

# 以眼動探討符號元素對發展遲緩幼兒及同儕溝通圖形符號辨識差異之研究

黃志雄

弘光科技大學幼保系副教授

運用輔助溝通系統（Augmentative and Alternative Communication, AAC）提升障礙兒童的溝通能力，已普遍獲得國內外的研究支持，但有關溝通圖形符號的閱讀和辨識問題，卻較少被客觀地探討。因此，本研究旨在以眼動技術探討符號元素數量對發展遲緩幼兒及其同儕，在閱讀溝通圖形符號時所產生的影響。研究採用準實驗研究設計和立意取樣，以 18 位就讀幼兒園之發展遲緩幼兒（平均年齡 5.7 歲）以及 36 位普通幼兒同儕（平均年齡 5.4 歲）為對象，並以 30 組常用動詞語彙之溝通圖形符號為研究材料，使用 AAC 圖形符號學習系統和 Mobile Eye 眼動儀，蒐集受試者對溝通圖形符號的辨識結果和眼動歷程。研究結果發現：一、普通幼兒同儕在溝通圖形符號辨識的表現優於發展遲緩幼兒，且符號元素數量與符號辨識度之間存在正向關係。二、發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕在辨識溝通圖形符號的眼動閱讀時間上有顯著差異，發展遲緩幼兒需要較長的閱讀時間；此外，單元素符號亦較多元素符號需要較長的閱讀時間。三、發展遲緩幼兒在辨識多元素符號時，需要較多的圖文凝視時間，同時，普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視率和圖形凝視率均顯著較高；此外，普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視時間、圖文凝視率和圖形凝視率均顯著高於多元素符號。四、以眼動數據接近該組平均值之二位個案資料而論，普通幼兒的閱讀眼動軌跡有較多的掃視，能有系統地凝視每一張圖形符號，以搜尋可供作答的訊息，而發展遲緩幼兒則缺乏系統性的凝視和掃視。

關鍵詞：眼動、符號學習、發展遲緩、輔助溝通

---

\*本文作者通訊方式（hk633193@gmail.com）。

\*\*本研究承蒙行政院科技部專題研究計畫經費補助（MOST 103-2511-S-241-001），並感謝審查委員所提供之意見。

## 緒論

### 一、研究背景和動機

運用輔助溝通系統 (Augmentative and Alternative Communication, AAC) 來提升障礙兒童的溝通能力, 已普遍獲得國內外學者的研究支持 (莊妙芬, 2000, 2001; 黃志雄、陳明聰, 2008; Barker, Akaba, Brady, & Thiemann-Bourque, 2013; Binger, Kent-Walsh, Ewing, & Taylor, 2010; Cosbey & Johnston, 2006; Drager, Postal, Carrolus, Castellano, Gagliano, & Glynn, 2006; Emad, Stephaniez, & John, 2011; Johnston, Reichle, & Ecans, 2004; Mechling & Cronin, 2006; Trief, 2007)。而在 AAC 的研究中, 多數學者採用圖形符號 (graphic symbols) 作為促進障礙兒童溝通能力的語彙, 並教導他們使用圖形符號來表達需求和與人互動。圖形符號被認為是障礙兒童使用 AAC 時非常重要的溝通語彙 (Barton, Sevcik, & Ronski, 2006; Beukelman & Mirenda, 2013; Dada, Huguet, & Bornman, 2013; Schlosser & Sigafos, 2002)。Emms 與 Gardner (2010) 認為圖形符號是 AAC 使用者最可靠的替代語彙, 且圖形符號語彙的發展, 對使用 AAC 的障礙兒童而言, 是一個相當重要且根本的要素。

不論是在研究和教學實務方面, 圖形符號的應用均相當廣泛。有些研究者利用圖形符號, 促進包括自閉症、發展遲緩、智能障礙、腦性麻痺和重度障礙等學生的溝通能力, 或減少障礙學生的問題行為 (莊妙芬, 2001; 黃志雄, 2002; 黃志雄、陳明聰, 2008; Angermeier, Schlosser, Luiselli, Harrington, & Carter, 2008; Charlop-Christy, 2002; Stephenson, 2007; Stephenson

& Linfoot, 1996; Tina, Annabelle, Bonnie, & James, 2002); 也有學者利用圖形符號教導身心障礙學生識字 (林雲龍、李天佑、陳明聰, 2002; Rankin, Harwood, & Mirenda, 1994); 部分研究者則是利用圖形符號教導發展遲緩學生、學習障礙學生寫作 (Beck, 2002; Chen & Wen, 2005), 或用來作為線上聊天室聊天之用 (葉耀明, 2002)。

研究發現, 對學齡前兒童來說, 圖畫書的閱讀是他們習得語彙的主要活動和有效的方式, 換言之, 圖畫書閱讀活動和語文發展、文字覺識和讀寫萌芽均有很大的關聯 (Payne, Whitehurst, & Angell, 1994; Snow, Burns, & Griffin, 1998)。在學前教育和特殊幼兒的教學上, 亦經常使用圖形符號作為教學的媒介和學習的材料。Sandall 與 Schwartz (2002) 便指出, 在融合教育環境中, 當特殊幼兒無法了解教師的口語指令, 或無法以口語方式表達時, 教師和家長可以利用圖片或符號的視覺提示, 來協助特殊幼兒共同參與活動。由此可見, 圖形符號的使用與學習, 對學齡前兒童十分重要。

雖然大部分研究均支持圖形符號可以協助障礙兒童, 進行溝通、寫作和學習等功能性的表現或提升其溝通能力和識字能力, 但圖形符號是符號系統的一部分, 而所謂的符號是指代表 (stand for) 或象徵 (represent) 指示物 (referent) 的東西 (Beukelman & Mirenda, 2013)。Beukelman 與 Mirenda (2013) 認為, 既然符號是指示物的表徵, 符號就有辨識度或具體與否的問題。Alant、Life 與 Harty (2005) 亦指出許多 AAC 方面的研究是透過描述符號系統的內在特質來探討不同圖形符號系統的可學習性, 其中, 圖形符號的圖像表徵 (iconicity) 問題, 一直受到研究者與實務工作者的關注。

Lloyd 與 Fuller (1990) 提出符號圖像

表徵假設 (iconicity hypothesis)，認為圖像表徵程度較高的圖形符號，能夠促進對符號的學習和組織。符號的圖像表徵是指符號與指示物間的關係，或是符號與指示物間的相似程度 (Namy, Campbell, & Tomasello, 2004; Schlosser, 2003)。符號的圖像表徵如同一個連續性的光譜，依符號的「可猜測性」(guessability) 可分為明晰的 (transparent)、明識的 (translucent) 和難理解的 (opaque) 三種不同程度 (Fuller & Lloyd, 1991)。由於符號的圖像表徵是影響符號學習的重要變項之一，因此，國外的研究者很早就注意到此一問題 (Fuller & Lloyd, 1991)。

在有關符號圖像表徵的研究中，多數研究發現符號的組成元素是影響符號學習的重要因素。其中，較多的研究比較不同圖形符號系統間的差異 (例如：Alant et al., 2005; Angermeier et al., 2008; Burroughs, Albritton, Eaton, & Montague, 1990; Ecklund & Reichle, 1987; Miranda & Locke, 1989; Mizuko & Reichle, 1989)，並從研究中發現較具體或符號元素較多之符號系統 (例如：picture communication symbols, PCS) 的學習成效較佳。雖然有不少研究發現符號元素的多寡會影響圖形符號的辨識與學習 (黃志雄、陳明聰, 2011; 黃志雄、陳明聰、陳智賢, 2012; Alant et al., 2005; Angermeier et al., 2008; Luftig & Bersani, 1985; Miranda & Locke, 1989; Mizuko & Reichle, 1989)，但令人好奇的是，當兒童在觀看 (或閱讀) 由不同符號元素所組成的溝通圖形符號時，眼睛大部分注視的區域和符號元素是什麼？注視每個區域 (或符號元素) 的時間差異是否有特殊的意義或相關？

此外，雖然組成圖形符號的元素數量被視為是影響符號辨識與學習的主要因素之一，但是，符號元素數量的多寡與圖形符號的辨識度之間，究竟是正向關係，抑或是負向關

係？相關研究發現亦有不同的看法。例如：雙碼理論 (dual-coding theory) 認為較多的視覺刺激，能幫助閱讀者形成連貫性的心智表徵，有利於圖形符號的辨識與記憶 (Paivio, 1990)；有些研究結果支持符號元素數量和符號辨識度存在正向關係 (黃志雄等人, 2012; Alant et al., 2005; Angermeier et al., 2008; Mizuko & Reichle, 1989)。然而，認知負荷理論 (cognitive load theory) 卻認為人類處理資訊的能力有限，過多的資訊量會造成閱讀者的困擾，導致資訊超載，在工作記憶容量有限的前提下，閱讀者若需同時編碼和組織多個元素，容易產生認知資源相互競爭和注意力分散的情況，不利於圖形符號的辨識與學習 (Sweller, 2005)；也有些研究結果支持兩者間是負向關係 (許子凡、林品章, 2008; 黃志雄、陳明聰, 2011; Luftig & Bersani, 1985; Miranda & Locke, 1989)。因此，有必要進一步探究符號元素數量對圖形符號辨識和學習的影響。

過去大部分 AAC 圖形符號學習的相關研究，均是以錄影、觀察紀錄和電腦系統等方式蒐集兒童或受試者的學習反應 (莊妙芬, 2000, 2001; 黃志雄、陳明聰, 2008; 黃志雄等人, 2012; Alant et al., 2005; Angermeier et al., 2008; Emms & Gardner, 2010; Fuller, 1997; Hayes, 1996; Huang & Chen, 2011; Luftig & Bersani, 1985; Nail-Chiwetalu, 1992)，然而，上述方法所蒐集到的資料，僅能呈現兒童在觀看 (或閱讀) 圖形符號後的反應結果，以及反應的時間，卻無法了解兒童在觀看 (或閱讀) 圖形符號時的歷程，包括在眾多圖形符號元素中，注視每個符號元素的時間比例為何？如何從數個溝通圖形符號中，點選出正確目標語彙？以及在閱讀圖形符號的凝視焦點與反應結果間是否有所關聯？這些問題亦是本研究所關注的焦點。

近年來，腦科學在教育上的應用已成為一種趨勢，研究者應用不同的腦科學探究儀器，以客觀的角度探討學習表現的差異。其中，眼動儀（eye-tracker）最常被用來探討閱讀和視覺學習上的差異（陳明蕾、柯華葳，2013；陳學志、賴惠德、邱發忠，2010；蔡介立、顏妙璇、汪勁安，2005；賴孟龍、陳彥樺，2012；劉嘉茹、侯依玲，2011；Burton & Daneman, 2007; Chen & Ko, 2011; Feng & Miller, 2009; Rayner, Chace, Slattery, & Ashby, 2006; Schoot, Vasbinder, Horsley, & Lieshout, 2008）。由於在眼動的技術中，研究者可以透過許多客觀的眼動指標，包括眼球凝視的位置與次數、凝視的時間長度和掃視距離，來解釋受試者在閱讀圖形符號時的認知與注意力的歷程，且許多研究已經證實這些客觀的眼動指標，能夠成功地解讀受試者的認知歷程，特別是當受試者的語言能力或識字能力還不足夠時（賴孟龍、陳彥樺，2012）。

Rayner 等人（2006）指出運用眼動儀，可以提供掃視（saccades）、凝視（fixations）和倒退注視（regressions）三種閱讀中的重要元素，並藉以了解讀者在閱讀中的認知歷程。由於眼動儀能夠記錄受試者在閱讀時的眼動軌跡歷程，提供研究者藉以了解：受試者是否能夠隨著文本的編排順利閱讀？哪些編排造成閱讀的阻礙？或是哪些段落有閱讀停頓情形？凝視時間的頻率和時間為何？等資料，因此 Schoot 等人（2008）便以分析國小學生在眼動凝視的時間長度，來探討標示關鍵字和提供註解說明兩種閱讀策略的影響。然而，陳學志等人（2010）指出國內在閱讀能力較差或閱讀困難者上，目前尚無以眼動技術進行系統性探討的研究，而國外的研究則是發現，閱讀能力較差或閱讀困難者與一般閱讀能力者的差異，在於前者有較長的凝視時間、較短的掃視、較多的凝視次數和較多的回視

