

# 使用手語的聽損者對中文語意不透明詞的運作與記憶表現

邱倚璿

輔仁大學心理學系  
副教授

本研究操弄語意透明度，探討有臺灣手語經驗聽損者的中文構詞與神經電位運作機制。語意透明度詞分為透明詞（如平坦）與不透明詞（如花生），透明詞是指全詞語意可從組成字（詞素）語意得知，不透明詞則較難從詞素的語意獲得全詞語意。本研究假設：若詞彙以全詞表徵運作，透明詞與不透明詞的行為與腦電波結果應不會有差異；若會進行詞素分解後彙整，由於不透明詞詞素與全詞語意不一致，會需要較多認知資源彙整；若有些詞彙偏向詞素分解，有些以全詞表徵，兩種運作平行地激發，則為雙路徑模式。受試者包含 28 位聽力正常的聽常者，以及 28 位流利使用臺灣手語的聽損者。詞彙判斷作業中，受試者需判斷是否為合理的中文詞，之後在未預期下進行記憶作業，判斷詞彙是否出現過（新詞，舊詞），並評估當下記憶判斷的信心（記得 / 確定、知道 / 不確定）。結果發現在詞彙作業中，兩族群對不透明詞有較正確、較快反應時間，但腦電波結果相反，聽損者對透明詞有較負向電位，聽常者則是不透明詞。記憶作業中，兩族群對不透明詞有較高正確率與信心評估，但聽常者對不透明詞有較高敏感度，不透明詞的新詞比舊詞有更負向腦波，聽損者這兩項未有差異。這顯示出聽常者對詞彙進行詞素分解，不透明詞需要較多認知資源彙整，但也形成更凸顯的記憶表現；聽損者對透明詞採詞素分解，不透明詞則仰賴全詞表徵，支持雙路徑模式。此結果揭示出流利使用手語的聽損者，會發展出適合中文構詞知識與運作，以達詞彙理解的目的。

關鍵詞：聽損者 / 聾人、詞彙表徵、詞素分解、構詞、語意透明度

\* 本文作者通訊方式 (069188@mail.fju.edu.tw)。

\*\* 致謝：特別感謝參與本研究與並分享寶貴經驗之聽損手語者。

\*\*\* 經費補助：本研究經費是由科技部計畫補助 (NSC 102-2410-H-030-084)。

## 緒論

詞素 (morpheme) 是構成詞彙的最小成分，意義上不能再切割的最小單位。閱讀時，對詞彙進行構詞分解 (morphological decoding)，可幫助讀者推論、猜測不認識或不熟悉字詞的可能意義，提升閱讀者的理解與詞彙量；同時，在詞彙量較多的閱讀者身上，也常發現他們多具備較優秀的閱讀理解能力 (Kyle & Harris, 2010)，因此，構詞知識被視為是影響閱讀的重要因素 (Deacon & Kirby, 2004；Nagy et al., 2006)。而構詞知識大約在國小三年級至六年級時期快速發展 (Berninger et al., 2010；Deacon & Kirby, 2004；Nagy et al., 2006)，不僅與兒童、青少年的閱讀發展有著重要的關係 (Castles et al., 2018；Kim et al., 2020；McBride-Chang et al., 2005；Nagy et al., 2014)，也與成人的閱讀表現存在著重要的關聯性 (Fracasso et al., 2016；Tighe & Binder, 2013；To et al., 2014)。

中文的構詞覺識能力於中文閱讀中也是扮演著重要的角色 (王宣惠等人, 2012；張苾含等人, 2013；廖晨惠、吳靜芬, 2011；Chung & Hu, 2007；Li et al., 2012；Li et al., 2002；Nagy et al., 2002；Packard et al., 2006；Tong et al., 2009；Wu et al., 2009)。不過，由於目前中文構詞覺識的研究多著重在學年齡前幼兒、兒童、或閱讀障礙者，較少針對成人中文構詞知識與閱讀能力之間的關係作探討，需要有更多研究深入的瞭解。

然而，由於文字的構詞結構似乎是顯而易「見」，人們便誤以為聽損者的閱讀能力問題，應該只源自於聽力、聲韻表徵方面，誤認為構詞知識能夠透過視覺處理而沒有太大問題，因此在聽損者閱讀研究中常忽

略構詞知識的重要性。但是，有日益增多的研究發現，與同年齡聽常者相比較時，聽損者在構詞知識顯示出不足 (Gaustad et al., 2002)，而且複雜詞的構詞知識與聽損者的閱讀能力之間也是存在著重要的關聯性 (Gaustad et al., 2002；Gaustad & Kelly, 2004；Guo et al., 2013；Traxler, 2000)。

在特殊教育中，顧慮到書面語是跟口語有較明確的對應關係，但書面語與自然手語之間則沒有，因此，有些家長、教育學者擔心學習自然手語會影響到書面語的學習，而傾向以口語、或對應書面語的手勢符號，來做為聽損者的語言發展訓練。在臺灣的聽障教育中，也曾經極度強調回歸主流的聽力與口語訓練，或搭配中文文字手語教學，甚至排除臺灣手語在啟聰學校中使用 (林寶貴, 2001)。中文文字手語是使用手部手勢動作，以中文的字序、詞序與句法關係呈現，也因此破壞了手語可運用視覺空間的特性與優勢。相對的，臺灣手語運用視覺空間特性，有其獨特的詞彙、構詞與句法規則，例如在詞彙的構詞層次，「警覺」一詞的中文文法手語，是擷取與詞彙中第一個字的手語「警察」，以及第二個字的手語「感覺」，兩個手語詞彙連結而成；而臺灣手語以「一」的手形、放在頭部太陽穴附近的位置，手形與頭部一起稍微往上方移動，以表示「警覺」、「注意」的意思，簡而言之，透過臺灣手語的構詞結構，可較清楚地反映出相對應的概念。因此，使用中文文字手語作為語言訓練教材，會嚴重忽略手語文法中運用視覺空間的形式與獨特性。尤其是在聽損嬰幼兒習得手語時，若未能以建構基本知識概念為目標，反而是要吃力地學習一些手勢集合而成的符號，日後要在發展書面語或其他語言時，很可能因缺乏穩固的知識概念，而不

易與文字形成連結，達成理解文字的目標。更重要的是，目前研究已發現：僅透過仰賴視覺形式的口語訓練、中文文字手語，不必然就解決了聽損者所面臨的中文閱讀困難，反而中文文字手語形式在認知運作時出現劣勢（劉秀丹、曾進興，2007；劉秀丹等人，2006；劉秀丹等人，2009）。本研究的主要目的，是透過實驗研究來瞭解，流利使用臺灣手語的聽損者在中文構詞知識與記憶的情況，以初步釐清臺灣手語經驗如何影響中文構詞與神經運作。以下將依序回顧構詞特性與運作、聽損者的構詞知識，以及語意透明度研究。

## 一、構詞特性與運作

一個詞彙的意義可定義為全詞語意，會儲存於心理詞庫（mental lexicon）；而構成一個詞彙的較小成分，所激發起的語意，則定義為詞素語意。中文最小語意單位可以是一個中文字（character），因此，依照組成的字數/音素數，可為單字詞、雙字詞與多字詞等，而且中文主要是以複合方式（compounding）來形成一個詞彙（Ceccagno & Basciano, 2007）。同時，在中文字又可拆解為聲韻部件（phonological radical）與語意部件（semantic radical），這使得許多研究雖然都是在探討中文的構詞覺識，但不同研究、作業往往是探討不同的語言層次，例如構詞覺識可針對中文的部件（王宜惠等人，2012；廖晨惠、吳靜芬，2011；Li et al., 2002；Shu & Anderson, 1997）、單字（張苾含等人，2013；Chung & Hu, 2007；Ku & Anderson, 2003；Li et al., 2002；Zhang, 2015），或是詞彙（word）（Ku & Anderson, 2003）等不同層次。在這些構詞作

業中，對於年紀較小、尚未學習文字的聽常幼童，有些研究者會以口語呈現問題、選項，聽常幼童也可以以口語回答。然而，對於聽損幼童若以口語呈現問題與選項，以口語回答，在無法有效理解作業要求或無法清楚以口語表達時，研究者很難有效地瞭解聽損者的真實構詞能力。對於具有識字能力者，測試的構詞作業則能以文字呈現問題與選項，不過，當受試者在有限的字彙知識與閱讀能力下，往往會需要花費更多的時間理解作業要求與題目內容，答錯時也未必是缺乏所要探討構詞能力。對於聽損者的相關閱讀研究，則更需要清楚確認受試者瞭解研究作業的要求，並能給予足夠的時間，以做出合適的回應。

其中，在中文詞彙層次的構詞規則覺識作業，可視為是針對構詞規則與心理詞庫一併作探討。受試者要區辨真正存在的「真詞」、符合詞素組成規則但實際上並不存在的「可能出現的假詞」，以及不符合詞素組合規則且實際上也不存在的「不可能出現的假詞」（王宜惠等人，2012；Ku & Anderson, 2003），此作業即是心理學實驗典範的詞彙判斷作業。在詞彙判斷作業中，通常是透過視覺呈現詞彙，受試者能以非口語、手指按下按鍵來反應，因此，相對於其他較仰賴聽覺呈現與口語反應的構詞作業，詞彙判斷作業是較能合適反映聽損者真實構詞能力的作業，本研究將以詞彙判斷作業來瞭解聽損者的中文雙字詞與單字層次關係的構詞知識。

另外，詞彙的一些特性不僅在理解時可能有不同的運作，也可能對後續的記憶提取運作造成不同的影響，例如詞頻（word frequency）（Heathcote et al., 2006）、動名詞詞性（Kersten & Earles, 2004）、可

形成影像性 (imageability) (Khanna & Cortese, 2021)，以及語意透明度 (semantic transparency) (Han et al., 2014; Wong & Rotello, 2010) 等。以語意透明度為例，人們在學習階段看到的詞素，在之後記憶判斷時，若呈現的詞彙是之前沒出現過的透明詞 (運用先前詞素組合成語意相關的透明詞)，則人們傾向誤判這些透明詞曾出現過 (Wong & Rotello, 2010)；但，若呈現的是之前沒出現過的不透明詞時，由於不透明詞的詞素語意與全詞語意的衝突，需要有更多的認知運作來協調兩者的不一致，使得對不透明詞有清楚的記憶判斷 (Han et al., 2014)。簡而言之，這些詞彙特性的心理實質性，可同時在詞彙處理與記憶運作中發現。另外，從意識介入的程度，語言中的構詞知識也可分為較外顯的構詞 / 詞素覺識 (morphological awareness) 與較內隱的詞素運作 (morphological processing) (Nagy et al., 2014)。詞素覺識需要較有意識地擷取詞素的字形與字意，而詞素運作則是相對較自動化、當事人較不易覺察到的快速運作。在詞彙判斷作業中，受試者被要求判斷在語言環境、心理詞庫中存在的「真詞」，以及不存在的「假詞」，這樣的判斷已到了意識覺察的外顯層次，多被稱為是構詞 / 詞素覺識 (王宣惠等人, 2012; Ku & Anderson, 2003)。相對的，研究中若出現不預期的記憶作業，則可視為較內隱的運作。透過本研究的發現，可以瞭解聽損者在無須以口語直接回覆的情況下，構詞結構於外顯詞彙觸接歷程、內隱記憶運作的情況，尤其是在生活與教育現場往往最能觀察到的是記憶表現，透過詞彙與記憶的結果，可作為聽損者語言發展與教育訓練的參考面向。

## 二、聽損者的構詞知識

由於聽損者的中文構詞研究有限，以下將先回顧聽損者在拼音文字的構詞研究，再對聽損者的中文構詞研究做說明。

在拼音文字的構詞知識中，主要是探討衍生詞素 (derivation morpheme) 與屈折詞素 (inflectional morpheme) 的知識為主，衍生詞素是指能改變詞彙語意和詞性的詞素，例如英文詞 happiness 中的後綴詞素 ness，而屈折詞素是較不會改變詞彙語意、但詞性可能會改變的詞素，例如英文詞 girls 中加上後綴詞素 s。在拼音文字構詞研究中，聽損者構詞知識也明顯落後於同年齡的聽常者 (Gaustad & Kelly, 2004; Gaustad et al., 2002)。另外，聽損者英文拼字錯誤型態中，Bowers 等人 (2014) 發現最常見的是聲韻錯誤、接著依序是語意、構詞、字形等的錯誤型態，反映出聽損者在拼音文字的構詞知識上有所限制。

拼音文字詞素覺識的發展研究中，Cooper (1967) 探討聽損兒童衍生詞素與屈折詞素的知識，發現在聽常與聽損兒童，衍生詞素都比起屈折詞素有較大的困難，聽損兒童尤其是在衍生詞素的表現上有著明顯障礙 (Cooper, 1967)。Gaustad 等人 (2002) 探討了聽損大學生、中學生在英文詞素切割與詞素語意辨識的表現，研究的詞素包含曲折、衍生、詞首與詞根，結果發現聽損大學生的表現不及聽常大學生，但與聽常中學生接近，聽損中學生的表現最差，而且隨著詞素的難度增加，聽損者與聽常者的落差加大，反映出聽損者在構詞知識上的不足。與聽損者比較的對象除了是同生理年齡的聽常者外，也可納入閱讀能力相同的聽常者，例

