

第 14 章 語言與老化

| 戴浩一 |

*"I may not be as strong as I think," the old man said,
"But I know many tricks and I have resolution."
Ernest Hemingway, The Old Man and the Sea*

- 14.1 前言：世界與台灣人口老化概況
- 14.2 高齡者語言流失的主要原因
- 14.3 高齡者語言流失與兒童語言習得
- 14.4 語言結構與老化
- 14.5 腦神經可塑性與認知儲備
- 14.6 認知儲備的內容、評量與臨床應用
- 14.7 雙語／多語與認知儲備
- 14.8 摘要與結論

14.1 前言：世界與台灣人口老化概況

依據聯合國《2022 年世界人口展望》(World Population Prospects 2022) 資料，2022 年全球 65 歲以上高齡人口達到 8 億，所佔比例為 10%；而至 2050 年高齡人口預估將達 16 億，所佔比例將達 16%。根據聯合國衛生組織 (WHO) 的定義，65 歲以上人口占總人口達 7% 的地區視為「高齡化社會」(aging society)，占比達 14% 為「高齡社會」(aged society)，達到 20% 為「超高齡社會」(super-aged society)。

台灣高齡人口於 1993 年突破 7%，進入「高齡化社會」，而至 2018 年突破 14%，進入「高齡社會」。依照國家發展委員會「中華民國人口推估」資料，台灣的高齡人口於 2025 年高達 20%，進入「超高齡社會」，亦即每 5 人之中就有 1 人是 65 歲以上之高齡者。

截至 2023 年 12 月底台灣人口總數為 23,420,442 人，其中 65 歲以上人口數 4,296,985 人，比例已達 18.35%，整體老化指數為 153.83 (老化指數 = (65 歲以上人口)/(0-14 歲人口)*100)。在偏鄉地區，如筆者居住的嘉義縣，在 2020 已進入「超高齡社會」。嘉義縣及雲林縣的高齡人口比例更早已超過 20%，為人口老化最明顯的區域。尤其嘉義縣高齡人口 22.36%，老化指數高達 263.11，是全國唯一一個老化指數超過 260 的縣市。

依據 2024 年 8 月《內政部統計通報》，2023 年國人平均壽命 80.2 歲，其中男性 76.9 歲、女性 83.7 歲。台北市的 83.32 歲最高，由北至南，由西至東遞減，而以台東縣為 76.04 歲最低。這個落差也反應醫療資源與經濟條件的城鄉差距。

依據 2024 年 3 月衛福部公布最新台灣社區失智症流行病學調查結果，社區 65 歲以上長者失智症盛行率為 7.99%。其中失智症類型以阿茲海默症最多，占了 56.88%，血管型失智症占 22.91%，巴金森氏症失智症占 7.12%。女性失智症的盛行率為 9.65%，高於男性的 6.35%，且隨著年齡越高失智症盛行率越高。根據國發會的中華民國人口推估，2024 年 65 歲以上失智症人口數近 35 萬人；2031 年將逾 47 萬人；2041 年 65 歲以上失智人口數將近 68 萬人，逐年攀升。因此，台灣高齡族群的健康與生活研究已經成為極其重要、當務之急的課題。

依據流行病學調查之結果，每 5 歲之失智症盛行率分別為：65-69 歲 3.40%、70-74 歲 3.46%、75-79 歲 7.19%、80-84 歲 13.03%、85-89 歲 21.92%、90 歲以上 36.88%。年紀越大盛行率越高，且有每 5 歲盛行率倍增之趨勢。隨著台灣人口的持續老化，失智人口也將持續攀升。失智人口與日俱增，當然加重國家照護高齡長者的財政負擔。有效地提早失智

預防遠勝於費時費力、昂貴的治療與照護。有效的預防包含 4 個基本要素：(1) 健康的飲食習慣、(2) 規律的走動與運動、(3) 社會活動的參與、(4) 認知能力的保養。認知能力包含各種不同的記憶力、注意力以及建構在記憶力及注意力上的語言能力。而以長年閱讀及寫作累積的**認知儲備** (cognitive reserve)，正是可以用來預防、延緩失智。

本章除了介紹語言與老化研究的面向與方法外，也以「腦神經語言學」的角度，探討經由語言學習、閱讀理解而來的認知儲備。

14.2 高齡者語言流失的主要原因

高齡者的記憶力、注意力，以及大腦**執行功能** (executive function) 隨著腦神經的萎縮而衰退，其語言理解與產出能力因而衰退。同時視覺敏銳度的衰退導致**老花眼** (presbyopia)、影響閱讀速度與興趣；而聽覺敏銳度的衰退導致**老年失聰** (presbycusis)，影響口語溝通理解的正確與速度，加上因記憶衰退而產生的詞彙提取困難，特別是對親友姓名所產生的**舌尖現象** (tip-of-the-tongue)，讓不少高齡者怯於參與活動，由孤獨變憂鬱，進而失智。高齡者書寫時也會常發生**筆尖現象** (tip-of-the-pen)。「舌尖現象」是指當下應該可以成功提取的詞彙與名字，到了要說的時候又不能即時出口，造成尷尬的局面。「筆尖現象」是指英文忘了正確的拼寫，中文忘了正確的字形與筆畫。聾人比手語或手語翻譯員則會產生**手尖現象** (tip-of-the-finger)，忘了手語正確的打法。

高齡者記憶系統的衰退可用筆者整合認知心理學 (cognitive psychology) 與語言病理學 (speech-language pathology) 的記憶系統分類 (圖 14-1) 來探討。

首先，不同類型的記憶隨著高齡而衰退的程度也不一樣。**工作記憶** (working memory) 與**事件記憶** (episodic memory) 衰退的程度最大。工作記憶的衰退讓高齡者對數字或詞彙的回憶 (recall) 數量減少，對較長或複雜句子的理解負擔較重，學習新的語言、技能、專業知識都會比較遲鈍。

陳述性記憶 (declarative memory) 又稱**外顯記憶** (explicit memory)，能有意識地對先前的經驗加以回憶。事件記憶的衰退讓高齡者忘記過去發生的事件，有輕度認知功能障礙 (mild cognitive impairment, MCI) 或有失智症者 (dementia) 可以記得多年前發生的事件，反而會把最近發生的事件忘記了。語意記憶的衰退比起詞彙記憶的衰退更嚴重，語意記憶