等（Rayner, 1998）。

據此，研究者思索著閱讀能力較差者，在閱讀「圖形」的表現上是否也和閱讀「文字」的表現一樣？對於認知功能發展較為落後的發展遲緩幼兒，在閱讀（或使用）溝通圖形符號時，眼動的歷程是否與其同儕有所差異？因此，本研究運用眼動技術，以幼兒園之發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕為對象，探討其在閱讀由不同符號元素組成之溝通圖形符號時的辨識差異，以便能進一步了解影響溝通圖形符號辨識與學習之可能因素，提供未來在 AAC 相關研究之參考。

## 二、研究目的與待答問題

綜合上述，本研究之目的在探討符號元素數量對發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，在辨識溝通圖形符號時的辨識結果和眼動差異。研究之待答問題如下：

- （一）發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，在辨識不同符號元素數量組成之溝通圖形符號的指認正確率是否有差異？
- （二）發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，在辨識不同符號元素數量組成之溝通圖形符號時的眼動閱讀時間是否有差異？
- （三）發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，在辨識不同符號元素數量組成之溝通圖形符號時的眼動凝視焦點是否有差異？
- （四）發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，在辨識不同符號元素數量組成之溝通圖形符號時的眼動軌跡為何？有何不同？

## 文獻探討

### 一、AAC 圖形符號學習之相關研究

Alant 等人 (2005) 指出有許多有關 AAC 方面的研究，透過描述符號系統的內在特質來探討不同圖形符號系統的可學習性。Bruner 將認知發展與學習分為動作學習表徵、影像學習表徵和符號學習表徵三個階段，並認為這三個階段是兒童在符號表徵能力上的發展順序 (Fuller & Lloyd, 1991)。根據 Bruner 的表徵系統論，在動作表徵階段，兒童以身體動作從日常生活的經驗中獲得學習，在影像表徵階段，兒童能運用感官從由事物獲得的具體影像或形象，來了解周圍的事物和學習，而在符號表徵階段，兒童既能運用抽象的符號學習，也能運用文字、數字和圖形等符號作為思考的工具 (張春興, 1994)。

Fuller 與 Lloyd (1991) 指出，雖然 Bruner 的模式主要是在探討認知和語言的發展，但是在 AAC 領域中，圖形符號被認為是障礙兒童有效的溝通方式和最主要的溝通語彙 (Barton et al., 2006; Beukelman & Mirenda, 2013; Dada et al., 2013; Emms & Gardner, 2010; Schlosser & Sigafoos, 2002)。對於缺乏口語表達或語言能力的個體而言，圖形符號代表著他們的認知和語言表現，個體需要對符號所表徵之指示物的動作或形象具有初步概念，方能了解或辨識圖形符號的意義。而此點正符合 Bruner 所稱動作表徵和影像表徵的元素。

Lloyd 與 Fuller (1990) 認為圖形符號若是具有較高之圖像表徵，學習者將更容易學習和組織，並提出符號圖像表徵假設。許多研究發現亦相繼證實此一假設 (Fuller, 1997; Hetzroni, Quist, & Lloyd, 2002; Markham & Justice, 2004; Mirenda & Locke, 1989; Schlosser & Sigafoos, 2002)。也就是說，如果圖形符

號和指示物之間有較高的相似性，圖形符號將更容易被學習 (Angermeier et al., 2008)。Stephenson (2009) 認為圖形符號的圖像表徵和符號圖像表徵假設等理論性概念，對 AAC 的應用具有重要的影響。而在應用 AAC 的過程中，具有語言及溝通功能之圖形符號表徵能否被學習者快速學會，往往是能否有效學習的關鍵 (Beukelman & Mirenda, 2013)。因此，當進行溝通訓練或教學介入時，教學者需能從許多不同的符號和符號系統中，選擇或設計有利於學習者之圖形符號，以便能有效地促進學習者對圖形符號的學習效果 (Beukelman & Mirenda, 2013; Namy et al., 2004; Tetzchner & Martinsen, 2000)。

而在探討符號圖像表徵的研究中，以比較不同圖形符號系統間的差異研究最多，例如：Mizuko 與 Reichle (1989) 以 21 位平均心智年齡為 3.19 歲的成人為對象，探討其對 Picsyms、PCS 和布列斯符號等圖形符號的辨識差異，結果發現符號類型和詞性間有交互作用，在名詞上，PCS 和 Picsyms 比布列斯符號的明晰度佳，至於在記憶的表現上，研究發現在動詞部分，受試者在 Picsyms 的表現比布列斯符號佳。Mirenda 與 Locke (1989) 則是以 40 位無口語能力之智力障礙者為對象，探討其對 12 類符號系統的辨識差異，結果發現完全相同的實物可辨識度最高，而布列斯符號和書寫文字則最差。

此外，Alant 等人 (2005) 以準實驗研究方式，比較 50 位四到六年級的普通班學生，對布列斯符號和 CyberGlyphs 符號的可學習性和保留性的差異。研究結果指出，CyberGlyphs 符號較布列斯符號容易學習，而且也較能被學習者記憶保留，亦即 CyberGlyphs 符號有較多的視覺線索，因此，對於初次接觸符號的學習者而言，比較容易被學習和被記憶。Barton 等人 (2006) 則是以

四名伴隨發展和語言遲緩的學前幼兒為對象，探討他們對布列斯符號和 lexigrams 兩種視覺圖形符號的學習成效差異，研究結果證實符號和指示物間的關係會影響四位受試者在圖形符號上的學習成效，而在理解方面，符號語意辨識度只對三位受試者產生影響。此外，研究發現受試者在不同變化和複雜度的圖形符號學習成效上並無差異。

除了比較不同符號的辨識度與明晰度外，亦有學者針對符號圖像表徵假設進行驗證，探討符號明識度高低對圖形符號學習成效的影響。例如：Luftig 與 Bersani (1985) 以 65 位大學畢業生為對象，探討布列斯符號明識度高低對受試者符號學習成效的影響。研究發現具有較高明識度之布列斯符號的可學習性，顯著優於低明識度的符號，且圖形符號辨識的得分與符號所包括之元素數量成反比，也就是一個符號所包含的次要符號愈多，愈不容易猜出其語意，也愈不容易懂。Fuller (1997) 則是探討 13 位非障礙的成人和 13 位學前幼兒對布列斯符號的語意辨識度，研究發現符號的明識度能夠促進成人和幼兒的符號學習成效，而符號的複雜度只對幼兒在低明識度的符號學習上有影響。

而 Huang 與 Chen (2011) 以 20 位普通班腦性麻痺兒童和 40 位普通班同儕為對象，並以彩色 PCS 為研究素材，探討符號明識度對學習成效的影響，研究結果亦驗證了符號辨識度假設，發現高明識度的圖形符號確實比較容易被學習者習得。此外，黃志雄等人 (2012) 則是以自編之 30 組 AAC 溝通圖形符號為材料，探討 40 位發展遲緩幼兒和 120 位普通幼兒，在不同符號元素數量所組成之圖形符號的學習成效，研究發現較多的符號元素有利於發展遲緩幼兒及其同儕的符號辨識和符號學習，且對發展遲緩幼兒而言，符號元素愈多愈有利於圖形符號的學習。

在符號圖像表徵方面的研究上，多數研究發現符號的組成元素是影響符號學習的重要因素。其中，較多研究從比較不同圖形符號系統間的差異 (Alant et al., 2005; Angermeier et al., 2008; Mirenda & Locke, 1989; Mizuko & Reichle, 1989) 發現，較具體之圖形符號或符號組成元素較多之符號系統的學習成效較佳。此外，有些研究則驗證符號圖像表徵假設 (Fuller, 1997; Hayes, 1996; Huang & Chen, 2011; Luftig & Bersani, 1985; Nail-Chiwetalu, 1992)，研究結果除驗證明識度較高之圖形符號的學習成效較佳外，也發現圖形符號的複雜程度 (Fuller, 1997; Hayes, 1996; Luftig & Bersani, 1985; Nail-Chiwetalu, 1992) 或組成符號的元素多寡 (黃志雄、陳明聰, 2011; 黃志雄等人, 2012; Luftig & Bersani, 1985)，是影響符號學習的主要因素。

然而，由於符號的辨識程度取決於個體的主觀判斷，因此，除了符號內在的特質外，符號使用者的能力與觀點以及教學方式等外在因素，亦會影響符號的學習 (Barton et al., 2006; Stephenson, 2009)。Ronski 與 Sevcik (2005) 的研究發現，受試者的口語理解能力在符號學習的過程中，亦扮演著十分重要的角色，如果受試者的口語理解能力較佳且能理解特定指示物的意義，將更容易學習指示物的抽象符號。Dada 等人 (2013) 整理有關圖形符號表徵的相關文獻後，更進一步指出影響圖形符號之圖像表徵的可能因素，包括符號本身、表徵事物、教學和個體等。

從上述的文獻探討可知，探討有關圖形符號學習的議題十分重要，因為圖形符號能否被有效地辨識和習得，將直接影響 AAC 的學習成效，國外在這方面提供了許多重要的文獻資料。近年來，國內使用和探討 AAC 的文獻頗多，但在對於 AAC 四大要素之一的符號向度的研究並不多，亟待建立更多有關

AAC 圖形符號學習之文獻，以便能使 AAC 的應用更具有實證性。

## 二、圖形符號閱讀眼動之相關研究

眼動儀是測量眼球運動與瞳孔變化的儀器，研究者通常利用實驗設計的方式，讓受試者觀看文字、圖片或瀏覽影片，再運用眼動儀記錄受試者眼球運動的方式、凝視的位置和時間，以及眼球瞳孔的變化等，藉由實驗數據分析驗證假設之結果 (Rayner et al., 2006; Schoot et al., 2008)。由於眼動資料可以提供掃視、凝視和倒退注視三種在閱讀過程中的重要元素，並藉以了解讀者在閱讀中的認知歷程 (Rayner et al., 2006; Schoot et al., 2008)，因此，在眼動的相關研究中，學者們通常蒐集包括第一次凝視時距 (是指第一次凝視目標字或圖的眼動時間)、第一次經過時距 (是指從一個凝視焦點到另一個凝視焦點的時間)、再凝視時距 (是指離開某個凝視焦點後，在未產生另一個凝視焦點前，再凝視此焦點的時間)、平均凝視時距和倒退注視時距等資料，用以比較和分析研究假設 (柯華葳、陳明蕾、廖家寧, 2005; Burton & Daneman, 2007; Feng & Miller, 2009; Rayner, Miller, & Rotello, 2008; Schoot et al., 2008)。

然而，先前的研究較多在探討閱讀不同文體、插圖或排版等之眼動歷程和差異，較少探討閱讀圖形符號的眼動研究，例如：Schoot 等人 (2008) 以分析國小學生在眼動凝視的時間長度，來探討標示關鍵字和提供註解說明兩種閱讀策略的影響；韓玉昌與任桂琴 (2003) 使用眼動儀探討 30 名國小一年級學生，在閱讀不同背景插圖應用題目的閱讀理解和眼動指標的差異；柯華葳等人 (2005) 利用眼動資料探討閱讀歷程中，文體對眼動型態的影響，以及詞頻、詞性與詞類和眼動型態間的關係；王富虹與戴孟宗 (2008) 則

