達統計上的顯著性，因此，假設二可謂部分成立，中級階段的聽力表現，受工作記憶的影響並不顯著，假設二在這部分未能成立；高級階段的聽力表現，受工作記憶的影響亦不顯著，假設二在這部分是成立的。

雖然變異數分析及迴歸統計的結果，中級組聽力受工作記憶的影響並不顯著，但若將中級組聽力測驗的得分繪成趨勢線圖（如圖 1），以此方式輔助檢驗，便可看出中級、高級兩組所受工作記憶的影響確有差異。中級組的聽力得分趨勢線，隨著工作記憶得分愈高而呈斜線上升，表示工作記憶較強的中級學習者，聽力表現亦較好，換言之，中級組的聽力表現與工作記憶能力之間，有正相關的趨勢。至於高級組的聽力得分趨勢線，則保持平行，不因工作記憶的高低而有所升降，表示高級組的聽力較不受工作記憶的影響，換言之，工作記憶較強的高級學習者，聽力表現未必較好。

⁶ 本文線性迴歸的分析是以中級組為比較基準，因此，表 2「華語程度：高級」代表的是高級組與中級組的差異。表中的 B 係數為正數，代表高級組比中級組有較高的依變項（總測驗分數）。

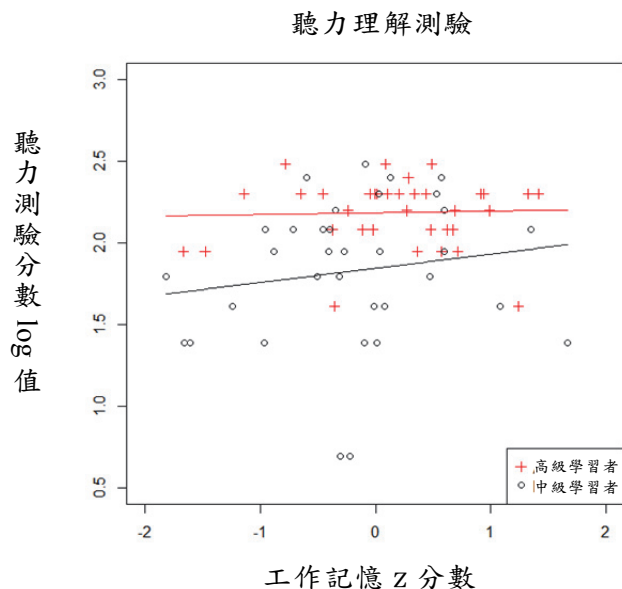


圖 1：工作記憶得分與聽力得分轉換 log 值之對應關係

綜上可知，假設二在聽力方面，高級組的假設（聽力與工作記憶的相關性不高）得以成立；中級組的假設（聽力與工作記憶有顯著正相關）雖然未能明確成立，但藉由趨勢線圖的輔助，仍可看出中級組的聽力表現與工作記憶之間，有不可忽視的正相關趨勢。

5.2.3 假設三聽力測驗結果

本文的假設三認為，隨著推論複雜度的提升，工作記憶對聽力表現的影響愈大，因此，推論複雜度較高的題目，工作記憶高的學生表現比工作記憶低的學生好；推論複雜度較低的題目，工作記憶高、低的學生表現接近（詳 3.2）。按變異數分析的結果（詳 5.2 第二段），工作記憶與推論複雜度之間並無交互作用。若另將受測者按工作記憶高、低分為兩組，統計結果顯示，不論是高工作記憶組，或低工作記憶組，聽力得分都一致受到推論複雜度的影響，當推論複雜度提高時，聽力表現變差，工作記憶高、低與推論複雜度之間並無相關。由此可知，假設三無法成立，工作記憶的高、低，對推論複雜度的表現並無影響；但推論複雜度對於聽力表現則有顯著的影響作用，複雜度愈高，答對率愈低，不論中級組或高級組皆然。後文成果討論（詳 6.1.3）將對此進行後續探討。

5.2.4 假設四聽力測驗結果

本文的假設四認為，推論複雜度的變化，對中級華語學習者的影響較大，對高級學習者的影響較小，亦即當推論複雜度越高時，中級華語組的分數下降程度應比高級組明顯（詳 3.2）。經由變異數分析（詳 5.2 第二段），可知華語程度與推論複雜度的交互作用在統計上達到顯著性，亦即推論複雜度高低不同的得分變化，的確與華語程度有關。再檢視聽力測驗的分組得分平均值（如表 3），可看出中級、高級兩組的聽力得分雖然都隨著複雜度提高而下降，但中級組得分下滑的情形較為明顯，因此，假設四成立，推論複雜度的變化對於兩組的聽力表現有不同影響，對中級組的影響較大，對高級組的影響較小，當推論複雜度越高時，中級組受到的負面影響比高級組明顯。

表 3：聽力測驗得分（四種推論複雜度）

| 兩組受測者 | | A. 高級華語學習者 （受測人數=37） | | B. 中級華語學習者 （受測人數=34） | |
|-------------|-----------------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
| 聽力測驗四種推論複雜度 | | 平均值 | 標準差 | 平均值 | 標準差 |
| 1 | 推論複雜度一 （字面理解） | 2.73 | 0.51 | 2.32 | 0.77 |
| 2 | 推論複雜度二 （顯著代名詞指涉理解） | 2.49 | 0.61 | 1.62 | 0.99 |
| 3 | 推論複雜度三 （省略代名詞指涉理解） | 1.70 | 0.94 | 1.62 | 0.95 |
| 4 | 推論複雜度四 （語用推論理解） | 2.16 | 0.65 | 1.21 | 0.91 |
| 總分 | | 9.08 | 1.72 | 6.76 | 1.62 |

5.3 閱讀測驗結果與工作記憶能力之關聯性

閱讀理解測驗亦分為三大題（三篇文章），每大題之下，一如聽力測驗有四種推論複雜度的題目各一，共計 12 小題，每題 1 分，滿分 12 分。閱讀測驗的得分，同樣使用三因子混合設計變異數分析，檢驗四項假設在閱讀方面的結果（詳 3.2），說明如下。

混合三變項中，在依變項同樣為推論複雜度四種得分的情況下，組間獨立變項——工作記憶，有明顯的正向趨勢，但並未達到統計上的顯著性 ($F(1,$

67) = 2.38, MSE = 0.52, $p = 0.13$)；另一組間獨立變項——華語程度有，顯著作用 ($F(1, 67) = 37.21$, MSE = 0.52, $p < 0.001$)；而組內獨立變項——推論複雜度，作用亦達顯著 ($F(3, 201) = 13.97$, MSE = 0.39, $p < 0.001$)。在交互作用方面，工作記憶與華語程度之間，有顯著的交互作用 ($F(1, 67) = 4.01$, MSE = 0.52, $p = 0.05$)；華語程度與推論複雜度的交互作用，也達到顯著等級 ($F(3, 201) = 4.97$, MSE = 0.39, $p < 0.01$)。工作記憶與推論複雜度的交互作用，則未達顯著 ($F(3, 201) = 1.38$, MSE = 0.39, $p = 0.25$)。以此初步統計的結果為基礎，進一步驗證四項假設如下。