的受損甚至於可讓高齡者認不一般的植物或動物，或叫不出它們的名稱。

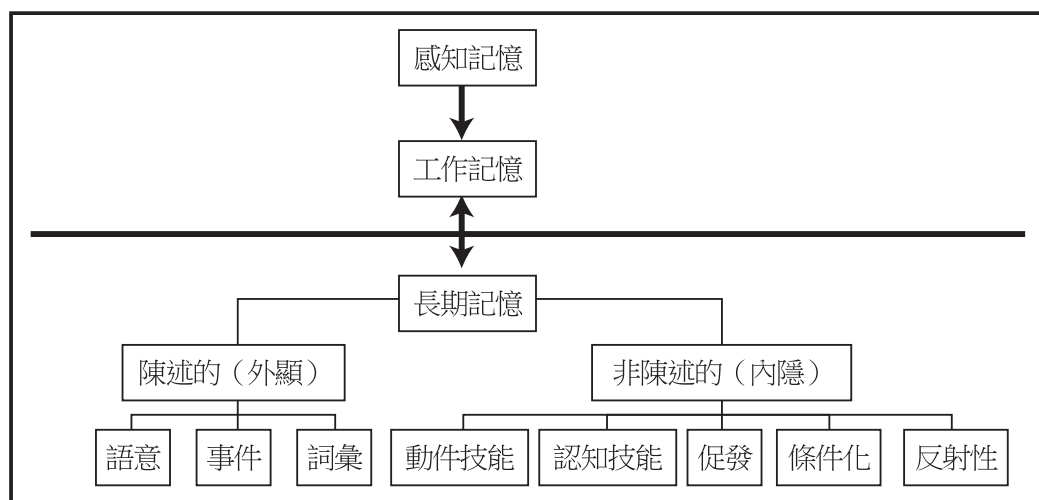


圖 14-1 記憶系統

非陳述性記憶 (non-declarative memory) 又稱**內隱記憶** (implicit memory)，是無意識而自動化的、與程序動作有關的記憶。語言的詞序與程序動作有關係，高齡者對所學過而現在不常用的外語詞序會忘記。促發 (prime) 對語意相關詞彙的互相激發有關，例如醫院、醫生、病人、護士都有互相促發效應 (priming effect)。高齡者在這方面的效應也會退化，至於條件化與反射性記憶的退化與語言能力的退化關係尚有待進一步的研究。

「注意力」是一個極短的時間裡集中心理資源專注於特定訊息的認知歷程。認知心理學家認為注意力有 4 種主要功能：(1) 警戒和訊號偵測，例如開車時，忽然前面冒出一部快速超前的機車，或是飛機場控制塔的工作人員要全神專注雷達螢幕上飛機頻繁的起落；(2) 選擇性注意力，例如不受身邊的噪音的影響照樣能專心看書或做複雜的工作；(3) 分散性注意力，例如開車多年的人多能一邊開車，一邊與坐在旁邊的人聊天，依然能安全開車；(4) 搜尋，例如搜尋我們遺失的鑰匙，或是查詢字典上的詞項。這四個功能都會隨著年齡的增長而衰退，所以高齡者對忽然出現在眼前的危險不能及時偵測到 (功能 1)；不容易如年輕人一樣可以一心兩用，同時看書又能聽清楚旁邊人群的對話，並正確記得其內容 (功能 2)；邊開車、邊與人討論問題，容易出車禍 (功能 3)；查字典或在電腦螢幕查詢資料都比較遲鈍 (功能 4)。注意力的衰退跟大腦執行功能的衰退環環相扣。

大腦執行功能除了工作記憶外、還涉及規劃 (planning)、決策 (decision-making)、抑制 (inhibition)、轉換 (switching)、更新 (updating)、應變 (adaptation) 等認知能力。這些

能力是人類賴以生存的高等能力，同時也是促使語言溝通的基本機制。這些能力的衰退自然會影響到語言理解與產出能力的表現。14.3 節以兒童語言習得 (language acquisition) 的角度來檢視高齡者**語言流失** (language attrition) 的本質，而 14.4 節進一步以語言的結構簡述老化對語言能力的影響。

14.3 高齡者語言流失與兒童語言習得

約略估算，人類的嬰兒出生時的大腦容積是 350 cc，6 個月加倍，2 歲已達到成人的四分之三，4 歲就跟成人的 1,300 至 1,400 cc 一樣，同時腦神經脈絡也快速密集成長。20 歲之後開始逐漸流失，有些人到了 80 歲剩下不到 250 cc。不同部位腦細胞容量與重量的增加及其神經網路的發展時程雖然有個別差異，但是大部分正常發展的小孩，在認知能力以及語言的發展時程基本上是一致的。6 個月大的嬰兒開始牙牙學語 (babbling)，也能以食指指向人或物 (見 11.6「兒童語言與手勢發展」)，1 歲到 1 歲半會用單詞來表達他們的需要，2 歲左右會用雙詞表達，然後用電報式的句子表達，之後才慢慢發展出一種語言的句法 (Tomasello 2008)。詞彙量從 1 歲半的 50 個詞可增加到 6 歲近萬個詞。一般的語用原則的掌握比較慢，到 18 歲左右發展成熟。從嬰孩到成人，認知與語言能力有兩次的急遽發展，一次從嬰兒至 6 歲的幼兒時期 (childhood)，另一次是在生理與認知大轉變的青春期的 (adolescence)。在幼兒時期的語言發展就如本書第 10 章「兒童語言習得」所述，兒童語言的習得一方面根基於人類天生的語言機制，另一方面也深受個別語言環境的影響，在語音、詞彙、句法、語用四方面的發展上都會適應其成長環境所使用的語言，特別是在家庭生活中或幼兒學校所用的語言。因此在台灣兒童語言的習得，就呈現了多樣性與複雜性，與不同時代、地區、族群、家庭的社經地位、教育背景等因素都有間接或直接關係。這種情形也致使台灣高齡者語言的流失的研究增加更多的變數。

相對於嬰孩，成人從 20 歲以後腦容量每年流失 1-2%，腦重量則從 40 歲後每 10 年遞減 5%，70 歲後加速遞減。每個部位細胞流失的數量與時程也不一樣。例如**海馬迴** (hippocampus) 區域腦細胞的流失會讓記憶力衰退，前額區域的流失會讓執行功能衰退，聽覺區與視覺區的流失會讓聽力與視力衰退。除了突然的**腦神經病變** (neurodegenerative disease) 外，根據 Park 等人 (2002) 以及 Park & Bischof (2011) 的研究，一般正常的認知老化在處理速度、工作記憶、長期記憶 (long-term memory) 這三種認知能力從 20 歲到 80 歲會逐年下降，而一般常識的能力與語言詞彙的能力不會隨著年齡增加而遞減。然而，根據

筆者的觀察，閱讀能力到高齡還可以保持得很好，但書寫能力會退化，例如，英文拼寫以及漢字筆畫都會產生錯誤；同時，詞彙提取的速度也會變慢。

用認知心理學術語來說，已學到精專的知識或技能已「結晶化」(crystalized)可以維持到 70、80 歲；但是學習新學科或技能所需要的「流動性」(fluid) 認知能力則隨著年齡的增加而遞減，正是英文諺語「Old dogs cannot learn new tricks」的含意。當然，華人傳統文化的「勤能補拙」也可以克服學習能力的衰退。只要一個高齡者有動因、毅力、耐力，還是可以學會新的技能，包括外國語言。