是利用眼動儀評估眼球控制電子書介面選單的設計和可行性。

此外，亦有研究比較不同能力之閱讀者的眼動差異，例如：Hannus 與 Hyona (1999) 探討不同能力的 10 歲兒童，在閱讀包含有三至六張圖片之生物教科書文本的閱讀眼動差異。陳明蕾與柯華葳 (2013) 則是比較國小三至六年級之學習障礙兒童與一般兒童，在閱讀不同文體時，詞彙特徵對其眼動的影響和差異。

近年來，在圖形閱讀方面之眼動研究以研究兒童閱讀圖畫書的眼動為主，例如：Evans 與 Saint-Aubin (2005) 以眼動儀探討五位四到六歲兒童閱讀五本圖畫書的歷程，研究結果發現兒童注視文字和圖形的比率約為 1:24，顯示兒童在閱讀圖畫書時幾乎不看文字。Evans、Williamson 與 Pursoo (2008) 則是探討 76 位三到五歲的兒童，對圖畫書中不同文字和圖形排版的閱讀眼動差異，研究結果發現兒童在閱讀圖形頁的時間遠多於文字頁，雖然注視文字的時間會隨著年齡而增加，但仍以注視圖形的時間為多。此外，Evans、Saint-Aubin 與 Landry (2009) 使用眼動儀探討 29 位 59 至 71 個月大幼兒閱讀字母書的歷程，研究結果發現在每頁五個區域中 (插圖、主角圖像、大寫字母、單字和單字中的第一個字母)，幼兒大部分注視集中在圖形上 (94%)，約有 84% 的注視點在插圖上、10% 在主角圖像上，顯示幼兒的閱讀以圖形為主。

在國內，有關幼兒的閱讀眼動亦開始受到關注，例如：賴孟龍與陳彥樞 (2012) 利用眼動技術探討 13 位四至五歲的兒童，在閱讀彩色繪本和黑白線條繪本的差異，研究結果發現兒童在閱讀繪本時，注意力大多集中在插圖上，醒目標記的文字並不會增加學齡前兒童對文字的注意力，且文字、故事情節

和顏色均不會影響兒童的閱讀注意力。而邱淑惠與廖儷湘（2014）則是以四位不同語文能力的學前幼兒為對象，探討其在閱讀繪本時的視覺焦點和視線軌跡差異，研究發現語文能力較優幼兒在凝視圖文的時間比例相近，閱讀軌跡呈現圖文相互參照，且會關注重點圖區，而語文能力較弱幼兒凝視圖區的時間比例較高，閱讀圖區時視覺焦點較關注於非重點區域，且閱讀軌跡少有圖文相互參照的掃視。

除了應用不同的眼動資料來比較及分析閱讀表現與認知的關係外，也有學者運用眼動資料分析，比較不同的教學或介入策略之間的差異，以了解促進學生閱讀理解或造成閱讀困難的因素。例如：Rayner 等人（2006）從眼動資料中發現，當文章是困難時，讀者的閱讀處理過程會增加，特別是眼動凝視的時間會比較長，而 Rayner 等人（2008）亦從眼動分析中發現，讀者在閱讀圖文並陳的文章時，看圖的時間較早也較長。而 Schoot 等人（2008）則是分析國小學生在眼動凝視的時間長度，探討標示關鍵字和提供註解說明兩種閱讀策略的影響，研究結果指出較多的閱讀理解成功者，投入較多的眼動凝視時間在關鍵字上，而他們也比較少將閱讀注視置於註解說明上，也就是說，關鍵字能使學生的閱讀理解表現增加，但如果學生對閱讀文章的背景知識足夠，他們在閱讀時會比較不需要去看註解說明。

從上述有關閱讀眼動的文獻可知，眼動資料有助於突破以往在研究上僅能從閱讀後的結果（即閱讀理解表現成績），來了解受試者的學習成效和可能的影響因素，透過眼動資料的分析，吾人便可了解受試者在不同閱讀形式上的眼動軌跡和凝視時距差異，以及可能影響閱讀表現之文章詞彙、片語與媒材等因素，並從中探討不同表徵在閱讀過程

中所提供的支持程度，以及造成閱讀中斷、停頓和閱讀理解困難的原因。

陳學志等人（2010）雖曾指出國內目前尚無針對閱讀能力較差者或閱讀困難者以眼動技術進行系統性探討的研究，不過，陳明蕾與柯華葳（2013）曾以相同的閱讀材料，有系統地比較國小三至六年級之學習障礙兒童與一般兒童的眼動差異，並發現學習障礙兒童的閱讀眼動並未隨著年級增加而逐漸成熟，且學習障礙兒童的閱讀時間較一般兒童長。鑑於在閱讀圖形符號的眼動上仍尚待有系統性的探究，本研究以眼動技術探討符號元素數量對發展遲緩幼兒及其同儕在辨識溝通圖形符號的差異和影響。

## 研究方法

### 一、研究設計

本研究旨在探討符號元素數量對發展遲緩幼兒及其同儕，在辨識溝通圖形符號時之眼動差異和影響，故較適合實驗和準實驗研究設計。但是，以發展遲緩幼兒為對象，難以完全隨機取樣，且因受試者的個別差異大，無法隨機分組，以實驗和對照組進行比較，因此，採用準實驗研究設計進行探究。研究之自變項為符號元素數量，分別是由一個元素組成之單元素溝通圖形符號，以及由五個元素組成之多元素溝通圖形符號兩種，依變項為受試者在辨識溝通圖形符號的表現與眼動歷程，包括指認正確率、眼動閱讀時間、眼動凝視焦點和眼動軌跡等。此外，為避免施測誤差和減低無關因素影響，研究以相同的施測流程和研究工具為控制變項。

### 二、研究對象

本研究以立意取樣方式，邀請目前就讀中部地區幼兒園之發展遲緩幼兒參與研究，發展遲緩幼兒之邀請和挑選需符合下列條件：

(一) 目前就讀於公、私立幼兒園之中班或大班；(二) 領有醫院聯合評估診斷之發展遲緩證明或縣市政府鑑輔會證明；(三) 具有基本之口語理解能力(例如能聽懂指令和簡單句)；(四) 沒有伴隨肢體、情緒和感官等障礙。此外，為了解發展遲緩幼兒與其同儕溝通夥伴對溝通圖形符號辨識的齊一性和差異，因此，請班級老師推薦兩名無特殊教育需求且平時與該名幼兒互動次數較多之班級同儕參與研究。

同時，研究者至幼兒園分別向幼兒園主

管、教師、家長和參與研究幼兒說明研究目的、實施方式和預期成果，並說明研究過程和資料的保密與倫理的遵守，最後，在獲得幼兒家長和園所的書面同意後，從中部地區七所幼兒園中，邀請到 18 位發展遲緩幼兒和 36 位普通幼兒同儕參與研究。18 位發展遲緩幼兒均以認知發展遲緩和語言發展遲緩為主，生理年齡在 63 個月(5.3 歲)至 73 個月(6.1 歲)之間( $SD = 2.28$ )，平均年齡為 67 個月(5.7 歲)，男女比例為 11:7(如表一)。而 36 位普通幼兒同儕的生理年齡則是在 62 個月(5.2 歲)至 72 個月(6 歲)之間( $SD = 1.88$ )，平均年齡為 64 個月(5.4 歲)，男女比例為 21:15。

表一 發展遲緩幼兒背景資料一覽

編號	性別	年齡(月)	發展遲緩說明
1	男	64	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩、語言表達遲緩)
2	男	63	認知發展遲緩、語言發展疑似遲緩
3	女	68	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩、語言表達遲緩)
4	男	67	認知發展遲緩、語言發展遲緩(混合型語言遲緩)
5	女	64	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩)
6	女	66	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩、語言表達遲緩)
7	男	64	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩、語言表達遲緩)
8	男	73	認知發展遲緩、語言發展遲緩(混合型語言發展遲緩)
9	男	68	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩)
10	女	67	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩、語言表達遲緩)
11	男	69	認知發展遲緩、語言發展遲緩(說話發展遲緩、語言表達遲緩)

表一 發展遲緩幼兒背景資料一覽（續）

12	女	70	認知發展遲緩、語言發展遲緩（混合型語言發展遲緩）
13	女	68	認知發展遲緩、語言發展遲緩（說話發展遲緩、語言表達遲緩）
14	男	67	認知發展遲緩、語言發展疑似遲緩
15	男	66	認知發展遲緩、語言發展遲緩（說話發展遲緩、語言表達遲緩）
16	男	68	認知發展遲緩、語言發展遲緩（說話發展遲緩、語言表達遲緩）
17	女	67	認知發展遲緩、語言發展疑似遲緩
18	男	67	認知發展遲緩、語言發展遲緩（混合型語言發展遲緩）

註：發展遲緩說明係依受試者之醫院聯評報告的評估結果內容條列。

### 三、研究材料

本研究旨在探討符號元素數量對溝通圖形符號辨識反應和眼動的影響，以黃志雄等人（2012）所開發之 30 組溝通圖形符號為研究材料。表二為 30 組溝通圖形符號的語彙名稱，該語彙係經由幼兒常用語彙調查而來，

為學前教育階段兒童較常使用之動詞語彙，並依符號元素多寡的設計原則，每一個語彙均繪製有兩種由不同符號元素數量組成的溝通圖形符號，分別是由一個符號元素組成之單元素符號，以及由五個符號元素組成的多元素符號。表三為單元素符號和多元素符號之範例。

表二 溝通圖形符號語彙一覽

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
詞彙	走	玩	跑	給	喝	睡覺	請	要	再見	不要
編號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
詞彙	做	吃	回家	來	打	用	拉	拍	放	洗
編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
詞彙	穿	拿	帶	推	貼	買	寫	賣	謝謝	丟

表三 溝通圖形符號範例說明

符號類型	溝通圖形符號（給）	符號元素說明
單元素符號		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由一個符號元素組成</li> <li>2. 一個人伸出手做給的動作</li> </ol>
多元素符號		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由五個符號元素組成</li> <li>2. 一個人伸出手做給的動作、手上的蘋果、一個小朋友、方向箭頭、身後有張放滿蘋果的桌子（背景）</li> </ol>

#### 四、研究步驟

本研究以發展遲緩幼兒及普通幼兒同儕為對象，在分別獲得參與研究幼兒之園所及家長同意後，安排每位幼兒進行個別之溝通圖形符號語彙測量，施測地點安排於幼兒就讀園所內之獨立空間，每次施測過程約 10 至 15 分鐘，等待施測前，由研究助理陪伴說故事和遊戲，以建立關係和舒緩受試幼兒的緊張和焦慮。在正式進行溝通圖形符號測量前，受試者需先配戴好鏡框式眼動儀，研究者在協助受試者正確配戴眼動儀後，先以繪本與受試者互動，除建立關係以減少因陌生所造成的影響外，也藉此讓受試者習慣眼動儀的配戴。同時，執行瞳孔反光點校正和場景校正，通過校正後才正式進行資料蒐集。詳細研究步驟說明如下：

##### （一）實驗規則說明

施測開始前，研究者會先向幼兒說明施測規則，並為幼兒配戴眼動儀，實驗規則之指導語：「今天要戴上魔法眼鏡來玩遊戲，戴好之後不可以碰眼鏡喔！」，同時，調整幼兒座位與電腦間的位置，幼兒與電腦螢幕距離保持約 50 至 70 公分，以幼兒能伸手觸

擊到電腦螢幕為原則。

##### （二）眼球與眼動儀四點校正

眼動儀配戴完成後，為了讓眼動儀能正確偵測到幼兒的視覺焦點，每位幼兒需進行四點（左上→右上→右下→左下）之眼球校正，校正完成後才進行正式施測。眼球校正之指導語：「在開始玩遊戲之前，我們先來進行通關密語，過關後才可以開始玩遊戲，你的眼睛要看著我的手指頭，然後一起數一數喔！」，至四點校正完成並通過後，方可進入施測，校正時間約為三至五分鐘。

