

華語學前發展性語言障礙兒童 與典型發展兒童的執行功能與 口語能力之關係

羊蕙君

國立高雄師範大學
特殊教育學系
助理教授

本研究旨在比較華語學前發展性語言障礙兒童（DLD）和典型發展兒童（TD）4 項核心的執行功能（持續性的選擇注意、抑制、更新工作記憶和認知轉換）之異同，並調查兩組兒童在控制了背景變項後（組別、非語文智商和社會地位指數），執行功能對其詞彙和語法表現的預測力。研究對象為 22 位 4 至 5 歲 11 個月的 DLD 兒童，以及 44 位與其性別和年齡配對的 TD 兒童。所有的受試兒童均接受一系列的電腦化執行功能作業，以及標準化的詞彙和語法測驗。每項執行功能皆由一個涉及語言處理程度較高的「語言為主的作業」，和一個涉及語言處理程度較低的「視覺空間為主的作業」測量，藉由比較兩組兒童在這兩個牽涉不同語言處理程度的作業表現，以釐清其執行功能缺陷是侷限於語言層面，或是廣泛性的障礙。研究結果顯示，華語學前 DLD 兒童除了在「持續的選擇注意力」表現與 TD 同儕相似，在其餘的執行功能表現上均顯著較 TD 兒童低落。另外，在控制了個案的背景變項之後，「持續性的選擇注意力」能預測學前兒童的詞彙理解與表達，「抑制」能預測兒童的詞彙和語法表達，而「更新工作記憶」可預測語法理解。整體而言，華語學前 DLD 兒童顯現廣泛性執行功能缺陷，且這些執行功能對於學前兒童的口語表現各有不同的預測力，據此推論 DLD 兒童的執行功能缺陷可能對其語言發展不利。建議臨床的語言治療師和老師需重視 DLD 兒童的執行功能表現，必要時應將其列入療育時的考量，以期能提升 DLD 兒童治療與教學成效。

關鍵詞：口語能力、執行功能、習華語學前兒童、發展性語言障礙

* 本文作者通訊方式 (hcyang@mail.nknu.edu.tw)。

** 本文感謝國科會研究計畫經費補助 (MOST 107-2410-H-227-010-MY2)、參與兒童與家長、語言治療師和老師，及兒童語言及認知實驗室的研究助理與志工。作者也承蒙受教於陳振明副教授的統計分析諮詢，特此一併致謝。感謝兩位匿名評審及本刊編審委員們之修正建議，敬致謝忱。

結論

發展性語言障礙兒童 (Developmental Language Disorder, DLD) 指的是在語言各面向發展與學習有明顯困難，但其語言障礙並非智能缺陷、腦傷、感官損傷、情緒障礙、身體肢體缺陷或環境因素所致 (Bishop et al., 2017)。據英國盛行率調查，4-5 歲學齡前 DLD 兒童的盛行率為 7.58% (Norbury et al., 2016)。大多數 DLD 兒童到學齡期面臨多項學業困境，其在閱讀、拼字、書寫和數學表現均不如典型發展兒童 (children with typical development, TD)，且此差距並未因年齡漸長而縮小，甚至有不少研究報告其差距有擴大之趨勢 (Ziegenfusz et al., 2022)。因此，及早了解 DLD 兒童語言學習所面臨的問題，並給予有效的早期語言介入是值得關切的當務之急。

DLD 是異質性高的族群，國外近年的實證資料顯示許多 DLD 兒童的障礙不僅侷限於語言層面，也顯現在認知處理層面，其中包含執行功能 (Executive Functions, EFs) 缺陷 (e.g., Kapa & Plante, 2015)。EFs 泛指個體執行認知任務時，牽涉到執行與控制思考和行為的認知歷程，如注意力、抑制優勢反應、更新及操作儲存在工作記憶的資訊，與在不同作業間彈性轉換的能力 (Miyake et al., 2000)。EFs 在 3 至 6 歲的學前階段發展快速 (Garon et al., 2008)，且 EFs 早期的發展與語言能力息息相關，幼稚園剛入學的 EFs 表現除了與同時期的口語表現、讀寫萌發與入學準備的自我調節行為等顯著正相關，也能預測幼稚園結束時的口語表現 (Weiland et al., 2014)、讀寫萌發及閱讀能力 (Welsh et al., 2010)。據此，學前階段是 EFs 發展的

關鍵期，亦很有可能是影響兒童語言學習和閱讀的重要因子。目前國外調查學前 DLD 兒童 EFs 表現的研究結果仍有分歧，但大部分研究證據指出其有工作記憶缺陷，且在語言為主和視覺為主的注意力、抑制和彈性轉換作業的表現不如同齡 TD 兒童，應為廣泛性 EFs 缺陷 (e.g., Kapa & Erikson, 2019)。延續上述證據的邏輯推論，DLD 兒童的 EFs 缺陷可能與其語言障礙有關聯 (Bishop et al., 2014)，值得持續探究。

然而，國外對於學前 DLD 兒童的 EFs 進行系統性地調查研究仍屬少數 (Kalliontzi et al., 2022; Kapa & Erikson, 2020; Kapa et al., 2017; Yang & Gray, 2017)，且以英語為母語的兒童為主，習華語 DLD 兒童 EFs 的研究非常缺乏。華語和英語存有諸多差異，以詞素為例，華語的「同音異義字」比英文多，因為華語的詞素在語音上受限於以單音節為主，平均每個音節代表 5 個以上的詞素，意即一個語音可能有 5 種以上不同的語義 (如單音節 / ㄨ /，意義包含了屋、烏、巫、污、鳴……等)。再者，英語屬屈折語 (inflectional language)，使用屈折和衍生的詞綴標示詞彙以說明動作的時態、名詞的數量和性別等訊息，而華語屬分析語 (analytic language)，無曲折變化的語法標示。像是上述這些不同於英語的特性，使得華語較依賴字序和語境線索以理解和表達意義 (Law et al., 2009)。由於語言與認知結構間的關係可能因不同的語言而異 (Chrysochoou et al., 2013)，有鑒於華語的特殊性，語言處理歷程所需的 EFs 或許有別於英語，如抑制對於華語句子處理時，選取符合語境的同音異義字尤為重要 (Michael, 2015)。探究習華語的學前 DLD 和 TD 兒童 EFs 與語言的關係，能拓展學界對於華語與認知功能間的關係，

亦能促進我們對習華語 DLD 兒童語言障礙本質的了解。

基於以上緣由，本研究旨在系統性的比較華語學前 DLD 與 TD 兒童的 4 項核心 EFs，包含注意力、抑制、更新工作記憶和轉換的異同，並以語言和視覺空間兩面向切入，以釐清 DLD 兒童是否為廣泛性的 EFs 缺陷。此外，研究亦進一步調查 EFs 與學前兒童詞彙和語法表現之關係，促進瞭解華語語言處理與認知間的關係，以期對未來 DLD 兒童的早期評估與訓練有所助益。

文獻探討

一、EFs 理論架構與發展

EFs 是一組目標導向的認知控制歷程，是自我控制 / 自我調節的重要核心能力，尤其在面臨突發狀況時，EFs 能讓我們評估內 / 外在情況，進行自我修正與調整，以執行出最適合對當前狀況的行為。近十年許多研究支持 EFs 對於個體的認知、社交和心理發展佔有關鍵性的角色，且長期追蹤的研究結果說明學前階段的 EFs 表現能預測未來的學業學習、工作成就、生理和心理健康等 (e.g., Diamond, 2013)。因此，早期的 EFs 發展不但是奠定未來高階層認知能力的基石，更是影響個人生活的重要因子。

目前學者普遍支持 EFs 是一個多元架構 (Diamond, 2013; Jones et al., 2016; Miyake et al., 2000)，其中最廣被研究者所應用的是 Miyake 等人 (2000) 藉由成人的研究結果所提出兼具單一和多元性 (unity and diversity) 的 EFs 架構，共包含三項核心 EFs：(1) 抑制 (inhibition)，意指個體刻意地抑制優勢

反應的能力；(2) 更新工作記憶 (updating)，意指個體持續更新和操弄工作記憶中的內容；(3) 轉換 (shifting)，指的是個體能在不同作業規則間，或心向間彈性地轉換。基於上述 EFs 架構，Garon 等人 (2008) 回顧眾多兒童早期 EFs 研究後，提出一個「階層性發展的 EFs 架構」以符合幼兒 EFs 本質，他們認為兒童 EFs 發展是個階層性的架構 (hierarchical structure)，而不是一線性的過程 (linear process)。此外，他們提出持續的選擇注意力 (sustained selective attention) 是所有 EFs 發展的先備能力，選擇注意力使嬰幼兒能自主的根據內在需求引導行為，而其維持選擇注意力的持續時長隨著年紀增長，當兒童能持續地在特定刺激或任務上注意一段時間後，方能支持短期記憶和較複雜的工作記憶發展，像是更新和操弄暫存的資訊。接著，抑制的發展反映兒童開始使用認知控制抑制其衝動的行為。最後發展的是轉換，因為轉換本質最為複雜，其建構在工作記憶和抑制的基石上，以至於轉換有較長的發展時程。此架構強調的階層性，意即若幼兒早期在核心 EFs 顯現出困難，將連帶影響其後高層次 EFs 的發展。長期追蹤的研究發現學前的 EFs 顯著預測學齡時的 EFs 表現，驗證了此階層性發展的意涵 (Gooch et al., 2016)。

本研究以 Garon 等人的 EFs 架構為立基，全面且系統性的調查 TD 和 DLD 幼兒早期 4 項核心 EFs 的表現，包含持續的選擇注意力、抑制、更新工作記憶、轉換。選用此架構的原因有二：(1) 它能真實呈現幼兒 EFs 兼具多元性與階層發展的本質；(2) 其提供理論及實證兼具的發展性架構，利於調查學前幼兒各項 EFs 的個別差異。

二、學前 DLD 兒童的 EFs 表現

以下根據 Garon 等人所提出的階層性發展的 EFs 理論為架構，依序回顧學前 DLD 兒童之 4 項核心 EFs（持續的選擇注意力、抑制、更新工作記憶、轉換）在實驗性研究上的發現。此外，每項 EF 分成語言為主和偏視覺空間為主的作業進行探討，以釐清 DLD 兒童的 EFs 缺陷是只侷限在語言層面（domain-specific），或廣泛到非語文層面，如視覺空間處理，屬於廣泛性障礙（domain-general）。

（一）持續的選擇注意力

持續的選擇注意力指個體能專注維持其注意力在一個刺激物或目標上的能力，持續的選擇注意力融合了選擇注意力（selective attention）和集中注意力（focused attention）（Garon et al., 2008）。目前為止的研究顯示學前 DLD 兒童有廣泛性持續的選擇注意力缺陷。如 Spaulding 等人（2008）調查 23 名 4 及 5 歲 DLD 兒童和與之年齡配對的 TD 兒童持續專注在聽覺（兩種情境：語言與非語言的聽覺訊息）和視覺刺激上的表現，兒童被要求只對目標反應，忽略非目標。研究發現不論聽覺刺激是語言訊息，還是非語言訊息，DLD 兒童聽覺刺激持續的選擇注意力表現皆顯著低於 TD 同儕；但在視覺持續的選擇注意力測驗上的表現則與 TD 同儕無異。後續 Kapa 與 Erikson（2020）使用類似上述的聽覺持續性選擇注意測驗，也發現學前 DLD 兒童的表現顯著低於 TD 同儕。同年，Boerma 與 Blom（2020）追蹤 5-6 歲的 DLD 兒童一年，一年間共有三次的測量時間點，亦驗證 Spaulding 等人視覺作業的結果，DLD 兒童在視覺持續的選擇注意力作業的表現似於 TD 同儕。

然而，Finneran 等人（2009）的研究發

現 13 名 4 至 6 歲的 DLD 兒童在視覺持續的選擇注意力測驗上表現出比 TD 同儕較多的假警報，以及較少的擊中率，代表其較衝動和不專心。Kapa 等人（2017）的研究亦發現相似的結果，他們對 26 名 4 及 5 歲的 DLD 持續選擇注意力的研究發現，DLD 兒童在聽覺和視覺的注意力測驗表現皆比 TD 同儕差。綜合以上，學前 DLD 兒童在聽覺注意力作業上，無論其聽覺內容是否牽涉語言處理，他們接較難以維持注意力，應屬於廣泛性的聽覺注意力缺陷。但其在視覺持續的選擇注意力作業的結果不一致，較多證據支持其視覺持續的選擇注意力不如 TD 兒童。