在其研究失語症(aphasia) 經典著作裡，Jakobson (1968) 觀察到語音能力的流失呈現一個趨勢，就是兒童在母語習得中最先學到的語音常比後來學到的語音更不容易流失。這個趨勢可化約為「先進後出」(first come, last go) 原則，來作為研究因腦神經病變、失智或高齡導致語言能力流失的趨勢。例如有不少嚴重失智者，到後來只留下最早習得的母語，其他後來學到的第二語言雖然在失智前說得很流利，也都忘得一乾二淨了。這個原則的另一個說法是「後進先出」(last come, first go)。最明顯的例子是，人類前額的腦神經系統是在進化中最晚形成的，高齡者腦神經的衰退就從這裡開始。筆者認為這個雙向的原則需要在第一語言及第二語言複雜的互動下加以詮釋。例如筆者在 1965 年離開台灣到美國求學任教至 1995 年才回台任教。許多日常生活的詞彙是用英文學到的，例如蔬菜類的「asparagus」(蘆筍)、「broccoli」(綠花椰菜)，筆者累或忙的時候，常是先說英文，再補上中文。筆者 1965 年前在台灣生活的時候，這兩種蔬菜並不是很普遍。相對的，花椰菜(cauliflower) 是台灣人那時常見的蔬菜。筆者 1995 年回到台灣時，見其物，先說出口的是「花椰菜」，而不是「cauliflower」。對其他物品的名稱也是一樣，在美國用英文學的，到現在還是英文先出口，更不必說語言學上的一些專有名詞，通常都是使用英文說法。筆者自己在嘉義縣民雄鄉所收集到的語料也呈現出類似情況，例如台灣閩南語與漢語都通用的高齡者，有點失智的會更容易用他們從小就慣用的閩南語，甚至日語借詞，例如「青蛙」說「si-kha-a」(四腳仔) 或「tsui-ke」(水雞)，「番茄」說「tomato」(日語トマト) 或「kam-a-bit」(柑仔蜜)，「蘋果」說「lingo」(日語りんご) 或「phong-ko」。

一個與「先進後出」趨勢相關的提問是：因老化而致使的語言能力的遞減是否某種程度上剛好是孩童語言能力增強的鏡像對映(mirror image)? 高齡者所用的詞彙量會減少、複雜的句子會變得比較簡單，有些認知行為也會像小孩子，乍看之下有如返回孩童的階段，然而 80 至 90 歲高齡者的語言能力因教育程度與語言使用的頻率的不同，他們個人之間的差異相當的大，與兒童習得母語進程的一致性迥然而異，因此筆者不贊同鏡像對映的說法。

高齡者在不同面向的語言能力流失的進程也不一樣，因此語言與老化研究還要把焦點放在不同教育程度、職業與語言背景與經驗等交錯因素下，去深入探討個體之間的差異（inter-individual difference）、個體與群體之間的差異。同時每一個高齡者一生的語言經驗及其生理進程在不同的階段也會表現出不同的認知與語言能力的起落，加上「用進廢退」（use it or lose it）的因素，形成個人內部的差異（intra-individual difference）。

14.4 語言結構與老化

高齡者語言衰退的研究自 1960 年代就有美國認知心理學家從事研究，屬於認知老化研究的一部分。但相對於高齡者的記憶力、注意力，以及大腦執行功能的衰退，語言的衰退較少有心理學家投入；語言學家在這方面的研究更為稀少。筆者認為有 3 個主要原因：其一，過去語言學家在研究語言發展方面焦點集中在兒童語言習得，即使是有關語言能力流失方面的研究，也大都都是探討腦受傷或病變產生的失語症。語言學家對正常老化與語言能力的流失較少研究，所以語言學導論的教科書上大都只有兒童語言習得的介紹。其二，正常老化所產生的語言變化沒有兒童語言發展變化那麼快速與顯著，對語言學理論核心的爭論不能產生理論辯證的材料與依據，以致於比較不會引起研究興趣。例如，主張語言結構是與生俱來的天賦論（innateness hypothesis）與主張語言結構是源自溝通需要的「運用為本」論（usage-based theory）之間的激烈辯論。其三，語言學過去 100 年來的研究主題是在語言的結構的分析；而對語言的理解（comprehension）與產生（production）主要是認知心理學探討的題目。

語言的理解與產生的研究一定要基於記憶力、注意力及大腦各執行功能才能竟其功。研究語言老化的認知心理學家於是訂下幾個認知老化的基本假設作為實驗的理論基礎。這些理論包含（1）**認知資源的短缺**（resource deficit）、（2）**整體性的遲緩**（general slowing）、（3）**抑制力的短缺**（inhibition deficit）、（4）**腦神經傳導的短缺**（transmission deficit）、（5）**工作記憶的衰退**（declination in working memory）、（6）**感知與覺知的衰退**（sensory and perceptual decline）（Craik & Salthouse, eds. 2008）。這些不同的理論假設並不是完全獨立的假設，例如訊息處理速度的緩慢可歸因於以上六個任何假設之一。

語言的結構可分為幾個層面：語音、音韻、構詞、句法、語意、語用。本章從這幾個層面簡單說明高齡者因認知老化而可能出現的語言理解或產生的衰退。語言結構最小的

單位是音位 (phoneme)，是詞彙組合而且具語意區分的最小單位，例如英文中的「pit」與「bit」語意的區分是靠音位 /p/ 與 /b/ 的對比而來，在結構上這兩個音位因此是最小辨義詞對 (minimal pair)。這兩個音的對比有其語音的、物理層面的基礎；而這兩個詞的起始子音 (consonant) 的差別極細微 (參見本書第 5 章「語音學」、第 6 章「聲韻學」等章)。高齡者的聽力以及處理語音的腦神經連結因衰退而產生辨識的困難。漢語的音位對比是送氣的 /pha^h/ (趴) 與不送氣的 /pa^l/ (八)，而不是如英文的 /p/ 與 /b/ 是無聲 (voiceless) 與有聲 (voiced) 的對比。台灣聽力正常高齡者對送氣與不送氣的對比尚可區分清楚，但是有時會把地名台東聽成台中，或是台中聽成台東，這很可能是因為一方面「中」與「東」的韻母相同，另一方面是聲母相近。在語音區辨困難的情況下，高齡者可以用語境判斷是台中還是台東。語音是由下而上的訊息，語境是由上而下的訊息，在溝通上兩者的整合可以幫助高齡者辨識語意的區分。

子音 /l/ 與 /n/ 除了聽覺感知上相近，容易被混淆，在有些語言，如法語與廣東方言，這兩個音有方言分布的重疊與差異。漢語中的「農人」/nong²ren²/ 與「聾人」/long²ren²/ 的發音也常會發生混淆，筆者有時會把「聾人」說成「農人」。曾經有一次，筆者演講時介紹台灣聾人的自然手語結構，說了半天，有一位聽眾忍不住舉手問：「為什麼農人要用手語？」這時候，筆者才恍然大悟，原來我演講中一直把「聾人」說成「農人」。台灣閩南語母語高齡者在說漢語的時候，也會把「農人」說成「聾人」。

漢語的特色是以 4 個聲調來區分詞意。台灣閩南語更有 7 個聲調。台灣閩南語的 7 個聲調及其變調如表 14-1 所示。

表 14-1 台灣閩南語聲調與變調

調類	邊界調值 (本調)	例字	語境變調 (變調)	例字
1 (陰平)	55	青	33	<u>青</u> 青
2 (陰上)	53	扁	55	<u>扁</u> 扁
3 (陰去)	11	笑	53	<u>笑</u> 笑
4 (陰入)	3	足	53	<u>足</u> 足
5 (陽平)	13	紅	33	<u>紅</u> 紅
6 (陽去)	33	近	11	<u>近</u> 近
7 (陽入)	5	直	1	<u>直</u> 直

筆者參與指導的博士論文 Chen (2014) 設計了一個實驗，測試年輕人與高齡者區分台灣閩南語「豬」/ti⁵⁵/ 與「箸」/ti³³/；「詩」/si⁵⁵/ 與「是」/si³³/ 的能力，檢視高齡者是否會因老化而降低分辨能力。實驗結果發現，在沒有語境的情況下，聽力正常高齡者的反應速度與分辨正確度的確遠遜於年輕人。但是如果放在語境清楚的句子中，差別就不多了。用來實驗的兩個句子，如例 (1)、(2)：