5.3.1 假設一閱讀測驗結果

本文的假設一認為，工作記憶能力較強的受測者，有較高的華語閱讀理解能力。在前段的變異數分析中，工作記憶有正向的影響趨勢，但未達顯著效應。為求進一步確認，在此亦採用與聽力測驗相同的統計驗證方法，以線性迴歸分析閱讀測驗得分，依變項為閱讀得分轉換為 \log 值，控制變項仍為工作記憶綜合 z 分數（分為高、低兩組），及華語學習程度（分為高級、中級兩組）。統計結果如表 4 所示，明確顯示出工作記憶的顯著效應⁷。因此，依據線性迴歸分析結果，可證實假設一成立，工作記憶能力較強的受測者，確實有較高的華語閱讀理解能力。

表 4：閱讀理解與工作記憶之線性迴歸分析

| | B 係數 | t 值 | p 值 |
|----------------------|----------|--------|----------|
| (截距) | 2.20327 | 95.489 | < 0.001* |
| 工作記憶 | 0.08372 | 2.613 | 0.047* |
| 華語程度：高級 ⁸ | 0.22765 | 8.71 | < 0.001* |
| 工作記憶*華語程度 | -0.07634 | -1.689 | 0.151 |

⁷ 變異數分析和線性分析的結果差異，或可歸因於兩者的統計原理不同。特別是由於工作記憶為一連續變項，將其強制分為高、低兩組，可能會因此忽略工作記憶與華語程度之間的線性關聯。

⁸ 本文線性迴歸的分析是以中級組為比較基準，因此，表 4「華語程度：高級」代表的是高級組與中級組的差異（詳如註 5）。

5.3.2 假設二閱讀測驗結果

本文的假設二認為，中級華語學習者，屬於較低階段的二語學習，其工作記憶與閱讀表現應呈顯著正相關；至於高級華語學習者，其工作記憶與閱讀表現則未必顯著相關。經由前述變異數分析與線性迴歸分析（詳 5.3 及 5.3.1），可證實假設二為真，在中級階段，工作記憶與閱讀表現有顯著的正相關，但在高級華語階段，工作記憶與閱讀表現的相關性未達顯著。

再將閱讀測驗的得分亦繪成趨勢線圖（如圖 2），以此方式輔助檢驗，結果與聽力測驗的趨勢線圖相似，中級、高級兩組受工作記憶影響的程度不同。在工作記憶的影響下，中級組的閱讀得分趨勢線明顯呈斜線上升，表示工作記憶較強的中級學習者，閱讀表現亦較好，換言之，中級階段的閱讀表現與工作記憶能力確為正相關。至於高級組的閱讀得分趨勢線，在工作記憶的影響下仍保持平行，並未因工作記憶的高低而有所升降，表示高級組的閱讀表現較不受工作記憶影響，工作記憶較強的高級學習者，閱讀表現未必較好換言之，換言之，高級組的閱讀表現與工作記憶能力之間無甚相關。

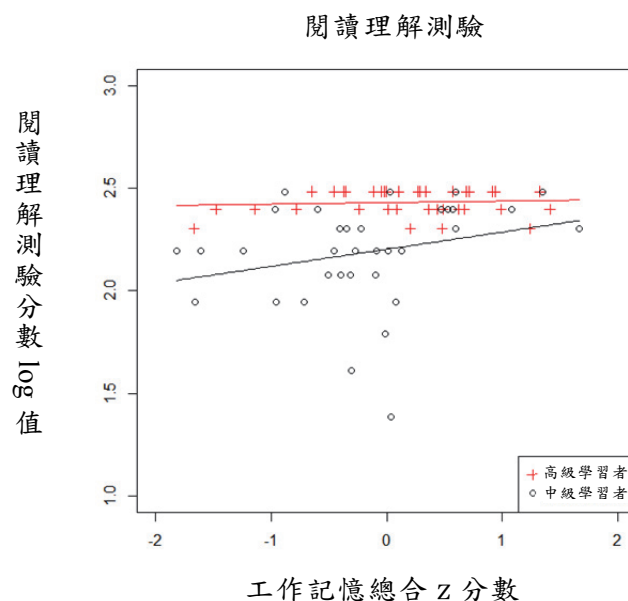


圖 2：工作記憶分數與閱讀測驗分數轉換 log 值之對應關係

綜上可知，假設二在閱讀方面確實成立，中級階段的閱讀表現，與工作記憶有顯著的正相關，而高級階段的閱讀表現，則與工作記憶無甚相關。

5.3.3 假設三閱讀測驗結果

本文的假設三認為，隨著推論複雜度的提升，工作記憶對閱讀表現的影響愈大，因此，推論複雜度較高的題型，工作記憶高的學生表現比工作記憶低的學生好；推論複雜度較低的題目，則工作記憶高、低的學生表現接近（詳 3.2）。據前述變異數分析（詳 5.3 第二段），工作記憶與推論複雜度的交互作用未達顯著。若將受測者按工作記憶高、低分為兩組，統計結果顯示，不論是高工作記憶組，或低工作記憶組，閱讀得分都一致受到推論複雜度的影響，當推論複雜度愈高時，答題表現愈差，工作記憶高、低與推論複雜度之間並無相關。由此可知，假設三無法成立，工作記憶的高、低，對推論複雜度的表現並無影響；但推論複雜度對於閱讀理解表現則有顯著的影響作用，複雜度愈高時，答對率愈低，不論中級組或高級組皆然。後文成果討論（詳 6.1.3）將對此進行後續探討。

5.3.4 假設四閱讀測驗結果

本文的假設四認為，推論複雜度的變化，對中級華語學習者的影響較大，對高級學習者的影響較小，亦即當推論複雜度越高時，中級組的分數下降程度會比高級組明顯（詳 3.2）。倘若檢視四種推論複雜度的兩組得分變化（如表 5），可看出中級組的得分明顯隨著複雜度提高而大幅滑落，而高級組的變化則不明顯，表示假設四所言趨勢存在。由於此差異在變異數分析中達到統計上的顯著性（詳 5.3 第二段，華語程度 × 推論複雜度的交互作用），假設四遂獲得證實。