如 Berthiaume 與 Daigle (2014) 探討聽損兒童的構詞能力，在合理判斷作業中，會呈現兩個假詞，受試者要從中選出較可能為真詞的一個，在解構作業中，受試者則需要對於複雜組成的詞，擷取出詞彙主要的基本詞形式。該研究顯示聽損兒童與相同閱讀能力的聽常控制組有著相似表現，但比起相同生理年齡的聽常兒童則有較弱的構詞能力表現，此結果反映出聽損兒童的構詞知識雖然較弱，但仍具有一定程度的知識與直覺。不過，隨著年齡發展，聽損者的構詞知識劣勢會逐漸加大，Gaustad 與 Kelly (2004) 發現聽損大學生即使與閱讀能力相似的聽常中學生比較時，對英文衍生詞詞素仍會出現相當大的困難，尤其是在高難度的詞素切割、中難度的詞素語意辨識表現上，依舊會落後聽常者，同時，僅在閱讀能力高於 10 年級時，聽損者的閱讀能力才會與構詞知識（將一個複雜詞彙切隔成較小詞素單位的能力）有所相關。Clark 等人 (2011) 探討聽損大學生的聲韻覺識、構詞覺識、英文閱讀流利度與手語流利度的關係，其中，構詞覺識作業是邀請受試者對於無論是否清楚知道這些詞彙的意義，都盡量嘗試將具有相似意義的單詞素、多詞素詞彙配對在一起。結果顯示聽損大學生構詞知識（包含衍生詞素與屈折詞素知識）相對較聽常者來得薄弱，同時，也發現聽損大學生的構詞覺識與其英文流利度有著正相關，而且，有較流利手語能力的聽損者，也有著較好的英文構詞知識。

即使上述的研究多發現聽損者有較弱的構詞知識，不過，研究發現仍強調聽損者具有一定程度的構詞知識，尤其是在內隱的構詞判斷運作。例如 Hanson (1993) 讓聽損大學生猜測與學習假詞（語意構詞皆相關、語意相關構詞無關），來探討聽損大

學生的衍生構詞能力，結果發現聽損者對於衍生詞素相關的假詞有較正確、快速的學習表現，反映出聽損大學生是能夠運用英文構詞知識來學習。另外，Van Hoogmoed 等人 (2011) 探討荷蘭聽損兒童與聽損成人的屈折前詞綴 (inflectional prefixes) 知識，研究中發現聽損兒童雖然比起聽常兒童，有較多錯誤、較慢反應，但仍能夠透過構詞知識來判斷一些出現頻率較高的前詞綴，而該研究也發現到了成人階段時，由於這些詞彙已經儲存在成人的心理詞彙庫中，聽損成人的表現就變得與聽常成人較為相似。Breadmore 等人 (2014) 則是對聽損青少年外顯與內隱構詞知識做深入的探究，探討聽損青少年對於英文主詞與動詞數量一致性 (subject-verb number agreement) 的閱讀速度與更正表現。由於英文動詞的型態是需要考量主詞及其數量，結果顯示聽損青少年與其他聽常青少年相似，在閱讀英文主詞數量與動詞不一致性句子時，會有較慢的閱讀速度，不過，聽損青少年在不一致句子的較慢閱讀速度，會持續到主要動詞之後的第一個詞、第二個詞，而聽常青少年僅會在主要動詞上有較慢閱讀速度，兩群體的閱讀變慢在時序上有些許不同。不過，聽常青少年在更正主要動詞的衍生詞素型態來配合主詞與其數量有相當好的表現，但聽損青少年則無法有效地更正。此研究結果反映出聽損青少年是具有構詞的內隱運作能力，但未有足夠的外顯構詞知識來做相關的動詞更正，反映出聽損者的構詞知識於外顯判斷與內隱處理機制上是具有差異的。以上的研究發現可揭示出聽損者是具有部分構詞規則與知識，並能夠運用這些構詞知識來辨識、理解與學習詞彙。

相對的，有關聽損者於中文構詞覺識表現的研究則是相當有限。林幸君 (2013) 探

討聽損國中學生之聲韻覺識、字形知識、快速唸名、構詞覺識等因素，對於詞彙量與閱讀表現的預測效力。其中，構詞覺識包含同音異字、字根造詞作業。在同音異字作業中，受試者會看到一個句子，句子中有一個空格，受試者必須從四個同音異字的選項中，選出符合句子意義的目標詞；字根造詞作業會提供受試者一個目標字，目標字的左邊、右邊各提供六至九個字，受試者要去圈選出左右邊的字與目標字結合在一起時，可以形成一個有意義的中文詞。此研究發現：聽損者表現有相當大的個別差異，在控制了智力與認知能力後，僅構詞覺識能顯著地預測詞彙量與閱讀理解表現，顯示出聽損族群的中文構詞覺識與其中文閱讀能力之間有著重要的關聯性。Ching 與 Nunes (2015) 探討中文構詞覺識與閱讀能力之間的關係，包含詞素辨識作業與詞素產生作業。詞素辨識作業中，聽損兒童會聽到兩個中文雙字詞，其中一個字是同音字，聽損兒童必須判斷兩個詞中的同音字是否為相同意義；詞素建構作業中，聽損兒童會聽到一個中文雙字詞，裡面的其中一個字為主要目標詞素，聽損兒童必須要說出一個具有目標詞素意義的中文雙字詞，以及一個具有同音但不同意義的中文雙字詞。此研究結果發現聽損兒童的兩個構詞覺識作業表現，相對於聲韻覺識，更能有效預測其文字辨識能力。不過，由於聽損者的個別差異大，仍需要有更多的研究來釐清聽損者的中文構詞知識。

### 三、語意透明度研究

人們要理解一個詞彙意義，可包含以下幾種運作觀點：第一種是「全詞表徵模式」，此模式認為無論詞彙為何，都透過

將整個詞彙形成一個全詞表徵來辨識提取 (Butterworth, 1983)；第二種是詞素分解，認為複雜詞彙一定會被分解為較小組成單位，如詞素，來理解詞彙的全詞語意 (例如 Taft, 1981, 2004)，不過，由於全詞語意是很需要被激發處理以達成語言溝通的目的，因此，此觀點逐漸被調整為：詞素分解是預設要進行，且早於全詞表徵 (例如 Marslen-Wilson et al., 1994)，並進行詞素與全詞語意的彙整 (Koester et al., 2007)，在此稱為「分解後彙整模式」；第三種是詞素分解與全詞表徵可以同時且平行地激發運作，但人們會受到詞彙的特性，例如詞頻、語意透明度等因素，而仰賴全詞或詞素的運作，(Baayen et al., 1997; MacGregor & Shtyrov, 2013)，稱為「雙路徑模式」。要瞭解人們是運用哪一個詞彙構詞運作模式，可以透過語意透明度，探討詞素語意與全詞語意的關係 (Libben, 1998; Libben et al., 2003)，來做一釐清。

以中文雙字詞為例，語意透明詞 (transparent words) 或組合詞 (compounds)，全詞語意可由各個組成字意義 (詞素語意) 所預測，而語意不透明詞 (opaque words) 或成語詞 (idioms)，即較無法由各個中文字來推論全詞語意。若根據「全詞表徵模式」，由於透明詞、不透明詞都是以全詞表徵儲存與運作，未觸及到詞素與全詞的關係，在控制了其他可能影響詞彙運作的因素如詞頻後，兩者應有相似的運作表現。若是詞彙運作是依照「分解後彙整模式」，由於透明詞的全詞語意與詞素語意有關連，因此在詞彙理解時，透過詞素語意便可推論部分的全詞語意，應可以較沒有衝突地進行後續的語意彙整，然而，不透明詞的全詞語意和詞素語意之間並無特定關連，不透明詞的運

作便不能只分析詞素語意，如果分析了詞素語意，後續還需要與全詞語意彙整，在不透明詞的兩種語意彙整過程，便會比起透明詞有較大的衝突與彙整。倘若是「雙路徑模式」，則可能在高頻詞、不透明詞會以全詞表徵運作為主，而在低頻詞、透明詞中，則可主要透過詞素分解，再與全詞語意彙整。值得注意的是，雖然「分解後彙整模式」、「雙路徑模式」都需要進行後續詞素與全詞語意彙整，由於「分解後彙整模式」預測不透明詞彙整時的衝突較大，不透明詞的運作應較透明詞耗費較多的認知資源，而「雙路徑模型」中詞素與全詞可以平行運作，因此透明詞與不透明詞的運作表現不必然會有顯著的差異。

為了釐清中文的構詞運作模式，過去中文語意透明度的行為研究中，便發現中文詞彙的語意透明度會影響到詞素與全詞運作的選擇。當受試者對於中文雙字詞作詞彙判斷時，透明詞（組合詞）無論全詞詞頻高低，皆可發現詞素的字頻效果（李佳穎，1995；李培榮，2007；梁美雅，1992），此結果反映出在辨識透明詞時，個別詞素都會被自動分解與激發。相對的，不透明詞（成語詞）的發現較為分歧，有些研究發現不透明詞無論詞頻高低，字頻效果都未出現（李佳穎，1995；李培榮，2007），反映出不透明詞較仰賴全詞表徵的運作，不過，也有研究發現在高頻不透明詞才會激發個別詞素，在低頻不透明詞中，不透明詞則傾向以全詞的方式運作（梁美雅，1992）。

值得注意的是，語意透明度不僅對中文詞彙運作有影響，也會影響到記憶表現。Han 等人（2014）探討受試者對於學過的中文透明詞、不透明詞在記憶再認作業上的表現。研究發現受試者對於不透明詞有較好的

再認表現，此結果顯示出透明詞的詞素與全詞語意間的相似性，反而干擾了記憶，而不透明詞中詞素與全詞語意間的不一致，使得不透明詞較為凸顯，幫助了記憶表現。除此之外，若分析假警報機率（實際上未出現但受試者誤以為出現的），會發現透明詞比不透明詞來得高（Wong & Rotello, 2010）。因此，透過對於不同語意透明度詞彙的記憶表現，也可以推論出不同語意透明度詞彙在詞彙觸接運作歷程上的差異。而上述的結果，都傾向支持透明詞、不透明詞是以「分解後彙整模式」運作。在此可清楚看到，雖然透過詞彙運作便能釐清「分解後彙整模式」與「雙路徑模式」，不過，記憶的表現更可以有效預測「分解後彙整模式」不透明詞所需彙整的衝突較大、較凸顯，而「雙路徑模型」透明詞與不透明詞的記憶表現不一定有差異。

行為表現往往是所有運作的集合，透過事件相關電位（Event Related Potential, ERP）的高時間解析度，可以進一步協助釐清即時的內在運作機制。最初在 Kutas 與 Hillyard（1980）的 ERP 研究中，發現人們在處理句子時，若出現與句子脈絡不一致詞彙時，比起句子脈絡一致詞彙，約在詞彙出現後 400 毫秒左右，於大腦中間至後區（centro-posterior）電極位置會出現更負向的腦電波，此一腦電波成分被稱為 N400，並被視為是語意運作相關的腦電波指標（Holcomb & Grainger, 2006；Kutas & Federmeier, 2011；Morris et al., 2007）；另一個腦電波成分 N250，除了可反映出知覺中重複出現、知覺配對程度（degree of perceptual mismatches）的訊息外（Wang et al., 2004），也可當作是詞彙組成（sub-lexical）與詞彙表徵（lexical representations）之間的交互作

用 (Grainger & Holcomb, 2009; Holcomb & Grainger, 2006)。相對的，左腦前區約在 150 至 500 毫秒左右出現的左前負波 (left anterior negativities, LANs)，被視為是以規則為主、與較自動化的句法規則、構詞規則運作 (Friederici et al., 2003)、程序性記憶運作 (procedural memory) (Ullman, 2004) 有關。簡而言之，詞彙出現後 100 至 600 毫秒左右，LAN、N250 與 N400 成分可以反映出對於刺激中更需要耗費較多相關認知者，會有更負向的腦電波，同時，較早期的腦電波反映出詞彙運作初期、較自動化的運作。

透過 ERP，許多語意透明度研究發現詞彙會自動地進行詞素分解。例如 Lavric 等人 (2007) 透過遮蔽促發實驗典範，發現促發效果的 N400 振幅改變情況，在不透明詞與透明詞情境相似，因此該研究認為無論透明詞或不透明詞都會進行詞素分解，同時該研究更深入地認為詞素分解是在字形的層次，支持詞素字形運作的觀點，較不支持早期運作時詞素語意也會被激發。然而 Morris 等人 (2007) 發現透明詞比起不透明詞、字形相似詞等，有較大的促發效果，並在 N250 與 N400 中發現差異，肯定詞素語意在詞彙運作的必要性與重要性。Lavric 等人 (2012) 發現在理解假構詞詞彙 (pseudo-morphological words) (字形看起來是由較小詞素組成，但實際是不能分割全詞，例如 corner 不合適分解為 corn + er) 也會進行詞素分解，使得假構詞比起真構詞 (例如 darkness 可以合理解構為 dark + ness)，於 246 至 276 毫秒時間視窗有更負向的電位，反映出當人們直接對於不可拆解的假構詞進行詞素的分析後，發現語意不對時而進行修正運作，反映出詞彙觸接時詞素激發與後續彙整的進行，支持「分解後彙整模式」。