（二）抑制

抑制在心理學派的眾多分類中，最被一致認同的是將抑制分成抑制優勢反應（inhibition of prepotent response，也稱反應抑制 response inhibition），和抵抗分心物干擾（resistance to distractor interference）。關於學前 DLD 兒童抑制優勢反應的研究結果較為一致，研究者發現無論使用視覺版或是聽覺版本的日夜測驗（Stroop-like Day-Night test），學前 DLD 兒童的錯誤率皆比 TD 同儕高（Kapa & Erikson, 2020；Kapa et al., 2017；Marini et al., 2020；Roello et al., 2015）。學前 DLD 兒童在停止信號作業上的錯誤率比同儕 TD 高（Spaulding, 2010），表示抑制優勢反應的困難。Pauls 與 Archibald（2016）的後設分析結果也支持 DLD 兒童有廣泛的抑制優勢反應缺陷，無論抑制優勢反應作業是牽涉口語，或是偏視覺空間，DLD 和 TD 兒童的表現差異呈中度效果量。

著重於 DLD 兒童抵抗分心物干擾的抑制研究較少，且結果不一致。Spaulding（2010）發現學前 DLD 兒童在進行牽涉語言處理的 go/no-go 作業時，若加入外來干擾，

包含無意義的聽覺、視覺干擾，或是含有語言訊息的干擾，均顯著降低其正確率和延長反應時間，但這些外來干擾對 TD 兒童無明顯影響，顯示 DLD 兒童對於抑制和篩選無關訊息的干擾有困難。Spaulding 據此提出 DLD 兒童的「抑制無效率假說」，他們會消耗有限的注意力資源去處理不相關訊息，而無法集中資源在處理必要訊息。但是 Yang 與 Gray (2017) 使用旁側抑制作業 (Flanker task) 測量學前 DLD 兒童，卻發現不一樣的結果，DLD 兒童在牽涉較多和牽涉較少語言處理的旁側抑制作業之正確率和反應時間均與 TD 同儕相仿。後續 Kalliontzis 等人 (2022) 採用 Yang 與 Gray 的旁側抑制作業測量希臘學前 DLD 兒童，亦有相同結果。因此，目前 DLD 兒童在牽涉語言處理較多和較少的抑制干擾作業之表現仍無定論，由於不同的抑制作業所測量的抵抗分心物干擾的能力會有些許不同，需後續研究使用不同抵抗分心物干擾的作業，了解其抵抗干擾的抑制能力。

(三) 更新工作記憶

更新工作記憶指的是主動地操弄工作記憶裡的訊息，而非只是被動地儲存訊息 (Miyake et al., 2000)。大部分研究發現學前 DLD 兒童有廣泛的工作記憶缺陷 (Kapa et al., 2017; Marini et al., 2020; Vugs et al., 2014; Yang & Gray, 2017)。如 Yang 與 Gray (2017) 使用牽涉語言為主和偏視覺空間為主的倒數 N 項作業 (n-back tasks) 測量 DLD 和 TD 兒童的更新工作記憶，此測驗要求兒童持續比較現在看到的刺激物與前一個刺激物是否一樣，因此，兒童每次除了在工作記憶裡要儲存前一個刺激物外，也要一直不斷更新記憶到當下的刺激物。其結果發現學前 DLD 兒童在這兩個作業上的正確率皆明顯低

於同齡的 TD 兒童，支持其有廣泛的工作記憶缺陷。

然而，Boerma 與 Blom (2020) 使用視覺空間工作記憶作業追蹤 5-6 歲的 DLD 兒童一年，卻發現 DLD 兒童在一年間三次的測量時間點的表現皆與 TD 同儕無顯著差異。但值得注意的是，他們更進一步將 DLD 兒童區分成語言障礙程度輕微組和嚴重組，發現語言障礙較嚴重組在視覺工作記憶作業的表現得比較輕微組差。以上大多數的研究結果支持 DLD 兒童的工作記憶缺陷不只侷限於語言層面，而是廣泛性，雖仍有不一致的結果，但或許與研究選取 DLD 兒童之語言障礙嚴重程度有關。

(四) 轉換

轉換指的是能彈性的在不同的注意力焦點、不同的刺激-反應配對間轉換 (Diamond, 2006)。Garon 等人 (2008) 分析轉換共有兩個階段：第一是在轉換前，個體需在工作記憶裡形成一個初始的規則 (如：對某個特定的刺激做出特定的反應)；第二為轉換後，個體需轉換到另一個新的規則，將其建立在工作記憶中，並抑制轉換前初始規則的干擾。目前普遍發現學前 DLD 兒童表現出轉換的困難 (Farrant et al., 2012; Kalliontzis et al., 2022; Kapa & Erikson, 2020; Kapa et al., 2017; Roello et al., 2015; Yang & Gray, 2017)。Yang 與 Gray (2017) 改編 Diamond 等人 (2005) 的分離向度之向度改變卡片分類作業 (separate-dimensions version of the DCCS task)，設計一個語言為主和一個視覺空間為主的轉換作業來測量學前 DLD 兒童。他們發現在這兩個測驗上，DLD 兒童轉換規則分類卡片的錯誤率皆顯著高於 TD 同儕，顯示廣泛的轉換缺陷。值得一提的是，DLD 兒童在每一次分類前皆能正確指出當

下的分類規則，代表其雖知道規則，卻無法正確執行，因此 Yang 與 Gray 認為 DLD 兒童除了轉換本身的缺陷外，可能亦與其有限的抑制能力相關，使其無法有效抑制來自先前分類規則的慣性與干擾。上述發現亦獲得 Kalliontzi 等人 (2022) 使用相同作業的證實。

綜合上述，可歸納學前 DLD 兒童 4 項核心 EFs 之表現：(1) DLD 兒童持續的選擇注意力在聽覺層面的表現差，無論聽覺訊息是否牽涉語言，皆較難維持注意力，但其在視覺層面持續的選擇注意力仍無定論；(2) 學前 DLD 兒童有抑制優勢反應的缺陷，其在牽涉語言，和偏視覺空間的作業上均表現較差，但其在抑制分心物干擾的結果則不一致；(3) 文獻大都支持 DLD 兒童有廣泛的工作記憶缺陷，唯在視覺空間層面的工作記憶表現仍有待商榷；(4) DLD 兒童應有廣泛的轉換缺陷，其在牽涉語言，和偏視覺空間的分類卡片作業上皆表現較差，這或許與其抑制缺陷也有關聯。惟目前學前 DLD 兒童的 EFs 研究仍有以下限制：(1) 國外全面且系統性的調查學前 DLD 兒童核心 EFs 表現的實驗性研究數量稀少 (Kalliontzi et al., 2022; Kapa & Erikson, 2020; Kapa et al., 2017; Yang & Gray, 2017)；(2) 許多研究使用的 EFs 作業牽涉語言處理，結果難以釐清學前 DLD 兒童 EFs 缺陷是受限於語言障礙，還是源自於 EFs 缺陷，或兩者皆是；(3) 少數研究使用牽涉較少語言處理的視覺空間 EFs 作業，結果仍分歧，難以確認學前 DLD 兒童 EFs 缺陷是否為廣泛性；(4) 國內仍無調查學前 DLD 兒童 EFs 的研究。

三、學前兒童的 EFs 與口語能力之關係

兒童的 EFs 和語言在學前階段同時快速

和質化的成長，從 TD 兒童長期追蹤和橫斷性的證據顯示，EFs 和語言能力有正向的關聯，且某些 EFs 對特定的口語能力有顯著預測力 (e.g., Cartwright, 2012; Mazuka et al., 2009; Shokrkon & Nicoladis, 2022; Weiland et al., 2014; Welsh et al., 2010)。如在詞彙層次，Weiland 等人 (2014) 調查 400 位學前 TD 兒童剛進幼稚園以及幼稚園結束時的 EFs 和接收性詞彙表現，結構方程模型顯示，剛進幼稚園的 EFs 能預測幼兒園晚期的接收性詞彙表現，但幼兒園早期的接收性詞彙卻無法預測晚期的 EFs 表現，此結果明示了學前兒童 EFs 對於詞彙發展的重要性。根據詞彙提取模式 (e.g., Levelt, 2001)，當聽到一個詞彙時，許多候選的語意詞條 (lexical entry) 會被激發，為了辨識出目標詞彙，需增強激發該詞彙的特定詞條，且同時抑制其他非目標詞條的競爭，方能選取和說出正確詞彙。因此，兒童若要精熟詞彙的語意處理過程，需不僅能存取詞彙表徵，還能適當地維持激發和抑制間的平衡，而這意謂著同時也仰仗注意力，藉由上而下的知識以影響激發的程度 (Bishop et al., 2014; Mirman & Britt, 2014)。反之，在聽理解詞彙的歷程中也需抑制與注意力協助語意和音韻表徵的選取 (Indefrey & Levelt, 2004)，臨床上中風病患的 EFs 作業表現與詞彙作業 (像是圖片命名、圖片配對、指認) 表現相關之證據，支持抑制和注意力對於詞彙處理的重要 (Mirman & Britt, 2014)。

在句子層次的語法理解方面，Montgomery 等人 (2021) 提出一個 GEM 理論模式，認為工作記憶是句子理解的關鍵，並中介了以下三者對句子理解的關係：(1) 流體推理 (fluid reasoning)，兒童藉由模式辨識 (pattern recognition) 的邏輯能力協助其問題處理；

(2) 注意力控制 (controlled attention)，使兒童維持專注力在新進的詞彙，以及在處理新進訊息和儲存處理後訊息之間切換；(3) 長期記憶 (language long-term memory)，兒童將輸入的語言訊息，根據已知的字序和語法知識，將其與意義組塊化 (chunk)。據此模式，兒童在理解句子時，工作記憶提供類似於導管的關鍵作用，能使兒童能將先前長期記憶中被激發的語法知識和已處理的句子架構維持在暫存區，同時根據新進的訊息持續建立新的架構。Montgomery 等人在學齡 DLD 和 TD 兒童的研究結果支持 GEM 模式，他們也發現 DLD 兒童較 TD 同儕更依賴注意力的間接影響，推測應是其長期記憶中的語言知識或模組辨認能力較弱，需要靠注意力來逐字處理，也因而更消耗工作記憶的資源。在語法表達方面，Ibbotson 與 Kearvell-White (2015) 發現抑制比詞彙和年齡更能預測 5 歲兒童的語法表達能力。Yuile 與 Sabbagh (2021) 進一步調查抑制和兒童不規則動詞的使用，似於前述結果，他們發現抑制顯著預測兒童使用不規則動詞表現，因而指出抑制能協助兒童根據語境，壓制不正確動詞型態之使用。最近，Rom 等人 (2023) 的研究結果證實兒童口語表達時，無論是詞彙或是句子語法，抑制監控整個過程，隨時根據語境壓抑不適當語法結構和詞彙的產出。

據上述邏輯脈絡，DLD 兒童若有 EFs 缺陷，極可能影響其語言表現與發展，一項長期追蹤的研究結果支持此論點，Blom 與 Boerma (2019) 發現 DLD 兒童 5、6 歲時的 EFs 能預測其一年後的詞彙理解表現。橫斷性的研究證據亦顯示 DLD 兒童 EFs 表現與語言測驗的整體分數相關 (Wittke et al., 2013)，其工作記憶和抑制與音韻區辨、語

法理解、敘事的詞彙使用和完整句的比例皆顯著相關 (Marini et al., 2020)。但只有少數研究全面性的調查學前 TD 和 DLD 幼兒 4 項核心 EFs 對不同面向的口語能力之影響力。Kapa 與 Erikson (2020) 調查 41 名學前 DLD 和 41 名 TD 兒童注意力、抑制、短期記憶、更新工作記憶和轉換對新詞學習的貢獻，發現在控制組別、IQ 和接受性詞彙後，僅抑制是顯著的預測指標，EFs 共解釋 9.8% 新詞表達、18.7% 語音辨認和 10.4% 新詞理解之變異量，證實 EFs，尤其抑制，對學前兒童新詞學習的重要性。Kalliontzi 等人 (2022) 使用語言和視覺空間的 EFs 作業調查學前 53 位 DLD 和 82 位 TD 兒童的抑制、更新工作記憶、轉換對口語能力的預測力。TD 兒童的結果顯示語言和視覺空間的更新工作記憶和語言的抑制作業能預測句子理解，抑制和語言及視覺空間的轉換作業能預測故事重述；DLD 兒童的結果則顯示視覺空間的更新工作記憶、抑制和語言的轉換作業能預測其故事理解。結果應證上述 Mirman 與 Britt (2014) 與 GEM 的理論，抑制不相關的語意訊息、持續在工作記憶中更新接收近來的新訊息和替換舊的訊息的能力支持兒童口語理解的表現，並發現抑制和轉換可預測重述故事。可惜的是，該研究並未細究詞彙和語法層次，也未調查注意力的貢獻，亦未控制可能影響語言表現的相關背景變項。