表 5：閱讀測驗得分（四種推論複雜度）

| 兩組受測者 | | A. 高級華語學習者 （受測人數=37） | | B. 中級華語學習者 （受測人數=34） | |
|-------------|-----------------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
| 閱讀測驗四種推論複雜度 | | 平均值 | 標準差 | 平均值 | 標準差 |
| 1 | 推論複雜度一 （字面理解） | 2.95 | 0.23 | 2.82 | 0.39 |
| 2 | 推論複雜度二 （顯著代名詞指涉理解） | 2.86 | 0.35 | 2.38 | 0.82 |
| 3 | 推論複雜度三 （省略代名詞指涉理解） | 3 | 0 | 2.15 | 0.89 |

| | | | | | |
|----|--------------------|-------|------|------|------|
| 4 | 推論複雜度四 (語用推論理解) | 2.62 | 0.49 | 1.79 | 1.03 |
| 總分 | | 11.43 | 0.69 | 9.15 | 2.02 |

6. 成果討論

本文旨在探討工作記憶與華語聽力、閱讀理解表現的相關性，藉此了解工作記憶對華語學習的影響。本研究擬定了四項假設，而後透過閱讀廣度測驗，測得受測者的工作記憶能力；又透過聽力、閱讀測驗，測得受測者的華語推論理解能力。三項測驗所得分數，經由前一節的統計分析結果，可對四項假設逐一進行驗證，並根據驗證所得的發現，發展適切的華語教學方法，以強化學生的工作記憶能力，提升華語學習成效。本節分為兩小節：第一小節，根據前一節的統計結果，逐一討論本文四項假設的驗證結果。第二小節，根據研究發現，對華語教學提出具體方法建議。

6.1 驗證假設

6.1.1 假設一部分成立

假設一認為，工作記憶能力較高的學習者，其華語聽力、閱讀理解表現較佳。根據變異數分析的結果（詳 5.2 及 5.3），工作記憶對於聽力、閱讀的表現雖有正向效應，但皆未達統計上的顯著性；然而，線性迴歸分析的結果卻發現，工作記憶對於聽力的影響雖不顯著，但對於閱讀卻有顯著影響⁹。因此，假設一可謂部分成立，亦即在閱讀方面成立，聽力方面未能成立。

以此假設一的驗證結果，與文獻所載其他語種的研究相較，可發現共同的結論是：二語的閱讀與工作記憶之間，有顯著的正相關，工作記憶愈強，二語閱讀表現愈好。比如 Walter (2004) 針對法語母語者的英語中階學習研究，以及 Harrington and Sawyer (1992) 針對日語母語者的英語高階學習研究，結果皆與本文相同。由此可知，學習者的工作記憶能力，能有效預測其二語閱讀表現。至於聽力與工作記憶的相關性，其他語種的學習研究尚無文獻發表，本研究則發現，聽力表現並未受到工作記憶的影響。為何工作記憶對閱讀、聽力的影響並不一致，值得二語學者持續探討。

⁹ 有關假設一的變異數分析結果，與線性迴歸分析未能一致，未來尚需透過進一步研究驗證假設一，以支持本文依線性迴歸分析所得出的結論。

6.1.2 假設二部分成立

假設二認為，中級華語學習者，屬於較低階段的二語學習，其工作記憶能力與聽力、閱讀理解表現，應呈顯著正相關；至於高級華語學習者，其工作記憶與聽力、閱讀的相關性則未必顯著。根據變異數分析及迴歸統計分析的結果（詳 5.2 及 5.3），中級組的聽力與工作記憶雖有正相關的趨勢，但未達顯著性；閱讀表現與工作記憶則有顯著的正相關。在高級組方面，聽力、閱讀與工作記憶的相關性皆未達顯著。因此，假設二在高級華語階段成立，在中級階段則是部分成立（閱讀的假設成立，聽力的假設未能成立）。

以此假設二的驗證結果，與文獻所載其他語種的研究綜合觀之，可知在二語學習的初、中級階段，工作記憶的影響較為顯著；及至高級階段，則工作記憶的影響並不顯著。比如工作記憶研究最多的英語（二語）字彙學習，已有諸多學者發現，工作記憶對字彙學習的影響，可能僅限於二語的初級階段，至於進階程度，則字彙的學習表現與工作記憶未必相關 (Cheung 1996; O'Brien, Segalowitz, Collentine, and Freed 2006)。

中、低階段與高級階段之所以受工作記憶的影響有別，其因可能在於二語能力鞏固之前，較容易受到認知機制的影響。在初級、中級階段，二語能力尚未鞏固，整體二語知識與技能尚未融會貫通，理解表現較容易受到個體的認知能力等因素影響，因此，學習者個人的工作記憶能力遂對其二語的理解表現有顯著影響，較高的工作記憶能力有助於二語的理解表現。反觀高級階段，學習者的二語能力已漸鞏固，語感增強，理解能力遂不易受個體的認知能力等因素影響，而能憑藉對二語知識的融會貫通，及對二語語感的直覺掌握，進行理解判斷，因此，在二語高級階段，工作記憶能力與理解表現無甚相關，較高的工作記憶能力未必有助於二語的理解表現。Masoura and Gathercole (2005)，及 Speciale et al. (2004) 在解讀音韻記憶能力與二語字彙發展的相關性時強調，切莫忽略二語知識長期積累的影響，這些長期知識對於二語字彙的發展表現，亦扮演極為重要的角色。其所言之理，即與本段的探討相為呼應。

6.1.3 假設三不成立

假設三認為，隨著推論複雜度的提升，工作記憶對二語理解表現的影響愈大，因此，推論複雜度較高的題型，工作記憶高的學生表現應優於工作記憶低的學生；推論複雜度較低的題型，工作記憶高、低的學生表現應該相近。

根據本研究的驗證結果，工作記憶與推論複雜度之間並無交互作用，不論是高工作記憶組，或低工作記憶組，其聽力與閱讀的得分，都一致受到推論複雜度的影響，當推論複雜度愈高時，理解表現愈差，複雜度愈低，理解表現愈好，工作記憶與推論複雜度之間並無相關。因此，假設三無法成立，工作記憶對二語理解表現的影響，並未隨著推論複雜度的變化而有差異。