##### （三）軟體施測說明

眼動儀校正完成後，進行軟體施測說明：「我們要準備開始玩遊戲囉！等一下請仔細聽，每一個題目會有四張圖片，聽完題目後請你用手指輕輕按螢幕上的答案，共有三十題，準備好了嗎？請仔細聽！」，接著先進行練習題，使幼兒熟悉施測流程的操作。

##### （四）溝通圖形符號語彙測量

以黃志雄等人（2012）所開發之 AAC 圖形符號學習系統之符號語彙評量系統，進行圖形符號語彙測量，蒐集受試者對前述 30 組語彙之溝通圖形符號的指認正確率和反應時間，以及在辨識過程中的眼動資料。

## 五、研究工具

### (一) AAC 圖形符號學習系統

本研究以黃志雄等人(2012)所開發之 AAC 圖形符號學習系統為主要研究工具。

該系統係依據符號圖像表徵假設和 AAC 圖形符號學習文獻，結合數位學習的概念所開發之溝通圖形符號語彙學習和評量軟體，適用於學前幼兒和口語表達能力較弱之特殊兒童。系統運用 Delphi 7 和 Adobe Flash CS 作為開發工具，並利用 php 製作系統登入安全認證功能，將使用者操作之資訊記錄在後端 MySQL 資料庫中，並採用觸控式螢幕或是利用平板電腦，讓使用者不需使用鍵盤而是以更直覺的方式在螢幕上操作。此系統有圖形符號語彙評量和圖形符號語彙 CAI 教學兩個部分，本研究僅運用該系統之圖形符號語彙評量部分進行資料蒐集。有關圖形符號語彙評量之功能簡述如下。

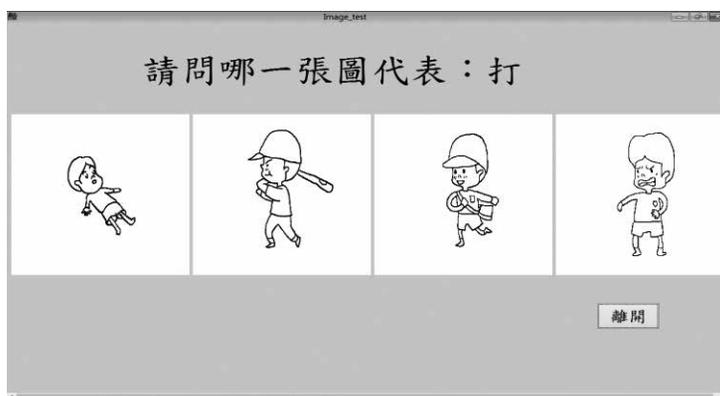
圖形符號語彙評量系統畫面如圖一所示，分上、下兩欄，上欄為題目欄，以文字和語音方式呈現題目(例如：請問哪一張圖代表「打」)，共有 30 組溝通語彙的評量題目，由電腦系統隨機從 30 組語彙中出題，單元素符號和多元素符號各有 15 題。下欄為圖

形符號選項區，當題目出現後，會同時呈現四張溝通圖形符號，其中一張為目標語彙之圖形符號，呈現順序亦由電腦隨機安排，作答時直接點選答案後，便會進入下一題。

每一個溝通圖形符號語彙題目之文字和語音播放完畢後，即由電腦系統開始記錄反應時間，待受試者點選任一圖形符號後，結束此一題目之反應時間紀錄。反應時間的記錄以秒為單位，低於一秒以一秒計算，超過 30 秒系統會記錄為答案錯誤，並以 30 秒計算反應時間和進入下一題，同時，電腦系統自動判讀答案正確與否和計算得分，答案正確為 1 分，錯誤則為 0 分。此外，使用者資訊及操作之反應和時間，都會記錄在系統搭配的資料庫中，後續可將這些資料匯出以做進一步的分析。

### (二) 觸控液晶螢幕電腦

考量研究對象之數位學習經驗和電腦操作能力的差異，在溝通圖形符號語彙測量上，均採用直接點選的方式，同時，為使圖形符號之呈現能夠清晰穩定，以及系統之反應和紀錄能夠迅速、穩定，以減少無關因素的影響，因此，採用具獨立顯示卡和四核心高速處理器之高階觸控液晶螢幕電腦為研究工具，以搭配 AAC 圖形符號學習系統進行資料蒐集。



圖一 圖形符號語彙評量系統畫面示意圖

### (三) ASL Mobile Eye 眼動儀

本研究採用的眼動儀為 ASL Mobile Eye XG，該眼動系統可偵測之視角範圍在水平 50 度、垂直 40 度（含）以上，取樣頻率為 30Hz 以上。由於 Mobile Eye 為遠端控制的可攜式眼球追蹤系統，不需連結到任何軟硬體或網路，當眼球追蹤軌跡與鏡頭影像被擷取後，會將記錄的數據資料儲存於 SD 記憶卡中，接著便將資料傳輸到系統電腦內進行影像分析，操作既方便且使用者有完全的移動自由度，十分有利於本研究對象特質和研究進行。

### (四) ASL Results Plus 分析軟體

本研究採用 ASL Results Plus 分析軟體進行資料讀取及眼動儀資料分析，該系統可以設定凝視點的選項，以及針對固定場景進行校正紀錄分析和編輯關鍵區域（Area of Interest, AOI），再以自動 AOI 追蹤分析。由於該系統可以計算個別及群體 AOI 資料分析比較，並計算 AOI 總時間、凝視百分比圖、停留時間和熱圖分析等，十分符合本研究所需之資料蒐集和分析。此外，ASL Results Plus 分析軟體會將蒐集到之資料進行二次演算，以提升資料數據的一致性，並提供眼動校正紀錄分析，以確保所獲得之眼動資料的效度。本研究之眼動資料一致性達 98% 以上，校正率介於 90% 至 99% 之間，平均校正率為 94%。

## 六、資料蒐集與分析

### (一) 資料蒐集

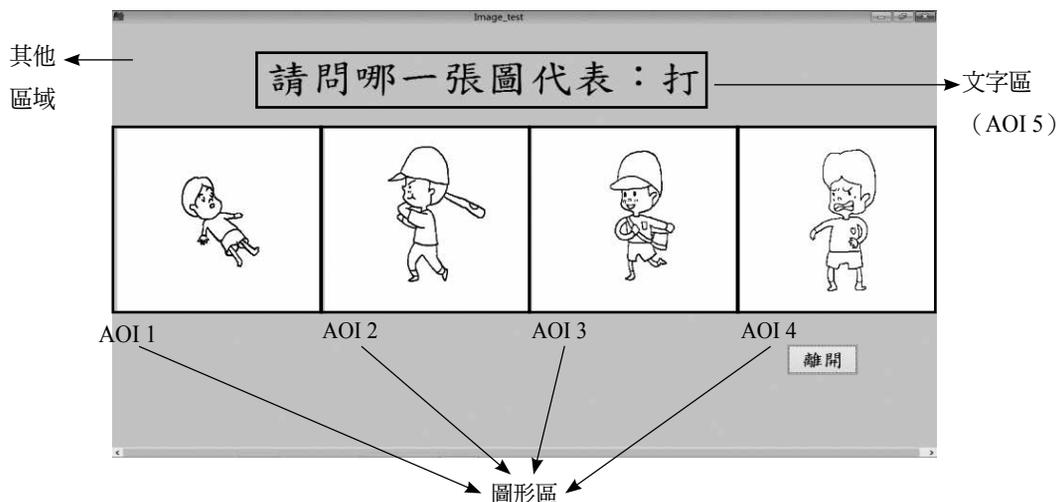
本研究主要利用 AAC 圖形符號學習系統和 ASL Mobile Eye 眼動儀來蒐集受試者對溝通圖形符號的辨識結果和眼動歷程。為避免評分誤差和無關因素的影響，由研究者擔任施測者的角色，並採用相同規格之觸控螢幕電腦，以標準化之口語引導方式進行評量。在配戴好眼動儀後，研究者會先利用五分鐘

左右的時間，與受試者閒聊和建立關係，避免受試者因陌生或緊張等因素，而產生學習成效評量上的誤差，同時也讓受試者熟悉觸控螢幕電腦之點選和拖曳功能；接著，由研究者操作電腦和軟體，呈現該軟體之評量版面，依序呈現不同的目標語彙的題目，由 AAC 圖形符號學習系統記錄受試者的作答正確率，並由眼動儀記錄各個 AOI 的凝視時間和眼動軌跡等資料。

本研究將圖形符號學習系統之內容分為圖形區、文字區以及其他區域等三個區域（如圖二），其中，AOI 1、AOI 2、AOI 3 和 AOI 4 為溝通圖形符號，稱之為「圖形區」；AOI 5 為文字題目，此區域稱之為「文字區」；而除了圖形區及文字區以外之區域則為「其他區域」。當受試者凝視上述三個區域時，眼動儀會記錄其在各區域的凝視時間，研究者計算此三個區域凝視時間的總和為「眼動閱讀時間」、圖形區及文字區的凝視時間總和為「圖文凝視時間」，並分別計算圖文區、圖形區及文字區之閱讀凝視比例，以了解受試者在辨識溝通圖形符號時之眼動凝視焦點。

### (二) 資料分析

採用 SPSS 作為統計分析的工具，以平均數和標準差，描述受試者在辨識溝通圖形符號語彙的指認正確率，以及眼動閱讀時間和各項眼動凝視焦點，同時，採用獨立樣本二因子變異數分析，比較發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，在辨識不同符號元素數量所組成之溝通圖形符號的指認正確率、眼動閱讀時間和凝視焦點的差異。此外，由於眼動軌跡與研究使用媒材內容和排版有關，且比較難以量化方式呈現，因此，本研究以較接近眼動平均值之個案眼動軌跡資料，採取圖形比較和質性描述方式，分析眼動軌跡的不同。



圖二 圖形符號學習系統畫面 AOI 分區圖

## 研究結果與討論

本研究旨在以眼動技術探討發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕，對不同符號元素數量組成之溝通圖形符號的辨識結果和眼動差異，以了解指認正確率和閱讀眼動間的關聯，並進一步探討符號元素數量對不同受試者，在辨識溝通圖形符號時之影響和差異。

### 一、指認正確率差異分析

表四為發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕在不同符號元素數量下，辨識 30 組溝通圖形符號的指認正確率。從表四可知，發展遲緩幼兒在單元素符號的平均正確率為 37.04%

( $SD = 17.03$ )，在多元素符號的平均正確率為 51.11% ( $SD = 16.33$ )，發展遲緩幼兒的整體指認正確率為 44.07 ( $SD = 17.73$ )；而普通幼兒同儕在單元素符號的指認正確率平均為 64.45% ( $SD = 14.82$ )，在多元素符號的平均正確率則為 73.33% ( $SD = 13.33$ )，普通幼兒同儕的整體指認正確率為 68.89 ( $SD = 14.61$ )，此外，單元素符號的整體指認正確率為 55.31 ( $SD = 20.15$ )，多元素符號的整體指認正確率則是 65.93 ( $SD = 17.67$ )。

研究者以獨立樣本二因子變異數分析，探討身分(發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕)和符號元素數量(單元素和多元素)兩變項在溝通圖形符號辨識程度之差異，結果發現身分與符號元素數量的交互作用並不顯著( $F$

表四 發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕的指認圖形符號正確率(%)

圖形符號類型	發展遲緩 ( $n_1=18$ )		班級同儕 ( $n_2=36$ )		全體 ( $N=54$ )	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
單元素符號	37.04	17.03	64.45	14.82	55.31	20.15
多元素符號	51.11	16.33	73.33	13.33	65.93	17.67
全體	44.07	17.73	68.89	14.61	60.62	19.52