統整國外理論和證據可發現，4 項核心 EFs 對口語理解和表達扮演不同的角色。較一致的證據支持抑制能顯著的預測詞彙理解與口語表達，工作記憶則對句子理解尤為關鍵。理論上，注意力能引導詞彙和句子的理解的過程，但實證資料仍不足。相較上述 EFs，轉換對於口語能力的貢獻似乎較為有限。上述研究多以 TD 兒童為主，學前 DLD

兒童的研究少，個案數亦少，且僅為橫斷性資料，仍需更多研究驗證。

據此，本研究目的旨在調查華語學前 DLD 與 TD 兒童的 4 項核心 EFs 表現（持續的選擇注意力、抑制、更新工作記憶和轉換），使用對稱設計 EFs 作業：一組牽涉較多語言處理（語言為主）與一組牽涉較少語言處理的 EFs 作業（視覺空間為主），以釐清 DLD 兒童的 EFs 缺陷是否為廣泛性的障礙。本研究亦試圖探究 EFs 對兒童口語能力的關係，尤其聚焦在詞彙和語法的理解與表達，以期能瞭解 EFs 對不同面向之口語能力的貢獻程度。根據研究目的提出以下兩項待答問題：

（一）華語 4、5 歲 DLD 與 TD 兒童在 4 項 EFs（持續的選擇注意力、抑制、更新工作記憶和轉換）的兩組作業上（語言和視覺空間為主）之表現是否有顯著差異？若 DLD 兒童表現較 TD 兒童差，其 EFs 缺陷是屬於語言特定性，抑或廣泛性？

藉由本研究語言和視覺空間兩組作業之設計，可比較 DLD 與 TD 兒童 EFs 的差異是只顯現在語言為主的作業上，屬於語言特定性；或其差異也表現在視覺空間為主的作業，屬於廣泛性的缺陷；再者，若組別和作業類型之交互作用亦達顯著差異，DLD 與 TD 兒童在語言為主作業的落差比在視覺空間為主作業的落差大，即反映其不僅有廣泛 EFs 缺陷，尤其在處理語言訊息時更為困難，反之則顯現其在處理視覺空間的抽象訊息較為吃力。研究假設 DLD 兒童在更新工作記憶和轉換作業表現與文獻一致，在語言和視覺空間作業表現皆較 TD 兒童差，顯現廣泛更新工作記憶和轉換缺陷。根據「抑制無效率假說」，研究假設 DLD 兒童應在語言和視覺空間抑制干擾作業的反應時間上較 TD 同儕

差。多數文獻指出 DLD 兒童可能有廣泛注意力障礙，研究假設 DLD 兒童可能在兩組持續的選擇注意力作業皆表現不如 TD 兒童；但有結果指出 DLD 兒童在視覺注意力作業表現與同儕相當，而本研究的刺激物以視覺呈現，也有可能發現兩組兒童表現相似。最後，過去研究並未直接比較語言和視覺空間的 EFs 作業，由於 DLD 兒童的認知資源較有限，處理效率亦較低，在進行較為抽象的視覺空間作業可能特別費力，研究假設組別和作業類型之交互作用有可能顯著，DLD 組兒童應在視覺空間為主的作業表現更差。

（二）上述 4 個核心 EFs 是否在控制背景變項後（組別、非語文智商和主要照顧者的社會地位指數），能否顯著預測學前兒童詞彙和語法的理解與表達能力？

根據文獻推測，研究假設在控制了背景變項後，4 個核心 EFs 對兒童口語理解與表達有不同的貢獻。詞彙方面，注意力和抑制能預測詞彙理解與表達的表現。語法方面，依據 GEM 模型，假設工作記憶能預測語法理解表現。據先前 TD 兒童的證據假設，抑制和轉換應能預測兒童語法表達。

研究方法

一、研究對象

本研究對象來自於研究者大型研究計畫，共分為兩組：一組為介於 4 至 5 歲 11 個月 DLD 兒童；另一組為與之性別和年齡（±3 個月）配對 TD 兒童。DLD 兒童招募自大臺北地區，主要透過醫療院所語言治療師與巡迴語言治療師轉介疑似或已診斷為語言發展遲緩的兒童，共 22 位 DLD 兒童（14 位男孩；

8位女孩)，平均年齡64個月($SD = 7.26$)。TD兒童招募自臺北地區公、私立幼兒園，請幼兒園老師發送招募海報和家長同意書，從參與研究者大型計劃的100名TD兒童中選出與DLD兒童年齡和性別配對的44位TD兒童(28位男孩、16位女孩)，平均年齡63個月($SD = 7.79$)。

所有兒童需符合以下篩選標準：(1)雙耳均為正常的聽力，須在1000、2000和4000Hz純音聽力篩檢達到25dB以內；(2)母語為華語；(3)托尼非語文智力測驗-第四版測驗標準分數85以上；(4)未曾被診斷為神經心理障礙、感官功能障礙，或情緒行為障礙等。為被納入DLD組，兒童需在三項語言測驗「修訂學前兒童語言障礙評量表」、「華語兒童理解與表達詞彙測驗」，及「學前幼兒與國小低年級兒童口語語法能力診斷測驗」中有兩項以上測驗總分低於平均數1.25個標準差。另一方面，為納入TD組，兒童須在以上三項語言測驗總分達正常水準。

由於主要照顧者之教育程度與社經地位

對兒童EFs和語言皆有影響(Santos et al., 2021; St John et al., 2019)，研究藉由家長問卷收集主要照顧者之教育程度與職業。採林生傳(1997)修定之社會地位兩因素「教育程度、職業」指數(two-factor index of social position, 其後簡稱社會地位指數)，將教育程度和職業類別各分成5等級，再將教育等級乘以4、職業等級乘以7，最後把兩者加總所得的社會地位分為5等級。

本研究經臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會審查通過。表1呈現兩組兒童的描述性資料，包含年紀、主要照顧者之社會地位指數和標準化測驗之分數，標準化測驗將如後述。

二、研究工具與材料

本研究之研究工具分為兩類：標準化測驗和自編電腦化EFs作業，以下將詳述研究工具的設計與內容。

(一) 標準化測驗

1. 非語文智力

研究採用「托尼非語文智力測驗第四版

表1 兩組兒童的描述性資料與標準化語言測驗的成績

	<i>M(SD)</i>		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	TD (<i>n</i> =44)	DLD (<i>n</i> =22)				
年紀(月)	63.59(7.26)	63.45(7.79)	64	.07	.94	.02
社會地位指數	3.92(1.26)	3.21(.71)	53.34	2.69	.01	.64
托尼非語文智力測驗原始分數	21.07(4.36)	18.91(5.15)	64	1.78	.08	.47
修訂學前兒童語言障礙評量表總分	73.02(5.69)	46.95(14.16)	24.45	8.31	<.001	2.78
華語兒童理解與表達詞彙測驗總分	174.11(25.89)	110.86(37.78)	64	7.99	<.001	2.09
學前幼兒與國小低年級兒童口語語法能力診斷測驗總分	73.59(11.52)	38.77(13.78)	64	10.83	<.001	2.83

中文版 (Test of Nonverbal Intelligence-Fourth Edition; TONI-4)」（林幸台等人，2016）之甲式作為兒童智力指標。測驗目的在於使用抽象圖形來評量 4 至 7 歲 11 個月兒童之推理和問題解決的能力，以進一步預估其智力水準和認知功能。此測驗幼兒版共有甲、乙式，皆有良好的內部一致性信度（甲式為 .867；乙式為 .828）。

2. 整體口語能力

研究採用「修訂學前兒童語言障礙評量表」（林寶貴等人，2008）做為篩選兒童語言能力之工具。此測驗目的為篩選 3 至 5 歲各類語言障礙、語言發展遲緩兒童的鑑定與評量工具。共四個分測驗，分測驗一用以與兒童建立關係，並了解聲音、流暢度，和語調。分測驗二用以了解兒童語意理解、語彙、或語法能力。分測驗三用以分析兒童表達性詞彙與構音、音韻、聲調是否正常；分測驗四用以了解兒童口語表達、語彙、語法、語用、仿說、造句、說故事等能力。分測驗二至四之分數加總為語言發展總分，總分與各分測驗的信度介於 .80-.96，重測信度介於 .92-.96，內部一致性係數介於 .63-.96，評分者一致性介於 .83-.99。此測驗具良好的區別效度，發展遲緩兒童在測驗的表現，與常模平均數差異之 *t* 考驗達顯著。

3. 詞彙能力

研究使用「華語兒童理解與表達詞彙測驗（第二版）」（黃瑞珍等人，2011）為詞彙理解與表達指標。此測驗目的為測量 3 至 6 歲 11 個月兒童詞彙表現。分為理解與表達量表，均包含命名、歸類、定義及推理四個分測驗。在內部一致性信度方面，各年齡組全測驗信度介於 .80-.96；各年齡組全測驗重測信度介於 .80-.97。本測驗與魏氏幼兒智力量表之語文量表作為效標，兩者達顯著相

關。身心障礙兒童與 TD 兒童在此測驗之得分達顯著差異，建構效度佳。

4. 語法能力

研究使用「學前幼兒與國小低年級兒童口語語法能力診斷測驗」（楊坤堂等人，2004）為語法理解與表達指標。此測驗用以評量 5 到 8 歲兒童口語語法能力。分為理解與表達分測驗：理解分測驗要求兒童指認圖片、根據指令做動作和操作物品，測量其空間位置、大小、時間概念，簡單句和複雜句之概念；表達分測驗要求兒童複誦、回答問題、完成句子和造句，測量其各類詞性和句型結構之表現。信度方面，中班到小二的重測信度介於 .76-.89；分測驗與總測驗的內部一致性信度介於 .88-.95。建構效度方面，中班到小二的每個階段均呈現顯著差異，符合語法發展。

（二）自編電腦化 EFs 作業

研究者先中文化 Yang 與 Gray (2017) 適合測量學前 DLD 兒童之抑制、更新工作記憶和轉換的電腦化作業。此套作業為了更精確測量 DLD 兒童 EFs 表現，每項 EFs 皆由兩種作業測量：（1）「語言為主」作業使用的刺激物需牽涉語言處理的程度較高；（2）「視覺空間為主」作業使用視覺空間為主的刺激物，使牽涉語言處理的程度降至最低。藉由控制不同程度的語言處理歷程，釐清 DLD 和 TD 兒童差異原因是由於 EFs 困難，抑或是語言障礙。Yang 與 Gray (2017) 收集 22 位 DLD 兒童和 30 位 TD 兒童，結果顯示無天花板或地板效應，且折半信度介於 .73-.92，對於測量內在心理架構的認知作業來說 .70 的數值是良好信度的指標 (Kline, 2000)，顯示此電腦化作業是適合用來測量學前兒童 EFs。本研究此次使用作業的折半信度介於 .70-.95。

本研究接著進行兩項增修：(1) 增加一組測量持續的選擇注意作業和一組抑制作業。由於先前文獻顯示兩組兒童在旁側抑制的作業上無顯現差異，為驗證先前結果，除了沿用旁側抑制作業外，另增一組賽門作業測量抵抗分心物干擾的抑制能力。(2) 轉換作業中新增進階區塊，以提高作業的敏銳度，進階區塊的詳細設計將於後述。(3) Yang 與 Gray (2017) 的作業包含口語和按鍵反應，不適用於直接進行作業間的比較，本研究將所有作業一致改為按鍵反應。各個電腦化 EFs 作業說明如下：

1. 按鍵反應作業：

文獻顯示 DLD 兒童動作反應時間比同年齡 TD 兒童慢，此作業旨在測量兒童在需要最少認知處理及語言運作時，按鍵動作反應時間，若兩組有顯著差異，統計分析將納入此結果做調整。此作業請兒童看到螢幕上出現炸彈圖片（目標）時，按鍵盤上的反應鍵。實驗程式隨機呈現 10 個目標刺激和 10 個螢幕空白的非目標刺激，刺激最久呈現 1500 毫秒。依變項為正確反應之平均反應時間（毫秒）。