有些 ERP 研究則發現透明詞與不透明詞有不同的運作模式，例如 Koester 等人 (2007) 運用左前負波 (LAN) 為語意彙整指標，透過德文詞彙的文法陰陽性與限定詞之間有特定的文法規定，來探討德文詞彙的構詞運作。在實驗中會以口語依序呈現的德文限定詞與詞彙 (透明詞、不透明詞)，受試者要判斷這樣是否符合文法。研究結果發現：透明詞相較於不透明詞有更負的電波，顯示出透明詞會進行詞素分解，各別詞素分別具有文法陰陽性，因此，透明詞在詞素分解後，需要重新彙整詞素與全詞的陰陽性；相對的，不透明詞並沒有進行詞素分解，也就沒有必要進行詞素與全詞彙整的運作。

本研究關注臺灣手語為主要溝通語言的聽損者，而手語聽損者的文字閱讀學習，也可視為是第二語言的學習 (Hoffmeister & Caldwell-Harris, 2014)。以下也將回顧第二語言者在構詞運作上的表現，藉由第二語言的觀點，來檢視手語聽損者的中文構詞運作機制。

在第二語言 (L2) 的構詞運作研究中，有些學者認為非母語者與母語者有所不同。例如 Clahsen 等人 (2010) 比較了母語者與非母語者於英文構詞運作的異同，結果顯示非母語者比起母語者對於構詞結構較不敏感，相對較仰賴全詞詞彙處理。而非母語者與母語者的構詞運作差異，可能不單只是在語言流利度上有差別，更可能受到語言發展、大腦成熟過程 (Ullman, 2004, 2005) 以及其他認知運作如記憶 (McDonald, 2006) 所導致。此外，不同母語也可能會影響到 L2 的構詞運作，不同語言的字形、聲韻與語意的關係，使得該語言的母語者有不同的文字辨識傾向 (Katz & Frost, 1992)。例如在形音對應關係較一致、較淺的語言中，例如義



大利文、芬蘭文，讀者可透過字形獲得語意，相對的，在形音對應關係較不一致／較深的語言中，例如英文、荷蘭文，讀者則需要仰賴更多其他如詞頻、語意相關因素（如熟悉度、有意義程度）（Cuetos & Barbón, 2006）等訊息，來辨識詞彙。而不同母語的運作傾向，可能會使得不同母語者在學習相同的 L2 時，會出現不同的狀況與表現，例如在判斷英文語意類別作業時，韓文母語者（韓文形音對應較一致）便比起中文母語者（中文形音對應較不一致），更容易受到英文聲韻影響，將英文的同音字誤判斷為相同語意類別（Wang et al., 2003）；Lemhöfer 等人（2008）以英文為主要探討語言時，發現這些非母語者（母語形音對應關係由較一致到較不一致為德文、荷蘭文和法文）與英文母語者在英語構詞運作上有些微的差異，非母語者的英文詞彙辨識表現較容易受到英語構詞特性所預測，但母語者較不受影響。不過，該研究的結果也提出雙語者對於 L2 構詞運作主要還是受到 L2 本身語言結構性影響，較不會受到兩種語言之間關係的影響；Gao 等人（2021）透過促發實驗典範，比較中文 L1 者、流利中文 L2 者、中等能力中文 L2 者，發現所有族群在促發詞為全詞比起促發詞為詞素的情境下，會有更大的促發效果，反映出全詞表徵的完整性與重要性；該研究提出中文母語者對於高頻中文詞會傾向以全詞運作，而中文為 L2 時，會受到中文的流利度而有影響，流利中文者會傾向以全詞運作，中等中文能力者則會包含著全詞、詞素運作兩種運作。相對的，有些觀點認為母語者與非母語者的構詞運作相似，例如 Diependaele 等人（2011）邀請西班牙文英文雙語者、荷蘭文英文雙語者進行英文構詞的遮蔽促發作業。結果顯示兩組人都有詞素的促發效果，且促

發效果量由大至小依序為透明詞組（viewer-view）、不透明詞組（corner-corn）、字形控制組（freeze-free），該研究結果顯示出 L2 的構詞運作較不受到不同 L1 的影響，且與母語者的構詞運作特性相似。

綜合詞彙構詞運作與 L2 構詞研究的發現，反映出語言構詞運作於不同的語言、詞彙特性、受試者語言能力、是母語還是第二語言、母語特性等因素下，可能會出現不同詞彙運作模式。臺灣手語詞彙與中文字之間沒有一對一的對應，而是與中文詞彙之間有語意的對應關係，手語聽損者的中文構詞運作是否會受到手語詞彙無法與中文字一一對應之影響，而以全詞表徵來處理中文詞彙，將在本研究中作一探討。

本研究透過比較透明詞（全詞、詞素語意一致）與不透明詞（全詞、詞素語意不一致），來瞭解聽損者對於中文構詞的知識。同時，本研究的聽損者是能夠流利使用臺灣手語的聾人成人，我們尤其想釐清：使用手語聽損者在理解中文不透明詞時，是否會激發、解決詞素語意和全詞語意的不一致，來理解這些不透明詞的正確語意。本研究中，受試者會先接受詞彙判斷作業，在完成詞彙判斷作業之後，透過不預期的記憶作業，來瞭解在判斷過這些詞彙後，不同語意透明度的詞彙是否會有不同的記憶運作表現。此外，記憶再認可分為兩種不同的提取歷程：清楚回憶（recollection）與熟悉感（familiarity）（Rugg & Curran, 2007；Rugg et al., 1998），這兩種記憶提取歷程有著不同的神經運作機制（Düzel et al., 1997；Rugg et al., 1998）。由於過去研究常發現聽損者記憶表現較差（Andin et al., 2013；Bavelier et al., 2008；Geraci et al., 2008），本研究進一步釐清兩族群若記憶表現有不同時，是否是

受到不同提取歷程所影響，因此，在記憶再認作業中除了判斷新舊詞外，也需對每次的判斷做出信心評估（記得[確定]／知道[不確定]）。本研究的結果可作為聽損者在學習了臺灣手語經驗後，對於中文較外顯的構詞知識判斷與較內隱記憶運作，進行初步探討，釐清臺灣手語經驗對於中文構詞知識的影響。

#### 四、研究目的與假設

本研究操弄語意透明度（透明詞、不透明詞），透過詞彙判斷作業、記憶作業，並結合腦電波設備，來初步瞭解具流利臺灣手語能力的聽損者，如何受到中文詞素語意與全詞語意關係，對其詞彙理解與記憶運作造成影響。基於過往詞彙運作模式，本研究假設：若受試者對中文雙字詞仰賴「全詞表徵模式」，無論是詞彙判斷或記憶作業，透明詞與不透明詞的行為與腦電波結果應不會有明顯差異。若以「分解後彙整模式」運作時，由於不透明詞詞素與全詞語意需要更多的協調與彙整，因此不透明詞應會需要更多認知資源，於 100 至 500 毫秒左右出現更負向的腦電波（例如中間至後區電極位置 N400，前區 LAN），同時，不透明詞的詞素語意與全詞語意不一致性，將會導致不透明詞有較高的記憶凸顯性，更能有效判斷是否出現過。若以「雙路徑模式」運作時，透明詞以詞素分解為主，不透明詞仰賴全詞表徵運作，由於直接觸接全詞語意可視為是更直接的運作，則不透明詞的腦電波運作便不必然會有更負向的電位，反而可能是透明詞需要耗費較多資源運作來分解詞素、彙整詞素與全詞語意，而有更負向的腦波，同時由於不透明

詞的詞素與全詞語意不一致性未被激發，因此不透明詞不一定會有較好的記憶表現。

## 方法

### 一、受試者

本研究邀請 28 位聽損者（16 女性，年齡介於 25 至 55 歲，平均年齡為 35.57 歲）以及 28 位聽常者（18 女性，年齡介於 21 至 51 歲，平均年齡為 31.46 歲），這兩群體的年齡未有差異 ( $t(48) = 1.65, p = .11$ )。聽損者在幼兒或更小之前即被診斷為聽損，聽力損失為 85dB 或以上，其中兩位聽損者的父母也為聽損者，其餘皆出生在聽常家庭。所有聽損者皆有高中或高中以上的教育程度，其中有 12 位聽損者具有國內外大專或碩士學歷。所有聽常者皆以中文為母語，並有高中或高中以上的學歷，其中有 18 位具有國內外大專學歷。所有受試者皆自認能夠流利閱讀使用中文文字。所有的聽損者皆在青春期之前習得臺灣手語，平均開始學習手語年齡為 8.29 歲（最早 1 歲、最晚 18 歲），以臺灣手語為其主要的母語或日常溝通的語言，並於民間社團中相當活躍、並致力推廣臺灣手語。針對聽損者，請其自評相關語言能力（0 非常不流利 ~5 非常流利），在中文聽說讀寫分別為 .71、1.57、3.71 與 3.46，中文讀唇為 1.61，臺灣自然手語 4.04、中文文字手語 3.61。聽損者自評每日會進行中文閱讀、中文說寫、使用臺灣手語的時間，平均分別約為 2.27 小時、1.61 小時與 3.66 小時。所有受試者的慣用手皆為右手，沒有神經相關疾病史，有矯正至正常的視力，能理解與配合腦電波與實驗作業相關要求。

## 二、材料

考量到聽損者的詞彙知識可能有較大的個體差異，因此，研究中所挑選的詞彙主要為中央研究院平衡語料庫中相對較高頻率的詞彙（中文詞知識庫小組，2001）。在詞彙判斷作業中，選出 120 中文雙字詞真詞，包含名詞、形容詞與動詞等詞性，依照全詞與詞素的語意關係（Libben, 1998；Libben et al., 2003），將全詞語意可以從詞素取得，兩者語意關係一致，定義為透明詞，例如「平坦、寂靜、儲蓄」，而全詞語意無法直接由詞素取得，兩者語意關係不一致，定義為不透明詞，例如「花生、風流、吹牛」。所有的真詞皆可用臺灣手語表達與溝通。另外找 20 位中文為母語的聽常受試者（14 位女性，平均年齡為 20.6 歲），來協助對刺激材料的語意透明度作評分（語意不透明詞，則給予接近 0 分；語意透明詞，則給予接近 10 分）。60 個透明詞（語意透明度分數 6.98）與 60 不透明（詞語意透明度分數 .97）的語意透明度分數有顯著的差異（ $t(118) = 36.34, p < .001$ ），但兩者在詞頻、第一個字字頻、第二個字字頻、總筆劃數皆未有差異。詞頻（透明詞：32.33 次 / 百萬，不透明詞：32.30 次 / 百萬）（ $t(118) = .01, p > .05$ ）；第一個字的字頻（透明詞：101.97 次 / 百萬，不透明詞：96.08 次 / 百萬）（ $t(118) = .20, p = .85$ ）；第二個字的字頻（透明詞：302.18 次 / 百萬，不透明詞：83.55 次 / 百萬）（ $t(118) = 1.96, p > .05$ ）；總筆劃數（透明詞：22.75，不透明詞：21.10）（ $t(118) = 1.37, p = .17$ ）。另外，實驗中使用其他未在上述 120 中文雙字詞的字，創造出 120 中文雙字詞假詞，例如「瓜談、桶拍、司確」，這些假詞較不符合中文詞素組合規則而實際上也不存在，臺灣手語

的構詞中也沒有相關的組合。

在記憶再認作業中，包含 52 個出現在詞彙判斷作業中的真詞舊詞（26 透明詞、26 不透明詞）以及 52 個未出現在詞彙判斷作業中的真詞新詞（26 透明詞、26 不透明詞）。真詞詞頻於透明詞與不透明詞之間沒有差異（透明詞：33.62 次 / 百萬，不透明詞：34.98 次 / 百萬）（ $F(1, 100) = .02, p > .05$ ），舊詞與新詞之間（舊詞：33.19 次 / 百萬，不透明詞：35.40 次 / 百萬）（ $F(1, 100) = .04, p > .05$ ），交互作用未達顯著差異（ $F(1, 100) = .01, p > .05$ ），顯示出記憶再認作業中的四種情境詞彙具有接近詞頻。