= .360,  $p > .05$ ), 顯示身分和符號元素數量兩變項間沒有交互作用, 因此, 分別探討身分和符號兩個變項的主要效果。

從溝通圖形符號指認正確率在身分變項的變異數分析結果得知,  $F$  值為 32.961 ( $p < .05$ ), 差異達統計顯著水準, 代表發展遲緩幼兒和班級同儕在溝通圖形符號的辨識上有顯著差異, 從平均數得知普通幼兒同儕的指認正確率顯著高於發展遲緩幼兒。此外, 進一步探討身分變項在圖形溝通符號辨識正確率的效果值 (effect size), 結果顯示身分變項的效果值  $\eta^2$  為 .397, 亦即身分變項可以解釋溝通圖形符號辨識正確率 39.7% 的變異量。根據 Cohen (1988) 的看法, 身分變項和溝通圖形符號辨識結果間的關係屬強度關係。

另外, 溝通圖形符號指認正確率在符號元素數量變項的變異數分析結果顯示,  $F$  值為 7.056 ( $p < .05$ ), 差異達統計顯著水準, 代表單元素符號和多元元素符號的溝通圖形符號的辨識程度有顯著差異, 從平均數得知多元元素符號的指認正確率顯著高於單元素符號。進一步探討符號元素數量變項在圖形溝通符號辨識正確率的效果值, 結果顯示符號元素數量變項的效果值  $\eta^2$  為 .124, 亦即符號元素數量變項可以解釋溝通圖形符號辨識正確率 12.4% 的變異量, 兩者間的關係屬中度關係。

上述結果顯示普通幼兒同儕在溝通圖形符號辨識的表現優於發展遲緩幼兒, 且不論是發展遲緩幼兒或是普通幼兒同儕, 在多元符號的溝通圖形符號辨識表現上均顯著大於單元符號的表現, 顯示由較多符號元素數量組成之溝通圖形符號比較容易被辨識, 此亦表示符號元素數量與符號辨識度之間存在著正向關係。上述的研究發現支持雙碼理論所提出之較多的視覺刺激有利於閱讀者形成連貫性的心智表徵和圖形符號的辨識 (Paivio, 1990)。此研究結果亦與先前部分學者的研

究結果大致相符 (黃志雄等人, 2012; Alant et al., 2005; Angermeier et al., 2008; Mizuko & Reichle, 1989), 即符號元素數量有利於學習者對溝通圖形符號的辨識, 但卻也發現和部分文獻研究結果相異 (許子凡、林品章, 2008; 黃志雄、陳明聰, 2011; Luftig & Bersani, 1985; Mirenda & Locke, 1989)。

進一步探究其原因發現, 支持符號元素數量與符號辨識度間有正向關係的研究, 大部分是以認知功能較弱的障礙個體 (黃志雄等人, 2012; Angermeier et al., 2008; Mizuko & Reichle, 1989) 或認知功能發展尚未成熟的兒童為對象 (黃志雄等人, 2012; Alant et al., 2005), 因此, 符號元素數量有助於符號的辨識。而支持符號元素數量與符號辨識度間是負向關係的研究, 則大部分是以認知功能發展成熟之成人 (黃志雄、陳明聰, 2011) 或大學生 (許子凡、林品章, 2008; Luftig & Bersani, 1985) 為對象, 符號元素數量增加反而變成是閱讀干擾, 不利於圖形符號的辨識。綜合上述所論, 本研究推論對認知功能較弱之學習者而言, 符號元素數量有助於圖形符號的辨識。

## 二、眼動閱讀時間差異分析

表五為發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕在不同符號元素數量下, 辨識 30 組溝通圖形符號的眼動閱讀時間。從表五可知, 發展遲緩幼兒在單元素符號的眼動閱讀時間為 120.26 秒 ( $SD = 33.63$ ), 在多元元素符號的眼動閱讀時間為 99.83 秒 ( $SD = 26.72$ ), 發展遲緩幼兒的整體眼動閱讀時間為 110.05 秒 ( $SD = 31.28$ ); 而普通幼兒同儕在單元素符號的眼動閱讀時間為 109.64 秒 ( $SD = 21.01$ ), 在多元元素符號的眼動閱讀時間則為 75.01 秒 ( $SD = 18.29$ ), 普通幼兒同儕的整體眼動閱讀時間為 92.32 秒 ( $SD = 26.18$ ); 此外, 單元素

表五 發展遲緩幼兒及其同儕的眼動閱讀時間（秒）

圖形符號類型	發展遲緩 ( $n_1=18$ )		普幼同儕 ( $n_2=36$ )		全體 ( $N=54$ )	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
單元素符號	120.26	33.63	109.64	21.01	113.18	25.74
多元素符號	99.83	26.72	75.01	18.29	83.29	24.10
全體	110.05	31.28	92.32	26.18	98.23	28.94

符號的整體眼動閱讀時間為 113.18 秒 ( $SD = 25.74$ )，多元素符號的整體眼動閱讀時間則是 83.29 秒 ( $SD = 24.10$ )。

研究者以獨立樣本二因子變異數分析，探討身分和符號元素數量兩變項在眼動閱讀時間之差異，結果發現身分與符號元素數量的交互作用不顯著， $F$  值為 1.082 ( $p > .05$ )，顯示身分和符號元素數量兩變項間在眼動閱讀時間的表現上沒有交互作用，因此，直接比較主要效果。從眼動閱讀時間在身分變項的變異數分析結果得知， $F$  值為 6.744 ( $p < .05$ )，差異達統計顯著水準，代表兩組受試者在辨識溝通圖形符號的眼動閱讀時間上有顯著差異。從平均數得知發展遲緩幼兒的平均眼動閱讀時間顯著高於普通幼兒同儕，顯示發展遲緩幼兒在辨識溝通圖形符號時需要較長的閱讀時間。

本研究進一步探討身分變項在眼動閱讀時間的效果值大小，結果顯示身分變項的效果值  $\eta^2$  為 .119，亦即身分變項可以解釋眼動閱讀時間 11.9% 的變異量。根據 Cohen (1988) 的看法，兩者間的關係屬中度關係。上述研究發現與陳明蕾與柯華葳 (2013) 以及邱淑惠與廖儷湘 (2014) 的研究結果相似，即閱讀能力較弱之障礙兒童在閱讀時較一般兒童需要花費較長的時間。然而，相較於兩者在指認正確率的結果卻發現，發展遲緩幼兒在辨識溝通圖形符號時雖然花費較多的時間閱讀，但卻沒有因為閱讀時間增加而提升其指

認正確率。

此外，從眼動閱讀時間在符號元素數量變項的變異數分析結果亦發現， $F$  值為 16.267 ( $p < .05$ )，差異達統計顯著水準，代表不同符號元素數量所組成的溝通圖形符號在眼動閱讀時間上有顯著差異，從平均數得知單元素符號的平均眼動閱讀時間顯著高於多元素符號，顯示受試者在辨識單元素符號時需要較長的閱讀時間。研究者進一步探討符號元素數量變項在眼動閱讀時間的效果值大小，結果顯示效果值  $\eta^2$  為 .245，亦即符號元素數量變項可以解釋眼動閱讀時間 24.5% 的變異量。根據 Cohen (1988) 的看法，符號元素數量變項和眼動閱讀時間之間的關係屬強度關係。

然而，相較於指認正確率的結果，雖然受試者花費較長的時間凝視單元素符號，但卻沒有因為凝視時間較長而提升指認正確率，相反地，多元素符號所需的反應時間雖然較短，但指認正確率反而較高。此點顯示單元素之溝通圖形符號可能因組成的符號元素較少，缺乏能增加受試者辨識的線索，使得被正確辨識和指認的比率偏低，此項發現亦呼應前述指認正確率的分析結果，支持雙碼理論所提出之較多的視覺刺激有利於圖形符號的辨識 (Paivio, 1990)。此外，在文本閱讀的眼動研究中，當詞頻愈低，文章的難度愈難，閱讀者凝視詞彙的時間會變長，移動的距離會變短，而且回視的比率也會變高 (陳

明蕾、柯華葳，2013；Chen & Ko, 2011）。相較於上述文本眼動閱讀時間的結果，本研究雖然是以圖形符號為閱讀媒材，但研究結果亦顯示，較不容易被辨識（較難）之單元素溝通圖形符號以及較容易辨識之多元素溝通圖形符號均需要較長的閱讀時間。

### 三、眼動凝視焦點差異分析

為了解發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕在辨識不同符號元素數量組成之溝通圖形符號的眼動凝視焦點差異，研究者以獨立樣本二因子變異數分析，探討身分和符號元素數量兩變項在辨識溝通圖形符號時之各項眼動凝視焦點的差異，結果發現在圖文凝視時間、圖文凝視率和圖形凝視率等眼動表現上，身分與符號元素數量的交互作用均達統計顯著差異， $F$  值分別為 8.155 ( $p < .05$ )、5.964 ( $p < .05$ ) 和 7.717 ( $p < .05$ )，顯示身分和符號元素數量兩變項間在圖文凝視時間、圖文凝視率和圖形凝視率等眼動表現上有交互作用，因此，進一步比較單純主要效果。此外，在文字凝視率的眼動結果，身分與符號元素數量的交互作用未達顯著差異， $F$  值為 0.459 ( $p > .05$ )，顯示身分和符號元素數量兩變項間在文字凝視率的眼動表現上沒有交互作用，因此，直接比較主要效果。

表六為不同身分和符號元素數量在圖文凝視時間之單純主要效果檢定結果，從表

六可知，不同身分的受試者在單元素符號的圖文凝視時間沒有顯著差異，但在多元素符號的圖文凝視時間則是有顯著差異， $F$  值為 6.196 ( $p < .05$ )，經比較平均數得知，發展遲緩幼兒在辨識多元素符號時的圖文凝視時間 ( $M = 71.89$ ) 顯著高於普通幼兒同儕 ( $M = 48.58$ )。此外，從表六亦得知，發展遲緩幼兒在辨識不同符號元素數量的圖文凝視時間並無差異，但普通幼兒同儕在不同符號元素數量的圖文凝視時間則有顯著差異， $F$  值為 25.426 ( $p < .05$ )，從平均數得知，辨識單元素符號的圖文凝視時間 ( $M = 85.20$ ) 顯著高於多元素符號 ( $M = 48.58$ )。

表七為不同身分和符號元素數量在圖文凝視率之單純主要效果檢定結果，從表七可知，不同身分的受試者在單元素符號的圖文凝視率有顯著差異， $F$  值為 7.279 ( $p < .05$ )，經比較平均數得知，普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視率 ( $M = 77.46$ ) 顯著高於發展遲緩幼兒 ( $M = 60.95$ )，但在多元素符號的圖文凝視率則是未達顯著差異。此外，從表七亦可得知，發展遲緩幼兒在辨識不同符號元素數量的圖文凝視率並無差異，但普通幼兒同儕在不同符號元素數量的圖文凝視率則是達統計顯著差異， $F$  值為 10.394 ( $p < .05$ )，從平均數得知，單元素符號的圖文凝視率 ( $M = 77.46$ ) 顯著高於多元素符號 ( $M = 58.09$ )。

表六 不同身分和符號元素數量在「圖文凝視時間」之單純主要效果

變異來源	SS	df	MS	F	p	事後比較
身分						
在單元素符號	672.606	1	672.606	1.068	.311	
在多元素符號	3262.002	1	3262.002	6.196	.020	發展遲緩>普通幼兒
符號元素數量						
在發展遲緩幼兒	33.148	1	33.148	.042	.841	
在普通幼兒同儕	12069.220	1	12069.220	25.426	.000	單元素符號>多元素符號

表七 不同身分和符號元素數量在「圖文凝視率」之單純主要效果

變異來源	SS	df	MS	F	p	事後比較
身分						
在單元素符號	1635.260	1	1635.260	7.279	.012	普通幼兒>發展遲緩
在多元素符號	1046.672	1	1046.672	2.463	.129	
符號元素數量						
在發展遲緩幼兒	482.155	1	482.155	1.483	.241	
在普通幼兒同儕	3375.223	1	3375.223	10.394	.003	單元素符號>多元素符號