2. 持續的選擇注意力作業（其後簡稱注意力作業）：

本研究改編 Kapa 等人 (2017) 為學前 DLD 兒童所設計的「視覺持續的選擇注意力測驗」。「語言為主」作業請兒童只針對螢幕上呈現的金幣（目標）反應，不對其餘海星、金鑰匙和石頭（非目標）反應。「視覺空間為主」作業請兒童只針對寶藏在右上角的藏寶圖（目標）反應，不對寶藏出現在地圖其餘地方的地圖（非目標）反應。每個作業共有 60 個試驗，目標和非目標刺激比例為 1：2，一半的目標和非目標刺激遮蔽 30% 以增加注意力需求。目標刺激呈現時間最久為

6000 毫秒，非目標刺激的呈現時間則不一致以增加注意力需求（3000、4000 和 5000 毫秒）。依變項為對目標物做反應和拒絕對非目標物反應的平均正確率。

3. 旁側抑制作業：

此作業為「旁側抑制作業」(the Flanker task) 實驗計。作業要求兒童在看到一排五個水平排列的刺激物時，須只對中間的刺激物（目標）做反應，抑制側邊刺激物之干擾。刺激物包含一致的（中間和側邊刺激物一致，不需抑制，且側邊刺激物能促進兒童對目標的反應）和不一致的（中間和側邊刺激物不一致，兒童須抑制來自側邊刺激物的干擾）。「語言為主」作業請兒童看中間目標的動物（狗或貓）反應。「視覺空間為主」作業則請兒童看中間目標的魚所面向之方向（右或左邊）反應。每個作業共有 64 個刺激物（一致和不一致各半），分兩個實驗區塊施測以避免兒童勞累。刺激物最久呈現時間為 10000 毫秒。依變項為一致與不一致情況的平均正確率之差，以及正確反應的平均反應時間差。

4. 賽門作業：

本研究改編 Davidson 等人 (2006) 為學前兒童設計的「賽門作業」(the Simon task)，此作業證實能產生中至高度抑制控制，且將工作記憶需求降到最低。個體有針對刺激物位置做相對應反應的傾向，此作業要求兒童抑制對刺激物所在位置做反應的傾向。刺激物包含一致（刺激物所在位置與反應鍵的位置一致，因此不需抑制，且刺激物的位置促進反應）和不一致的（刺激物所在位置與反應鍵位置不一致，須抑制刺激物位置的空間干擾）。「語言為主」作業請兒童抑制對小動物出現的位置反應，而針對小動物本身做反應，如：兔子的按鍵在左邊，若

兔子出現在螢幕右邊，兒童需抑制兔子出現位置的干擾。「視覺空間為主」作業請兒童抑制箭頭所在位置的反應，而對箭頭所指的地方做反應，不一致的情況如：箭頭出現在左邊，卻指向右下方，兒童需按右下方的按鈕，需抑制來自箭頭所在位置的干擾。每個作業共有 40 個刺激物（一致和不一致各半），分兩個實驗區塊呈現。刺激物最久呈現時間為 3000 毫秒。依變項為一致與不一致情況的平均正確率之差，以及正確反應的平均反應時間差。

5. 更新工作記憶作業：

此作業為「倒數 n 項作業」（the n-back task）實驗設計，要求兒童持續比較每個新出現的刺激物是否與前一刺激物相同（倒數一項作業）。「語言為主」作業的每一個試驗螢幕上會隨機呈現 8 個物品中的一個物品，請兒童記住當前的物品，待下一個試驗的物品出現時，按按鈕指出此物品是否與前一個物品一樣。「視覺空間為主」作業的每一個試驗螢幕上會出現一隻鸚鵡，隨機出現在屏幕上的 8 個位置之一，兒童須判斷每次鸚鵡出現的位置是否與前一次相同。刺激物呈現在螢幕上的時間皆為 3000 毫秒，緊接著 2000 毫秒的記憶時間，此時螢幕上呈現一張干擾圖以避免視覺暫留。每個作業共有 36 個刺激物，分兩個區塊呈現。依變項為平均正確率。

6. 轉換作業：

此作業為「分離向度之向度改變卡片分類作業」（separate-dimensions version of the DCCS）實驗設計。作業請兒童分類卡片時，在不同分類向度間轉換。分離向度之 DCCS 作業將卡片向度分離成一個是背景顏色，一個是形狀（如：紅色背景前有一隻黑色的兔子形狀），這能降低作業的抑制負擔，較能

準確測量轉換能力（Diamond et al., 2005）。Yang 與 Gray（2017）的設計包含 2 個區塊：（1）轉換前的區塊，先請兒童根據刺激物的某個向度分類；（2）轉換後的區塊，再請兒童根據另一個向度分類。但 Kapa 等人（2017）的數據指出，兒童在同一區塊中不斷交替轉換的正確率較為敏銳，本研究因此新增進階區塊：混合前面兩區塊的分類方式，請兒童根據螢幕上每個試驗隨機安排的指示分類，共 16 個試驗。每個試驗都會搭配聽覺指令（如：這個形狀要放到哪邊呢？）與視覺提示（螢幕中呈現小標示，指示此試驗的分類向度），減少兒童工作記憶負擔。「語言為主」作業請兒童依海盜旗背景顏色（紅或藍色），或依據海盜旗上的形狀（眼鏡或剪刀）分類。「視覺空間為主」作業則依海盜帽的樣式分類，或帽上的形狀（抽象多邊形）分類，帽子樣式和多邊形的設計抽象，難以用語言標示。刺激物呈現時間最久為 10000 毫秒。依變項為進階區塊之平均正確率。

三、研究程序

每位個案依實際施測情況分成三至四次收案。第一次為聽力篩檢、托尼非語文智力測驗、修訂學前兒童語言障礙評量表；第二次為華語兒童理解與表達詞彙測驗和學前幼兒與國小低年級兒童口語語法能力診斷測驗，若個案符合資格，則進行電腦化 EFs 作業；最後一至二次完成所有作業。皆以一對一的方式進行，經過訓練與考核的研究助理與兒童一同坐在桌子旁。每項電腦化 EFs 作業皆包含三階段：（1）指導：耳機裡最初會播放指導語，教導兒童如何進行該作業，接著為（2）練習：兒童需在此階段達到 80% 正確率的通過標準，以確保其了解該作業的

反應方式，方能進入(3)正式階段。若練習階段未達通過標準，程式自動回到指導階段，重新教導與練習，每個作業有最多重複三次練習的機會，若超過三次未通過則退出該作業。

四、資料處理

本研究使用統計分析軟體為 SPSS 第 29 版，研究者根據對資料特性進行審視，並採用適當的處理方式已確保資料適於後續分析。首先，針對反應時間的資料，根據 Eckner 等人(2010)的證據顯示，從兒童看到刺激物到做出反應的時間應至少需 200 毫秒以上。據此，刪除少於 200 毫秒的無效數據，共有少於 1% 的數據因而刪除。

其次，研究者檢視各 EFs 作業依變項的常態分佈性。研究者先藉由分佈形狀檢查(Distribution Shapes Examination)進行極端值(outliers)的清除，共刪除少於 1% 的極端值。接著，根據 Kline (2005) 若偏態絕對值大於 3 和峰度絕對值大於 8 為極端的非常態分佈，本研究除了注意力作業的依變項呈現極端的非常態分佈之外(語言和視覺空間為基礎之正確率偏態均為 -2.97；峰度分別為 9.30 與 9.05)，其餘依變項的偏態和峰度落於常態分佈的數值範圍。研究者於是針對該作業的依變項進行資料轉換。由於依變項為百分比(正確率)，適於使用反正弦轉換，轉換後之偏態和峰度數值落於常態分佈內(語言和視覺空間為主之正確率偏態分別為 -1.40 與 -1.54；峰態分別為 1.52 與 2.01)。

研究結果

本研究旨在調查華語學前 DLD 與 TD 兒

童四項核心 EFs 的表現，以及其與語言能力的關係。根據本研究提出之兩項研究問題，分別進行分析，其結果分述如下。

一、兩組兒童 EFs 作業之結果

由於兩組兒童主要照顧者之社會地位指數達顯著差異，統計分析採用一系列的二因子混合設計的共變數分析(ANCOVA)，將主要照顧者之社會地位指數設定為共變數，分析組別(DLD、TD)和作業類型(語言、視覺空間為主)對 EFs 表現之效果，其中組別為獨立樣本變項，作業類型為相依樣本變項。在進行每個共變數分析之前，研究者先進行迴歸斜率同質性(homogeneity of regression slopes)檢定，確認了社會地位指數對於兒童 EFs 的表現不會因為組別和作業類型而有所不同，下述所有的分析皆符合迴歸斜率同質性的假設。兩組兒童 EFs 之描述統計如表 2 所示。

此外，研究者先以單因子共變數分析檢驗兩組兒童在基本的按鍵反應作業是否達顯著差異，共變數為主要照顧者之社經地位指數。結果顯示兩組兒童在基本按鍵反應作業的表現相仿， $F(1, 53) = 1.43, p = .24, \eta^2_p = .03$ 。據此，後續分析將不對反應速度做統計上調整。

(一) 注意力作業

結果發現組別和作業類型之交互作用達顯著， $F(1, 52) = 4.62, p = .04, \eta^2_p = .08$ ，但組別和作業類型的表現無顯著差異，組別： $F(1, 52) = 1.15, p = .29, \eta^2_p = .02$ ；作業類型： $F(1, 52) = .24, p = .63, \eta^2_p = .01$ 。

(二) 旁側抑制作業

在平均正確率差的統計分析發現，最初資料不符合變異數同質性假定，因此嘗試對原始分數進行對數轉換，經轉換後符合同質

性假定。結果顯示組別和作業類型之交互作用未達顯著， $F(1, 52) = .08, p = .78, \eta^2_p < .01$ ；組別和作業類型在旁側抑制作業的表現無顯著差異，組別： $F(1, 52) = .11, p = .74, \eta^2_p < .01$ ；作業類型： $F(1, 52) = 3.73, p = .06, \eta^2_p = .07$ 。在平均反應速度差的結果發現，組別和作業類型之交互作用未達顯著， $F(1, 53) = .97, p = .33, \eta^2_p = .02$ ；組別在旁側抑制作業的表現達顯著差異， $F(1, 53) = 6.76, p = .01, \eta^2_p = .11$ ；作業類型對於兒童在旁側抑制作業的表現無顯著差異， $F(1, 53)$

$= .30, p = .59, \eta^2_p = .01$ 。

(三) 賽門作業

在平均正確率差的統計分析發現，最初資料不符合變異數同質性假定，因此嘗試對原始分數進行對數轉換，經轉換後符合同質性假定。結果顯示組別和作業類型之交互作用未達顯著， $F(1, 48) = .30, p = .59, \eta^2_p = .01$ ；組別和作業類型在賽門作業的表現無顯著差異，組別： $F(1, 48) = .11, p = .74, \eta^2_p < .01$ ；作業類型： $F(1, 48) = 1.44, p = .24, \eta^2_p = .07$ 。在平均反應速度差的結果發現，組

表 2 電腦化 EFs 作業之描述統計

	TD		DLD	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
按鍵反應作業之反應速度	1058.97	228.79	1147.34	304.70
注意力作業				
語言為主作業之正確率 ^a	2.97	.24	3.01	.17
視覺空間為主作業之正確率 ^a	2.97	.31	2.78	.39
旁側抑制作業				
語言為主作業之正確率差 ^b	.07	.01	.07	.01
語言為主作業之反應速度差	42.55	244.46	297.65	242.67
視覺空間為主作業之正確率差 ^b	.07	.04	.08	.04
視覺空間為主作業之反應速度差	268.70	311.23	373.78	267.26
賽門作業				
語言為主作業之正確率差 ^b	.02	.03	.03	.04
語言為主作業之反應速度差	136.19	95.23	207.19	141.87
視覺空間為主作業之正確率差 ^b	.05	.05	.05	.06
視覺空間為主作業之反應速度差	147.70	202.21	222.47	153.36
更新工作記憶作業				
語言為主作業之正確率	.90	.10	.85	.16
視覺空間為主作業之正確率	.72	.14	.52	.14
轉換作業				
語言為主作業之正確率	.89	.15	.76	.17
視覺空間為主作業之正確率	.78	.21	.55	.15

註：^a 代表反正弦轉換；^b 代表對數轉換

別和作業類型之交互作用未達顯著， $F(1, 50) < .01$ ， $p = .96$ ， $\eta_p^2 < .01$ ；組別在賽門作業的表現達顯著差異， $F(1, 50) = 5.12$ ， $p = .03$ ， $\eta_p^2 = .09$ ；作業類型對於兒童在賽門作業的表現無顯著差異， $F(1, 50) = .26$ ， $p = .61$ ， $\eta_p^2 = .01$ 。