## 三、實驗程序

本研究先進行詞彙判斷，再進行不預期記憶判斷。在詞彙判斷作業的嘗試次中，在 200 毫秒的凝視點後，會出現一個中文雙字詞，受試者必須在 1500 毫秒內，以右、左手手指按下按鍵，來判斷此字詞是否為真詞，500 毫秒後會出現下一個嘗試次，共有 120 個真詞、120 個假詞，此作業可視為是詞彙的學習階段。在完成詞彙判斷作業後，受試者沒有預期會有記憶作業，此非預期的記憶作業較能夠反映出平時非刻意學習後的記憶狀況。記憶作業的嘗試次可分為再認判斷與記憶信心評估，再認判斷中，在 200 毫秒的凝視點後，會出現一個中文雙字詞，受試者須在 1500 毫秒內，以右、左手手指按下按鍵，來判斷此字詞為出現在詞彙判斷作業中的舊詞，還是未出現在之前作業的新詞，接著，螢幕會出現記憶信心評估訊息「記得（確定）／知道（不確定）」，受試者需要在 3000 毫秒內，以左、右手食指按下按鍵，評估剛剛對此詞彙的新舊詞判斷，自己是記得（確

定)是舊詞、新詞,還是僅憑感覺、知道(不確定)判斷,500 毫秒後會再出現下一嘗試次。記憶作業中共有 52 個舊詞(26 個透明詞、26 個不透明詞)與 52 個新詞(26 個透明詞、26 個不透明詞)。受試者於記憶信心評估的反應為記得(確定)將會轉換為高信心的分數 1,知道(不確定)轉換為低信心的分數 0,因此,若受試者對於自己的記憶信心評估越高、越確定,會有越高的分數。在詞彙判斷與記憶再認作業中,刺激出現次序皆為隨機。

#### 四、腦電波紀錄與分析

本實驗使用 32 電極 Neuroscan 4.3 (Neuroscan Inc., Sterling, USA),作為腦電波收集與事後資料分析之設備。32 個電極所放置的位置依照 10-20 系統配置,參照電位是左右兩耳耳後凸骨電極所記錄的電位之平均,垂直眼動(vertical electrooculogram, VEOG)是取自左眼上方與下方電極的電位訊號差,水平眼動(horizontal electrooculogram, HEOG)是取自左、右兩眼外側眼角電極的電位訊號差。所有電極的電阻皆低於 5 千歐( $K\Omega$ ),訊號取樣頻率為 500 赫茲(Hz),使用 0.1 至 30 Hz 的帶通濾波器(band-pass filter)。對於每位受試者的腦電波資料分析,會針對中文雙字詞刺激出現之前 100 毫秒,之後 1000 毫秒定為事件時段(epoch),使用帶通濾波器 0.05 至 30 (24dB/oct)濾波,以目標詞出現前 100 毫秒作為基準做基準值的校正(baseline correction),並去除垂直眼動、其他電極位置於事件時段內訊號的極端值(高於或低於 100 Hz),最後將各個相同情境的事件時段

之電位做平均(average)。在 10-20 系統配置中,由鼻根至後腦枕外粗隆的前後連線稱為中線,在電極位置以 z 作為標示,例如由前額葉至後頂葉中線電極位置依序為 Fz(前額中線)、FCz(額中線)、Cz(正中線)與 Pz(頂中間)。由於本研究關注的相關腦電波運作如 N250、N400,這些成分往往會在大腦中間至後區有較明顯的效果,另外,回憶時,清楚記得與知道熟悉分別主要反映在頂葉與額葉運作(Curran, 2004; Paller et al., 2007)。因此,為了能更清楚瞭解兩族群在透明詞、不透明詞的異同,且暫不探討左右腦在此運作中的異同,在詞彙判斷作業中,將在 Fz、FCz、Cz 與 Pz 等中線電極位置,以 50 毫秒視窗大小,精細分析刺激出現後 100 毫秒至 600 毫秒的電位訊號;在記憶作業中,以 50 毫秒視窗大小,分析刺激出現後 300 毫秒至 600 毫秒的電位訊號分析,關注 Fz、FCz、Cz 與 Pz 等中線電極位置。

本研究將分別對聽損者、聽常者於詞彙判斷作業進行語意透明度(透明詞、不透明詞)成對樣本  $t$  檢定,於記憶作業中進行新舊詞(舊詞、新詞)×語意透明度(透明詞、不透明詞)之二因子完全受試者內變異數分析。

## 結果與討論

### 一、詞彙判斷

#### (一) 正確率與反應時間

聽損者與聽常者在詞彙判斷作業中,行為資料的平均數(標準差)可參考表 1。語意透明度(透明詞、不透明詞)成對樣本  $t$  檢定的結果發現,兩組受試者都出現不

表 1 聽損者、聽常者於詞彙判斷作業與記憶作業之行為結果

作業	聽損者			聽常者			
	透明詞	不透明詞	<i>t</i> (27)	透明詞	不透明詞	<i>t</i> (27)	
詞彙判斷	正確率	.86 (.13)	.93 (.06)	-3.38 **	.94 (.04)	.97 (.03)	-3.99 **
	反應時間	656 (66)	632 (59)	5.14 **	644 (88)	622 (87)	7.32 **
記憶	正確率	.60 (.17)	.63 (.20)	-2.58 *	.60 (.16)	.69 (.15)	-5.21 **
	敏感度 <i>d'</i>	1.13 (1.32)	1.53 (1.39)	-1.87 -	.85 (1.57)	1.29 (.97)	-2.27 *
	信心	.68 (.31)	.73 (.32)	-2.49 *	.70 (.20)	.83 (.11)	-4.71 **

註：-  $p > .05$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

透明詞有顯著較高的正確率，聽損者 ( $t(27) = -3.38, p < .01$ )、聽常者 ( $t(27) = -3.99, p < .01$ )。在反應時間中，僅選取正確反應，並去除了正負兩倍標準差的極端值以進行後續分析，聽損者、聽常者分別去除 6% 與 6% 的嘗試次。結果顯示，兩族群的不透明詞有顯著較快的反應時間，聽損者 ( $t(27) = 5.14, p < .01$ )、聽常者 ( $t(27) = 7.32, p < .01$ )。簡而言之，兩族群皆對於不透明詞有較正確、較快的詞彙判斷，與過去的研究結果一

致 (李培榮, 2007)，顯示出不同語意透明度詞彙的詞彙觸接運作狀況有所差異。

### (二) 腦電波資料

詞彙判斷作業將以 50 毫秒視窗大小，分析事件時段 100 毫秒至 600 毫秒的電位，對語意透明度進行成對樣本 *t* 檢定，兩群受試者的兩種語意透明度詞彙於 Fz、FCz、Cz 與 Pz 等位置的腦電波變化，可參考圖 1、表 2。

聽損者從 150 毫秒開始，可在每個視窗的 Cz 與 Pz 發現語意透明度的效果，透明詞

圖 1 聽損者、聽常者對兩種語意透明度詞、假詞的詞彙判斷之腦電波變化

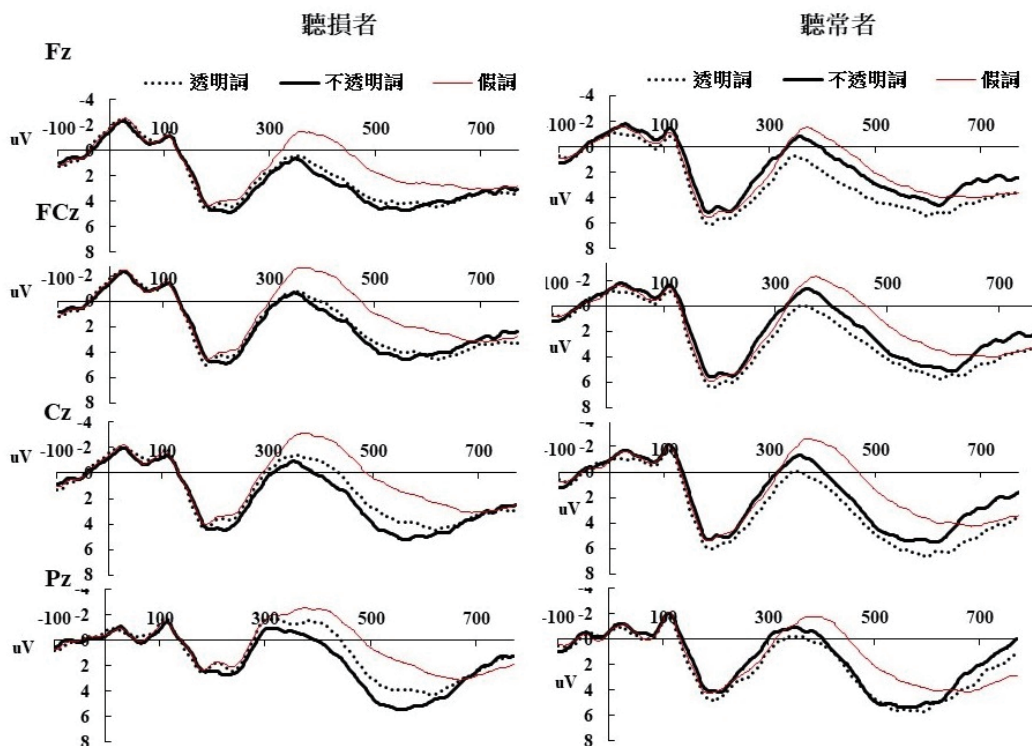


表 2 聽損者、聽常者詞彙判斷作業的腦電波表現，透明詞、不透明詞之成對樣本 *t* 檢定

詞彙判斷	聽損者				聽常者				
	<i>t</i> (27)	Fz	FCz	Cz	Pz	Fz	FCz	Cz	Pz
100-150	-1.2	- .10	- .53	- .41	- 2.25 *	1.88 *	2.10 *	2.88 **	
150-200	1.03	- 1.33	- .80	- 1.78 *	2.49 **	2.15 *	2.43 *	1.64	-
200-250	-1.16	- .95	- -1.82 *	.60	- 1.32	- 1.13	- 1.25	- 1.43	-
250-300	-1.09	- .55	- -1.27	- .20	- 2.50 **	2.13 *	2.33 *	2.11 *	*
300-350	- .59	- -1.14	- -1.08	- 1.09	- 2.09 *	1.86 *	2.01 *	1.95 *	*
350-400	-1.20	- -1.11	- -2.27 *	.47	- 2.51 **	2.11 *	1.92 *	1.30	-
400-450	-1.08	- -1.17	- -2.63 **	-1.75 *	2.33 *	1.43	- 1.17	- .71	-
450-500	- .84	- -.75	- -2.13 *	-.07	- 2.01 *	1.21	- 1.06	- .73	-
500-550	-1.01	- -1.02	- -2.57 **	-.07	- 1.82 *	.86	- .91	- .68	-
550-600	-.64	- -.53	- -2.11 *	.66	- 1.59	- .90	- 1.24	- 1.05	-

註：-  $p > .05$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

有顯著更負向的波。聽損者的透明詞有更負向的電位，顯示耗費較多的認知運作，此資料型態與低詞頻的德文複合詞研究 (Koester et al., 2007)、英文組合詞研究 (MacGregor & Shtyrov, 2013) 一致。由於透明詞與不透明詞兩者有差異，較符合「分解後彙整模式」與「雙路徑模式」的預測，不過「分解後彙整模式」預期不透明詞有更負向的電位，此結果較不符合；而此結果是否完全符合「雙路徑模式」，則可透過記憶表現來釐清，不透明詞若是「分解後彙整模式」，則應有較凸顯的記憶表現，若為「雙路徑模式」，則不透明詞便沒有較凸顯的記憶優勢。

聽常者從 100 毫秒開始至 400 毫秒，於四個電極皆發現語意透明度效果，不透明詞有更負向的波。除此之外，語意透明度的效果在 Fz 位置會於 400 毫秒至 550 毫秒持續出現。聽常者在較早時間視窗出現語意透明度效果，可反映出詞素與全詞語意之間的一致性可在詞彙觸接初期自動激發運作 (Kutas & Federmeier, 2011)，同時，在額葉電極發現不透明詞有更負向電位，反映出不透明詞需要耗費更多的認知資源整合詞素與全詞語意之間的不一致。聽常者的腦電波結果較符合「分解後彙整模式」。

簡而言之，本研究發現聽損者在 Cz 與

Pz 對透明詞有較負向的腦波，反映出對於透明詞會耗費較多的認知資源運作，但聽常者則是 100 至 400 毫秒在四個電極位置發現透明度效果，400 至 550 毫秒在額葉 Fz 電極，且是對不透明詞有較負向的腦波。此結果反映出兩族群在語意透明度詞彙的運作上，有不同的神經機制。

## 二、記憶作業

記憶作業的行為資料可參考表 1。

### (一) 正確率

在記憶正確率的語意透明度（透明詞、不透明詞）之成對  $t$  考驗中，聽損者 ( $t(27) = -2.58, p = .02$ )、聽常者 ( $t(27) = -5.20, p < .01$ ) 都可發現對於不透明詞有較好的再認表現。