- (1) 那間店有賣牛，應該也有賣豬。
 (2) 那間店有賣碗，應該也有賣箸。

台灣閩南語句子結構的不同也可以利用變調區別，如例 (3) 至 (5)。

- (3) a. (他) 欺騙 # 我的朋友
 b. (他是) 欺騙我 # 的朋友
 (4) a. (她) 恰意 # 你的同事
 b. (她是) 恰意你 # 的同事
 (5) a. (那隻狗) 咬 # 他的狗
 b. (那隻狗是) 咬他 # 的狗

(3a) 與 (3b) 的語意完全不同，各自的語意可以用句法結構圖 (圖 14-2 與圖 14-3) 來表達。

- (3a) 他欺騙 # 我的朋友。

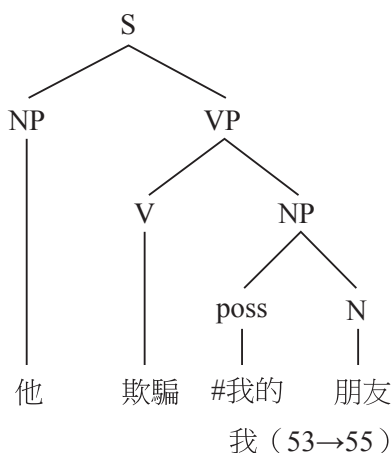


圖 14-2 句法結構圖 A

(3b) 他是欺騙我#的朋友。

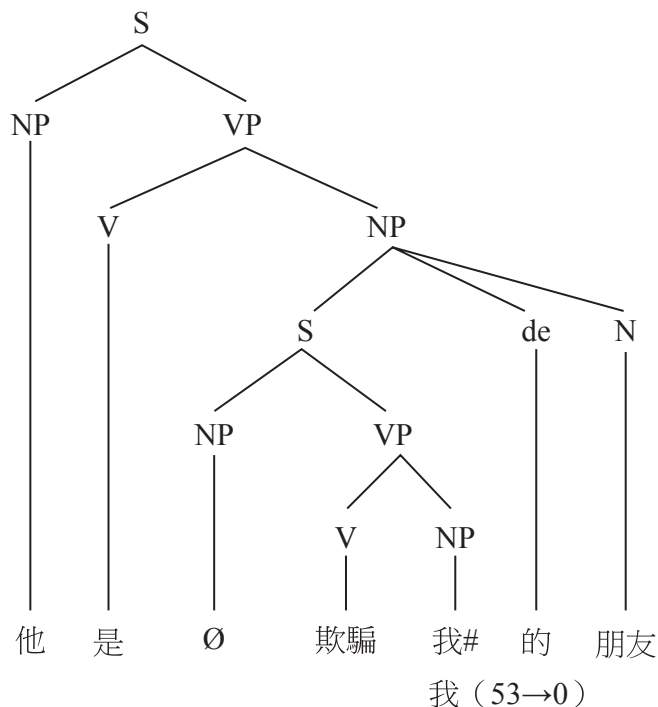


圖 14-3 句法結構圖 B

台灣閩南語，如同其他漢語方言一樣，在日常生活的言談中，主語與動詞都可以省略，如 (3) 至 (5) 句子有括號的部分是主語。主語省略了，這些句子在漢語無法區分語意的不同，但是台灣閩南語可以用不同的變調來區分。這種用變調來還原句法並區別語意，對高齡者、聽損、聽障者都會造成理解的困難，也需要靠語境的幫助，或是把完整的句子說出來。另外一方面，變調也會使漢語沒有歧義的句子，在台灣閩南語會造成歧義。如：

(6) 要作朋友，就要誠懇在一起。(漢語)

(7) a. boeh (欲) 作朋友，就 ai (要) singkhun (誠懇) zohue (作伙)。

(台灣閩南語語意同 (6))

b. boeh (欲) 作朋友，就 ai (要) sing (先) khun (睏) zohue (作伙)。

(要作朋友，就要先睡在一起)

當然，在一般的語境下，台灣閩南語 (7a) 與漢語 (6) 解讀還是一樣的意思。(7b) 通常是用在開玩笑的場合上。根據筆者的田野調查，一般健康的台灣閩南語高齡者都會領會 (7) 造成歧義的笑話，但是高齡失智者就會有困惑。

漢語語系中的各種方言除了有豐富的聲調與變調外，還有句法、語意的特色可以作為

偵測老化與語言退化的材料。例如，「量詞系統」涉及把動物、植物、自然存在以及人工創造出來的物件加以範疇化 (categorization)；「詞彙系統」有不同層次的「上位詞」與「下位詞」；句尾語氣詞有極其細膩的語意與語用功能。

筆者的研究團隊也從篇章的句子結構與語意的連貫緊密度，來看漢語人稱代名詞「他」的指涉。初步發現高齡者「他」在句中當主語、動詞賓語，介系詞賓語在篇章中的指涉判讀能力形成一個如下的順序：

主語 > 動詞賓語 > 介系詞賓語

亦即主語比動詞賓語容易判讀「他」指篇章中的何人，動詞賓語又比介系詞賓語容易。這種指涉判讀能力，年輕人比高齡者速度快，準確率高。

同時漢語的人稱代名詞 /ta/ 會阻礙聽話者對上下文的理解。/ta/ 在言談中指涉不分性別，也不分人或動物，是指涉言談中第一人稱「我」/wo/、第二人稱「你」/ni/、「您」/nin/ 以外的第三人稱，可指「他」、「她」、「牠」、「它」。在比較複雜的言談中，不管是對話或是敘述，常會造成聽者理解的障礙，對高齡者與失智者的影響更大。其實，在鄉下，教育程度比較低的正常中老年人也會有相關的溝通問題，逼得聽者要打斷說者，問說者「你現在是指誰？」。

高齡者因為抑制力 (inhibition) 的衰退，在敘述事件的過程常會有離題 (off topic) 的現象，又因為與冗詞過多常在一起出現，即稱為**離題與冗詞** (off-topic verbosity, OTV) 現象。台灣高齡者敘述自己的生平或是過去經歷過的重大事件，例如，台灣在 1959 年的八七水災、1999 年的九二一大地震，都可觀測到這種現象。筆者觀察到高齡失智者，雖然教育程度不低，敘述這兩件大事的 OTV 比正常高齡者顯著很多。我們有時會發現大學的老教授講課也會讓學生覺得離題，筆者的看法是老教授的經年累積的專業知識相當豐富，自然會有擴散 (diffusion) 的現象，應該跟老化引起的 OTV 有所區別。

14.5 腦神經可塑性與認知儲備

腦神經可塑性 (neural plasticity) 理論中，可塑性涉及有機體對新的環境與經驗應變的能力，而腦神經可塑性涉及大腦修改其神經迴路結構與功能，以便應變與修補因腦傷或老化導致的損失 (Berlucchi & Buchtel 2009: 307)。在腦神經可塑性理論下，認知腦神經受損