(四) 更新工作記憶作業

在正確率的結果發現，組別和作業類型之交互作用達顯著， $F(1, 51) = 14.87$ ， $p < .01$ ， $\eta_p^2 = .23$ ；組別和作業類型在更新工作記憶作業的表現皆達顯著差異，組別： $F(1, 51) = 11.40$ ， $p = .001$ ， $\eta_p^2 = .18$ ；作業類型： $F(1, 51) = 5.56$ ， $p = .02$ ， $\eta_p^2 = .10$ 。

(五) 轉換作業

以二因子共變數分析組別和作業類型對轉換作業表現的效果。組別和作業類型之交互作用未達顯著， $F(1, 44) = .96$ ， $p = .33$ ， $\eta_p^2 = .02$ ；在正確率的結果發現，組別和作業類型在轉換作業的表現皆達顯著差異，組別： $F(1, 44) = 11.05$ ， $p < .01$ ， $\eta_p^2 = .20$ ；作業類型： $F(1, 44) = 13.47$ ， $p < .01$ ， $\eta_p^2 = .23$ 。

二、學前兒童之背景變項、EFs 與詞彙和語法表現之相關性和解釋力

先以 Pearson 相關分析探討所有受試兒童的背景變項（社會地位指數和托尼非語文智商測驗分數）、EFs 與詞彙理解、詞彙表達、語法理解和語法表達之相關性。由於語言為基礎之 EFs 作業中含有語言的成份，為了釐清 EFs 本身與語言表現的相關性，排除語言成分可能產生的混淆，故此部分的統計分析僅納入「視覺空間為主的 EFs 作業」之依變項。

結果如表 3 所示，在背景變項方面，社會地位指數僅和文法理解達顯著中度正相關（ $r = .32$ ， $p = .02$ ）。托尼非語文智商測驗分

數與詞彙理解和表達、文法理解和表達均達顯著中度正相關（ $r = .31 \sim .41$ ， $p < .01$ ）。在視覺空間為主的 EFs 作業方面，注意力作業之正確率與詞彙理解和表達呈現顯著中度正相關（ $r = .40 \sim .43$ ， $p < .01$ ），與語法理解和表達呈現顯著低度正相關（ $r = .26 \sim .31$ ， $p < .05$ ）。旁側抑制作業之反應速度差與詞彙表達（ $r = -.30$ ， $p = .02$ ）和語法表達（ $r = -.47$ ， $p < .01$ ）達顯著中度負相關。賽門作業之正確率差與詞彙理解（ $r = -.27$ ， $p = .03$ ）和表達（ $r = -.36$ ， $p < .01$ ）、語法表達（ $r = -.34$ ， $p = .01$ ）達顯著低至中度負相關；而賽門作業之反應速度差與語法表達為顯著中度負相關（ $r = -.30$ ， $p = .02$ ）。更新工作記憶作業之正確率與詞彙理解和表達、語法理解和表達皆達顯著高度正相關（ $r = .55$ ， $p < .01$ ）。轉換作業之正確率亦與詞彙理解和表達、語法理解和表達皆達顯著中度正相關（ $r = .39 \sim .49$ ， $p < .01$ ）。

接著以階層迴歸分析檢驗在控制背景變項後，EFs 是否對學前兒童之詞彙和語法能力仍有顯著的解釋力。此系列迴歸分析的效標變項為詞彙和語法的理解與表達，而預測變項的選取與投入的順序則依理論內涵和重要程度進行（吳明隆，2006），本研究主要關注「視覺空間為主的 EFs 作業」對學前兒童的詞彙和語法表現的影響，目前學理上認為這些 EFs 屬於基礎的認知功能，對於詞彙和語法表現的貢獻應屬同一層次（e.g., Kalliontzi et al., 2022；Kapa & Erikson, 2020）。理論上若能將 TD 和 DLD 組單獨分析，能有助於了解 EFs 預測兩組兒童語言表現時的異同，可惜研究過程受限於人力、物力與時間，收集的 DLD 組人數不足以單獨進行階層迴歸分析，因此需將兩組兒童合併分析，而兩組兒童語言本質上的差異對詞彙

表 3 兒童背景變項、視覺空間為主的 EFs 作業與詞彙和語法能力之相關係數摘要表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 社會地位指數	-											
2 非語文智商	.16	-										
3 詞彙理解	.21	.41**	-									
4 詞彙表達	.26	.31*	.81**	-								
5 文法理解	.32*	.31*	.77**	.77*	-							
6 文法表達	.23	.34**	.71**	.72**	.69**	-						
7 注意力	.09	.27*	.40**	.43**	.31*	.26*	-					
8 旁側抑制 ^a	-.22	-.12	-.03	-.20	-.20	-.16	-.28*	-				
9 旁側抑制 ^b	-.04	-.17	-.19	-.30*	-.09	-.47**	-.33**	.36**	-			
10 賽門 ^a	-.06	-.13	-.27*	-.36**	-.21	-.34**	-.18	.16	.10	-		
11 賽門 ^b	-.01	.05	-.18	-.14	-.13	-.30*	.00	.01	.24	.44**	-	
12 更新工作記憶	.15	.22	.50**	.54**	.55**	.54**	.38**	-.30*	-.33**	-.41**	-.29*	-
13 轉換	.34*	.28*	.49**	.39**	.42**	.45**	.32*	-.25	-.39**	-.43**	-.33*	.40**

註：* $p < .05$. ** $p < .01$.

^a 代表正確率差；^b 代表反應速度差

和語法表現具有影響，為控制組別對效標變項的影響，採用 Kapa 與 Erikson (2020) 同樣合併 TD 和 DLD 兩組的階層迴歸分析方式，在第一階層先投入組別 (DLD 和 TD 組) 為控制變項。另外，在相關分析中發現非語文智商和社會地位指數與效標變項有關聯，且這兩個背景變項已被眾多研究證實對 TD 和 DLD 兒童的詞彙和語法能力有重要影響 (e.g., Dethorne & Watkins, 2006; Pace et al., 2017)，但這些影響並非本研究最關切的部分，因此參考 Kaushanskaya 等人 (2017) 與 Kapa 與 Erikson 的分析方式，在階層分析的第二步驟投入背景變項，以進行統計控制。根據上述理論與緣由，最終採用 Kapa 與 Erikson 階層迴歸的順序，本研究預測變項投入的順序為 (1) 第一階層輸入組別；(2) 第二階層輸入背景變項；(3) 第三階層輸入「視覺空間為主的 EFs 作業」變項，試圖探究在控制了組別和背景變項的影響後，EFs

仍能預測兒童詞彙和語法表現的程度為何。需特別注意的是，上述第二和第三階層僅輸入前述 Pearson 相關分析中與效標變項達顯著相關之變項，且投入 EFs 作業變項的第三階層使用逐步迴歸法 (stepwise) 進行，以找出預測力較高的 EFs 變項。

詞彙表現的階層迴歸結果詳見表 4。在控制組別和背景變項後，詞彙理解的結果顯示，注意力正確率可顯著地增加 4% 的解釋力， $F(1, 52) = 5.47, p = .02$ 。詞彙表達部分，第三階層投入 EFs 作業變項後，逐步回歸在模式 3 中先選入「注意力的正確率」，增加 7% 的解釋力， $F(1, 52) = 8.55, p < .01$ ；接著在模式 4 中選進「賽門作業的正確率差」，更增加 5% 的解釋力， $F(1, 51) = 6.08, p = .02$ 。

語法表現的階層迴歸結果詳見表 5。在控制組別和背景變項後，語法理解的結果顯示，逐步回歸在模式 3 中選進「更新工作記憶正確率」，增加 3% 的解釋力， $F(1, 51) =$

表 4 背景變項和視覺空間為主的 EFs 作業對詞彙能力之階層迴歸分析

		依變項：詞彙理解				
模式	預測變項	β 值	F 值	ΔF 值	R^2	ΔR^2
1	階層一 組別	-.75***	70.46***	70.46***	.57	.57
2	階層一 組別 階層二 非語文智商	-.67***	45.58***	9.54**	.63	.07
3	階層一 組別 階層二 非語文智商 階層三 注意力正確率	-.62***	34.77***	5.47*	.67	.04
		.27**				
		.20*				
		依變項：詞彙表達				
模式	預測變項	β 值	F 值	ΔF 值	R^2	ΔR^2
1	階層一 組別	-.70***	51.13***	51.13***	.49	.49
2	階層一 組別 階層二 非語文智商	-.65***	27.19***	2.16	.51	.02
3	階層一 組別 階層二 非語文智商 階層三 注意力正確率	-.58***	23.56***	8.55**	.58	.07
4	階層一 組別 階層二 非語文智商 階層三 注意力正確率 階層四 賽門正確率差	-.53***	20.91***	6.08*	.62	.05
		.15				
		.09				
		.28**				
		.10				
		.26**				
		-.22*				

註：* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

表 5 視覺空間為主的 EFs 作業對語法能力之階層迴歸分析

		依變項：語法理解				
模式	預測變項	β 值	F 值	ΔF 值	R^2	ΔR^2
1	階層一					
	組別	-.82***	112.55***	112.55***	.68	.68
2	階層一					
	組別	-.77***				
	階層二		40.08***	1.92	.70	.02
	非語文智商	.13				
	社會地位指數	.07				
3	階層一					
	組別	-.67***				
	階層二		33.43***	4.76*	.72	.03
	非語文智商	.12				
	社會地位指數	.07				
	階層三					
	更新工作記憶	.19*				
		依變項：語法表達				
模式	預測變項	β 值	F 值	ΔF 值	R^2	ΔR^2
1	階層一					
	組別	-.65***	38.55***	38.55***	.43	.43
2	階層一					
	組別	-.60***	21.46***	2.94	.46	.03
	階層二					
	非語文智商	.19				
3	階層一					
	組別	-.54***				
	階層二		25.40***	18.53***	.60	.15
	非語文智商	.12				
	階層三					
	旁側抑制反應速度差	-.40***				
4	階層一					
	組別	-.51				
	階層二					
	非語文智商	.12	21.66***	4.74*	.64	.04
	階層三					
	旁側抑制反應速度差	-.37***				
	階層四					
	賽門正確率差	-.19*				

註：* $p < .05$. *** $p < .001$.

4.76, $p = .03$ 。語法表達部分，第三階層投入 EFs 作業變項後，逐步回歸在模式 3 中先選入「旁側抑制反應速度差」，增加 15% 的解釋力， $F(1, 50) = 18.53, p < .01$ ；其後「賽門作業的正確率差」被選進模式 4，更增加 4% 的解釋力， $F(1, 49) = 4.74, p = .03$ 。

綜合討論

一、學前 DLD 兒童的 EFs 表現

根據結果，可發現 DLD 兒童除了在持續的選擇注意力之表現與 TD 同儕相似，其餘在語言和視覺空間為主的抑制、更新工作記憶和認知轉換作業的表現均較 TD 同儕低落，反映出 EFs 缺陷不只侷限在語言層面，屬於廣泛性 EFs 障礙。此結果延伸國外發現（e.g., Kalliontzi et al., 2022；Yang & Gray, 2017），發現習華語 DLD 兒童亦顯現 EFs 缺陷。

本研究 DLD 兒童在持續的選擇注意力作業之表現與 TD 同儕相似，代表他們能持續專注在目標物，無論此目標是否牽涉語言處理。這與國外許多研究發現學前 DLD 兒童有持續選擇注意力障礙之結果不同，但國外這些結果大多來自於聽覺的注意力測驗（Kapa & Erikson, 2020；Kapa et al., 2017；Spaulding et al., 2008），而本研究是使用視覺呈現的注意力測驗。長久以來 DLD 兒童被認為在處理聽覺訊息時較為困難（e.g., McArthur & Bishop, 2004），國內亦發現聲音的時間特性及頻譜分佈特性的聽知覺處理對 DLD 兒童特別有挑戰性（陳立芸、劉惠美，2010）。因此，或許 DLD 兒童在聽覺注意力作業上表現低落有部分源自於其聽覺