### (二) 敏感度

考量到不同受試者有不同的反應判斷偏好，將採用可同時考量到正確命中率 (hit rate) 與假警報率 (false alarm rate) 的敏感度  $d'$  ( $d' = z(\text{Hit rate}) - z(\text{False alarm rate})$ )，來探討記憶表現。若受試者有較高的正確命中率及較低的假警報率，則會有較高的敏感度  $d'$ 。結果顯示聽常者的不透明詞有顯著較高的敏感度 ( $t(27) = -2.27, p = .03$ )，此發現與過去研究結果一致 (Han et al., 2014; Wong & Rotello, 2010)，但聽損者的敏感度則未達顯著差異 ( $t(27) = -1.87, p = .07$ )。

聽常者對於不透明詞較高的記憶敏感度，反映出不透明詞因詞素語意與全詞語意不一致，造成記憶的凸顯性，同時，不透明詞的全詞表徵也不易受到詞素影響、干擾；透明詞的詞素語意與全詞語意較為相關，兩

者有較高的相似性，反而造成記憶中較大的干擾。相對的，聽損者對於不透明詞較仰賴全詞表徵運作，詞素與全詞的不一致性也因而較未被處理，也因此未能造成不透明詞的凸顯性。

### (三) 記憶信心評估：記得 / 知道 (Remember/know)

本研究的記憶作業還包含記憶信心評估，要求受試者對於自己的再認判斷，評估此判斷是記得（確定）還是知道（不確定）。語意透明度詞彙的記憶信心評估發現，無論是聽損者 ( $t(27) = -2.49, p = .02$ ) 或是聽常者 ( $t(27) = -4.71, p < .01$ ) 皆達顯著，都對不透明詞有較確定、清楚記得的判斷。受試者的記憶信心評估，也與其記憶正確率、敏感度的資料型態方向一致。

彙整記憶的行為表現，發現聽常者對於不透明詞有較高的正確率、敏感度與信心評估，聽損者也是對於不透明詞有較高的正確率與信心評估，但在敏感度上則兩者未有明顯差異。

### (四) 腦電波資料

圖 2、表 3 顯示的是兩族群於再認作業的腦電波變化，本研究主要關注兩族群在四個電極位置 (Fz、FCz、Cz 與 Pz) 與六個時間視窗 (300-350 毫秒、350-400 毫秒、400-450 毫秒、450-500 毫秒、500-550 毫秒以及 550-600 毫秒) 的腦電波訊號，對兩族群分別進行新舊詞 (舊詞、新詞) × 語意透明度 (透明詞、不透明詞) 之二因子完全受試者內變異數分析。

聽損者的新舊詞效果在 300-350 毫秒時 FCz 達顯著，新詞有較負向電位。之後 450 至 600 毫秒，則在 FCz、Cz 位置發現新舊

圖 2 聽損者與聽常者在再認作業四個電極位置的腦電波變化

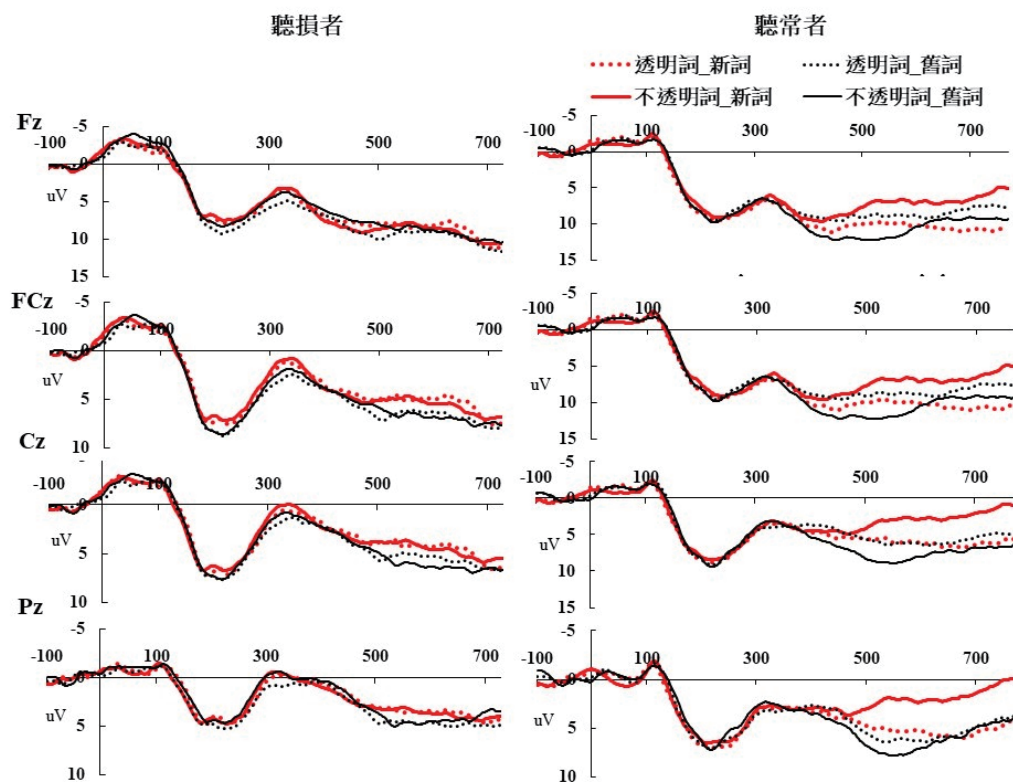


表 3 聽損者與聽常者在再認作業中，新舊詞、語意透明度之雙因子變異數分析

詞彙判斷 語意透明度 $F(1, 27)$	聽損者				聽常者			
	Fz	FCz	Cz	Pz	Fz	FCz	Cz	Pz
300-350	2.68	- 1.73	- 3.03	- 4.19	.04	.45	.39	1.23
350-400	1.05	.20	.12	.04	.19	.05	.28	.01
400-450	.05	.02	.06	.03	.63	.54	.94	.10
450-500	.33	.13	.03	.06	.22	.25	.45	.03
500-550	.22	.02	.18	.03	.02	.01	.02	.58
550-600	.23	.309	1.96	.002	.04	.08	.08	.61



表 3 聽損者與聽常者在再認作業中，新舊詞、語意透明度之雙因子變異數分析（續）

新舊詞 <i>F</i> (1, 27)																
300-350	2.07	-	4.87	*	3.68	-	1.36	-	.001	-	.001	-	.03	-	.06	-
350-400	.003	-	2.62	-	1.60	-	.01	-	.09	-	.04	-	.03	-	.43	-
400-450	.50	-	.21	-	.15	-	.35	-	.46	-	.09	-	.10	-	.98	-
450-500	.03	-	4.67	*	4.53	*	.43	-	2.93	-	3.64	-	2.93	-	7.48	*
500-550	.91	-	8.38	**	9.30	**	4.35	*	7.33	*	6.57	*	8.66	**	11.72	**
550-600	.40	-	6.42	*	8.27	**	3.19	-	2.90	-	3.85	-	6.17	*	8.77	**
交互作用 <i>F</i> (1, 27)																
300-350	.44	-	.09	-	.001	-	.69	-	.19	-	.004	-	.37	-	.61	-
350-400	.42	-	.18	-	.01	-	.31	-	1.21	-	1.05	-	.14	-	.02	-
400-450	.79	-	.11	-	.001	-	.47	-	5.52	*	4.45	*	2.29	-	1.36	-
450-500	1.94	-	.65	-	.11	-	.36	-	7.17	*	4.52	*	2.15	-	1.61	-
500-550	.78	-	.08	-	.17	-	.01	-	8.38	**	5.68	*	3.43	-	3.13	-
550-600	.05	-	.03	-	.72	-	.001	-	5.55	*	4.47	*	3.07	-	3.04	-

註：-  $p > .05$ , \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

詞效果。聽損者的語意透明度效果、交互作用於四個電極位置、六個時間視窗中，皆未達顯著。此結果反映出聽損者約在 300-350 毫秒的額葉與正中線腦區，會進行詞彙的記憶再認判斷，不過，由於語意透明度的腦電波資料未達顯著效果，反映出聽損者的腦電波資料與行為的敏感度結果是較一致的。同時，基於聽損者不透明詞沒有較凸顯的記憶優勢，在此更進一步推論較支持「雙路徑模式」。

聽常者的新舊詞效果出現在 450-500 毫秒的 Pz 位置，500 至 600 毫秒的四個電極位置，新詞有較負向電位。此結果與過去再認作業的新舊詞腦電波結果一致（Rugg & Curran, 2007；Rugg et al., 1998），新舊詞的差異主要是在刺激出現後約 400 毫秒於頂葉區域出現。

此外，聽常者的交互作用也於 400 至 600 毫秒，在大腦前區位置 Fz、FCz 達顯著。進一步分析單純主要效果，於 400 至 600 毫

秒期間，新舊詞的單純主要效果僅出現在不透明詞的 Fz、FCz 位置中（400-450 毫秒（Fz:  $F(1, 54) = 5.23, p = .02$ ）、450-500 毫秒（Fz:  $F(1, 54) = 9.96, p < .01$ ；FCz:  $F(1, 54) = 7.84, p < .01$ ）、500-550 毫秒（Fz:  $F(1, 54) = 15.44, p < .001$ ；FCz:  $F(1, 54) = 11.85, p < .01$ ）以及 550-600 毫秒（Fz:  $F(1, 54) = 8.43, p < .01$ ；FCz:  $F(1, 54) = 8.28, p < .01$ ））。此結果顯示聽常者可有效地判斷不透明詞是否有看過，但對於透明詞則相對沒有那樣清楚地區辨，根據不透明詞記憶優勢與詞彙判斷作業結果，可更有效推論聽常者偏向「分解後彙整模式」。

在記憶作業的腦電波結果中，可發現兩族群的新舊詞效果有不同的大腦電極位置分布，聽損者出現在前額葉區，而聽常者則是偏向後頂葉區，反映出兩族群在記憶運作與判斷策略上也有不同的神經機制。過去研究發現清楚回憶與熟悉感有著不同的神經運作機制，清楚回憶運作可在刺激出現後 400 至 500 毫秒於頂葉發現，而熟悉感主要是在刺激出現後 300 至 500 毫秒於額葉位置運作（Curran, 2004；Paller et al., 2007）。因此，我們合理推論：研究中的聽常者在記憶作業中較仰賴清楚記得判斷機制，而聽損者則傾向以熟悉感作為記憶作業的判斷依據。

綜合記憶作業的結果，聽損者約在 300 毫秒後於額葉與正中線腦區判斷新舊詞彙，但兩種語意透明度詞彙沒有差異，記憶判斷較仰賴熟悉度；聽常者約在 400 毫秒後，於後頂葉區對於透明詞、不透明詞有不同的記憶判斷運作，並可區辨不透明詞是否曾出現過，但相對較無法判斷透明詞是新詞還是舊詞，記憶判斷相對仰賴清楚記得的運作。

本研究操弄語意透明度，來探討手語聽損者的中文構詞處理、記憶運作之神經電位運作。在詞彙判斷作業中，兩族群皆可發現對不透明詞有較高正確率、較快反應時間，語意透明度的影響在腦電波早期 150-200 毫秒以及後續 350 至 550 毫秒出現，顯示出詞素、全詞語意的一致性在詞彙運作歷程初期便已被自動激發。然而，兩族群的語意透明度效果出現在不同電極位置，且腦電波型態相反，聽常者在不透明詞有較負向的波，但聽損者是在透明詞，顯示出兩族群對透明詞與不透明詞，此兩種構詞結構雖在行為上有相似表現，但兩族群對其的神經機制有所不同。同時，記憶結果顯示聽常者對不透明詞有較高敏感度，腦電波中可區分不透明詞舊詞與新詞，較仰賴確定記得作為記憶判斷的依據；聽損者在敏感度與腦電波中，語意透明度程度、新舊詞都未有明顯差異，傾向以熟悉感作為記憶作業的判斷依據。綜合兩種作業的行為與腦電波結果推論：聽常者的詞彙運作較符合「分解後彙整模式」，而聽損者傾向「雙路徑模式」，理解透明詞會仰賴詞素分解，以全詞表徵觸接不透明詞語意。

本研究聽常者的結果對於中文構詞理論也有著重要的貢獻。聽常者對於詞彙無論是否透明程度，預設的運作皆是詞素分解，顯示出中文詞素的運作是預設、自動化的。這可能是中文詞由中文字構成，中文方塊字在視覺結構上便已經提供清楚可解構的單位訊息，因此更容易進行詞素分解運作。過去拼音文字的研究中可發現，原本在正常詞彙中未出現的語意透明度效果，若在詞彙中加入空格，作為詞素的解構單位訊息時，便會出現詞彙語意透明度的效果（Frisson et al., 2008）。而詞素可以提供較為有彈性、多元語意，透過拆解為詞素、再組合為全詞語意，

此表徵運作方式也較為有效率 (Fiorentino et al., 2014; Fiorentino & Poeppel, 2007)。同時，由於聽常者的語意透明度效果可在腦電波早期時間視窗 (100-150 毫秒、150-200 毫秒) 中發現，顯示出中文詞素語意與全詞語意間的關係在詞彙運作初期已經被處理到。需要注意的是，拼音文字的詞彙層次，詞彙之間有皆清楚的空格作為詞彙間的分野，但詞彙內的詞素，則未有清楚的界限，但在中文中，中文字的方塊結構，可提供個別詞素的視覺訊息，但中文詞彙之間並沒有清楚的斷詞資訊。這些不同語言特性的差異，極可能會導致不同語言研究有不同的發現。