以此假設三的驗證結果，與文獻所載其他語種的研究對照，本文結果與文獻中結論互異的兩組學者又不相同。文獻探討（詳 2.3）提及的第一組學者是 Alptekin and Erçetin (2009, 2010, 2011)，他們針對土耳其的英語學習者進行閱讀研究發現，當推論複雜度提升時，工作記憶較高的學生得分優於工作記憶低的學生；當推論複雜度降低時，工作記憶高、低的學生表現並無顯著差異。他們因此認為，工作記憶對二語理解表現的影響，會隨著推論複雜度的變化而有別，推論複雜度愈高，工作記憶的負擔愈重，工作記憶高的學生便較有優勢；而推論複雜度降低時，工作記憶高的學生則未必具有優勢。第二組學者是 Rai, Loschky, Harris, Peck, and Cook (2011)，他們對西班牙外語學習者的研究結果，與第一組學者不同，他們發現，不論推論複雜度是高或低，全都受到工作記憶的影響，工作記憶較高的學生，得分皆優於工作記憶較低的學生。他們因此認為，無論理解的過程是簡單或是複雜，無論理解過程是否牽涉推論，工作記憶較高的學習者皆佔有優勢。本文的結果，與前述兩組學者又有不同，本研究並未發現工作記憶與推論複雜度之間的相關性，亦即工作記憶對二語理解表現的影響，並未隨著推論複雜度的變化而有差異，這部分的結果與第二組學者相同，與第一組不同；但本研究中，不論學生的工作記憶是高或低，其華語理解表現，都一致受到推論複雜度的影響，當推論複雜度提升時，理解表現較差，當複雜度降低時，理解表現較好，工作記憶高、低兩組得分同樣有此變化，這部分的結果則又與第二組學者不同。綜觀兩組學者及本研究的結果，究竟推論複雜度的提高會不會使工作記憶的負擔愈重，仍未能定論，值得各語種的習得研究持續探討。

本研究雖然無法得出工作記憶與推論複雜度之間的相關性，但從推論複雜度對聽力、閱讀理解表現的顯著影響觀之，或許間接透露了推論複雜度的差異可能在某種程度上影響了工作記憶的負擔，遂間接導致理解表現隨著推論複雜度的提升而顯著下降，不論中級組或高級組皆然。前兩節的變異數分析（詳 5.2 及 5.3），顯示了推論複雜度對於聽力、閱讀得分皆有顯著的影響效應。再將聽力、閱讀測驗的四種推論複雜度得分（詳前文表 3、表 5），以

Bonferroni 校正之成對 t 檢定進行後測，結果顯示，在聽力方面，高級組在「複雜度三」的題型得分，顯著高於「複雜度二」($p < 0.001$)；而「複雜度三」的得分，又顯著高於「複雜度四」($p < 0.05$)。中級組在「複雜度一」的得分，也顯著高於「複雜度二、三、四」(複雜度二： $p < 0.05$ ；複雜度三： $p < 0.05$ ；複雜度四： $p < 0.001$)。據此可知，在聽力方面，推論複雜度愈高，對理解表現愈有負面影響，高級、中級兩組皆然。另在閱讀方面，高級組在「複雜度一、二、三」的題型得分，皆顯著高於「複雜度四」(分別為 $p < 0.001$ 、 $p < 0.01$ 、 $p < 0.001$)。中級組在「複雜度一」的得分，顯著高於「複雜度三、四」(分別為 $p < 0.01$ 、 $p < 0.001$)；「複雜度二」的得分，亦顯著高於「複雜度四」($p < 0.05$)。綜上可知，聽力、閱讀的結果相同，高級、中級兩組在複雜度較低的題型得分，皆顯著高於複雜度較高的題型，可知推論複雜度對理解表現有顯著影響，此現象或許間接透露了推論複雜度的提升可能導致工作記憶的負擔加重，從而對理解表現形成負面影響。

6.1.4 假設四成立

假設四認為，推論複雜度的變化對於中級華語學習者的影響較大，當推論複雜度越高時，中級組的分數下降程度會比高級組明顯。實驗與統計結果顯示，雖然中級、高級兩組同樣隨著複雜度提升而得分下降，但兩組間下降幅度的差異已達到統計上顯著的等級（詳 5.2 及 5.3，華語程度 × 推論複雜度之交互作用）。據此結果，假設四成立。推論複雜度提高時，對中級、高級兩組造成的負面影響確有差異，推論複雜度的變化對於中級階段的影響較大，當推論複雜度提高時，對中級組較為不利，其得分下降的程度比高級組明顯。

以此假設四的驗證結果，回顧文獻所載其他語種的研究，雖然尚未有學者探討推論複雜度對不同語言程度的影響差異，但根據字彙學習的研究結果，工作記憶對二語學習的影響，可能僅限於語言初級階段 (Cheung 1996; O'Brien, Segalowitz, Collentine, and Freed 2006)，其結果正與本文假設四的結果相為呼應，相對於高級組而言，中級組是較低的語言階段，當推論複雜度提高時，中級組得分下滑的情形比高級組明顯，聽力與閱讀皆然，可見推論複雜度的變化對於較低階段的負面影響較大。

由於推論複雜度的提高，可能加重工作記憶負擔 (Alptekin and Erçetin 2009, 2010, 2011, 詳 2.3)，而工作記憶對中、低階段的語言學習影響較大，對高級階段較無影響（詳 6.1.2），因此，假設四的結果（推論複雜度對中級

階段的影響比高階段顯著)，正與工作記憶對中級階段的影響相應合，再次透露了推論複雜度的提升可能導致工作記憶的負擔加重（詳 6.1.3）。

再以此假設四的結果與假設二綜合觀之，假設二的結果發現，中級組受工作記憶的影響顯著（閱讀方面），高級組則較不受工作記憶的影響（聽力、閱讀皆同），其結果與假設四相近。可知中級組相對高級組而言，屬於較低階段的學習，由於語言能力尚未鞏固，理解表現較容易受到工作記憶的影響，也容易受到推論複雜度的影響；反觀高級階段，語言能力較能掌握自如，因而其理解表現較不易受工作記憶的影響，也不易受推論複雜度的影響。

綜觀本文四項假設的驗證結果可知，中級階段學生由於華語能力尚未能運用自如，其閱讀理解表現，比高級階段學生更容易受到工作記憶及推論複雜度的影響，因此，中級華語教學應思輔助學生強化工作記憶能力，以期提升學習成效，下一節將據此發展教學方法。

6.2 華語教學方法建議

根據前述研究成果，工作記憶對國際學生的華語學習影響，主要有兩大要點：其一，在中級華語階段，工作記憶對於閱讀表現有顯著影響，較高的工作記憶，有助於華語理解能力。其二，當華語理解所需的推論複雜度提高時，對中級、高級兩組的聽力與閱讀表現皆有負面影響，中級組的得分下滑尤其顯著。以此結果應用於華語教學實務，本文提出兩項方法建議：第一，設計活動以強化工作記憶能力。第二，減低學習內容的推論複雜度。兩項方法建議，分為兩小節說明如下。