訊息處理困難。而本研究為排除 DLD 兒童聽覺處理困難的影響，採視覺呈現刺激物，結果與國外少數使用視覺注意力作業的研究發現相似（Boerma & Blom, 2020；Spaulding et al., 2008）。雖然目前使用視覺注意力作業之結果仍有分歧，本研究結果支持 DLD 兒童維持視覺注意力的能力與同儕相當。但值得注意的是，研究發現組別和作業類型之交互作用達顯著，相較於 TD 兒童維持注意力在語言和較為抽象的視覺空間刺激物之表現相似，DLD 兒童對於專注在較抽象的視覺空間訊息比語言訊息略為困難。

本研究在抵抗分心物干擾的兩組抑制作業上均發現 DLD 兒童的正確率差與 TD 兒童相似，但其平均反應速度差卻大於 TD 兒童。這意指 DLD 兒童可抵抗與作業目標不相關的干擾，卻需花較久的時間來抑制，反映出較無效率的抑制。此結果支持 Spaulding（2010）認為 DLD 兒童抑制無效率的論點，他們花較多的認知資源在注意和辨別不相關的干擾物，無法快速的將其抑制並專注在目標上，其無效率的抑制亦顯現在抑制優勢反應的作業上（Laloi et al., 2017）。因此，本研究延伸證實，華語學前 DLD 兒童在處理牽涉語言或視覺空間的訊息時，面對不相關的干擾時，需花較多的時間與精力進行篩選與抑制。然而，本結果與其他調查抵抗分心物干擾的發現不完全一致，過去結果指出學前 DLD 兒童的正確率和反應速度皆與 TD 兒童無異（Kalliontzi et al., 2022；Yang & Gray, 2017），建議未來研究可著重探究學前 DLD 兒童抵抗分心物干擾時的反應時間，以檢驗其抑制效率。

本研究發現華語學前 DLD 兒童在記憶與更新語言和視覺空間的訊息有困難，與大部分研究發現 DLD 兒童有廣泛性更新

工作記憶障礙的證據一致 (e.g., Vugs et al., 2014)。雖然有少數文獻發現學前 DLD 兒童在視覺空間的工作記憶作業上的表現與 TD 同儕無異，如 Boerma 與 Blom (2020) 等人發現 DLD 兒童整體表現與 TD 同儕相似，但當他們進一步將 DLD 兒童按照語言障礙嚴重度區分成兩組，發現障礙程度較嚴重的 DLD 兒童在視覺空間的工作記憶作業表現比障礙程度較輕的兒童差，反映了語言障礙程度對記憶和操弄暫存在做記憶中的視覺空間訊息有不容小覷的影響。由於 DLD 是高異質性的族群，研究結果的差異或許也與受試 DLD 兒童的語言障礙嚴重度有關。

在轉換方面，本研究發現 DLD 兒童在兩個轉換作業的表現皆不如 TD 兒童，反映出廣泛性認知轉換缺陷，此結果與 Kalliontzi 等人 (2022) 一致。研究過程中觀察發現，本研究新增的進階區塊，要求兒童持續轉換，確實較先前 Yang 與 Gray (2017) 只收集轉換後的區塊更為敏銳。但在解釋上需較為謹慎，因轉換作業的機制亦牽涉抑制和工作記憶，本研究的轉換作業設計已盡力將抑制和工作記憶需求降低，仍無法完全排除 DLD 兒童廣泛的抑制和更新工作記憶缺陷也同時影響其轉換表現的可能性。

此外，兩組兒童在視覺空間為主的更新工作記憶和轉換作業的表現皆顯著地比語言為主的作業差，尤其 DLD 組的差距更為顯著（如 DLD 組在語言和視覺空間為主的更新工作記憶作業平均正確率分別為 .85 和 .52，組別和作業類型之交互作用達顯著差異）。這顯示記憶和轉換視覺空間的刺激物對於兩組兒童皆較為困難。推測可能的原因有二，其一是過去發現內在語言 (inner speech) 和認知轉換相關性高，成人和兒童皆使用私語促進轉換作業中需轉換和非轉換的試驗

(Cragg & Nation, 2010)，2 至 5 歲正是幼兒自我協調的內在語言萌發時期 (Zelazo et al., 2003)，幼兒隨著發展會自發的增加語言策略的使用，以至於在執行 EF 作業時，由上到下的控制漸增 (top-down control)。本研究的兒童正值內在語言萌發期，或許也用以協助具挑戰性的 EFs 作業，因而在易於使用私語協助的語言為主作業表現較好，但在較難使用私語協助的抽象視覺空間作業表現較差。其二是處理較抽象的視覺空間訊息所需的認知資源大，此現象可在兩組兒童的表現上觀察到，但視覺空間和語言為主作業的落差在 DLD 兒童上尤為明顯，反映其認知資源有限和 / 或處理效率較低，難以招架需耗費大量認知資源的任務。上述推論仍需後續研究加以印證。

二、EFs 對於學前兒童口語表現的預測力

研究根據文獻回顧的理論脈絡調查 4 項核心的 EFs 對於習華語學前幼兒語言能力的貢獻，預期這些 EFs 對於兒童的詞彙和語法表現有不同的預測力。統整詞彙結果可歸納，在控制了組別和背景變項後，持續的選擇注意力對詞彙理解和表達皆有顯著預測力（分別可解釋 4% 和 7% 變異量）；而抑制（賽門作業的正確率差）在持續的選擇注意力之外，對詞彙表達增加了 5% 顯著預測力。在語法方面，即使控制了組別和背景變項後，更新工作記憶對於語法理解有 3% 的顯著預測力；與詞彙表達結果類似，抑制（旁側抑制作業的反應速度差和賽門作業的正確率差）對語法表達亦非常重要，共顯著增加 19% 預測力。需留意的是，本研究受限於樣本數小，無法分別探討 DLD 和 TD 兒童的 EFs 與口語能力之關係，此部分的分析對象

綜合兩組兒童，在推論上宜謹慎。

研究結果發現注意力對於兒童詞彙理解和表達均有顯著的貢獻，支持詞彙理解和提取時，需注意力協助選取目標詞彙之語意和音韻表徵。當一系列候選的語意表徵被激發時，注意力引導已知的詞彙知識，由上而下控制並調整表徵的激發程度，越符合目標詞彙的表徵被增強，以促進其被選取 (Bishop et al., 2014; Indefrey & Levelt, 2004; Mirman & Britt, 2014)。因此，兒童的注意力越好，越能快速且正確的理解和提取詞彙。此外，注意力和新詞學習間的關係或許可提供間接的解釋，研究發現兒童維持注意力時間的長短能預測詞彙學習表現 (Macroy-Higgins & Montemarano, 2016; Yu & Ballard, 2007)，如 Macroy-Higgins 與 Montemarano (2016) 針對 11 名 2 歲遲語兒和與 11 名 TD 進行新詞學習的實驗，並測量其注意力分配能力，他們發現遲語兒的注意力和新詞學習表現 (詞彙理解) 顯著低於 TD 同儕，且注意力分配能力可顯著預測新詞理解，甚至超過認知和聽覺理解的預測力。這代表注意力較好的兒童，在詞彙學習時越能專注在詞彙的語意/音韻表徵和指示物，以及兩者的配對，其詞彙學習的質與量越佳，累積的詞彙知識也越豐富，因而反映在詞彙測驗成績上，使得注意力可預測幼兒詞彙能力。

本研究發現抑制對詞彙和語法的表達皆有顯著預測力，代表抑制效率較好的兒童，其口語表達表現較佳。在詞彙層次，此結果驗證詞彙提取模式中抑制能促進詞彙的語意提取，在詞彙提取過程中會激發許多候選詞條的競爭，兒童越能抑制不相關語意表徵的激發，越能篩選出目標表徵的激發，使正確詞彙被辨認與產出 (e.g., Levelt, 2001)。此外，詞彙提取過程中，抑制可協助降低音

韻表徵相似，但意義不同的詞彙之激發與選取，這對有眾多同音異義詞的華語尤為關鍵 (Michael, 2015; Mirman & Britt, 2014)。在語法層次，本研究結果與前述文獻回顧一致，抑制能預測兒童的語法表達測驗的表現，其一可能原因是許多語法表達測驗 (含本研究使用的測驗) 本身具抑制的負荷，如選擇題，需兒童抑制錯誤選項的競爭與干擾，方能答出正確答案，因此答題過程所需的抑制干擾，似於本研究的抑制作業 (Ibbotson & Kearvell-White, 2015; Kapa & Erikson, 2020)。另一可能解釋為，語境促進 (contextual facilitation) 可引導說話者根據語境選取合適的語法和詞彙，而日常對話和語法表達的測驗中常需兒童完成句子，或填充題，皆需根據語境來進行。據文獻回顧中的研究發現推論，可能本研究的兒童在口語表達時，使用抑制持續監控表達的過程，依據語境線索抑制無關詞彙和語法的競爭，以確保詞彙和語法使用的適當性 (Rom et al., 2023; Yuile & Sabbagh, 2021)。

本研究發現更新工作記憶對於華語學前兒童的語法理解有顯著貢獻，表示對聽理解來說，將已接收的訊息暫存在工作記憶，同時持續更新和操弄新進訊息的能力是非常重要的，這與許多學者的看法一致 (e.g., Shokrkon & Nicoladis, 2022)。本研究結果也支持 Montgomery 等人 (2021) 提出的 GEM 模型，認為工作記憶能影響兒童語法理解的表現。若據 GEM 模型推論，當習華語學前兒童試圖理解句子語法時，需同時 (1) 將接收的語言訊息維持在工作記憶中，(2) 從長期記憶提取與該語言訊息相關的詞彙和語法知識在工作記憶中，(3) 在工作記憶中運用語法知識將接收的語言訊息進行分析與組塊化，賦予意義。因此，工作記

憶越好的兒童，處理上述任務時的正確率和效率越高，語法理解的表現佳。此外，GEM 模型也提到注意力間接地透過工作記憶影響語法理解。根據著名的工作記憶理論 (e.g., Baddeley, 2012; Cowan et al., 2012)，注意力是工作記憶系統中不可或缺的元素，個體的注意力使工作記憶能順利地處理和儲存訊息。從本研究相關分析的結果可見，注意力確實與語法理解顯著正相關 (.33)，可能如 GEM 模式假設注意力對語法影響為間接的，導致階層迴歸分析在納入工作記憶後，注意力對於語法的預測力降低，無法直接顯著的預測語法表現。這有待後續研究收集較多的樣本數加以確認。

雖然本研究發現轉換與詞彙和語法表現均呈中度正相關，但其未能在階層迴歸分析中預測習華語兒童的詞彙和語法表現，推測可能與本研究所選用的詞彙和語法測驗有關。文獻指出認知彈性越好的兒童，越能根據語境靈活地使用不同的語言規則 (Shokrkon & Nicoladis, 2022)。Kalliontzi 等人 (2022) 發現轉換作業可預測 TD 兒童重述故事的表現，也能預測 DLD 兒童口語理解能力，其使用的口語理解測驗包含了語法判斷和短文理解。反觀本研究的測驗題目相對簡短，亦無短文理解和重述故事，兒童回答也以單詞和單句為主，可能此類題目尚不需兒童運用轉換，或許在更複雜的語言處理 (如篇章理解或敘事) 才需運用認知轉換，建議未來研究採用較複雜語言任務驗證。

最後，本研究結果顯示 EFs 對學前兒童多項口語能力具預測力，或許應證 Diamond (2013) 更為宏觀的觀點，EFs 是幼兒學習的關鍵能力。EFs 越佳的兒童，越能專注於當下，將目標維持在工作記憶中，監控和壓制與目標不相關的想法和行動，引導其適

當的執行具有目標導向的行為，促進學習。以此推論語言的學習，EFs 佳的兒童能在環境中專心，抑制不相關資訊的干擾，充分參與學習活動、與成人對談互動，將新舊知識維持在工作記憶裡處理，因而從中學習成熟的語言，除了基礎的詞彙和語法之外，連帶提升高層次的語言 (Shokrkon & Nicoladis, 2022)。

綜合研究結果一和二，推論學前 DLD 兒童廣泛 EFs 缺陷可能對其語言處理層面有負面影響。在口語表達上，當 DLD 兒童進行詞彙提取時，較無法有效的抑制與目標詞彙不相關的語意和音韻表徵之競爭，造成詞彙提取錯誤，或反應時間較慢，過去實證資料支持 DLD 兒童有詞彙提取困難 (如游子儀、羊蕙君, 2022)。DLD 兒童無效率的抑制可能會影響其利用語境線索篩選適當詞彙和語法結構的表現，像是診斷習英語 DLD 兒童的指標之一即為其詞綴使用錯誤率高 (e.g., Leonard, 2014)。長期以來的證據顯示 DLD 兒童有句子語法理解的問題 (e.g., Montgomery et al., 2022)，這可能與 DLD 兒童廣泛的更新工作記憶缺陷有關，他們或許難以同時在工作記憶中維持和更新已接收的語言訊息、從長期記憶中提取相對應的語言知識，以及分析和操弄字序將其意義化，因而尤難理解較長與複雜的句子 / 篇章。若採用 Diamond (2013) 的邏輯推論，DLD 兒童的 EFs 缺陷對其整體語言學習十分不利。