然而，即使中文方塊字在視覺結構上可提供清楚解構單位，但本研究顯示聽損者僅對透明詞作詞素分解運作，不透明詞則較仰賴全詞表徵。由於本研究的刺激材料是相對的高頻詞，人們對於高頻詞的運作有更高的機會以全詞的方式運作，因此，聽損者對不透明詞的全詞運作情況，可能僅在高頻詞中。在相對低頻詞或是假詞，可能便會是以詞素分解的方式來運作，對於低頻詞的假設則需要在日後研究中探討。另外，由於本研究中的聽損者是以臺灣手語為主要語言，中文學習也可視為第二語言，聽損者的「雙路徑運模式」結果，與過去非母語者的構詞運作發現一致：非母語者可能可以會像母語者一樣，仰賴詞素分解運作 (例如 Diependaele et al., 2011; Lemhöfer et al., 2008)，也可能會對於第二語言更仰賴以全詞的方式運作 (Clahsen et al., 2010)。過去研究認為語言流利度對構詞運作的可能影響 (Gao et al., 2021)，不過本研究未能對於聽常者與聽損者進行合適的中文閱讀理解測驗，僅能從聽損者較高的教育程度、自評語言能力、積極參與聽損者／聾人公共事務推廣的狀況與態

度，來分別推論本研究的聽損受試者於聽損族群中，是具有較佳的認知、中文閱讀與臺灣手語能力。若能在未來聽損者的閱讀研究中，納入合適成人的中文閱讀測試，與聽損者臺灣手語能力測驗，將可更加清楚瞭解受試者的語言能力，並能夠更明確分析語言相關能力與其神經活動之間關係。同時，本研究中尚未納入聽損口語者，日後再加上聽損口語者的探討，則可更完整地瞭解聽力損失與語言經驗對於中文構詞知識的影響。

另外，不透明詞也可能會隨著語言使用而逐漸透明化，也就是不透明詞的語意可能會隨著人們廣泛使用，而逐漸變得可以從其詞素中推演出全詞語意。例如中文不透明詞「巴士」，原本是很難從各自組成來瞭解是公共汽車的意思，但是臺灣目前會使用「小巴」來表示小型的公共汽車，這顯示出詞彙的語意透明度可能是一個動態的變化，會隨著群體的使用習慣有所調整。另外，也會受到語言能力而有差異，例如未學過「蓊鬱」，由於無法從兩個中文字正確詞素語意「蓊：草木茂盛，鬱：茂盛」，推論出全詞語意「草木茂盛的樣子」，甚至提取出較高頻的詞素語意「鬱：憂愁、寡歡」，而認為這個詞是不透明詞。即使本研究所使用的詞彙是較高頻詞，並對於詞彙的透明度有事先評分，不過，仍無法完全推論這些詞彙對於聽損者也是高頻詞，也有相似的語意透明度分類。但可確定的是，聽損者的中文詞彙語意透明度判斷也會是一個有意義的構詞能力指標，可在日後研究中深入探討。

在記憶作業表現上，聽常者對於不透明詞有較高的正確率、敏感度與信心評估，聽損者對於不透明詞有較高的正確率與信心評估，但在敏感度上沒有明顯差異。本研究的記憶作業雖然主要的目的是釐清詞彙運

作模式，不過，結果也呼應了過往研究發現兩族群記憶特性的差異。例如聽損者相較於聽常者有較差的短期記憶表現（Andin et al., 2013；Bavelier et al., 2008；Geraci et al., 2008）；聽損者較仰賴視覺編碼，因此拼字時出現較多視覺相似的錯誤，與聽常者出現聲韻錯誤的聲韻編碼方式不同（Bellugi et al., 1989），而視覺編碼的特性，往往比起聲韻編碼來得容易消退。本研究中聽損者在記憶信心評分時較仰賴「知道」，很可能是受到在視覺編碼下，記憶項目訊息較為消退所致。另外，聽損者相較於聽常者對於出現的事物，是比較被動地記憶儲存相關訊息（Bavelier et al., 2008），因而在詞彙判斷作業中，即使受試者都不知道之後會有記憶作業，但聽常者較習慣主動將所經驗到事物學習與記憶。因此，兩族群在記憶作業中的表現差異，可能有部分是來自於詞彙判斷作業時主動與被動記憶的習慣。在教育現場面對較不主動記憶的學習風格習慣時，可以透過更清楚的記憶指示日後要回憶的程度，視覺空間記憶方法的彙整與提供，來引導聽損者能夠較有效記憶與學習。

臺灣手語有其獨特的語言文法與特性，更是使用臺灣手語聽損者（聾人）的重要文化資產（Tai & Tsay, 2015a, 2015b）。以手語為母語的聽損者，對於中文透明詞可以透過以手語打出個別詞素意義，來推論彙整出全詞的語意，但對於不透明詞，例如「花生」，若仰賴中文文字手語，打出個別詞素的意義時，則時無法瞭解全詞意義。相對的，透過自然語言臺灣手語，則更能貼近原本所要表達的意義（口部微張開，主要手放在口部前方，從呂的手形快速往外彈開變為六的手形，模擬人們吃花生的方式）（Smith & Ting, 1984；Tai & Tsay, 2015a, 2015b）。

簡而言之，雖然臺灣手語無法與中文書面語每個字一一對應，但運用臺灣手語詞彙中的聲韻與構詞特性，將可以更容易理解詞彙的意義。日後若學習這個概念的其他語言時，也能透過臺灣手語建構好此詞彙的概念，與其他語言的詞彙產生新連結。本研究發現手語聽損者，對於中文不透明詞以全詞方式運作，極可能正是反映出原有的概念與中文不透明詞詞彙產生對應連結的情況。這也顯示手語經驗並不會干擾到書面語的學習與運作，而透過以自然臺灣手語為母語，建構完整知識概念與語言運作機制，反而能夠促使聽損者發展出對應的詞彙運作方式。同樣的，雖然美國手語與英文書面語沒有清楚的對應關係，以美國手語為母語的聽損者，流利的手語經驗不僅不會干擾到英文書面語的學習與表現（Goldin-Meadow & Mayberry, 2001），甚至發現有著更好的英文句子理解能力（Andrew et al., 2014）。

在臺灣的聽障教育中，曾經因為臺灣手語與中文書面語之間沒有清楚的對應關係，一度誤以為使用臺灣手語會干擾到中文書面語（林寶貴，2001）。然而，本研究結果顯示，使用手語聽損者在中文詞彙運作時，即使與聽常者不同，但仍舊會分析重要的語言學特性，如構詞結構，來瞭解詞彙的意義。對於構詞知識薄弱的聽損者，透過直接教導構詞規則，也能有效提升聽損者的構詞能力。例如 Trussell 與 Easterbrooks（2015）的個案研究中，透過每天 20 分鐘、每周 5 天，持續 2 至 3 週的構詞知識教導，來探討構詞教學能否提升聽損兒童在構詞分析能力。該研究在教學介入之前、期間、之後對其構詞覺識能力做測試。研究結果發現在介入之前，三名聽損兒童的構詞分析能力的正確率皆未高於 15%，但介入後可提升到 60% 至

100% 的表現。因此，在聽損特殊教育中，可鼓勵父母親在發現嬰幼兒為聽損者時，應致力於幼兒完整、流利的母語發展，其中，手語在沒有感官的限制下，能更有效地建構相關概念與知識，發展成與外界有效溝通的母語媒介，作為其他第二語言學習的重要基礎（Andrew et al., 2014；Hoffmeister & Caldwell-Harris, 2014）。將中文書面語視為第二語言學習時，則可強調中文詞素與全詞語意的關係，協助學習中文構詞知識，並能夠在日後遇到不認識詞彙時，以中文構詞知識作可能語意的推論。

## 結論

本研究透過操弄詞彙的語意透明度，探討聽損者的中文構詞運作與相關神經運作機制，結果發現聽損者與聽常者皆會受到語意透明度（全詞語意、詞素語意的一致性）影響。不過，聽常者以詞素分解的運作方式為主，而聽損者對於透明詞採取詞素分解運作，不透明詞則以全詞運作，較支持構詞雙路徑模型。本研究反映出流利使用手語的聽損者，可發展出合適的中文構詞運作機制，以達到詞彙理解的目的。

## 參考文獻

- 中文詞知識庫小組（2001）：中央研究院平衡語料庫詞集及詞頻統計 3.1。中央研究院資訊科學研究所。[Chinese Knowledge Information Processing Group (2001). *Word list with accumulated word frequency in Sinica Corpus 3.1*. Institute of Information Science, Academic Sinica.]
- 王宣惠、洪儷瑜、辜玉旻（2012）：小學中年級學童詞素覺識與閱讀理解之相關研究。當代教育研究季刊，20（1），123-164。[Wang, H.-H., Hung, L.-Y., & Ku, Y.-M. (2012). The relationship between morphological awareness and chinese reading comprehension in the 3rd and 4th Grade Students in Taiwan. *Contemporary Education Research Quarterly*, 20(1), 123-164.]
- <https://doi.org/10.6151/CERQ.2012.2001.04>
- 李佳穎（1995）：漢語組合詞與成語詞在心理辭典中的表徵方式（未出版碩士論文）。國立中正大學。[Lee, C.-Y. (1995). *The representations of Chinese compositional words and idiomatic words in the mental lexicons* (Unpublished master's thesis). National Chung Cheng University.]
- 李培榮（2007）：由眼動資料探討中文成語詞及組合詞在心理辭典中的表徵方式（未出版碩士論文）。國立政治大學。[Lee, P.-J. (2007). *The representations of Chinese compositional words and idiomatic words in the mental lexicons: An eye-tracking study* (Unpublished master's thesis). National Chenchi University.]
- 林幸君（2013）：中文認知能力與聽覺障礙學生識字量及閱讀理解相關之研究（未出版碩士論文）。國立臺中教育大學。[Lin, S.-J. (2013). *The correlation among Chinese literacy, word recognition, and reading comprehension of students with hearing impairment* (Unpublished master's thesis). National Taichung University of Education.]
- 林寶貴（2001）：手語意見調查研究。手語教學與應用研討會論文集（45-67頁）。國立臺灣師範大學特殊教育學系。[Lin, B.-G. (2001). *Attitudes toward*

- sign languages: A sury stury. Proceedings of sign language education and application* (pp.45-67). Department of Special Education, National Taiwan Normal University.]
- 張苾含、胡潔芳、陳俊光 (2013)：英漢雙語學童聲韻覺識及構詞覺識與英漢認字能力之相關研究。教育心理學報，45 (2)，201-219。[Chang, P.-H., Hu, C.-F., & Chen, Fred J.-G. (2013). Predictors of Chinese-English biliteracy: Phonological and morphological awareness in two languages. *Bulletin of Educational Psychology, 45*(2), 201-220.]  
<https://doi.org/10.6251/bep.20130308>
- 梁美雅 (1992)：中文組合性詞與成語性詞的辨識歷程 (未出版碩士論文)。國立清華大學。[Liang, M.-Y. (1992). *Recognition process in reading Chinese compositonal words and idiomatic words* (Unpublished master's thesis). National Tsing Hua University.]
- 廖晨惠、吳靜芬 (2011)：閱讀困難兒童與一般兒童詞素覺識能力之研究。測驗統計年刊，19，13-28。[Liao, C.-H., & Wu, C.-F. (2011). Morphological awareness and Chinese literacy learning among third graders. *Journal of Educational Measurement and Statistics, 19*, 13-28.]  
<https://doi.org/10.6773/JRMS.201112.0002>
- 劉秀丹、曾進興 (2007)：文法手語構詞語句法特性對聾生詞義與句義理解的影響。特殊教育研究學刊，32 (1)，77-92。[Liu, H.-T., & Tseng, C.-H. (2007). The effects of morphological and syntactic factors on the word and sentence comprehension of manually coded Chinese by deaf signers. *Bulletin of Special Education, 32*(1), 77-92.]  
<https://doi.org/10.6172/BSE200703.3201005>
- 劉秀丹、曾進興、張勝成 (2006)：啟聰學校學生文法手語、自然手語及書面語故事理解能力之研究。特殊教育研究學刊，30，113-133。[Liu, H.-T., Tseng, C.-H., & Chang, S.-C. (2006). Deaf students' story comprehension using Manually Coded Chinese, Taiwanese Sign Language and written Chinese. *Bulletin of Special Education, 30*, 113-133.]  
<https://doi.org/10.6172/BSE200603.3001006>
- 劉秀丹、曾進興、劉俊榮 (2009)：自然手語與文法手語的詞彙記憶廣度比較。特殊教育研究學刊，34 (3)，25-45。[Liu, H.-T., Tseng, C.-H., & Liu, C.-J. (2009). A comparison of the short-term memory span for words in Taiwan Sign Language and Manually Coded Chinese. *Bulletin of Special Education, 34*(3), 25-45.]  
<https://doi.org/10.6172/BSE200911.3403002>
- Andin, J., Orfanidou, E., Cardin, V., Holmer, E., Capek, C. M., Woll, B., Rönnerberg, J., & Rudner, M. (2013). Similar digit-based working memory in deaf signers and hearing non-signers despite digit span differences. *Frontiers in Psychology, 4*, 942.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00942>
- Andrew, K. N., Hoshoooley, J., & Joannis, M. F. (2014). Sign language ability in young deaf signers predicts comprehension of written sentences in English. *PLoS One, 9*(2), e89994.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089994>
- Baayen, R. H., Dijkstra, T., & Schreuder, R. (1997). Singulars and plurals in dutch: Evidence for a