表八為不同身分和符號元素數量在圖形凝視率之單純主要效果檢定結果，從表八得知，不同身分的受試者在單元素符號的圖形凝視率有顯著差異， $F$  值為 4.302 ( $p < .05$ )，經比較平均數得知，普通幼兒同儕在單元素符號的圖形凝視率 ( $M = 64.48$ ) 顯著高於發展遲緩幼兒 ( $M = 50.17$ )，但在多元素符號的圖形凝視率則是沒有顯著差異。此

外，從表八亦可得知，發展遲緩幼兒在辨識不同符號元素數量的圖形凝視率並未達統計顯著差異，但普通幼兒同儕在不同符號元素數量的圖形凝視率則是有顯著差異， $F$  值為 5.636 ( $p < .05$ )，從平均數得知，單元素符號的圖形凝視率 ( $M = 64.48$ ) 顯著高於多元素符號 ( $M = 48.74$ )。

表八 不同身分和符號元素數量在「圖形凝視率」之單純主要效果

變異來源	SS	df	MS	F	p	事後比較
身分						
在單元素符號	1229.229	1	1229.229	4.302	.049	普通幼兒>發展遲緩
在多元素符號	1567.089	1	1567.089	3.592	.070	
符號元素數量						
在發展遲緩幼兒	976.525	1	976.525	3.400	.084	

此外，由於身分與符號元素數量在文字凝視率之眼動結果的交互作用不顯著，因此，直接比較主要效果。從文字凝視率的變異數分析結果得知，身分變項的  $F$  值為 0.458 ( $p > .05$ )，未達統計顯著差異，顯示發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕在辨識溝通圖形符號時的文字凝視率沒有差異。此外，從文字凝視率的變異數分析結果亦得知，符號變項的  $F$  值為 1.862 ( $p > .05$ )，結果亦未達統計顯著差異，顯示符號元素數量的多寡並不會影響受試者在辨識溝通圖形符號時的文字凝視率。

(一) 不同受試者的眼動凝視焦點差異分析

從上述各項眼動凝視焦點的差異分析可

知，不同受試者在辨識單元素符號時的圖文凝視時間並無差異，但發展遲緩幼兒在辨識多元素符號時，會比普通幼兒同儕需要較多的圖文凝視時間，此點顯示當溝通圖形符號組成的元素數量增加時，發展遲緩幼兒需要花費較多的時間來閱讀研究材料中的圖形和文字，此結果與陳明蕾與柯華葳 (2013) 以及邱淑惠與廖儷湘 (2014) 的研究結果相似，即閱讀能力較弱之障礙兒童在閱讀時較一般兒童需要花費較長的時間。

前述各項眼動凝視焦點分析的結果亦發現，不同受試者在多元素符號的圖文凝視率與圖形凝視率均無顯著差異，顯示兩組受試

者在多元素符號的眼動凝視焦點相同，從各項數據的平均數中發現，兩組受試者的平均圖文凝視率和圖形凝視率分別是 62.49% 和 54.18%，顯示兩組受試者均以凝視研究材料中的圖形為主。上述結果顯示，發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕在閱讀和辨識多元素符號的溝通圖形符號時，對於圖形和文字的凝視焦點相同，且均花費大部分的時間在凝視圖形上。此和先前幼兒閱讀圖畫書的研究結果相似（邱淑惠、廖儷湘，2014；賴孟龍、陳彥樺，2012；Evans & Saint-Aubin, 2005; Evans et al., 2008），即幼兒在閱讀時會花費大部分的時間在凝視圖形。

此外，普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視率和圖形凝視率均顯著高於發展遲緩幼兒，此結果顯示普通幼兒同儕在辨識單元素符號時，比發展遲緩幼兒更聚焦在研究材料中的圖文和圖形閱讀上。也就是說，雖然單元素符號的線索有限，但普通幼兒同儕比發展遲緩幼兒能更專心地閱讀溝通圖形符號中的線索，以正確辨識出溝通圖形符號的意思。

## （二）不同符號元素數量下的眼動凝視焦點差異分析

從上述各項眼動凝視焦點的差異分析發現，發展遲緩幼兒在不同符號元素數量的眼動凝視焦點均未達統計顯著差異，顯示發展遲緩幼兒在閱讀由不同符號元素數量所組成之溝通圖形符號時，在圖形和文字的凝視焦點相同，且均花費大部分的時間在凝視圖形符號，此亦代表符號元素數量並不會影響發展遲緩幼兒的眼動凝視焦點。然而，普通幼兒同儕在閱讀不同符號元素數量組成的溝通圖形符號之眼動凝視焦點時，則有顯著差異。研究發現普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視時間、圖文凝視率和圖形凝視率均顯著高於多元素符號，此點顯示普通幼兒同

儕在閱讀和辨識單元素符號時，需要花費較多的時間閱讀、辨識和指認，而多元素符號因為組成的符號元素數量較多，提供較多的辨識線索，會比較容易被辨識而不需花費太多時間。

Chen 與 Ko（2011）在文本閱讀的眼動研究中發現，當詞頻愈低，文章的難度愈難，閱讀者凝視詞彙的時間會變長，而且回視的比率也會變高。也就是說，文章難度愈難，閱讀者會有較高的比率在凝視有利於閱讀線索的圖和文。相較於 Chen 與 Ko 在文本閱讀的眼動結果，本研究雖是以圖形符號為閱讀媒材，但研究結果亦顯示，對普通幼兒同儕而言，較不容易被辨識（較難）之單元素溝通圖形符號，在圖文凝視時間、圖文凝視率和圖形凝視率上，均較容易辨識之多元素溝通圖形符號的時間長。

此外，有別於先前的幼兒閱讀眼動研究（邱淑惠、廖儷湘，2014；賴孟龍、陳彥樺，2012；Evans & Saint-Aubin, 2005; Evans et al., 2008），均是以繪本為媒材，比較受試者在閱讀過程中的圖文凝視焦點。雖然本研究的發現與上述研究結果相似，均發現幼兒在閱讀時，大部分的時間都在凝視圖形，較少凝視文字，但由於本研究的閱讀材料並非繪本，而是電腦螢幕之相同排版的圖形符號學習系統，因此，較難將此結果再與其他研究比較。

## 四、眼動軌跡分析

除了指認正確率和眼動數據資料分析外，本研究透過比較閱讀眼動軌跡進一步探討發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕，在辨識不同符號元素數量組成之溝通圖形符號的閱讀歷程。本研究以眼動數據接近該組平均數為依據，分別挑選出兩位受試者的眼動軌跡圖進行比較。圖三和圖四是一位發展遲緩幼兒在不同符號中的眼動軌跡圖。從圖三中發

現，發展遲緩幼兒在單元素符號的指認中，花了大部分的時間在凝視位於螢幕中央的圖形符號，幾乎沒有出現掃視的閱讀眼動，閱讀眼動凝視焦點與最後作答結果相同，但卻是錯誤的答案。從上述結果可知，該名發展遲緩幼兒在單元素符號的辨識過程裡，無法從較長的凝視時間中獲得訊息，也缺乏從其他圖形和文字中搜尋訊息的能力，使得發展遲緩幼兒的指認正確率偏低而眼動閱讀時間卻偏高。

而在多元素符號指認中，從圖四的範例可知，該名受試者在閱讀多元素溝通圖形符號時，雖然有出現掃視的眼動，但大部分時間仍在凝視位於螢幕中央的圖形符號。陳學志等人（2010）認為重複的掃視行為顯示閱讀者對閱讀內容的辨識和理解有困難，此一個案之眼動軌跡，正好與陳學志等人（2010）的論述相符。同時，從圖四中亦發現該名個案在閱讀圖形符號時，呈現較多的跳躍凝視的情況，顯示該名發展遲緩幼兒在閱讀多符號元素時，嘗試從較多的符號元素中搜尋訊息，但最後該題的反應亦是錯誤的答案，顯見該名個案缺乏有效搜尋訊息的策略，無法從圖形符號中獲得有效的訊息以作答。綜合上述討論得知，該名發展遲緩幼兒在多元素符號的辨識過程裡，雖嘗試從較多

的符號元素中搜尋訊息，但缺乏尋找關鍵元素的有效訊息處理策略，使得發展遲緩幼兒在多元素符號的辨識結果與單元素符號的辨識結果相同，即指認正確率偏低而眼動閱讀時間卻偏高。

相較於發展遲緩幼兒的閱讀眼動軌跡，普通幼兒在指認圖形符號時，則有較多掃視的閱讀眼動。圖五和圖六是一位普通幼兒同儕在單元素符號和多元素符號的閱讀眼動軌跡，由圖五和圖六可知，該名受試者在辨識溝通圖形符號時，是從電腦螢幕左邊開始，依序凝視每一張圖形符號後，再進行作答。上述結果顯示，該名普通幼兒同儕在辨識溝通圖形符號的過程中，能夠比較有順序和系統性地凝視每一張圖形符號，以搜尋可供作答的訊息，並能在閱讀過每一張圖形符號後再作答，顯見該名普通幼兒已具備組織和答題的認知處理策略。

此外，相較於單元素符號在每一張圖形符號中的凝視時間，多元素符號的眼動凝視時間較長，從圖六中可知，該名個案花費較多時間凝視圖形符號中的各個元素，嘗試從各個符號元素中獲得訊息，但受限於研究媒材的圖形大小，較難以再進一步設定各個符號元素之 AOI，此為本研究之限制。未來或可再調整研究媒材之設計，以便能獲得更多



圖三 發展遲緩幼兒在閱讀單元素符號之眼動軌跡範例



圖四 發展遲緩幼兒在閱讀多元素符號之眼動軌跡範例



圖五 普通幼兒在閱讀單元素符號之眼動軌跡範例



圖六 普通幼兒在閱讀多元素符號之眼動軌跡範例

有關溝通圖形符號閱讀和辨識之眼動資料。

## 結論與建議

### 一、結論

本研究旨在探討符號元素數量對發展遲緩幼兒及其普通幼兒同儕在溝通圖形符號辨識之差異和影響。研究以 AAC 圖形符號學習系統和眼動儀記錄和分析受試者的辨識反應和眼動軌跡，並探討不同符號元素組成之溝通圖形符號的辨識差異，以提供輔助溝通訓練和圖形符號學習時之參考。根據研究發現，研究者獲得以下之結論：

- (一) 普通幼兒同儕在辨識溝通圖形符號的指認正確率優於發展遲緩幼兒，且受試者的指認正確率與符號元素數量成正比，較多符號元素數量組成之溝通圖形符號比較容易被辨識，符號元素數量與符號辨識度之間存在著正向關係。
- (二) 發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕在辨識溝通圖形符號的眼動閱讀時間上有顯著差異，發展遲緩幼兒需要較長的閱讀時間。此外，不同符號元素數量所

組成的溝通圖形符號，在眼動閱讀時間上有顯著差異，單元素符號的眼動閱讀時間顯著高於多元素符號，顯示單元素符號需要較長的閱讀時間。

- (三) 不同受試者在辨識單元素符號時的圖文凝視時間並無差異，但發展遲緩幼兒在辨識多元素符號時，比普通幼兒同儕需要較多的圖文凝視時間；同時，普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視率和圖形凝視率均顯著高於發展遲緩幼兒。此外，發展遲緩幼兒在不同的符號元素數量組成之溝通圖形符號的眼動凝視焦點沒有差異，但普通幼兒同儕在單元素符號的圖文凝視時間、圖文凝視率和圖形凝視率均顯著高於多元素符號。
- (四) 以眼動數據接近該組平均值之二位個案資料而論，普通幼兒在辨識溝通圖形符號的眼動軌跡有較多掃視的閱讀眼動，較能有系統地凝視每一張圖形符號，以搜尋可供作答的訊息，並能在閱讀過每一張圖形符號後再作答，不過，發展遲緩幼兒的閱讀眼動軌跡則缺乏系統性的凝視和掃視。