結論與建議

本研究主要的貢獻在發現學前習華語的 DLD 兒童在更新工作記憶和轉換展現廣泛性障礙，並在抑制分心物干擾時顯現得較無效

率。再者，本研究發現 4 項核心 EFs 與華語學前兒童的口語表現有顯著的正向關聯，在控制了組別和背景變項後，EFs 對詞彙和語法的貢獻不同：持續的選擇注意力對學前兒童的詞彙理解與表達有顯著的預測力；抑制是兒童口語表達，無論是詞彙，還是語法表達的關鍵能力；而更新工作記憶能顯著的預測兒童的語法理解。上述結果在理論上增進我們對華語學前 DLD 兒童 EFs 的瞭解，也更深入開拓華語牽涉的認知機轉。

以本研究結果為基礎，在實務上就學前 DLD 兒童的療育措施提出兩點建議。第一，雖然本研究發現以組為單位的 DLD 兒童顯現 EFs 缺陷，但要將 EFs 視為臨床診斷的依據仍不足，國外文獻回顧的結論亦認為 DLD 兒童的 EFs 分數無法達到臨床診斷的敏銳度 (Kapa & Erikson, 2019)。由於 DLD 兒童是異質性高的族群，其 EFs 樣貌的個體差異大，本研究數據中發現有少數 DLD 兒童在某些 EF 作業上的表現與 TD 兒童相似。此外，測量 EFs 的作業繁多，每項作業的 EFs 和語言需求程度不一，目前缺乏測量 DLD 兒童 EFs 的標準化工具。據此，現階段不建議將 DLD 兒童 EFs 作業表現列入診斷標準。

第二，承上，縱使 DLD 兒童 EFs 表現個體差異大，不容小覷的是大多數的 DLD 兒童確實有廣泛性 EFs 缺陷，且本研究結果指出 EFs 對兒童口語理解與表達的貢獻顯著，因此 DLD 兒童的 EFs 缺陷不利於語言發展與學習。建議治療師和教師需重視 DLD 兒童 EFs 之評估與教學，了解其 EFs 的樣貌可能協助提升語言治療和教學的成效。此外，在語言評估時，臨床工作者須格外留意 EFs 負荷量較高的標準化語言測驗，它們可能超出日常生活中使用 / 學習語言所需的 EFs 需求，以至於低估兒童的語言能力 (Kapa

& Erikson, 2020)。在語言治療 / 教學方面，建議可降低活動的 EFs 需求 (詳見羊蕙君, 2017)，或融入支持 EFs 的訓練 (e.g., Ebert et al., 2014)。目前國外有越來越多的研究指出直接針對 DLD 兒童工作記憶的訓練，能有效提升工作記憶，亦連帶地增進其語言理解 (Henry et al., 2022) 和敘事時的語法複雜度 (Delage et al., 2023)。而國內 EFs 訓練的研究稀少，僅有的研究是以 TD 兒童為對象 (如簡馨瑩, 2020)，建議未來研究進一步調查適合融入 DLD 兒童語言治療 / 教學的 EFs 訓練，期能同時提升語言及 EFs 能力。

參考文獻

- 羊蕙君 (2017)：學前特定型語言障礙兒童執行功能之探討與支持。台灣聽力語言學會雜誌, 37, 1-22。[Yang, H.-C. (2017). Executive functioning in preschoolers with specific language impairment: Literature review and clinical application. *Journal of the Speech-Language-Hearing Association of Taiwan*, 37, 1-22.] <https://doi.org/10.6143/JSLHAT.2017.12.01>
- 林幸台、吳武典、胡心慈、郭靜姿、蔡崇建、王振德 (2016)：托尼非語文智力測驗 (第四版)。心理。[Lin, H.-T., Wu, W.-T., Hu, S.-T., Kuo, C.-C., Tsai, C.-C., & Wang, C.-T. (2016). *Test of nonverbal intelligence* (4th ed.). Psychological.]
- 林寶貴、黃玉枝、黃桂君、宣崇慧 (2008)：修訂學前兒童語言障礙評量表指導手冊。國立臺灣師範大學特殊教育中心。[Lin, B.-G., Huang, Y.-C., Huang, K.-C., & Hsuan, C.-H. (2008). *Preschool language*

- scale guidance manual*. Special Education Center, National Taiwan Normal University.]
- 林生傳 (1997) : 教育社會學。復文。[Lin, S.-C. (1997). *Sociology of education*. Fu Wen.]
- 吳明隆 (2006) : SPSS 統計應用學習實務—問卷分析與應用統計 (第三版)。知城。[Wu, M.-L. (2006). *SPSS statistics applied learning practice - questionnaire analysis and applied statistics* (3rd ed.). Zhi Cheng.]
- 陳立芸、劉惠美 (2010) : 學齡期特定型語言障礙兒童聽知覺區辨能力初探。特殊教育研究學刊, 35, 1-18。[Chen, L.-Y., & Liu, H.-M. (2010). Auditory processing in school-aged children with specific language impairments. *Bulletin of Special Education*, 35(1), 1-18.]
- <https://doi.org/10.6172/BSE201003.3501001>
- 黃瑞珍、簡欣瑜、朱麗璇、盧璐 (2011) : 華語兒童理解與表達詞彙測驗 (第二版)。心理。[Huang, R.-J., Chien, H.-Y., Chu, L.-H., & Lu, L. (2011). *Receptive and expressive vocabulary test* (2nd ed.). Psychological.]
- 游子儀、羊蕙君 (2022) : 發展性語言障礙兒童的音韻促發效應。特殊教育學報, 56, 81-114。[You, Z.-Y., & Yang, H.-C. (2022). Phonological priming in children with developmental language disorder. *Journal of Special Education*, 56, 81-114.]
- <https://doi.org/10.53106/207455832022120056003>
- 楊坤堂、張世慧、李水源 (2004) : 學前幼兒與國小低年級兒童口語語法能力診斷測驗。國立臺灣師範大學特殊教育中心。[Yang, K.-T., Chang, S.-H., & Li, S.-Y. (2006). *Diagnostic test of syntactic ability for preschoolers and grade 1-2 children in elementary school*. National Taiwan Normal University.]
- 簡馨瑩 (2020) : 「記憶 - 抑制控制」活動融入語文教學對幼兒在執行功能與口語理解表現的效果研究。教育科學研究期刊, 65 (4), 275-304。[Chien, H.-Y. (2020). Effects of memory-inhibitory control activity with embedded repeated read-aloud programs on executive function and oral comprehension ability of preschoolers. *Journal of Research in Education Sciences*, 65(4), 275-304.]
- [https://doi.org/10.6209/JORIES.202012_65\(4\).0009](https://doi.org/10.6209/JORIES.202012_65(4).0009)
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., Catalise-2 Consortium. (2017). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068-1080.
- <https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>
- Bishop, D. V. M., Nation, K., & Patterson, K. (2014). When words fail us: Insights into language processing from developmental and acquired disorders. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 369(1634), 20120403.
- <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0403>
- Blom, E., & Boerma, T. (2019). Reciprocal relationships between lexical and syntactic skills of children with developmental language disorder and the role of executive functions. *Autism & Developmental*

- Language Impairments*, 4, 1-17.
<https://doi.org/10.1177/2396941519863984>
- Boerma, T., & Blom, E. (2020). Effects of developmental language disorder and bilingualism on children's executive functioning: A longitudinal study. *Research in Developmental Disabilities*, 107, 103782.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103782>
- Cartwright, K. B. (2012). Insights from cognitive neuroscience: The importance of executive function for early reading development and education. *Early Education and Development*, 23(1), 24-36.
<https://doi.org/10.1080/10409289.2011.615025>
- Chrysochoou, E., Bablekou, Z., Masoura, E., & Tsigilis, N. (2013). Working memory and vocabulary development in Greek preschool and primary school children. *European Journal of Developmental Psychology*, 10(4), 417-432.
<https://doi.org/10.1080/17405629.2012.686656>
- Cowan, N., Rouder, J., Blume, C., & Saults, J. (2012). Models of verbal working memory capacity: What does it take to make them work? *Psychological Review*, 119(3), 480-499.
<https://doi.org/10.1037/a0027791>
- Cragg, L., & Nation, K. (2010). Language and the development of cognitive control. *Topics in Cognitive Science*, 2(4), 631-642.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01080.x>
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Delage, H., Stanford, E., Baratti, C., & Durreleman, S. (2023). Working memory training in children with developmental language disorder: Effects on complex syntax in narratives. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 1068959.
<https://doi.org/10.3389/fresc.2022.1068959>
- Dethorne, L. S., & Watkins, R. V. (2006). Language abilities and nonverbal IQ in children with language impairment: Inconsistency across measures. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(9), 641-658.
<https://doi.org/10.1080/02699200500074313>
- Diamond, A. (2006). The Early Development of Executive Functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70-95). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Diamond, A. (2013). Executive function. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., Carlson, S. M., & Beck, D. M. (2005). Preschool children's performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 689-729.
https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_7
- Ebert, K. D., Kohnert, K., Pham, G., Disher, J. R., & Payesteh, B. (2014). Three treatments

- for bilingual children with primary language impairment: Examining cross-linguistic and cross-domain effects. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(1), 172-186.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013\)12-0388](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013)12-0388)
- Eckner, J. T., Kutcher, J. S., Richardson, J. K. (2010). Pilot evaluation of a novel clinical test of reaction time in national collegiate athletic association division I football players. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 327-332.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.4.327>
- Farrant, B. M., Maybery M. T., & Fletcher, J. (2012). Language, cognitive flexibility, and explicit false belief understanding: longitudinal analysis in typical development and specific language impairment. *Child Development*, 83(1), 223-235.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01681.x>
- Finneran, D. A., Francis, A., & Leonard, L. B. (2009). Sustained attention in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(4), 915-929.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009\)07-0053](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009)07-0053)
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gooch, D., Thompson, P., Nash, H. M., Snowling, M. J., & Hulme, C. (2016). The development of executive function and language skills in the early school years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(2), 180-187.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12458>
- Henry, L., Christopher, E., Chiat, S., & Messer, D. J. (2022). A short and engaging adaptive working-memory intervention for children with developmental language disorder: Effects on language and working memory. *Brain Sciences*, 12(5), 642.
<https://doi.org/10.3390/brainsci12050642>
- Ibbotson, P., & Kearvell-White, J. (2015). Inhibitory control predicts grammatical ability. *PLoS ONE*, 10(12), e0145030.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145030>
- Indefrey, P., & Levelt, W. J. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 92(1-2), 101-144.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2002.06.001>
- Jones, S. M., Bailey, R., Barnes, S. P., & Partee, A. (2016). *Executive function mapping project: Untangling the terms and skills related to executive function and self-regulation in early childhood*. U. S. department of health and human services, National Institute of Health.
- Kalliontzi, E., Ralli, A. M., Palikara, O., & Poussos, P. (2022). Examining the relationship between oral language skills and executive functions: Evidence from Greek-speaking 4-5-year-old children with and without developmental language disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 124, 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2022.104215>
- Kapa, L. L., & Erikson, J. A. (2019). Variability of executive function performance in