- parallel dual-route model. *Journal of Memory and Language*, 37(1), 94-117.  
<https://doi.org/10.1006/jmla.1997.2509>
- Bavelier, D., Newman, A. J., Mukherjee, M., Hauser, P., Kemeny, S., Braun, A., & Boutla, M. (2008). Encoding, rehearsal, and recall in signers and speakers: Shared network but differential engagement. *Cerebral Cortex*, 18(10), 2263-2274.  
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhm248>
- Bavelier, D., Newport, E. L., Hall, M., Supalla, T., & Boutla, M. (2008). Ordered short-term memory differs in signers and speakers: Implications for models of short-term memory. *Cognition*, 107(2), 433-459.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.10.012>
- Bellugi, U., Tzeng, O., Klima, E. S., & Fok, A. (1989). Dyslexia: Perspectives from sign and script. In A. M. Galaburda (Ed.), *From reading to neurons. Issues in the biology of language and cognition* (pp. 137-168). The MIT Press.
- Berninger, V. W., Abbott, R. D., Nagy, W., & Carlisle, J. (2010). Growth in phonological, orthographic, and morphological awareness in grades 1 to 6. *Journal of Psycholinguistic Research*, 39(2), 141-163.  
<https://doi.org/10.1007/s10936-009-9130-6>
- Berthiaume, R., & Daigle, D. (2014). Morphological processing and learning to read: The case of deaf children. *Deafness and Education International*, 16(4), 185-203.  
<https://doi.org/10.1179/1557069X14Y.0000000036>
- Bowers, L., McCarthy, J. H., Schwarz, I., Dostal, H., & Wolbers, K. (2014). Examination of the spelling skills of middle school students who are deaf and hard of hearing. *The Volta Review*, 114(1), 29-54.
- Breadmore, H. L., Krott, A., & Olson, A. C. (2014). Agreeing to disagree: Deaf and hearing children's awareness of subject-verb number agreement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(3), 474-498.  
<https://doi.org/10.1080/17470218.2013.818702>
- Butterworth, B. (1983). Lexical representation. In B. Butterworth (Ed.), *Language production (Vol. II): Development, writing and other language processes* (pp. 257-294). Academic Press.
- Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the reading wars: Reading acquisition from novice to expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5-51.  
<https://doi.org/10.1177/1529100618772271>
- Ceccagno, A., & Basciano, B. (2007). Compound headedness in Chinese: An analysis of neologisms. *Morphology*, 17(2), 207-231.  
<https://doi.org/10.1007/s11525-008-9119-0>
- Ching, B. H.-H., & Nunes, T. (2015). Concurrent correlates of Chinese word recognition in deaf and hard-of-hearing children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 20(2), 172-190.  
<https://doi.org/10.1093/deafed/env003>
- Chung, W.-L., & Hu, C.-F. (2007). Morphological awareness and learning to read Chinese. *Reading and Writing*, 20(5), 441-461.  
<https://doi.org/10.1007/s11145-006-9037-7>
- Clahsen, H., Felser, C., Neubauer, K., Sato, M., & Silva, R. (2010). Morphological structure in native and nonnative language processing.

- Language Learning*, 60(1), 21-43.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2009.00550.x>
- Clark, M., Gilbert, G., & Anderson, M. (2011). Morphological knowledge and decoding skills of deaf readers. *Psychology*, 2(2), 109-116.  
<https://doi.org/10.4236/psych.2011.22018>
- Cooper, R. L. (1967). The ability of deaf and hearing children to apply morphological rules. *Journal of Speech and Hearing Research*, 10(1), 77-86.  
<https://doi.org/10.1044/jshr.1001.77>
- Cuetos, F., & Barbón, A. (2006). Word naming in Spanish. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18(3), 415-436.  
<https://doi.org/10.1080/13594320500165896>
- Curran, T. (2004). Effects of attention and confidence on the hypothesized ERP correlates of recollection and familiarity. *Neuropsychologia*, 42(8), 1088-1106.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.011>
- Düzel, E., Yonelinas, A. P., Mangun, G. R., Heinze, H.-J., & Tulving, E. (1997). Event-related brain potential correlates of two states of conscious awareness in memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(11), 5973-5978.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.94.11.5973>
- Deacon, S. H., & Kirby, J. R. (2004). Morphological awareness: Just “more phonological”? The roles of morphological and phonological awareness in reading development. *Applied Psycholinguistics*, 25(2), 223-238.  
<https://doi.org/10.1017/S0142716404001110>
- Diependaele, K., Duñabeitia, J. A., Morris, J., & Keuleers, E. (2011). Fast morphological effects in first and second language word recognition. *Journal of Memory and Language*, 64(4), 344-358.  
<https://doi.org/10.1016/j.jml.2011.01.003>
- Fiorentino, R., Naito-Billen, Y., Bost, J., & Fund-Reznicek, E. (2014). Electrophysiological evidence for the morpheme-based combinatoric processing of English compounds. *Cognitive Neuropsychology*, 31(1-2), 123-146.  
<https://doi.org/10.1080/02643294.2013.855633>
- Fiorentino, R., & Poeppel, D. (2007). Compound words and structure in the lexicon. *Language and Cognitive Processes*, 22(7), 953-1000.  
<https://doi.org/10.1080/01690960701190215>
- Fracasso, L. E., Bangs, K., & Binder, K. S. (2016). The contributions of phonological and morphological awareness to literacy skills in the adult basic education population. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 140-151.  
<https://doi.org/10.1177/0022219414538513>
- Friederici, A. D., Kotz, S. A., Werheid, K., Hein, G., & von Cramon, D. Y. (2003). Syntactic comprehension in Parkinson's disease: Investigating early automatic and late integrational processes using event-related brain potentials. *Neuropsychology*, 17(1), 133-142.  
<https://doi.org/10.1037/0894-4105.17.1.133>
- Frisson, S., Niswander-Klement, E., & Pollatsek, A. (2008). The role of semantic transparency in the processing of English compound words. *British Journal of Psychology*, 99(1), 87-107.



- <https://doi.org/10.1348/000712607x181304>  
Gao, F., Wang, J., Zhao, C. G., & Yuan, Z. (2021). Word or morpheme? Investigating the representation units of L1 and L2 Chinese compound words in mental lexicon using a repetition priming paradigm. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 1-15.  
<https://doi.org/10.1080/13670050.2021.1913984>
- Gaustad, M. G., & Kelly, R. R. (2004). The relationship between reading achievement and morphological word analysis in deaf and hearing students matched for reading level. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(3), 269-285.  
<https://doi.org/10.1093/deafed/enh030>
- Gaustad, M. G., Kelly, R. R., Payne, J.-A., & Lylak, E. (2002). Deaf and hearing students' morphological knowledge applied to printed English. *American Annals of the Deaf*, 147(5), 5-21.  
<https://doi.org/10.1353/aad.2012.0264>
- Geraci, C., Gozzi, M., Papagno, C., & Cecchetto, C. (2008). How grammar can cope with limited short-term memory: Simultaneity and seriality in sign languages. *Cognition*, 106(2), 780-804.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.04.014>
- Goldin-Meadow, S., & Mayberry, R. I. (2001). How do profoundly deaf children learn to read? *Learning Disabilities Research and Practice*, 16(4), 222-229.  
<https://doi.org/10.1111/0938-8982.00022>
- Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2009). Watching the word go by: On the time-course of component processes in visual word recognition. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 128-156.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2008.00121.x>
- Guo, L.-Y., Spencer, L. J., & Tomblin, J. B. (2013). Acquisition of tense marking in English-speaking children with cochlear implants: A longitudinal study. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 18(2), 187-205.  
<https://doi.org/10.1093/deafed/ens069>
- Han, Y.-J., Huang, S.-c., Lee, C.-Y., Kuo, W.-J., & Cheng, S.-k. (2014). The modulation of semantic transparency on the recognition memory for two-character Chinese words. *Memory and Cognition*, 42(8), 1315-1324.  
<https://doi.org/10.3758/s13421-014-0430-1>
- Hanson, V. L. (1993). Productive use of derivational morphology by deaf college students. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31(1), 63-65.  
<https://doi.org/10.3758/bf03334142>
- Heathcote, A., Ditton, E., & Mitchell, K. (2006). Word frequency and word likeness mirror effects in episodic recognition memory. *Memory and Cognition*, 34(4), 826-838.  
<https://doi.org/10.3758/BF03193430>
- Hoffmeister, R. J., & Caldwell-Harris, C. L. (2014). Acquiring English as a second language via print: The task for deaf children. *Cognition*, 132(2), 229-242.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.03.014>
- Holcomb, P. J., & Grainger, J. (2006). On the time course of visual word recognition: An event-related potential investigation using masked repetition priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(10), 1631-1643.

- <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.10.1631>  
Katz, L., & Frost, R. (1992). The reading process is different for different orthographies: The orthographic depth hypothesis. *Advances in Psychology, 94*, 67-84.
- [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62789-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62789-2)  
Kersten, A. W., & Earles, J. L. (2004). Semantic context influences memory for verbs more than memory for nouns. *Memory and Cognition, 32*(2), 198-211.
- <https://doi.org/10.3758/BF03196852>  
Khanna, M. M., & Cortese, M. J. (2021). How well imageability, concreteness, perceptual strength, and action strength predict recognition memory, lexical decision, and reading aloud performance. *Memory, 29*(5), 622-636.
- <https://doi.org/10.1080/09658211.2021.1924789>  
Kim, Y.-S. G., Guo, Q., Liu, Y., Peng, Y., & Yang, L. (2020). Multiple pathways by which compounding morphological awareness is related to reading comprehension: Evidence from Chinese second graders. *Reading Research Quarterly, 55*(2), 193-212.
- <https://doi.org/10.1002/rrq.262>  
Koester, D., Gunter, T. C., & Wagner, S. (2007). The morphosyntactic decomposition and semantic composition of German compound words investigated by ERPs. *Brain and Language, 102*(1), 64-79.
- <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2006.09.003>  
Ku, Y.-M., & Anderson, R. C. (2003). Development of morphological awareness in Chinese and English. *Reading and Writing, 16*(5), 399-422.
- <https://doi.org/10.1023/A:1024227231216>  
Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology, 62*, 621-647.
- <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>  
Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Event-related brain potentials to semantically inappropriate and surprisingly large words. *Biological Psychology, 11*(2), 99-116.
- [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(80\)90046-0](https://doi.org/10.1016/0301-0511(80)90046-0)  
Kyle, F. E., & Harris, M. (2010). Predictors of reading development in deaf children: A 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 107*(3), 229-243.
- <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.011>  
Lavric, A., Clapp, A., & Rastle, K. (2007). ERP evidence of morphological analysis from orthography: A masked priming study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 19*(5), 866-877.
- <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.866>  
Lavric, A., Elchlepp, H., & Rastle, K. (2012). Tracking hierarchical processing in morphological decomposition with brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 38*(4), 811-816.
- <https://doi.org/10.1037/a0028960>  
Lemhöfer, K., Dijkstra, T., Schriefers, H., Baayen, R. H., Grainger, J., & Zwitserlood, P. (2008). Native language influences on word recognition in a second language:

- A megastudy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(1), 12-31.  
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.1.12>
- Li, H., Shu, H., McBride Chang, C., Liu, H., & Peng, H. (2012). Chinese children's character recognition: Visuo orthographic, phonological processing and morphological skills. *Journal of Research in Reading*, 35(3), 287-307.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2010.01460.x>
- Li, W., Anderson, R. C., Nagy, W., & Zhang, H. (2002). Facets of metalinguistic awareness that contribute to Chinese literacy. In W. Li, J. L. Gaffney, & J. L. Packard (Eds.), *Chinese children's reading acquisition: Theoretical and pedagogical issues* (pp. 87-111). Kluwer Academic.
- Libben, G. (1998). Semantic transparency in the processing of compounds: Consequences for representation, processing, and impairment. *Brain and Language*, 61(1), 30-44.  
<https://doi.org/10.1006/brln.1997.1876>
- Libben, G., Gibson, M., Yoon, Y. B., & Sandra, D. (2003). Compound fracture: The role of semantic transparency and morphological headedness. *Brain and Language*, 84(1), 50-64.  
[https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(02\)00520-5](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(02)00520-5)
- MacGregor, L. J., & Shtyrov, Y. (2013). Multiple routes for compound word processing in the brain: Evidence from EEG. *Brain and Language*, 126(2), 217-229.  
<https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.04.002>
- Marslen-Wilson, W., Tyler, L. K., Waksler, R., & Older, L. (1994). Morphology and meaning in the English mental lexicon. *Psychological Review*, 101(1), 3-33.  
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.101.1.3>
- McBride-Chang, C., Wagner, R. K., Muse, A., Chow, B. W.-Y., & Shu, H. (2005). The role of morphological awareness in children's vocabulary acquisition in English. *Applied Psycholinguistics*, 26(3), 415-435.  
<https://doi.org/10.1017/S014271640505023X>
- McDonald, J. L. (2006). Beyond the critical period: Processing-based explanations for poor grammaticality judgment performance by late second language learners. *Journal of Memory and Language*, 55(3), 381-401.  
<https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.06.006>
- Morris, J., Frank, T., Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2007). Semantic transparency and masked morphological priming: An ERP investigation. *Psychophysiology*, 44(4), 506-521.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00538.x>
- Nagy, W., Berninger, V. W., & Abbott, R. D. (2006). Contributions of morphology beyond phonology to literacy outcomes of upper elementary and middle-school students. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 134-147.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.134>
- Nagy, W. E., Carlisle, J. F., & Goodwin, A. P. (2014). Morphological knowledge and literacy acquisition. *Journal of Learning Disabilities*, 47(1), 3-12.  
<https://doi.org/10.1177/0022219413509967>
- Nagy, W. E., Kuo-Kealoha, A., Wu, X., Li, W., Anderson, R. C., & Chen, X. (2002). Chinese children's reading acquisition. In W. Li, J.