### 二、研究限制

- (一) 本研究以發展遲緩幼兒為對象，雖然已盡量選擇只有認知和語言發展遲緩之受試者，但因發展遲緩的個別差異極大，且醫院聯合評估之結果亦未能精確描述受試者之障礙類型和需求，使得研究結果在對象的解釋和推論上受到限制。未來，或可選定較為特定之特殊需求族群，或是先以標準化測驗工具評估受試者的認知和語言能力後，再進行相關的探究，以減少上述研究限制。
- (二) 本研究以現有的研究媒材和軟體進行探究，但受限於研究媒材圖形之大小，難以精確地了解受試者的凝視焦點和元素，無法進一步探究受試者在閱讀溝通圖形符號時辨識溝通圖形符號的關鍵符號元素。未來，可再調整或重新設計研究媒材和軟體，以便能獲得更多閱讀和辨識溝通圖形符號之眼動資料。

### 三、建議

本研究以發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕為對象，探討符號元素數量對溝通圖形符號辨識的影響，運用眼動技術和數位媒材有系統地探討發展遲緩幼兒和普通幼兒同儕，在不同符號元素數量組成之溝通圖形符號的辨識反應和眼動差異，研究結果可提供未來相關研究和實務應用之參考。基於研究發現，提出下列建議：

- (一) 本研究雖受限於研究工具之版面設計，無法較精確地針對溝通圖形符號的元素或主角，設定 AOI 和探究個別元素或主角之眼動凝視時間，使得研究結果較難以與先前的閱讀眼動研究相比較。未來或可調整研究工具之版面設計，為全螢幕四格滿版之型態，僅呈現四種不同的溝通圖形符號，以針對溝通圖形符號之各符號元素的凝視比率，或主角與非主角的凝視比率進行探究，進而了解個別符號元素對圖形辨識和學習的影響。
- (二) 未來在研究上亦可利用本研究之工具和材料，調查更大量之母群或特定群體，以了解不同年齡層和性別之學前幼兒在辨識溝通圖形符號之眼動差異。
- (三) 在 AAC 和圖形符號實務上可參考本研究之發現，對於障礙或年幼的學習者，可設計具有較多符號元素和線索之溝通圖形符號，以幫助其在圖形符號的辨識與學習。同時，亦可參考研究結果再進一步開發相關的 CAI 動畫或媒材。

### 參考文獻

- 王富虹、戴孟宗 (2008)：眼球控制電子書的初探。中華印刷科技年報，2008 (3)，447-463。[Wang, Fu-Hung, & Tai, Meng-Tsung (2008). A study of eye-control e-book. *Journal of CAGST*, 2008(3), 447-463.]
- 林雲龍、李天佑、陳明聰 (2002)：刺激褪除導向詞彙辨識學習系統對中重度智能障礙學童學習成效之研究。載於國立嘉義大學特殊教育中心主編：特殊教育學術研討會論文集 (93-129 頁)。嘉義：國立嘉義大學特殊教育中心。[Lin, Yun-Lung, Lee, Tai-Lu, & Chen, Ming-Chung (2002). A study on the stimulus fading oriented word-recognition learning system for pupils with moderate mental retardation. In Special Education Center of National

- Chiayi University (Ed.), *Special education corpus* (pp. 93-129). Chiayi, Taiwan: Special Education Center of National Chiayi University.]
- 邱淑惠、廖儷湘 (2014)：學前幼兒如何閱讀繪本——眼動歷程之初探。教育傳播與科技研究，(109)，57-73。[Chiu, Shu-Sui, & Liao, Li-Hsiang (2014). How do preschoolers read picture books? Eye movement analysis. *Research of Educational Communications and Technology*, (109), 57-73.] doi: 10.6137/RECT.2014.109.04
- 柯華葳、陳明蕾、廖家寧 (2005)：詞頻、詞彙類型與眼球運動型態：來自篇章閱讀的證據。中華心理學刊，47 (4)，381-398。[Ko, Hwa-Wei, Chen, Ming-Lei, & Liao, Chia-Ning (2005). Frequency effect, word class and eye movements: Evidence from text reading. *Chinese Journal of Psychology*, 47(4), 381-398.] doi: 10.6129/CJP.2005.4704.06
- 莊妙芬 (2000)：替代性溝通訓練對重度智能兒童溝通能力與異常行為之影響。特殊教育與復健學報，8，1-26。[Tsuang, Mai-Fen (2000). The effects of alternative communication training on communication abilities and problem behaviors of low functioning children with severe mental retardation. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 8, 1-26.]
- 莊妙芬 (2001)：替代性溝通訓練對低功能自閉症兒童溝通能力與異常行為之影響。特殊教育與復健學報，9，181-212。[Tsuang, Mai-Fen (2001). The effects of alternative communication training on communication abilities and problem behaviors of low functioning children with autism. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 9, 181-212.]
- 許子凡、林品章 (2008)：認知風格對不同資訊量的判讀效率與模式特徵：以 AIGI 圖形符號為例。設計學研究，11 (1)，87-105。[Hsu, Tzu-Fan, & Lin, Pin-Chang (2008). Recognition efficiency and pattern of graphical symbols based on information loads and cognitive styles: A study of AIGA symbols. *Journal of Design Science*, 11(1), 87-105.]
- 陳明蕾、柯華葳 (2013)：學習障礙兒童線上閱讀歷程：來自眼球移動的證據。特殊教育研究學刊，38 (3)，81-103。[Chen, Ming-Lei, & Ko, Hwa-Wei (2013). Reading patterns of learning disability children during text reading: Evidence from eye movements. *Bulletin of Special Education*, 38(3), 81-103.] doi: 10.6172/BSE.201311.3803004
- 陳學志、賴惠德、邱發忠 (2010)：眼球追蹤技術在學習與教育上的應用。教育科學研究期刊，55 (4)，36-68。[Chen, Hsueh-Chih, Lai, Whei-Der, & Chiu, Fa-Chung (2010). Eye tracking technology for learning and education. *Journal of Research in Education Sciences*, 55(4), 36-68.]
- 黃志雄 (2002)：自然環境教學對重度智能障礙兒童溝通能力的影響及其相關研究。特殊教育與復健學報，10，71-102。[Huang, Chih-Hsiung (2002). The effects of milieu teaching on communication abilities of children with severe mental retardation. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 10, 71-102.]
- 黃志雄、陳明聰 (2008)：阿明的電腦夢：

- 重度障礙學生輔助溝通介入之行動研究。特殊教育學報, 27, 129-156。  
[Huang, Chih-Hsiung, & Chen, Ming-Chung (2008). The action process and effects of augmentative and alternative communication intervention on a student with severe disabilities. *Journal of Special Education*, 27, 129-156.]
- 黃志雄、陳明聰 (2011)：普通班腦性麻痺兒童之重要成人對圖形溝通符號明識度覺知之研究。特殊教育學報, 33, 29-55。  
[Huang, Chih-Hsiung, & Chen, Ming-Chung (2008). Exploring the translucency of picture communication symbols for important adults of children with cerebral palsy in regular classes. *Journal of Special Education*, 33, 29-56.]
- 黃志雄、陳明聰、陳智賢 (2012)：促進特殊幼兒輔助溝通圖形符號學習成效與溝通表現之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC101-2511-S-241-002)。  
[Huang, Chih-Hsiung, Chen, Ming-Chung, & Chen Jr-Shian (2012). *Promoting the AAC graphic symbol learning and communicative competence for young children with special education needs*. Report of National Science Council, ROC, Taiwan, NSC 101-2511-S-241-002.]
- 張春興 (1994)：教育心理學。臺北：東華。  
[Zhang, Chun-Xing (1994). *Educational Psychology*. Taipei, Taiwan: Dong Hwa.]
- 葉耀明 (2002)：身心障礙者電腦化溝通系統之設計與應用——溝通障礙者之遠距擴大性溝通系統的研究 (三)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC90-2614-H-003-005-F20)。  
[Yeh, Yao-Ming (2002). *Research of Internet-based augmentative and alternative communication system for people with severe communication impairments (3)*. Report of National Science Council, ROC, Taiwan, NSC 90-2614-H-003-005-F20.]
- 蔡介立、顏妙璇、汪勁安 (2005)：眼球移動測量及在中文閱讀研究之應用。應用心理研究, 28, 91-101。  
[Tsai, Jie-Li, Yen, Miao-Hsuan, & Wang, Chin-An (2005). Recoding on eye movements and its application on Chinese reading. *Research in Applied Psychology*, 28, 91-101.]
- 賴孟龍、陳彥樞 (2012)：以眼動方法探究幼兒閱讀繪本時的注意力偏好。幼兒教保研究期刊, 8, 81-96。  
[Lai, Meng-Lung, & Chen, Yan-Hua (2012). Examining preschoolers' attention during storybook reading: Evidence from eye movements. *Journal of Early Childhood Education & Care*, 8, 81-96.]
- 劉嘉茹、侯依玲 (2011)：以眼動追蹤技術探討先備知識對科學圖形理解的影響。教育心理學報, 43, 227-250。  
[Liu, Chia-Ju, & Hou, I-Lin (2011). Explore the influence of prior knowledge on understanding in scientific diagrams through eye tracking. *Bulletin of Educational Psychology*, 43, 227-250.]
- 韓玉昌、任桂琴 (2003)：小學一年級數學新教材插圖效果的眼動研究。心理學報, 35 (6), 818-822。  
[Han, Yu-Chang, & Ren, Gui-Qin (2003). Study on eye movements of viewing illustrations in new mathematic textbook of first grade primary school. *Acta Psychology Sinica*, 35(6), 818-

- 822.]
- Alant, E., Life, H., & Harty, M. (2005). Comparison of learnability and retention between Blissymbols and CyberGlyphs. *International Journal of Language and Communication Disorders, 40*(2), 151-169. doi: 10.1080/13682820400009980
- Angermeier, K., Schlosser, R. W., Luiselli, J. K., Harrington, C., & Carter, B. (2008). Effects of iconicity on requesting with the picture exchange communication system in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 2*(3), 430-446. doi: 10.1016/j.rasd.2007.09.004
- Barker, R. M., Akaba, S., Brady, N. C., & Thiemann-Bourque, K. (2013). Support for AAC use in preschool, and growth in language skills, for young children with developmental disabilities. *Augmentative and Alternative Communication, 29*(4), 334-346. doi: 10.3109/07434618.2013.848933
- Barton, A., Sevcik, R. A., & Rowski, M. A. (2006). Exploring visual-graphic symbol acquisition by pre-school age children with developmental and language delays. *Augmentative and Alternative Communication, 22*(1), 10-20. doi: 10.1080/07434610500238206
- Beck, J. (2002). Emerging literacy through assistive technology. *Teaching Exceptional Children, 35*(2), 44-48. doi: 10.1177/004005990203500206
- Beukelman, D. R., & Mirenda, P. (2013). *Augmentative and alternative communication: Support children and adults with complex communication needs* (4th ed.). Baltimore: Paul H. Brooks.
- Binger, C., Kent-Walsh, J., Ewing, C., & Taylor, S. (2010). Teaching educational assistants to facilitate the multisymbol message productions of young students who require augmentative and alternative communication. *American Journal of Speech-Language Pathology, 19*(2), 108-120. doi: 10.1044/1058-0360(2009/09-0015)
- Burroughs, J., Albritton, E., Eaton, B., & Montague, J. (1990). A comparative study of language delayed preschool children's ability to recall symbols from two symbol systems. *Augmentative and Alternative Communication, 6*(3), 202-206. doi: 10.1080/07434619012331275464
- Burton, C., & Daneman, M. (2007). Compensating for a limited working memory capacity during reading: Evidence from eye movements. *Reading Psychology, 28*(2), 163-186. doi: 10.1080/02702710601186407
- Charlop-Christy, M. H. (2002). Using the picture exchange communication system (PECS) with children with autism: Assessment of PECS acquisition, speech, social-communicative behavior, and problem behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis, 35*(3), 213-231. doi: 10.1901/jaba.2002.35-213
- Chen, M. C., & Wen, M. K. (2005, June). *Using picture symbol writing system to teach pupils with learning disabilities to learn short article writing*. Paper presented at the 1st Asia-Pacific Congress of International Association for the Scientific Study of Intellectual Disabilities. Taipei, Taiwan.