- preschoolers with developmental language disorder. *Seminars in Speech and Language*, 40(4), 243-255.
<https://doi.org/10.1055/s-0039-1692723>
- Kapa, L. L., & Erikson, J. A. (2020). The relationship between word learning and executive function in preschoolers with and without developmental language disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(7), 2293-2307.
https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00342
- Kapa, L. L., & Plante, E. (2015). Executive function in SLI: Recent advances and future directions. *Current Developmental Disorders Reports*, 2(3), 245-252.
<https://doi.org/10.1007/s40474-015-0050-x>
- Kapa, L. L., Plante, E., & Doubeday, K. (2017). Applying an integrative framework of executive function to preschoolers with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(8), 2170-2184.
https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0027
- Kaushanskaya, M., Park, J. S., Gangopadhyay, I., Davidson, M., & Weismer, S. E. (2017). The relationship between executive functions and language abilities in children: A latent variables approach. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(4), 912-923.
https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0310
- Kline, P. (2000). *Handbook of psychological testing*. Routledge.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). Guilford Press.
- Laloi, A., de Jong, J., & Baker, A. (2017). Can executive functioning contribute to the diagnosis of SLI in bilingual children? *Linguist Approaches Biling*, 7(3-4), 431-459.
<https://doi.org/10.1075/lab.15020.lal>
- Law, S. P., Weekes, B., & Wong, A. M. Y. (2009). *Language disorders in speakers of Chinese*. Cromwell Press Ltd.
- Leonard, L. B. (2014). Specific language impairment across language. *Child Development Perspective*, 8(1), 1-5.
<https://doi.org/10.1111/cdep.12053>
- Levelt, W. J. (2001). Spoken word production: A theory of lexical access. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(23), 13464-13471.
<https://doi.org/10.1073/pnas.231459498>
- MacRoy-Higgins, M., & Montemarano, E. A. (2016). Attention and word learning in toddlers who are late talkers. *Journal of Child Language*, 43(5), 1020-1037.
<https://doi.org/10.1017/S0305000915000379>
- Marini, A., Piccolo, B., Taverna, L., Berginc, M., & Ozbic, M. (2020). The complex relation between executive functions and language in preschoolers with developmental language disorders. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1772.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17051772>
- Mazuka, R., Jincho, N., & Oishi, H. (2009). Development of executive function and language processing. *Language and Linguistic Compass*, 3(1), 59-89.
<https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2008.00102.x>

- McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2004). Which People with specific language impairment have auditory processing deficits? *Cognitive Neuropsychology*, *21*, 79-94.
<https://doi.org/10.1080/02643290342000087>
- Michael, C. W. Y. (2015). Meaning Inhibition and sentence processing in Chinese. *Journal of Psycholinguist Research*, *44*, 611-621.
<https://doi.org/10.1007/s10936-014-9308-4>
- Mirman, D., & Britt, A. E. (2014). What we talk about when we talk about access deficits. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, *369*(1634), 20120388.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0388>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howenter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49-100.
<https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Montgomery, J. W., Gillam, R. B., & Evans, J. (2021). A new memory perspective on the sentence comprehension deficits of school-age children with developmental language disorder: Implications for theory, assessment, and intervention. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, *52*(2), 449-466.
https://doi.org/10.1044/2021_LSHSS-20-00128
- Norbury, C. F., Gooch, D., Wray, C., Baird, G., Charman, T., Simonoff, E., Vamvakas, G., & Pickles, A. (2016). The impact of nonverbal ability on prevalence and clinical presentation of language disorder: Evidence from a population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *57*(11), 1247-1257.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12573>
- Pace, A., Luo, R., Hirsh-Pasek., & Golinkoff, R. M. (2017). Identifying pathways between socioeconomic status and language development. *Annual Review of Linguistics*, *3*, 285-308.
<https://doi.org/10.1146/annurev-linguistics-011516-034226>
- Pauls, L. J., & Archibald, L. M. D. (2016). Executive functions in children with specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *59*(5), 1074-1086.
https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0174
- Roello, M., Ferretti, M. L., Colonnello, V., & Levi, G. (2015). When words lead to solutions: Executive function deficits in preschool children with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, *37*, 216-222.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.11.017>
- Rom, M. D., Szmalec, A., & Reybroeck, M. V. (2023). The involvement of inhibition in word and sentence reading. *Reading and Writing*, *36*, 1283-1318.
<https://doi.org/10.1007/s11145-022-10337-8>
- Santos, R. D. S., Francisco, G. C., & Lukasova, K. (2021). Expressive and receptive vocabulary in preschool children and socioeconomic factors. *Revista CEFAC*, *23*(6).
<https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212365921>
- Shokrkon, A., & Nicoladis, E. (2022). The directionality of the relationship between executive functions and language skills: A

- literature review. *Frontiers in Psychology*, *13*, 848696.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.848696>
- Spaulding, T. J., Plante, E., & Vance, R. (2008). Sustained selective attention skills of preschool children with specific language impairment: Evidence for separate attentional capacities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *51*(1), 16-34.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/002\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/002))
- Spaulding, T. J. (2010). Investigating mechanisms of suppression in preschool children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *53*(3), 725-738.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/09-0041\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/09-0041))
- St John, A. M., Kibbe, M., & Tarullo, A. R. (2019). A systematic assessment of socioeconomic status and executive functioning in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, *178*, 352-368.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.003>
- Vugs, B., Hendriks, M., Cuperus, J., & Verhoeven, L. (2014). Working memory performance and executive function behaviors in young children with SLI. *Research in Developmental Disabilities*, *35*(1), 62-74.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.10.022>
- Weiland, C, Barata, M. C., & Yoshikawa, H. (2014). The co-occurring development of executive function skills and receptive vocabulary in preschool-aged children: A look at the direction of the developmental pathways. *Infant and Child Development*, *23*(1), 4-21.
<https://doi.org/10.1002/icd.1829>
- Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal Education Psychology*, *102*(1), 43-53.
<https://doi.org/10.1037/a0016738>
- Wittke, K., Spaulding, T. J., & Schechtman, C. J. (2013). Specific language impairment and executive functioning: Parent and teacher ratings of behavior. *American Journal of Speech- Language Pathology*, *22*, 161-172.
[https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2012/11-0052\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2012/11-0052))
- Yang, H. C., & Gray, S. (2017). Executive function in preschoolers with primary language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *60*(2), 379-392.
https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0267
- Yu, C., & Ballard, D. H. (2007). A unified model of early word learning: Integrating statistical and social cues. *Neurocomputing*, *70*(13-15), 2149-2165.
<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2006.01.034>
- Yuile, A. R., & Sabbagh, M. A. (2021). Inhibitory control and preschoolers' use of irregular past tense verbs. *Journal of Child Language*. *48*(3), 480-498.
<https://doi.org/10.1017/S0305000920000355>
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *68*(3), Serial No. 274.
<https://doi.org/10.1002/9781118530097.ch10>
- Ziegenfusz, S., Paynter, J., Flückiger, B., &

Westerveld, M. (2022). A systematic review of the academic achievement of primary and secondary school-aged students with developmental language disorder. *Autism & Developmental Language Impairments*, 7, 1-33.

<https://doi.org/10.1177/23969415221099397>

收稿日期：2023.11.07

接受日期：2024.03.07

Relationship between executive functions and oral language among Mandarin-speaking preschoolers with and without developmental language disorder

Hui-Chun Yang

Assistant professor,
Dept. of Special Education,
National Kaohsiung Normal University

Abstract

Rationale and Purpose: A growing body of evidence suggests that children with developmental language disorder (DLD) experience difficulties in various aspects of executive functions (EFs). EFs are a set of processes responsible for goal-directed behaviors, such as inhibiting distractions, updating information held in working memory, and shifting between mental sets. EFs develop rapidly during the preschool years, and they have been demonstrated to be crucial for language development and for school readiness in areas such as early literacy and numeracy. However, most studies on EF deficits in children with DLD have focused on English-speaking school-age children and linguistic EF tasks that require children to apply their linguistic knowledge to formulate a correct response. Thus, whether the poor performance of children in EF tasks is due to language impairment, EF deficits, or both remains unclear. A few studies have used visual tasks to reduce language loading; however, their results are also inconclusive. To further explore the characteristics and behaviors of children with DLD, the present study first determined whether Mandarin-speaking preschoolers with DLD performed differently from their peers with typical development (TD) in terms of sustained selective attention, inhibition, updating working memory, and shifting tasks that required linguistical or visual processing. Through comparisons of the children's performance on linguistic and visuospatial EF tasks, we clarified whether their EF deficits were limited to the language domain or were domain-general deficits. Furthermore, this study investigated the role of EFs in the performance of Mandarin-speaking preschoolers on receptive and expressive vocabulary and grammar assessments after various background

variables were controlled for (i.e., group membership, nonverbal intelligence quotient [IQ], and the index-of-social-position [ISP] score of the primary caregiver). **Methods:** Twenty-two children with DLD who were aged 4 or 5 years old (14 boys and 8 girls) and 44 children with TD (28 boys and 16 girls) were matched by age and gender. All participants were recruited from public and private preschools in Taipei and had to meet the following criteria: (1) normal hearing; (2) native Mandarin speakers without any history or diagnosis of neurological impairment, psychological/emotional disability, motor disorder, or attention deficit hyperactivity disorder, as reported through a parent questionnaire; and (3) a nonverbal IQ score (measured using the Test of Nonverbal Intelligence-Fourth Edition) of >85 . In addition, information on the education levels and occupations of the participants' primary caregivers was collected through questionnaires and used to generate the primary caregivers' ISP scores. The DLD group comprised participants who scored at least 1.25 standard deviations below the norm-referenced mean on three standardized oral language assessments (i.e., the Preschool Language Disorder Scale-Revised, Receptive and Expressive Vocabulary Test-Second Edition, and Diagnostic Test of Syntactic Ability for Preschoolers and Grade 1-2 Children in Elementary School). The non-DLD group comprised preschoolers with TD who had no history of language intervention and scored above the norm-referenced mean on all three standardized oral language assessments. All participants performed a series of computerized EF tasks that assessed their sustained selective attention, inhibition, updating of working memory, and shifting. Each EF was measured using two methods, namely a linguistic task with a higher language demand and a visuospatial task with a lower language demand. Four two-way analyses of covariance, in which group (DLD vs. TD) and task type (linguistic vs. visuospatial) were independent variables, were conducted to compare the mean EF scores of the two groups. Pearson's correlation analysis was conducted to examine the relationship among EFs, receptive and expressive vocabulary, and receptive and expressive grammar. Finally, a series of hierarchical regressions were performed to determine the contribution of EFs to the participants' performance for receptive and expressive vocabulary and grammar. Notably, only visuospatial-based EF tasks were included for correlation and hierarchical regression analyses to eliminate the potential confounding effect due to language demand. **Results/Findings:** The results indicated that the participants with DLD performed worse than their peers with TD in updating working memory and performing shifting tasks, regardless of whether the tasks were linguistic or visuospatial. The DLD group also performed poorly on linguistic and visuospatial inhibition tasks in terms of response time but not accuracy. However, the two groups performed similarly on both linguistic and visuospatial sustained selective attention tasks. All participants performed more favorably on linguistic tasks than on visual tasks. This result may suggest that children apply their

language ability to label stimuli and regulate their thoughts after completing EF tasks; it also indicates that visual tasks are inherently more difficult to complete than are linguistic tasks. A correlational analysis revealed significant correlations among visuospatial EF tasks, receptive and expressive vocabulary, receptive and expressive grammar. Hierarchical regression analyses revealed the following results. First, sustained selective attention accounted for 4% of the significant variance in receptive vocabulary after group and nonverbal IQ were controlled for. Second, after group and nonverbal IQ were controlled for, sustained selective attention explained 7% of the variance in expressive vocabulary, and inhibition (accuracy in the Simon task) explained 5% of this variance. Third, updating working memory explained 3% of the variance in receptive grammar after group and background variables were controlled for. Fourth, after group and nonverbal IQ were controlled for, inhibition (response time in the Eriksen flanker task) explained 15% of the variance in expressive grammar, and inhibition (accuracy in the Simon task) explained 4% of this variance. **Conclusions/Implications:** The overall results indicate that Mandarin-speaking preschoolers with DLD exhibit domain-general EF deficits, including challenges in updating working memory, shifting, and inhibition. These results align with those of studies demonstrating that English-speaking children with DLD exhibit domain-general EF deficits. However, the participants with DLD performed comparably to their peers with TD on sustained selective attention tasks. Moreover, each EF contributed differently to different aspects of the participants' oral language performance even after various background factors were controlled for. The participants' ability to maintain their attention on a given target was crucial for their receptive and expressive vocabulary performance. Their ability to suppress irrelevant information was crucial for their expressive language performance, including their performance on vocabulary and grammar. Finally, their ability to retain received information in their working memory and simultaneously update and manipulate this information with incoming information was key to their grammar comprehension performance. These findings suggest that the EF deficits of children with DLD can impede their language development. Thus, speech and language therapists and teachers should pay attention to the EF performance of children with DLD and practice caution when administering language assessments with a high EF demand to these children. Studies have increasingly been demonstrating that EF training can not only improve the EFs of children but also enhance their language performance. Thus, EF evaluation and training should be provided for children with DLD to enhance their language and EFs effectively.

Keywords: developmental language disorder, executive functions, Mandarin-speaking preschoolers, oral language