- S. Gaffney, & J. L. Packard (Eds.), *Chinese Children's Reading Acquisition: Theoretical and Pedagogical Issues* (pp. 59-86). Kluwer Academic Publishers.
- Packard, J., Chen, X., Li, W., Wu, X., Gaffney, J., Li, H., & Anderson, R. (2006). Explicit instruction in orthographic structure and word morphology helps Chinese children learn to write characters. *Reading and Writing, 19*(5), 457-487.  
<https://doi.org/10.1007/s11145-006-9003-4>
- Paller, K. A., Voss, J. L., & Boehm, S. G. (2007). Validating neural correlates of familiarity. *Trends in Cognitive Sciences, 11*(6), 243-250.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.002>
- Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences, 11*(6), 251-257.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.004>
- Rugg, M. D., Mark, R. E., Walla, P., Schloerscheidt, A. M., Birch, C. S., & Allan, K. (1998). Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. *Nature, 392*, 595-598.  
<https://doi.org/10.1038/33396>
- Shu, H., & Anderson, R. C. (1997). Role of radical awareness in the character and word acquisition of Chinese children. *Reading Research Quarterly, 32*(1), 78-89.  
<https://doi.org/10.1038/33396>
- Smith, W. H., & Ting, L. F. (1984). *Shou Neng Sheng Chyau [Your hands can become a bridge]: Sign language manual*. (vol. 2). Deaf Sign Language Research Association of the Republic of China.
- Taft, M. (1981). Prefix stripping revisited. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 20*(3), 289-297.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(81\)90439-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90439-4)
- Taft, M. (2004). Morphological decomposition and the reverse base frequency effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 57*(4), 745-765.  
<https://doi.org/10.1080/02724980343000477>
- Tai, J. H.-Y., & Tsay, J. (2015a). Taiwan Sign Language. In J. B. Jepsen, G. De Clerck, S. L. Kiingi, & W. B. McGregor (Eds.), *Sign languages of the world* (pp. 771-809). De Gruyter Mouton.
- Tai, J. H.-Y., & Tsay, J. (2015b). Taiwan Sign Language: History, structure, and adaptation. In W. S.-Y. Wang & C. Sun (Eds.), *Oxford handbook of Chinese linguistics* (pp. 729-750). Oxford University Press.
- Tighe, E., & Binder, K. S. (2013). An investigation of morphological awareness and processing in adults with low literacy. *Applied Psycholinguistics, 36*(2), 245-273.  
<https://doi.org/10.1017/S0142716413000222>
- To, N. L., Tighe, E., & Binder, K. S. (2014). Investigating morphological awareness and the processing of transparent and opaque words in adults with low literacy skills and in skilled readers. *Journal of Research in Reading, 39*(2), 171-188.  
<https://doi.org/10.1111/1467-9817.12036>
- Tong, X., McBride-Chang, C., Shu, H., & Wong, A. M. Y. (2009). Morphological awareness, orthographic knowledge, and spelling errors: Keys to understanding early Chinese literacy acquisition. *Scientific Studies of Reading, 13*(5), 426-452.

- <https://doi.org/10.1080/10888430903162910>  
Traxler, C. B. (2000). The Stanford Achievement Test, 9th Edition: National norming and performance standards for deaf and hard-of-hearing students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5, 337-348.  
<https://doi.org/10.1093/deafed/5.4.337>
- Trussell, J. W., & Easterbrooks, S. R. (2015). Effects of morphographic instruction on the morphographic analysis skills of deaf and hard-of-hearing students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 20(3), 229-241.  
<https://doi.org/10.1093/deafed/env019>
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1), 231-270.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.10.008>
- Ullman, M. T. (2005). A cognitive neuroscience perspective on second language acquisition: The declarative/procedural model. In C. Sanz (Ed.), *Mind and context in adult second language acquisition: Methods, theory and practice* (pp. 141–178). Georgetown University Press.
- Van Hoogmoed, A. H., Verhoeven, L., Schreuder, R., & Knoors, H. (2011). Morphological sensitivity in deaf readers of Dutch. *Applied Psycholinguistics*, 32(3), 619-634.  
<https://doi.org/10.1017/S0142716411000245>
- Wang, M., Koda, K., & Perfetti, C. A. (2003). Alphabetic and nonalphabetic L1 effects in English word identification: A comparison of Korean and Chinese English L2 learners. *Cognition*, 87(2), 129-149.  
[https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(02\)00232-9](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(02)00232-9)
- Wang, Y., Cui, L., Wang, H., Tian, S., & Zhang, X. (2004). The sequential processing of visual feature conjunction mismatches in the human brain. *Psychophysiology*, 41(1), 21-29.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2003.00134.x>
- Wong, M., & Rotello, C. M. (2010). Semantic transparency affects memory conjunction errors. *Memory and Cognition*, 38(1), 47-56.
- Wu, X., Anderson, R. C., Li, W., Wu, X., Li, H., Zhang, J., Zheng, Q., Zhu, J., Shu, H., Jiang, W., Chen, X., Wang, Q., Yin, L., He, Y., Packard, J. & Gaffney, J. S. (2009). Morphological awareness and Chinese children's literacy development: An intervention study. *Scientific Studies of Reading*, 13(1), 26-52.  
<https://doi.org/10.1080/10888430802631734>
- Zhang, H. (2015). Morphological awareness in vocabulary acquisition among Chinese children: Testing partial mediation via lexical inference ability. *Reading Research Quarterly*, 50(1), 129-142.  
<https://doi.org/10.1002/rrq.89>

收稿日期：2021.09.21

接受日期：2022.04.20

## Morphological processing and memory performance of Chinese semantic opaque words among deaf signers

Yi-Shiuan Chiu

Associate Professor,  
Dept. of Psychology,  
Fu Jen Catholic University

### Abstract

**Purpose:** In this study, we manipulated the semantic transparency of Chinese words to investigate how deaf individuals recognize morphologically complex Chinese words. We applied a lexical decision task and an incidental memory old/new recognition task by using behavioral and event-related-potential (ERP) recordings. The semantic transparency of Chinese words includes transparent and opaque words. Transparent words are words whose meanings can be derived from their constitutive characters (e.g., 平坦, flat), whereas opaque words are words whose meanings can rarely be predicted from any character (e.g., 花生, peanut). From this perspective, the similarity between transparent and opaque words is that they encompass two independent processes of constructing morpheme meanings and whole-word meanings, while the main difference is in the process of integrating conflicting meanings between morphemes and whole words. Opaque words suffer more conflict of meanings than transparent ones. The differences between transparent and opaque words reflect the direct impact of lexical semantics. We hypothesized that if participants processed any two-character Chinese word as a whole-word unit, transparent and opaque words would elicit similar behavioral results or exhibit similar electrophysiological waves. Conversely, if participants unavoidably decomposed a Chinese two-character word into two morphemes, the opaque words would require more effort to integrate the conflicting meanings between morphemes and whole words. For transparent and opaque words, differences would be evident in behavioral or electrophysiological results. Because one-to-one mappings

between the Taiwanese Sign Language (TSL) lexicon and Chinese characters are lacking, some scholars have expressed concerns that earlier knowledge of TSL might disturb Chinese word learning. This study sought to provide clear scientific evidence concerning Chinese morphological processing among deaf signers. **Methods:** This study recruited 28 deaf signers with fluent TSL (16 females; age range: 25 to 55 years; mean age: 35.57 years) and 28 people with hearing and without any sign language experience (18 females; age range: 21 to 51 years; mean age: 31.46 years). Deaf participants were prelingually and profoundly deaf, with a hearing loss of 85 dB or more. These deaf participants acquired TSL as their first or predominant language (age of acquisition: 1 to 18 years; mean: 8.29 years) and completed at least senior high school. On a 0 to 5 scale (0 = low proficiency, 5 = high proficiency), deaf participants rated their proficiency in TSL communication and their reading abilities in written Mandarin on average at 4.04 and 3.71, respectively. The lexical decision task consisted of 120 two-character Chinese words. One hundred twenty two-character pseudo-words were generated by rearranging Chinese characters not used in this experiment. An additional 20 participants (6 males; mean age: 20.6 years) provided ratings of transparency (0 = most opaque, 10 = most transparent). According to the transparency results, 60 transparent words (mean = 6.98) and 60 opaque words (mean = 0.97) were significantly different. The frequencies of transparent words (32.33 per million) and opaque words (32.30 per million) were statistically nonsignificant. Participants decided whether the two-character words were real Chinese words or pseudo-words. After finishing the lexical decision task, participants undertook an incidental memory task in which they had to make an “old or new” judgment and then make a “remember (sure) or know (not sure)” judgment while presenting an instruction of memory certainty. Old words referred to the 52 Chinese words previously shown in the lexical decision task, whereas new words were the 52 Chinese words not shown in the lexical task. Half of the old words were transparent words, and the other half were opaque words. The electrophysiological data were recorded from 32 Ag/AgCl electrodes mounted on an electrode cap using SynAmps amplifiers and arranged according to the extended 10-20 location system. We focused on Fz, FCz, Cz, and Pz electrodes. In the lexical decision task, the electrophysiological signals between 100 and 600 ms after stimulus onset were separated into a series of 50-ms time windows to provide details regarding the time course of activation. In the memory task, the electrophysiological signals of a series of 50-ms time windows were analyzed between 300 ms and 600 ms after stimulus onset. **Results:** The behavioral results of lexical decision tasks indicated that the accuracies for the transparent and opaque words were 0.86 and 0.93, respectively, among the deaf group and 0.94 and 0.97,

respectively, among the hearing group. The correct reaction times for the transparent and opaque words were 656 ms and 632 ms among the deaf group and 644 ms and 622 ms among the group with hearing. Both groups exhibited higher accuracy and faster reaction times for opaque words. However, the electrophysiological results revealed increased negative waves for transparent words between 150 ms and 600 ms on the Cz and Pz among deaf individuals and between 100 ms and 550 ms on the Fz for opaque words among participants with hearing. In the memory task, deaf participants recorded scores on the transparent and opaque words of 0.60 and 0.63 in accuracy, respectively, 1.13 and 1.15 in sensitivity, respectively, and 0.68 and 0.73 in memory confidence, respectively. For participants with hearing, their scores for transparent and opaque words were 0.60 and 0.69 in accuracy, respectively, 0.85 and 1.29 in sensitivity, respectively, and 0.70 and 0.83 in memory confidence, respectively. Both groups had higher accuracy and more confidence in recognizing opaque words. Deaf participants had different old and new word ERP patterns between 300 ms and 350 ms on the FCz and between 450 ms and 600 ms on the FCz and Cz. However, deaf participants exhibited no differences in sensitivity or ERP signals between transparent and opaque words. The group with hearing demonstrated higher sensitivity for opaque words and more negative ERP signals for opaque old words than for opaque new words, with signals ranging between 450 ms and 500 ms on the Pz and between 500 ms and 600 ms on the four electrodes. **Conclusion:** These findings indicated that individuals with hearing consistently decomposed whole Chinese words into smaller morphemes during lexical access processing. The incongruence between opaque words' lexical and sublexical meanings became more distinct and easier to remember for people with hearing. The current study provides evidence of a dual-route view for deaf signers who decompose transparent words into smaller morphemes and process opaque words as whole-form units. The findings indicate that fluent deaf signers develop adaptive Chinese morphological knowledge and processes for lexical comprehension.

Keywords: Deaf, Lexical representation, Morphological decomposition, Morphology, Semantic transparency