後的修補，以及延緩認知能力老化的腦神經機制是屬於先天的認知儲備，有別於從學習與鍛鍊得來的後天的認知儲備。

後天的認知儲備理論起源於現在已經是膾炙人口的「**修女研究**」(The Nun Study)。史諾頓(D.A. Snowden)醫生與其團隊在1996年起至2005年的10年間與其梯隊年發表了多篇有關早年語言能力與阿茲海默症發病的相關係數。他們研究將近200名從75歲至103歲天主教修女早年(平均22歲時)進修道院所寫的自傳，發現自傳中的「**概念稠密度**」(idea density)與「**語法複雜度**」(grammatical complexity)越高的修女，她們在年老時認知功能保持得越好，得到阿茲海默症的機率越低；相對地，自傳中的「**概念稠密度**」與「**語法複雜度**」越低的修女，她們在年老時得到阿茲海默症的機率越高。這兩項語言能力很高的修女得病率只有10%，而很低的修女得病率則高達80%。

「修女研究」中的200名修女很年輕的時候就進了修道院，有共同的信仰、價值觀念、生活方式，更沒有因社經地位不同而產生的不同生活環境與方式。因此，個人發病率的機率就能比較可靠的歸因於：(1) 由腦神經細胞的基因及其與蛋白質互動產生的**表徵基因**(epigenetics)的影響；(2) 早年書寫語言能力訓練的結果。因此，腦神經科學家史頓(Stern 2002/2012)更進一步從認知腦神經的角度研究認知儲備，並把教育程度、職業的複雜度及其他能刺激認知的活動等等納入認知儲備的範圍。

14.2 節提到的各種大腦執行功能以及語言的理解與產生，最重要的部位是在左半腦的前額區，特別是前額葉(prefrontal lobe)。這個部位是人類大腦演化上最晚發展出來的，也因此在高齡者的大腦中是最早退化的。同時，認知腦神經科學家提出腦神經**補償理論**(compensation theory)；有從右腦搬移腦神經細胞去補充左腦相對等部位的假設與實驗模式(hemispheric asymmetry reduction; Cabeza 2002 ; Cabeza & Dennis 2013)，也有從後腦區搬移腦神經細胞到大腦前額的假設與實驗模式(posterior-anterior shift; Davis et al 2008)。兩套的修補機制，也成為大腦內在、先天的認知儲備。

我們可以把外加的後天認知儲備及內在、先天的認知儲備放在大腦可塑性的架構下，讓這兩種認知儲備互動，相輔相成，建造一個認知老化鷹架，如圖14-4的概念架構。這個架構可以作為延緩老化與失智的生活實踐理論基礎，並且利於詮釋高齡者個體之間的差異以及不同高齡者個人老化進程中不同階段的差異。

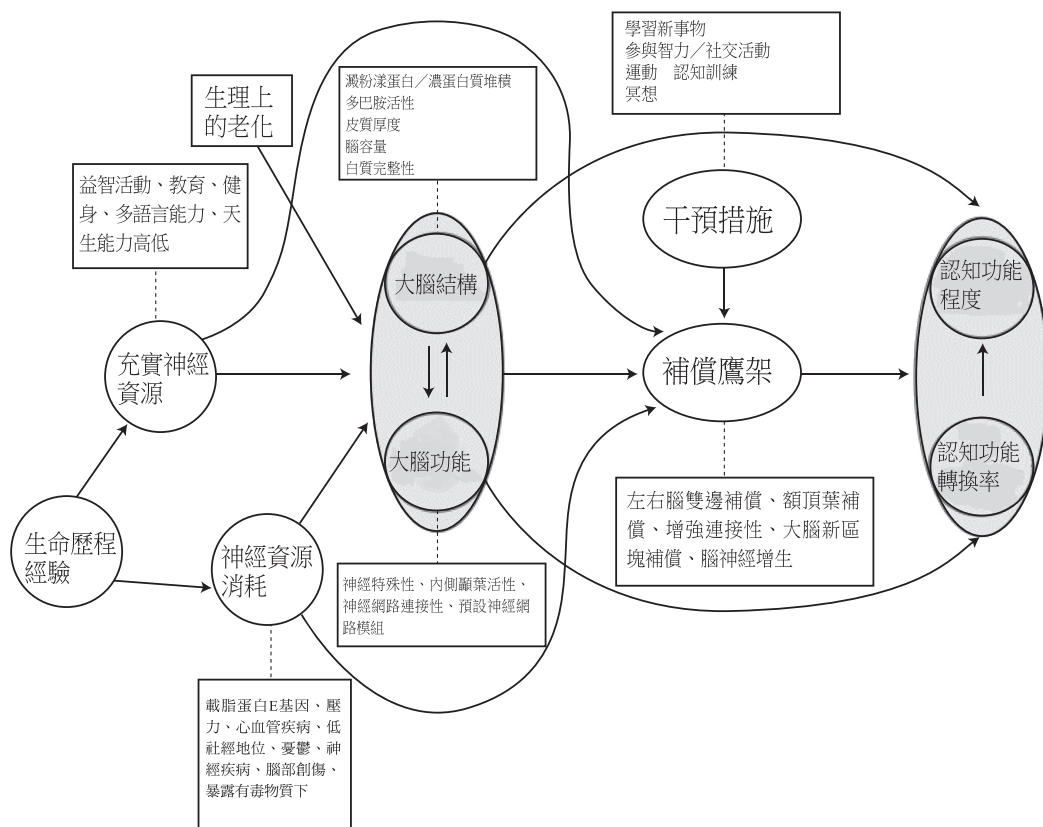


圖 14-4 認知老化補償鷹架的概念架構

來源：譯自 Reuter-Lorenz & Park (2014)。

在圖 14-4 左下角的方塊裡所列的各項都是增加高齡病變導致失智以及阿茲海默症機率的因子，包含基因（APO E4）造成載脂蛋白沈澱物（amyloid deposits）及腦神經纖維的糾結（tangle）、心血管疾病、神經疾病、憂鬱症、腦部創傷、有毒環境、低社經地位等。相對地，列舉在圖 14-4 右上角長方形框裡的學習新事物、參與智力與社交活動、認知訓練、冥想等都是利用行為的訓練來對抗認知老化的一些方法。這些也是利用大腦可塑性的原理，以不同方式刺激認知腦神經，以達到延緩認知老化，甚至於介入腦神經病變治療的方法。語言溝通障礙會讓高齡者減少社交活動，導致退縮、憂鬱獨處，最後出現失智現象。

在報章雜誌上、甚至心理學的書刊上，都認為雙語／多語能力會提高執行功能與增加認知儲備，因此能延緩老化與失智。在 14.6 節中，我們將檢視過去研究中不一致之處，並試圖以這些研究的不同焦點及方法來瞭解不一致的原因，最後總結筆者對這一類研究的改進的幾點淺見。

14.6 認知儲備的內容、評量與臨床應用

Stern (2002; 2009; 2012) 提出認知儲備的理論，主張透過事先儲存的認知能力可以延緩及應對退化性疾病。他認為認知儲備的社會行為指標可分為三大項：教育程度、職業複雜度、休閒活動的參與度（含運動、社交網路的完整性）。這些指標項目均有助於提升個體的認知儲備。

Nucci 等人 (2012)，將教育程度、職業成就和休閒活動等常見的社會行為指標合併成**認知儲備量表 (Cognitive Reserve Index questionnaire, CRIq)**，以教育程度、工作活動、休閒活動（運動或新技能學習）來衡量認知儲備量。以下就 CRIq 量表中的三項主要評量指標分別說明。