- Chen, M., & Ko, H. (2011). Exploring the eye movement patterns as Chinese children reading texts: A developmental perspective. *Journal of Research in Reading, 34*(2), 232-246. doi: 10.1111/j.1467-9817.2010.01441.x
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Cosbey, J. E., & Johnston, S. (2006). Using a single-switch voice output communication aid to increase social access for children with severe disabilities in inclusive classroom. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities, 31*(2), 144-156. doi: 10.1177/154079690603100207
- Dada, S., Huguet, A., & Bornman, J. (2013). The iconicity of picture communication symbols for children with English additional language and mild intellectual disability. *Augmentative and Alternative Communication, 29*(4), 360-373. doi: 10.3109/07434618.2013.849753
- Drager, K. D. R., Postal, V. J., Carrolus, L., Castellano, M., Gagliano, C., & Glynn, J. (2006). The effect of aided language modeling on symbol comprehension and production in 2 preschoolers with autism. *American Journal of Speech-Language Pathology, 15*(2), 112-125. doi: 10.1044/1058-0360(2006/012)
- Ecklund, S., & Reichle, J. (1987). A comparison of normal children's ability to recall symbols form two logographic systems. *Language, Speech, an Hearing Services in Schools, 18*(1), 34-40. doi: 10.1044/0161-1461.1801.34
- Emad, A., Stephaniez, M., & John, U. (2011). Effectiveness of combining tangible symbols with the picture exchange communication system to teach requesting skills to children with multiple disabilities including visual impairment. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 46*(3), 425-435.
- Emms, L., & Gardner, H. (2010). Study of two graphic symbol-teaching methods for individuals with physical disabilities and additional learning difficulties. *Child Language Teaching and Therapy, 26*(1), 5-22. doi: 10.1177/0265659009339820
- Evans, M. A., & Saint-Aubin, J. (2005). What children are looking at during shared storybook reading Evidence from eye movement monitoring. *Psychological Science, 16*(11), 913-920. doi: 10.1111/j.1467-9280.2005.01636.x
- Evans, M. A., Saint-Aubin, J., & Landry, N. (2009). Letter names and alphabet book reading by senior kindergarteners: An eye movement study. *Child Development, 80*(6), 1824-1841. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01370.x
- Evans, M. A., Williamson, k., & Pursoo T. (2008). Preschoolers' attention to print during shared book reading. *Scientific Studies of Reading, 12*(1), 106-129. doi: 10.1080/10888430701773884
- Feng, G., & Miller, K. (2009). Orthography and the development of reading processes: An eye-movement study of Chinese and English. *Child Development, 80*(3), 720-735. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01293.x
- Fuller, D. R. (1997). Effects of translucency and complexity on the associative learning of

- Blissymbols by cognitively normal children and adults. *Augmentative and Alternative Communication*, 12, 30-39.
- Fuller, D. R., & Lloyd, L. L. (1991). Toward a common usage of iconicity terminology. *Augmentative and Alternative Communication*, 7(3), 215-220. doi: 10.1080/07434619112331275913
- Hannus, M., & Hyona, J. (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low- and high-ability children. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 95-123. doi: 10.1006/ceps.1998.0987
- Hayes, C. L. (1996). *The effects of translucency and complexity on the acquisition of Blissymbols by cognitively normal elderly individuals*. Unpublished master's thesis, University of Arkansas at Little Rock, Little Rock, AR.
- Hetzroni, O. E., Quist, R. W., & Lloyd, L. L. (2002). Translucency and complexity: Effects on Blissymbol learning using computer and teacher presentations. *Language, Speech, and Hearing Service in Schools*, 33(4), 291-303. doi: 10.1044/0161-1461(2002/024)
- Huang, C. H., & Chen, M. C. (2011). Effect of translucency on transparency and symbol learning for children with and without cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5), 1829-1836. doi: 10.1016/j.ridd.2011.03.013
- Johnston, S. S., Reichle, J., & Evans, J. (2004). Supporting augmentative and alternative communication use by beginning communicators with severe disabilities. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 13(1), 20-30. doi: 10.1044/1058-0360(2004/004)
- Lloyd, L. L., & Fuller, D. R. (1990). The role of iconicity in augmentative and alternative communication symbol learning. In W. I. Fraser (Ed.), *Key issues in mental retardation research* (pp. 295-306). London: Routledge.
- Luftig, R. L., & Bersani, H. A. (1985). An initial investigation of translucency, transparency, and component complexity of Blissymbolics. *Journal of Children Communication Disorders*, 8(2), 191-209.
- Markham, P. T., & Justice, E. M. (2004). Sign language iconicity and its influence on the ability to describe the function of objects. *Journal of Communication Disorders*, 37(6), 535-546. doi: 10.1016/j.jcomdis.2004.03.008
- Mechling, L. C., & Cronin, B. (2006). Computer-based video instruction to teach the use of augmentative and alternative communication devices for ordering at fast-food restaurants. *Journal of Special Education*, 39(4), 234-245. doi: 10.1177/00224669060390040401
- Mirenda, P., & Locke, P. A. (1989). A comparison of symbol transparency in nonspeaking persons with intellectual disabilities. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54(2), 131-140. doi: 10.1044/jshd.5402.131
- Mizuko, M., & Reichle, J. (1989). Transparency and recall of symbols among intellectually handicapped adults. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54(4), 627-633. doi: 10.1044/jshd.5404.627
- Nail-Chiwetalu, B. (1992). *The influence of symbol and learner factors on the*

- learnability of Blissymbols by students with mental retardation*. Unpublished doctoral dissertation, Purdue University, West Lafayette, IA.
- Namy, L. L., Campbell, A. L., & Tomasello, M. (2004). The changing role of iconicity in non-verbal symbol learning: In a U-shaped trajectory in the acquisition of arbitrary gestures. *Journal of Cognition and Development, 5*(1), 37-57. doi: 10.1207/s15327647jcd0501\_3
- Payne, A. C., Whitehurst, G. J., & Angell, A. L. (1994). The role of home literacy environment in the development of language ability in preschool children from low-income families. *Early Childhood Research Quarterly, 9*(3-4), 427-440. doi: 10.1016/0885-2006(94)90018-3
- Paivio, A. (1990). Dual coding theory. In A. Paivio (Ed.), *Mental representations: A dual coding approach* (pp. 53-83). New York: Oxford University Press.
- Rankin, J. L., Harwood, K., & Miranda, P. (1994). Influence of graphic symbol use on reading comprehension. *Augmentative and Alternative Communication, 10*(4), 269-281. doi: 10.1080/07434619412331276970
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin, 124*(3), 372-422. doi: 10.1037//0033-2909.124.3.372
- Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific studies of Reading, 10*(3), 241-255. doi: 10.1207/s1532799xssr1003\_3
- Rayner, K., Miller, B., & Rotello, C. M. (2008). Eye movements when looking at print advertisements: The goal of the viewer matters. *Applied Cognitive Psychology, 22*(5), 697-707. doi: 10.1002/acp.1389
- Romski, M. A., & Sevcik, R. (2005). Augmentative communication and early intervention: Myths and realities. *Infants and Young Children, 18*(3), 174-185. doi: 10.1097/00001163-200507000-00002
- Sandall, S. R., & Schwartz, I. S. (2002). *Building blocks for teaching preschoolers with special needs*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Schoot, M., Vasbinder, A. L., Horsley, T. M., & Lieshout, E. C. D. M. (2008). The role of two reading strategies in text comprehension: An eye fixation study in primary school children. *Journal of Research in Reading, 31*(2), 203-233. doi: 10.1111/j.1467-9817.2007.00354.x
- Schlosser, R. W. (Ed.). (2003). *The efficacy of augmentative and alternative communication*. London: Academic Press.
- Schlosser, R. W., & Sigafoos, J. (2002). Selecting graphic symbols for an initial request lexicon: Integrative review. *Augmentative and Alternative Communication, 18*(2), 102-123. doi: 10.1080/07434610212331281201
- Snow, C., Burns, M. S. & Griffin, P. (Eds.). (1998). *Preventing reading difficulties in young children*. Washington, DC: National Academy Press.
- Stephenson, J. (2007). The effect of color on the recognition and use of line drawings by children with severe intellectual disabilities. *Augmentative and Alternative Communication, 23*(1), 44-55. doi: 10.1080/07434610600924457

- Stephenson, J. (2009). Iconicity in the development of picture skills: Typical development and implications for individuals with severe intellectual disabilities. *Augmentative and Alternative Communication, 25*(3), 187-201. doi: 10.1080/07434610903031133
- Stephenson, J., & Linfoot, K. (1996). Pictures as communication symbols for students with severe intellectual disability. *Augmentative and Alternative Communication, 12*(4), 244-255. doi: 10.1080/07434619612331277708
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). New York: Cambridge University Press.
- Tetzchner, S. V., & Martinsen, H. (2000). *Introduction to augmentative and alternative communication* (2nd ed.). London: Athenaeum Press.
- Tina, T. D., Annabelle, D., Bonnie, R. L., & James, R. Y. (2002). Generalization of skills using pictographic and voice output communication devices. *Augmentative and Alternative Communication, 18*(2), 124-131. doi: 10.1080/07434610212331281211
- Trief, E. (2007). The use of tangible cues for children with multiple disabilities and visual impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness, 101*(10), 613-619.

收稿日期：2015.11.16

接受日期：2016.06.21

## **Influence of Symbol Components on the Understanding of AAC Graphic Symbols from the Eye Movements of Preschool Children with and without Developmental Delays**

Chih-Hsiung Huang

Associate Professor,  
Dept. of Child Care and Education,  
Hungkuang University

### **ABSTRACT**

**Purpose:** Using Augmentative and Alternative Communication (AAC) to improve the communication skills of children with disabilities is generally supported by both domestic and foreign scholars. Graphic symbols that represent individual words or phrases are often used in conjunction with AAC; however, research on the reading and recognition of AAC graphic symbols is scant. Therefore, this study examined the influence of symbol components on AAC graphic symbol comprehension among young children with and without developmental delays through an eye-tracking technique. **Methods:** A quasiexperimental design and purposive sampling were used for this study. A total of 54 participants comprising 18 children with a developmental delay (mean age 5.7 years) and 36 children without a developmental delay (mean age 5.4 years) participated in the study. The AAC Graphic Symbol Learning System and Mobile Eye eye-tracker were used to collect data. Thirty common verbs represented by AAC graphic symbols were used as the experimental material. **Findings:** The results of the eye-tracking experiments indicated that the symbol recognition of children without a developmental delay was significantly higher than that of children with developmental delays. Additionally, a positive correlation was identified between the number of AAC graphic symbol components and symbol recognition. The findings also revealed that a significant difference existed in the reading times for the cognition of graphic symbols between the children with and without developmental delays. Children with developmental delays required more reading time. Overall, the results demonstrated that single-element graphic symbols necessitated more reading time compared with multielement graphic symbols. Specifically, the children with

developmental delays required a longer duration to fixate on the multielement graphic symbols and achieve recognition. Conversely, the children without developmental delays tended to exhibit a favorable total fixation duration and fixation count, and a high ratio of total fixation durations when using single-element graphic symbols compared with when using multielement graphic symbols. Finally, according to the average eye movement data of two subjects, eye movements among the children without developmental delays were saccadic and systematically fixated on each graphic symbol to search and determine answers. By contrast, children with developmental delays lacked systematic fixation and saccadic eye movement. **Conclusions:** A positive correlation exists between the number of components in AAC graphic symbols and symbol recognition. Therefore, we suggest designing multielement graphic symbols to promote recognition and symbol learning among young children with and without developmental delays. We conclude with some recommendations for further study based on these results.

Keywords: eye movement, symbol learning, developmental delay, augmentative and alternative communication (AAC)