6.2.1 設計活動以強化工作記憶能力

本研究測驗結果顯示，華語中級階段由於華語能力尚未鞏固，閱讀表現受到工作記憶的影響顯著，本節因此建議，教師可採策略導向教學法，於教學中多運用工作記憶導向的活動，以強化學生的工作記憶容量，進而有助於其華語閱讀表現。

工作記憶的功能是對資訊進行即時記憶與處理，為強化此能力，教師可運用資訊轉移 (information transfer)、翻牌記憶配對 (matching card game/concentration game) 兩種活動類型，設計有關資訊即時記憶與處理的活動，以提升學生的工作記憶容量。本文以資訊轉移、翻牌記憶配對等兩種活動類型，各發想一個強化工作記憶的課堂活動範例，說明如下。

6.2.1.1 資訊轉移之工作記憶活動範例：「我記得故事」

所謂「資訊轉移」，意指將取得的資訊改以不同型態呈現，比如讓學生看一段影片或一張圖片，而後將所看到的訊息寫成一段文字；或讓學生聽一段描述，而後將所聽到的訊息填入表格等等（朱我芯 2013）。

此活動類型極適合設計為強化工作記憶的活動，本文以此設計的活動範例，名為「我記得故事」，活動方法如下：教師根據學生華語程度，找一篇學生未曾讀過的故事，課前先將故事文字裁切為五至七個片段，每個片段為一張獨立字條，而後將字條順序打亂。課堂活動時，學生先聽教師朗讀該篇完整故事，而後發下順序打亂的故事字條，透過小組合作，按照所聽故事的即時記憶，核對字條上的各段文字情節，並在規定的時間內（約 5 分鐘），將所有字條按故事內容排列出正確順序。

藉此活動，可訓練學生將聽力理解的內容轉移為短期記憶，再立即將閱讀理解的內容與短期記憶比對、整合，因此是華語課堂適用的工作記憶強化活動。此類活動中，教師可按學生狀況變化活動細節，比如，字條內容可為口述故事一字不漏的版本，也可為情節摘要的版本，或改為按事件發生順序的版本等等，以變化活動難度。實施此類訓練的初期，教師可運用技巧協助學生掌握訊息重點，比如在故事中選取某些重點詞彙，教師在朗讀故事時，透過語調變化，強調重點詞彙，並於字條中將重點詞彙以粗體字標示，作為提示，則學生在讀到字條上的粗體字時，便易於回想起教師的口述情節，如此方式，可協助學生由點（詞彙）的記憶擴大為面（情節段落）的記憶。

6.2.1.2 翻牌記憶配對之工作記憶活動範例：「我記得是這兩張牌」

所謂「翻牌記憶配對」，是將紙牌裁成撲克牌大小，載有訊息的一面朝下，圖案花色一致的一面朝上，排列為四行六列（或更多）的陣列，輪到的同學可選擇翻開兩張牌，兩張牌如能配對，即為過關，可繼續翻牌；如不能配對，則將兩張牌翻回背面，輪下一位翻牌。遊戲參與者若將曾被翻開的牌面內容與行列位置默記在心，則易於配對成功；最後由配對成功的張數最多者獲勝。

此活動類型亦適合設計為強化工作記憶的活動，本文以此設計之活動範例，名為「我記得是這兩張牌」，活動方法如下：教師將學生新學的詞彙，製為漢字與圖片配對、漢字與漢語拼音配對、漢字與詞語解釋配對等等，使學生兩人一組，進行配對比賽。配對內容亦可替換為新學的句型，將句型前後分割，作為配對，如「一……」「就……」配對、「因為……」「所以……」配

對、「即使……」「也……」配對等等。課文內容亦可製為配對組合，比如「張天明」與「約翰的同屋（室友）」配對、「餐廳旁邊的小商店」與「賣日用品和文具」配對等等。

藉此活動，既可訓練立即記憶的能力，亦可訓練漢字辨識、句意理解等資訊處理的速度，亦可鞏固新學的詞彙、句型與文意，因此是一般華語課堂適用的工作記憶強化活動。

6.2.2 減低學習內容的推論複雜度

本研究測驗結果顯示，當華語理解所需的推論複雜度愈高時，對中級與高級兩組的聽力與閱讀理解表現皆形成負面影響，中級組得分下滑的情形尤其顯著。本節因此建議，不論是學習內容或任何口頭或書面通知，均應減低華語的推論複雜度，使學生易於從字面了解文意，迅速掌握資訊要點，如此可避免工作記憶的無謂消耗，而能將工作記憶集中用於理解關鍵要點，加速對華語知識的理解與鞏固。

如何減低文本的推論複雜度？本文建議的具體方法包括：避免多項內容夾雜、語用推論詳為說明、代名詞須指涉明確、利用上下文提供線索、以圖象輔助文意理解等五項，分別說明如下。

（一）避免多項內容夾雜

如果一段文本之中，同時夾雜說明兩件以上事項，對二語學生而言，容易混淆所指。因此，凡學習內容、作業與評量說明，及任何以華語傳達的口頭或書面通知，均應於一件事完整說明之後，才開始說明另一件事，並以另一段展開的形式作為區隔，可避免學生混淆前後事項的內容。

（二）語用推論詳為說明

本研究結果顯示，推論複雜度越高的題目，學生的理解表現越不理想，其中，語用推論最難，省略代名詞次之，顯著代名詞指涉較易，字面理解最易。因此，文本理解過程中，凡涉及「寓意為何」或「背後的含意為何」之類的推論時，教師應了解學生在理解上的困難及不確定感，在學生自我思索或討論之後，教師有必要總結詳說，為尚未理解的學生解惑。

（三）代名詞須指涉明確

行文中為避免同一名詞多次重複出現，難免須使用代名詞以求簡化，然而，對二語學生而言，代名詞容易造成指涉不明的困擾。為避免學生為此耗費無謂的工作記憶，教師對於課文中出現的代名詞，應以提問方式確認學生

明其所指；提供生閱讀的華語材料，宜避免出現「長距離」的代名詞指涉¹⁰，以免在非關學習要點之處徒增推論複雜度，從而增加工作記憶負擔，對理解形成負面影響。

（四）利用上下文提供線索

學習內容中出現新詞、難詞、成語、俚語時，難免對國際學生造成推論理解的困難，為使學生能自尋線索求解，教師可於上下文添加數語暗示其意，使學生自行借助上下文的線索進行推測，遂可減低推論的複雜度，而避免為此耗費過多的工作記憶容量。

（五）以圖象輔助文意理解

對於學生不熟悉的具象事物或抽象情感，教師可利用動態影音或靜態圖片等材料，輔助學生理解所指或融入情境，有助於減低推論的複雜度，使學生能將更多的工作記憶用於處理更多學習要點，從而提升學習效率。