(1) 教育程度

在 CRIq 量表中，教育是最主要的社會行為評量指標。教育的評量方式為接受教育的年限，以及教育的品質。在 Nucci 等人 (2012) 的報告中，教育程度與認知儲備程度呈高度正相關。教育程度會影響工作與生活方式。工作成就與有品質的生活經驗有助於認知儲備。

除了 Nucci 等人 (2012) 的 CRIq 評量表外，其他學者的研究也證實了教育程度對認知儲備的影響。如 Bruno 等人 (2014) 研究 3 百多位年齡超過 50 歲的記憶力減退者，發現認知儲備能力主要受到教育水準和生活方式的影響。國家衛生研究院群體健康科學研究所以追蹤世代研究，探討認知儲備如何影響心臟功能。研究結果顯示，教育程度較低的老人，心臟功能較好者，可以降低 64% 的認知功能障礙風險。然而，高教育程度的老人，心臟功能與認知功能障礙風險沒有顯著相關 (Cheng et al. 2022)。換言之，教育程度高的高齡者，其認知表現較不會受心臟功能衰退影響，其認知表現受到動脈硬化的影響也比低教育程度者低。

(2) 工作活動

工作活動也可提供額外的認知儲備來源。通常以任職時間最長的工作作為評估基準。透過工作活動可預測受試者在資訊處理速度、記憶、執行功能等認知能力。Boots 等人 (2015) 針對 323 位認知健康的成年人，發現職業複雜度有助於維持海馬迴受損或全腦萎縮者的認知能力。

筆者的高齡研究中，也發現工作活動與認知儲備息息相關。例如，從銀行退休的參與者對算術測驗（arithmetic test）表現比較好。中、小學退休教師的參與者在語義流暢度（verbal fluency task）與詞彙測驗（vocabulary test）的整體表現優於其他同齡的參與者。筆者的田野調查經驗也觀察到，職業相關經驗有助於部分認知儲備的形成，如市場擺攤賣菜的阿婆心算的能力不亞於大學生；經營傳統雜貨店、洗衣店的老闆，對於顧客的臉孔記憶特別好，甚至可叫出已經好幾年沒見面的顧客名字。

(3) 休閒活動

此部分的休閒活動意指人們在工作之餘所從事之活動，且該活動會讓參加者學習到新技能或是促進新陳代謝。依據來自流行病學證據顯示，若是能在發病前參與的休閒活動，會對認知儲備的增加有所影響，這些影響通常來自身體的活動、腦力的活化與社交活動。在 Nucci 等人（2012）的報告中，關於休閒活動這部分，評量分數雖然成年組高於年輕組高於高齡組，但其實三者間比較來說，差異度並不大。其中較特別的部分是女性在休閒活動的相關性高於男性，他們認為這與休閒活動內的項目，包含了家務、照顧孫子女或老年人有關。

因此除了早期的教育經歷，退休後如能參加認知鍛鍊相關的休閒活動以及活動時間的長短是影響後天性認知儲備能力的也會是重要因素，較強的認知儲備可以明顯延緩早期老年癡呆患者的記憶力減退（姜文斐，高鵬琳，孫傳河 2017）。因此個人如能利用休閒時間進行益智活動、教育、運動、多語能力、培養較高的能力都會充實大腦神經資源。其中語言學習是一項需要充分應用到各個腦區的綜合性技能（聽說讀寫），是鍛鍊大腦非常好的方式。

在臨床實務中，我們可以透過比較 CRIq 量表和認知表現。對於 CRIq 量表分數高的受試者來說，其神經元的豐富性及其可塑性所形塑的認知儲備，可補償因大腦灰質萎縮所導致的退化情況，使其臨床病理表現處於正常範圍內。相反的，若是認知表現不佳且低 CRIq 量表，就極有可能是認知的嚴重退化。最後，CRIq 量表評量指標涵蓋受試者過去工作與生活經歷，其評量結果將可使醫師、臨床心理師對其患者及其生活方式的有更全面的瞭解，這些都有助於臨床方面的評估。

這些關於認知儲備概念以及如何利用大腦可塑性的原理，透過行為的訓練（如學習新事物、參與工作與社交活動、認知訓練、冥想等等）以不同方式刺激認知腦神經，以達到延緩認知老化的研究，若是可直接應用在長照第一線的照護，我們的照顧人員如果有這些

概念，就會知道如何善用高齡者尚有的認知儲備，去幫他們提高獨立生活品質。如果社會大眾普遍有這樣的觀念，就比較不會有負面思考，同時也會努力瞭解自己或身邊高齡者認知方面的個別差異。

14.7 雙語／多語與認知儲備

雙語／多語的研究在語言學門與教育學門都受到重視，也都認為雙語／多語的教育非常重要。雙語／多語增加一個人的語文能力、文化視野，有助於對事與物能用不同的角度去瞭解及判斷。心理學家也常認為雙語／多語可以幫助注意力的轉換。但是一直到 1990 年代，心理學家才用實證的方法探索雙語／多語與認知功能的關係，觀察到雙語孩童比單語孩童有較高的認知功能 (Bialystok 1999)，雙語高齡者比單語高齡者失智機率較低 (Bialystok, Craik & Freeman 2007)。雙語也大部分在印歐語言的範圍內。較少有跨語言家族的研究，中／英的雙語研究也不多 (Prior & Gollan 2011 ; Yow & Li 2015)。

雙語的界定本身就不是很簡單的問題。在歐洲雖然大部分的人都可以很流利地說兩種以上的語言，但是總是會有一種語言比另外一種更常用，而且學校教育所用的語言以及在家裡或社區所用的語言也常不一樣。再者，絕大部分的雙語者常閱讀或書寫的語言也是以其中一種語言為主。因此，在雙語中總有一種是比較主要的 (dominant)，另外一個是次要的 (non-dominant)。而且語言經驗也會因職業、工作地點而有變化，以致次要語言有時會變成主要語言。雙語／多語的實驗設計不太容易把高齡參與者一生中的語言經驗都計算在內。

另外一個造成實驗結果不一致甚至於相衝突的原因，不但是大腦有多種不同執行功能，而且實驗者會選擇他們比較喜好的實驗方法 (如 ANT、anti-saccade、flanker、Simon 及 Stroop 等)，再加上實驗參與者的社經地位、教育程度、職業性質，使實驗結果的統計複雜化，產生不同甚至相反的結論。在這種情形下，心理學家可把過去不同的實驗集合起來，作整合分析 (meta-analysis)。可是，最近而且最全面用了 152 個涵蓋 6 項大腦執行功能實驗研究的整合分析 (Lehtonen et al 2018)，還是不能論定年輕成人雙語者的大腦執行功能比單語者好。

Watson, Manley & Zahodne (2016) 檢視過去 10 年在世界各地比較大型的雙語／多語與阿滋海默症的發病率是否有相關，也是找不到定論。所以他們建議要用比較多的參與者，

進行長期追蹤的 (longitudinal)、具未來性的 (prospective) 發展，而且這些參與者要從社區招募，這樣也許能克服過去從失智記憶門診 (memory clinic of dementia center) 招募到的參與者屬於追溯過去 (retrospective) 的研究。

以台灣的現況來說，雖然絕大部分人都會說漢語，但是他們的母語不是漢語，而是閩南語、客家語或不同的原住民語言。另外加上來自東南亞的新住民，他們有不同的語言，而大部分的人來台灣後也學會說閩南語。從語言學的觀點來說，漢語、閩南語、客家語這三種互不相通的話並不是三種「方言」，而是三種「語言」。而且，閩南語與客家語，都沒有自己的書寫文字，不像在香港或廣東的廣東話有至少百年歷史的書寫文字。這種現象是在台灣研究高齡者語言衰退要考慮的混淆因素 (confounding factor) 之一。例如，筆者在台灣南部偏鄉研究高齡者語言能力的退化，就需要知道我們研究計畫的參與者的教育程度、識字及閱讀能力以及退休前的職業與語言經驗。筆者於 2013 年在嘉義縣民雄鄉長壽會館招募了兩組高齡者，一組 65-75 歲 20 人，另一組 75-85 歲 20 人，一共 40 人。這 40 個人都是視力、聽力正常，同時也通過失智 AD-8 篩檢，加上「簡易智能量表」(mini-mental state examination, MMSE)，確定他們沒有輕度認知功能障礙 (MCI) 參與者。他們的教育程度參差不齊，從完全沒受過教育、不識字到專科學校畢業，但是大部分都是上過 6 年的小學。我們的實驗是有關語言能力的實驗，分成兩部分，第一部分用閩南語敘述他們的生平 (10 分鐘左右)，然後看沒有文字的圖畫故事書敘述故事。我們用的故事本是國際語言學及心理學最常用的 *Frog, Where Are You?* (Mayer 1969)。錄音的語料用中正大學語言所研發的「閩南語轉記軟體」轉記成文字檔，再經過兩個以上轉記者 (coder) 的確認。筆者再從這個文字檔去計算詞彙量、語句平均長度、不同句型的數量以及句子的複雜度。結果發現這兩組高齡者的語言能力差異最主要因素是教育程度，而不是年齡。我們也用同樣的方法計算過 10 個有輕度失智的高齡者 (CDR1，經臨床失智量表斷定為 5 期當中的第一期)，發現他們的語言能力的確不如正常的高齡者，而且教育程度高與教育程度低的語言能力相差不多。筆者於 2019 年 8 月開始追蹤 2013 年的參與者，但是不可避免的障礙就是兩組都有人因過世或重病不克參加，尤其是當年 75-85 歲的那一組只剩下 10 人能參與。這個例子也顯現出長期追蹤會遇到的困境，雖然長期追蹤的方法比以年齡差異的橫切面，能更深入瞭解不同群體與個體在終生上認知能力與語言的衰退。

14.8 摘要與結論

1. 台灣正面臨高齡化嚴峻的挑戰，2025 年台灣將有 20% 的人口超過 65 歲，進入「超高齡社會」，在雲嘉南偏鄉地區甚至會達到 30%。隨著台灣人口的持續老化，失能與失智人口也將持續攀升，加重國家照護高齡長者財政負擔。有效的提早失能與失智預防遠勝於費時費力、昂貴的治療與照護。有效的預防包含 4 個基本要素：(1) 健康的飲食習慣、(2) 規律的走動與運動、(3) 社會活動的參與、(4) 認知能力的保養。
2. 高齡者的記憶力、注意力，以及大腦執行功能隨著腦神經的萎縮而衰退，其語言能力（理解與產出）因而衰退，同時視力與聽力的衰退也直接、間接阻礙溝通的順暢，導致憂鬱症，甚至失智。
3. 高齡者的認知處理的速度不管是工作記憶、短期記憶、長期記憶都從 20 歲起逐年下降，然而世界的知識及詞彙量及語意網絡可以不減反增，一直到 70-80 歲。用認知心理學術語來說，已學到的專精知識或技能已結晶化（crystalized），可以維續至 70-80 歲；但是學習新學科或技能所需要的流動性（fluid）認知能力是隨年齡的增加而遞減。高齡者語言能力的衰退進程不是孩童語言能力的成長的反面鏡像（mirror-image）。
4. 心理學家利用一些基本的假設，進行高齡者語言在不同結構層次的衰退研究。可惜過去的語言材料絕大部分是基於英文或其他主要印歐語言。在台灣我們可以利用漢語、閩南語、客家語、原住民語言、台灣手語的語言特性來偵測高齡者的語言衰退，進而幫助台灣高齡失智者的早期偵測與介入。
5. 在大腦可塑性的架構下，內在、先天的認知腦神經補償機制與外加的後天認知儲備可以互動，相輔相成，建造一個認知老化鷹架，作為延緩老化與失智的實踐基礎，並且詮釋高齡者個體之間的差異（inter-individual difference），以及不同高齡者個人老化進程的差異（intra-individual difference）。
6. 雙語／多語對個人成長、溝通能力、社會和諧有其不可忽視的功能。然而對於認知儲備、延緩失智，特別是不可逆轉的阿茲海默症，至今沒有見到實證的效能。也許我們可以利用台灣失智人口開始發病（onset of dementia）的年紀作為一個切入點，進一步瞭解雙語／多語對延緩失智的效能。
7. 認知儲備最重要的內容是教育程度、職業複雜度，以及休閒活動的多寡。內容的評量的結果可以提供臨床應用以及照護者參考。
8. 語言能力（包括聽說讀寫）的持續與增進是認知儲備最重要的一環。語言會隨著老化而衰退，但是高齡者可以用語言能力的維持來延緩衰退（Kreuz & Roberts 2019; Tai 2023）。

總結而言，台灣高齡者的認知能力，特別是語言及溝通能力，有待持續深入的研究。台灣至今還沒有如「西雅圖長期追蹤研究」(The Seattle Longitudinal Study, Schaie 2005)的大規模資料庫。未來，台灣應該規劃每 6 或 7 年為一梯次(cohort)至少三、四十年的橫斷比較研究(cross-sectional study)與長期追蹤研究(longitudinal study)外，我們也要收集台灣不同地區的常用的名詞與動詞範疇資料，建立語言常模，同時建立教育程度常模、性別常模、輕度認知功能障礙(MCI)常模。台灣高齡者語言產生能力常模的建立，除了對語言與老化的複雜關係有啟發性的瞭解外，也將有助於高齡者認知儲備與溝通能力的訓練，以延緩認知退化，早期介入失智症的治療。

漢語、閩南語、客家語、原住民語言、台灣手語，在結構、概念系統，以及溝通文化等方面皆與英語等其他印歐語言迥異。歐美過去有關語言與老化的研究結論，有待對台灣的語言、漢字、中文閱讀等進行有規模的、有系統的研究來補充。