除了以上各項方法之外，Lee and Kalyuga (2011) 亦曾指出，華語教學時，若將漢字與拼音符號水平並列，學生必須額外消耗工作記憶的容量，才能將漢字對應至個別的拼音符號；倘若改將漢字與拼音以垂直方式對應並列，則學生可省去對應的工夫，而將更多的工作記憶容量用於處理其他的學習內容。如此版面配置的技巧，亦可減低工作記憶負擔，值得華語教師參考。

7. 結論

本文探討工作記憶在華語學習過程中所扮演的角色，並據之發展減輕工作記憶負擔的教學方法。實驗結果發現，工作記憶對華語作為二語的學習影響，主要有四項特點：第一，工作記憶對於閱讀表現有顯著的影響效應，對於聽力則無甚影響。第二，若按程度分級觀之，中級組的閱讀表現與工作記憶有顯著正相關，聽力表現與工作記憶也有正相關的趨向，但未達顯著；至於高級組，閱讀、聽力與工作記憶的相關性不高。第三，工作記憶與推論複雜度之間並無交互作用，不論是高工作記憶組，或低工作記憶組，其聽力與閱讀的得分，都一致受到推論複雜度的影響，當複雜度提高時，理解表現愈差。第四，當推論複雜度提高時，雖然對中級、高級兩組皆形成負面影響，但中級組得分下滑的趨勢比高級組明顯，兩組之間的下降程度差異達到顯著

¹⁰ 代名詞及其所指涉名詞之間的文本距離在兩句（含）以上者，屬於「長距離」的代名詞指涉。

性。

以上結果，與其他語種的習得研究相較，可總結出五項發現：第一，本研究證實了華語與其他語種的學習現象一致，工作記憶對於二語的閱讀表現確實有顯著影響，較高的工作記憶能力，有助於閱讀表現較好。第二，工作記憶與二語聽力之間是否相關，文獻尚無研究；本研究則發現，華語聽力表現不受工作記憶的影響。為何聽力不似閱讀之深受工作記憶影響？有待二語學者持續探討。第三，文獻已知，工作記憶對二語字彙學習的影響可能僅限初級階段，進階程度則無影響；本研究則發現，工作記憶對華語閱讀表現的影響，在中級階段達致顯著，高級階段較不顯著。綜此可知，二語中、低階段的字彙與閱讀表現，較易受到工作記憶能力的影響，高級階段則影響不大。第四，推論複雜度提高時，究竟會不會加重工作記憶負擔，仍無法定論，文獻中兩組學者互持肯定與否定的論點；本文結果則顯示，推論複雜度與工作記憶並無交互作用，但推論複雜度對於理解表現則有顯著影響，中級、高級兩組的聽力與閱讀得分，皆隨著複雜度的提高而下降，此現象或許間接透露了推論複雜度在某種程度上加重了工作記憶的負擔，從而對理解表現形成負面影響。第五，推論複雜度對中級、高級兩組的影響是否有所差異，文獻尚無探討；本研究則發現，當複雜度提高時，雖然兩組的聽力與閱讀得分皆隨之下降，但中級組下滑的情形比高級組顯著。

以上發現可知，中級華語階段特別容易受到學習者個別工作記憶，以及推論複雜度的雙重因素影響。本研究據此提出了兩項教學方法建議：第一，中級華語教學可運用工作記憶導向的活動，如資訊轉移、翻牌記憶配對等，訓練學生對華語資訊的即時記憶技巧與即時處理速度，以強化工作記憶，提升華語理解能力。第二，減低學習內容的推論複雜度，方法包括：避免多項內容夾雜、語用推論詳為說明、代名詞須指涉明確、利用上下文提供線索、以圖象輔助文意理解等，意在使學生易於從字面了解文意，掌握資訊要點，避免無謂消耗工作記憶，而能將工作記憶集中用於學習關鍵，提升成效。藉由以上途徑，可強化學生的工作記憶，並避免推論複雜度所造成的負面影響，從而提升華語理解能力。

引用文獻

- Adams A.-M., and S. E. Gathercole. 1996. Phonological working memory and spoken language development in young children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 49A:216-233.
- Alptekin, C., and G. Erçetin. 2009. Assessing the relationship of working memory to L2 reading: Does the nature of comprehension process and reading span task make a difference? *System* 37:627-639.
- Alptekin, C., and G. Erçetin. 2010. The role of L2 and L2 working memory in literal and inferential comprehension in L2 reading. *Journal of Research in Reading* 33:206-219.
- Alptekin, C., and G. Erçetin. 2011. Effects of working memory capacity and content familiarity on literal and inferential comprehension in L2 reading. *TESOL Quarterly* 45:235-266.
- Atkins, P. W. B., and A. D. Baddeley. 1998. Working memory and distributed vocabulary learning. *Applied Psycholinguistics* 19:537-552.
- Avons S. E., C. A. Wragg, L. Cupples, and W. J. Lovegrove 1998. Measures of phonological short-term memory and their relationship to vocabulary development. *Applied Psycholinguistics* 19:583-601.
- Baddeley, A. D. 2000. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences* 4.11:417-423.
- Baddeley, A. D. 2003. Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders* 36:189-208.
- Baddeley, A. D., S. E. Gathercole, and C. Papagno. 1998. The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review* 105:158-173.
- Baddeley, A. D., and G. Hitch. 1974. Working memory. Recent Advances in Learning and Motivation, ed. by G. H. Bower, 47-89. New York: Academic Press.
- Bates, D., B. Bolker, and M. Maechler. 2013. lme4: Linear-mixed effects models using S4 classes (R package version 0.999999-2). Retrieved from: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.
- Carroll, J. B. 1962. The prediction of success in intensive foreign language training. *Training Research and Education*, ed. by R. Glaser, 87-136.

- Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Chan, E., P. Skehan, and G. Gong. 2011. Working memory, phonemic coding ability and foreign language aptitude: potential for construction of specific language aptitude tests - the case of Cantonese. *Ilha do Desterro A Journal of English Language, Literatures in English and Cultural Studies* 60:45-73.
- Chen, T.-Y., and W.-H. Chu. 2015 (under review). A three-way relationship between L1 working memory, L2 working memory, and L2 performance: a case study of Japanese learners of L2 Chinese. *The Modern Language Journal*.
- Cheung, H. 1996. Non-word span as unique predictor of second language vocabulary learning. *Developmental Psychology* 32:867-873.
- Chikatsu, N. 1996. The effects of L1 orthography on L2 word recognition: a study of America and Chinese learners of Japanese. *Studies in Second Language Acquisition* 18.4:403-432.
- Daneman, M. 1991. Working memory as a predictor of verbal fluency. *Journal of Psycholinguistic Research* 20:445-464.
- Daneman, M., and P. A. Carpenter. 1980. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 19: 450-466.
- Dussias, P. E., and P. Piñar. 2010. Effects of reading span and plausibility in the reanalysis of wh-gaps by Chinese-English second language speakers. *Second Language Research* 26:443-472.
- Engle, R. W., J. Cantor, and J. J. Carullo. 1992. Individual differences in working memory and comprehension: a test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 18:972-992.
- Erlam, R. 2005. Language aptitude and its relationship to instructional effectiveness in second language acquisition. *Language Teaching Research* 9:147-171.
- Fortkamp, M. B. M. 1999. Working memory capacity and L2 speech production. *Communication and Cognition* 32:259-296.
- Friedman, N. P., and A. Miyake. 2004. The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of*

- Experimental Psychology: General* 18:893-900.
- Gathercole, S. E., and A. D. Baddeley. 1990. The role of phonological memory in vocabulary acquisition: a study of young children learning new names. *British Journal of Psychology* 81:439-454.
- Gathercole, S. E., C. Willis, H. Emslie, and A. D. Baddeley. 1992. Phonological memory and vocabulary development during the early school years: a longitudinal study. *Developmental Psychology* 28:887-898.
- Gilabert, R., and C. Muñoz. 2010. Differences in attainment and performance in a foreign language: the role of working memory capacity. *International Journal of English Studies* 10:19-42.
- Harrington, M., and M. Sawyer. 1992. L2 working memory capacity and L2 reading skill. *Studies in Second Language Acquisition* 14:25-38.
- Huang, C.-T. J., Y.-H. A. Li, and Y. Li. 2009. *The Syntax of Chinese*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hummel, K. M., and L. French. 2010. Phonological memory and implications for the second language classroom. *Canadian Modern Language Review* 66: 371-391.
- Juffs, A. 2004. Representation, processing, and working memory in a second language. *Transactions of the Philosophical Society* 102:199-225.
- Juffs, A. 2005. The influence of first language on the processing of wh-movement in English as a second language. *Second Language Research* 21:121-151.
- Juffs, A. 2006. Processing reduced relatives vs. main verb ambiguity in English as a second language: a replication study with working memory. *Inquiries in Linguistic Development in Honor of Lydia White*, eds. by R. Slabakova, S. Montrul, and P. Prevost, 213-232. Amsterdam: John Benjamins.
- Juffs, A., and M. Harrington. 2011. Aspects of working memory in L2 learning. *Language Teaching* 44:137-166.
- Just, M. A., P. Carpenter, and T. A. Keller. 1996. The capacity theory of comprehension: new frontiers of evidence and arguments. *The Psychological Review* 103:773-780.
- Lee, C. H., and S. Kalyuga. 2011. Effectiveness of different pinyin presentation formats in learning Chinese Characters: a cognitive load perspective.

- Language Learning* 61.4:1099-1118.
- Leeser, M. J. 2007. Learner-based factors in L2 reading comprehension and processing grammatical form: topic familiarity and working memory. *Language Learning* 57:229-270.
- Li, C. N., and S. A. Thompson. 1981. *Mandarin Chinese: A Functional Reference Grammar*. Berkeley: University of California Press.
- Li, S. 2013. The interactions between the effects of implicit and explicit feedback and individual differences in language analytic ability and working memory. *The Modern Language Journal* 97:634-654.
- Mackey, A., R. Adams, C. Stafford, and P. Winke. 2010. Exploring the relationship between modified output and working memory capacity. *Language Learning* 60:501-533.
- Masoura, E., and S. E. Gathercole. 2005. Contrasting contributions of phonological short-term memory and long-term knowledge to vocabulary learning in a foreign language. *Memory* 13:422-429.
- McDonough, K., and A. Mackey. 2006. Responses to recasts: repetitions, primed production, and linguistic development. *Language Learning* 56:693-720.
- Mori, Y. 1998. Effects of first language and phonological accessibility on kanji recognition. *Modern Language Journal* 82.1:69-82.
- O'Brien, I., N. Segalowitz, J. Collentine, and B. Freed. 2006. Phonological memory and lexical narrative, and grammatical skills in second language oral production by adult learners. *Applied Psycholinguistics* 27:377-402.
- Payne, J. S., and P. J. Whitney. 2002. Developing L2 oral proficiency through synchronous CMC: output, working memory, and interlanguage development. *CALICO Journal* 20:7-32.
- Perfetti, C. A., and S. Zhang. 1995. Very early phonological activation in Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 21:24-33.
- Rai, M. K., L. C. Loschky, R. J. Harris, N. R. Peck, and L. G. Cook. 2011. Effects of stress and working memory capacity on foreign language readers' inferential processing during comprehension. *Language Learning* 61:187-218.
- Sagarra, N., and J. Herschensohn. 2010. The role of proficiency and working

- memory in gender and number agreement processing in L1 and L2 Spanish. *Lingua* 120:2022-2039.
- Service, E. 1992. Phonology, working memory, and foreign language learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 45:21-50.
- Service, E., and V. Kohonen. 1995. Is the relation between phonological memory and foreign language learning accounted for by vocabulary acquisition? *Applied Psycholinguistics* 16:155-172.
- Skehan, P. 2002. Theorising and updating aptitude. *Individual Differences and Instructed Language Learning*, ed. by P. Robinson, 69-95. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.
- Speciale, G., N. C. Ellis, and T. Bywater. 2004. Phonological sequence learning and short-term store capacity determine second language vocabulary acquisition. *Applied Psycholinguistics* 25:293-321.
- Swanson, H. L., and V. Berninger. 1995. The role of working memory in skilled and less skilled readers' comprehension. *Intelligence* 21:83-108.
- Tan, L., and C. A. Perfetti. 1999. Phonological activation in visual identification of Chinese two-character words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 25:382-393.
- Van den Noort, M. W. M. L., P. Bosch, and K. Hugdahl. 2006. Foreign language proficiency and working memory capacity. *European Psychologist* 11.4: 289-296.
- Walter, C. 2004. Transfer of reading comprehension skills to L2 is linked to mental representations of text and to L2 working memory. *Applied Linguistics* 25:315-339.
- Waters, G. S., and D. Caplan. 1996. The measurement of verbal working memory capacity and its relation to reading comprehension. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 49A:51-79.
- Waters, G. S., D. Caplan, and N. Hildebrandt. 1987. Working memory and written sentence comprehension. *Attention and Performance XII: The Psychology of Reading*, ed. by M. Coltheart, 531-555. Hove: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- 朱我忞。2013。《對外華語文化教學實證研究——以跨文化溝通與第二文化習

- 得為導向》。臺北：國立臺灣師範大學出版中心。[Chu, W.-H. 2013. *Empirical Research on Teaching Chinese Culture to Second Language Learners with Emphasis on Intercultural Communication and Second Culture Acquisition*. Taipei: National Taiwan Normal University Press.]
- 曾文璇。2014。〈華語八千詞詞彙分級研究〉，《華語學刊》，第16期，23-35。
[Tseng, W.-H. 2014. Classification on Chinese 8,000 vocabulary. *A Journal of the Association of Teaching Chinese as a Second Language* 16:23-35.]