參考文獻

- 洪蘭譯 (2014)，《腦到中年照樣靈光》。遠流。
- 姜文斐，高鵬琳，孫傳河等 (2017)，認知儲備能與疾病相關認知障礙的研究進展。《神經病學與神經康復學雜誌》，2017(1): 32-39。
- 孫思凱 (2016)，《雲林地區高齡者閩南語分類詞使用研究》，國立中正大學語言學研究所碩士論文。
- 郭立惠 (2018)，《年齡與漢語詞彙記憶及舌尖現象研究——以嘉義眷村為例》，國立中正大學語言學研究所碩士論文。
- 郭玲汝 (2014)，《從平均語句長度探討臺灣高齡者閩南語敘述能力》，國立中正大學語言學研究所碩士論文。
- 陳秀蕎 (2023)，《台灣高齡者閩南語詞彙多樣性研究》，國立中正大學語言學研究所碩士論文。
- 陳奕秀 (2008)，《年老與語言衰退的關係——台語詞彙語意處理之腦事件相關電位研究》，國立新竹教育學院碩士論文。
- 陳亮恭、楊惠君 (2015)，《2025 無齡世代：迎接你我的超高齡社會》。天下生活。
- 陳俞靜 (2024)，《年齡與性別在詞彙流暢度與詞彙測驗表現之研究》，國立中正大學語言學研究所碩士論文。
- 陳彤威 (2012)，《以字詞提取練習減緩年長者舌尖現象之成效初探》，國立成功大學心理學系認知科學碩士班論文。
- 陳錦慧 (2015)，〈老年社會語言學研究：樂齡情境下的老齡談話及與老人之溝通策略探討〉，《福祉科技與服務管理學刊》，3 (1)：21-34。

- 張利中等譯 (2013), 《老人心理學》。華騰文化。
- 蔡文輝、盧豐華、張家銘編 (2015), 《老年學導論》。五南。
- Bayles, Kathryn & Tomoeda Cheryl. 2014. *Cognitive-communitive disorder of dementia: Definition, diagnosis, and treatment*. 2nd ed. Plural Publishing.
- Berlucchi, Giovanni & Henry A. Buchtel. 2009. *Neuronal plasticity: Historical roots and evolution of meaning*. *Experimental Brain Research* 192(3): 307-319.
- Bialystok, Ellen. 1999. Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development* 70(3): 636-644.
- Bialystok, Ellen, Fergus IM Craik & Morris Freedman. 2007. Bilingualism as a protection against the onset of symptoms of dementia. *Neuropsychologia* 45(2): 459-464.
- Boots, E. A., Schultz, S. A., Almeida, R. P., Oh, J. M., Kosciak, R. L., Dowling, M. N., & Okonkwo, O. C. 2015. Occupational complexity and cognitive reserve in a middle-aged cohort at risk for Alzheimer's disease. *Archives of Clinical Neuropsychology* 30(7): 634-642.
- Bruno D, Brown AD, Kapucu A, et al. 2014. Cognitive reserve and emotional stimuli in older individuals: level of education moderates the age-related positivity effect. *Exp Aging Res*. 40(2):208-223.
- Cabeza, Roberto. 2002. Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging* 17(1): 85.
- Cabeza, Roberto & Nancy A. Dennis. 2013. Frontal lobes and aging: Deterioration and compensation. In D.T. Stuss & R.T. Knight (eds.), *Principles of Frontal Lobe Function*. Oxford University Press.
- Chen, Szu-wei. 2014. Southern Min tone perception by young and elderly adults. Ph.D. dissertation, National Chung Cheng University.
- Cheung, Hintat & Susan Kemper. 1992. Competing complexity metrics and adults' production of complex sentences. *Applied Psycholinguistics* 13: 53-76.
- Craik, Fergus I.M. & Timothy A. Salthouse (eds). 2008. *Handbook of aging and cognition*. 3rd ed. Psychology Press.
- Davis, Simon W., Nancy A. Dennis, Sander M. Daselaar, Mathias S. Fleck & Roberto Cabeza. 2008. Que PASA? The posterior-anterior shift in aging. *Cerebral Cortex* 18(5): 1201-1209.
- Hofer, Scott.M. & Duane F. Alwin (eds). 2008. *Handbook of cognitive aging: Interdisciplinary perspectives*. Sage Publications.
- Jakobson, Roman. 1968. *Child language, aphasia and phonological universals*. De Gruyter Mouton.
- Kreuz, Roger and Richard Roberts. 2019. *Changing minds: How aging affects language and how language affects aging*. MIT Press.
- Lai, Yi-Hsiu. 2013. *Language processing in Chinese-speaking seniors with Alzheimer's disease*. The Crane Publishing.
- Lehtonen, Minna, Anna Soveri, Aini Laine, Janica Järvenpää, Angela De Bruin & Jan Antfolk. 2018. Is bilingualism associated with enhanced executive functioning in adults? A meta-analytic review. *Psychological Bulletin* 144(4): 394.

- Mayer, Mercer. 1969. *Frog, where are you?* Dial Press.
- Park, D. C., G. Lautenschlager, T. Hedden, N. S. Davidson, A.D. Smith & P. K. Smith. 2002. Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging* 17(2): 299.
- Park, Denise & Gerard Bischof. 2011. Neuroplasticity, aging, and cognitive function. In Schaie Warner & Sherry Willis (eds.), *Handbook of the psychology of aging*. 7th ed. Elsevier.
- Prior, Anat & Tamar H. Gollan. 2011. Good language-switchers are good task-switchers: Evidence from Spanish-English and Mandarin-English bilinguals. *Journal of the International Neuropsychological Society* 17(4): 682-691.
- Reuter-Lorenz, Patricia & Denise Park. 2014. How does it STAC up? Revisiting the scaffolding theory of aging and cognition. *Neuropsychol Review* 24:355-370.
- Riley, Kathryn, David Snowden, Mark Desrosiers & William Markesbery. 2005. Early life linguistic ability, later life cognitive function, and neuropathology: Findings from the Nun study. *Neurology of Aging* 26: 341-347.
- Sekerina, Irina, Lauren Spradlin & Virginia Valian (eds). 2019. *Bilingualism, executive function, and beyond*. John Benjamins.
- Schaie, Warner and Sherry Willis (eds). 2011 *Handbook of the psychology of aging*. 7th ed. Elsevier.
- Schaie, KW. 2005. *Developmental influences on adult intellectual development: The Seattle longitudinal study*. Oxford University Press.
- Snowdon, David A. 2001. *Aging with grace*. Bantam Books.
- Snowdon, David, Susan Kemper, James Mortimer, Lydia Greiner, David Wekstein & William Markesbery. 1996. Linguistic ability in early life and cognitive function and Alzheimer's disease in late life: Findings from the Nun study. *Journal of the American Medical Association* 275: 528-532.
- Stern, Yaakov. 2002. What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neurophysiological Society* 8: 448-460.
- Stern, Yaakov. 2009. Cognitive reserve. *Neuropsychologia* 47:2015-2028.
- Stern, Yaakov. 2012. Cognitive reserve in aging and Alzheimer's disease. *Lancet Neurology* 11: 1006-1012.
- Tai, James H.-Y. 2023. Language Ability in the Sunset Years. In Gang PENG et al. (eds.), *Inspirations from a Lofty Mountain: Festschrift in Honor of Prof. William S-Y. Wang on his 90th Birthday*. 351-369. City University of Hong Kong Press.
- Tomasello, Michael. 2008. *Origins of human communication*. MIT Press.
- Watson, C. W., J. Manley & L. Zahodne. 2016. Does bilingualism protect against cognitive aging? Methodological issues in research on bilingualism, cognitive reserve, and dementia incidence. *Linguistic Approaches to Bilingualism* 6(5): 590-604.
- Yow, W. Quin & Xiaoqian Li. 2015. Balanced bilingualism and early age of second language acquisition as the underlying mechanisms of a bilingual executive control advantage: Why variations in bilingual experiences matter. *Frontiers in Psychology* 6: 164.