[審查：2014.11.4 修改：2015.5.18 接受：2015.9.3]

朱我芯

Wo-Hsin CHU

10610 臺北市大安區和平東路一段 162 號 國立臺灣師範大學華語文教學系
162, Section 1, Heping East Road, Taipei City 10610, Taiwan
chuwh@ntnu.edu.tw

陳宗穎

Tsung-Ying CHEN

62102 嘉義縣民雄鄉大學路 168 號 國立中正大學語言學研究所
168 University Rd., Min-Hsiung, Chia-Yi 62102, Taiwan
tsungyin@ualberta.ca

林東毅

Dong-Yi LIN

Department of Linguistics, Ghent University
Sint-Pietersnieuwstraat 25, B-9000 Ghent, Belgium
lindongyi@gmail.com

附件一 中級華語閱讀理解測驗例題（本研究製）

有一隻貓想交朋友，她覺得獅子是所有動物中最強壯的，交朋友就應該找強壯的夥伴，於是她主動接近獅子，並成功地與她結為朋友。

過了幾天，貓與獅子一同在草原上散步，見到一隻大象。大象不肯讓路給獅子和貓，於是獅子和她吵了起來。爭執的過程中，大象意外地殺死了獅子。貓感到很難過，不知如何是好。她看著大象，心想，既然大象比獅子強壯，那她一開始就應該跟大象交朋友才對。於是她又主動與大象攀談，大象剛巧也想有個伴，因此她們成了朋友。

又過了幾天，貓與大象在河邊休憩，正當要起身離開時，突然有個獵人駕車朝她們衝來。獵人以槍枝瞄準大象，擊斃了她。貓非常難過，可是看到獵人一派輕鬆就殺了大象，覺得獵人才是最強壯的動物，於是請求獵人帶她回家。獵人覺得她很可愛，因而答應了。

回到了獵人的家，獵人的太太從廚房走出來，順手拿了獵人手上的槍枝，貓看了十分驚愕，原來女人才是世界上最強壯的動物！她將獵人的槍枝拿走，獵人完全不敢反抗，甚至連一句話也不敢吭。獵人隨後坐下休息，他的太太走回廚房，貓也跟著走進廚房。貓決定從此留在女人的身邊。

（改寫自：

http://www.english-for-students.com/A-Cat-and-Her-Strong-Friends.html#chitika_close_button）

※ 以上文章閱讀完畢以後，請回答以下問題。

- 【 】1. 貓與大象在哪裡休息？
A. 草原 B. 森林 C. 山頂 D. 河邊
- 【 】2. 獵人覺得誰很可愛？
A. 貓 B. 獅子 C. 大象 D. 他的太太
- 【 】3. 誰取走了獵人的槍枝？
A. 貓 B. 獅子 C. 大象 D. 他的太太
- 【 】4. 下面何項對貓的描述是正確的？
A. 善於察言觀色，知道如何討主人歡心。
B. 重視友情，凡事以朋友為先
C. 以自身利益為優先考量
D. 善於結識朋友，不在乎朋友的過去與背景

附件二 中級華語聽力理解測驗例題（本研究製）

※ 錄音開始

我有個朋友叫小賢，他六個月大就被醫生宣判失明，原因不明，所以他這一輩子從來沒見過「人」，我們私下都笑他是個沒見過世面的人，他對事物的瞭解則靠「摸索」而來。

但他摸索的經驗卻是我從來沒有的。他進啟明學校時，老師就帶著他摸了教室一圈：「教室有這麼大，在這範圍裡有桌椅、黑板，還坐著二十多個同學……」他接著問老師，「那……學校有多大呢？」老師愣住了：「學校好大好大，要摸好久好久呢！」

後來老師沒帶他摸「學校」，不過他卻在姊姊的陪伴下，爬到屋頂摸透天厝。姊姊告訴他，「客廳、浴室、房間、廚房，還有爸爸媽媽跟我們……全都在這屋頂底下。」他覺得不可思議，屋頂的瓦片不多，但底下卻可以容納那麼多東西。

是啊，因為「家」是個「寬容」人的地方。

（改寫自：陳芸英（2009年2月7日）。家是寬容人的地方，聯合報，副刊。）

※ 以上錄音結束，請開始回答考卷上的問題。

- 【 】1. 小賢的班上有多少人？
A. 四十多人 B. 三十多人 C. 二十多人 D. 十多人
- 【 】2. 作者笑誰是個沒見過世面的人？
A. 小賢 B. 老師 C. 姊姊 D. 同學
- 【 】3. 誰爬到屋頂摸透天厝？
A. 小賢 B. 老師 C. 妹妹 D. 爸爸媽媽
- 【 】4. 本篇故事的寓意為何？
A. 對於身邊的事物要勇於探索，才能了解事物的美好
B. 不論我們發生什麼事，家人永遠會包容我們
C. 想要家庭幸福美滿，一定要瞭解空間環境
D. 與失明的人相處，要有耐心地帶他們認識環境

The Relationship between Working Memory and Chinese Language Comprehension Skills

Wo-Hsin CHU
Department of Chinese
as a Second Language,
National Taiwan
Normal University

Tsung-Ying CHEN
Graduate Institute of
Linguistics,
National Chung Cheng
University

Dong-yi LIN
Department of
Linguistics,
Ghent University
(Belgium)

Abstract

Working memory is one of the cognitive brain mechanisms which manages instant information storage and processing. This article discusses the development of Chinese listening and reading skills under the influence of working memory. 71 foreign students were recruited in our research, whose working memory capacity was evaluated with a reading span task. A listening and reading comprehension test were later implemented to evaluate the students' Chinese listening and reading skills along with the effect of inferential complexity on their working memory load. The results were analyzed using three-way mixed design ANOVA and linear regression, which demonstrated a correlation between listening and reading skills and working memory for students with an intermediate level of Chinese proficiency but not for those with a high level of Chinese proficiency. Furthermore, we found that higher inferential complexity of the context requires a higher working memory load, which results in a weaker listening and reading performance. Based on our findings, we propose a number of class activities for a more efficient use of working memory and various approaches to reduce the inferential complexity of course materials.

Keywords: teaching Chinese as a second/foreign language, working memory, inferential comprehension, listening comprehension, reading comprehension